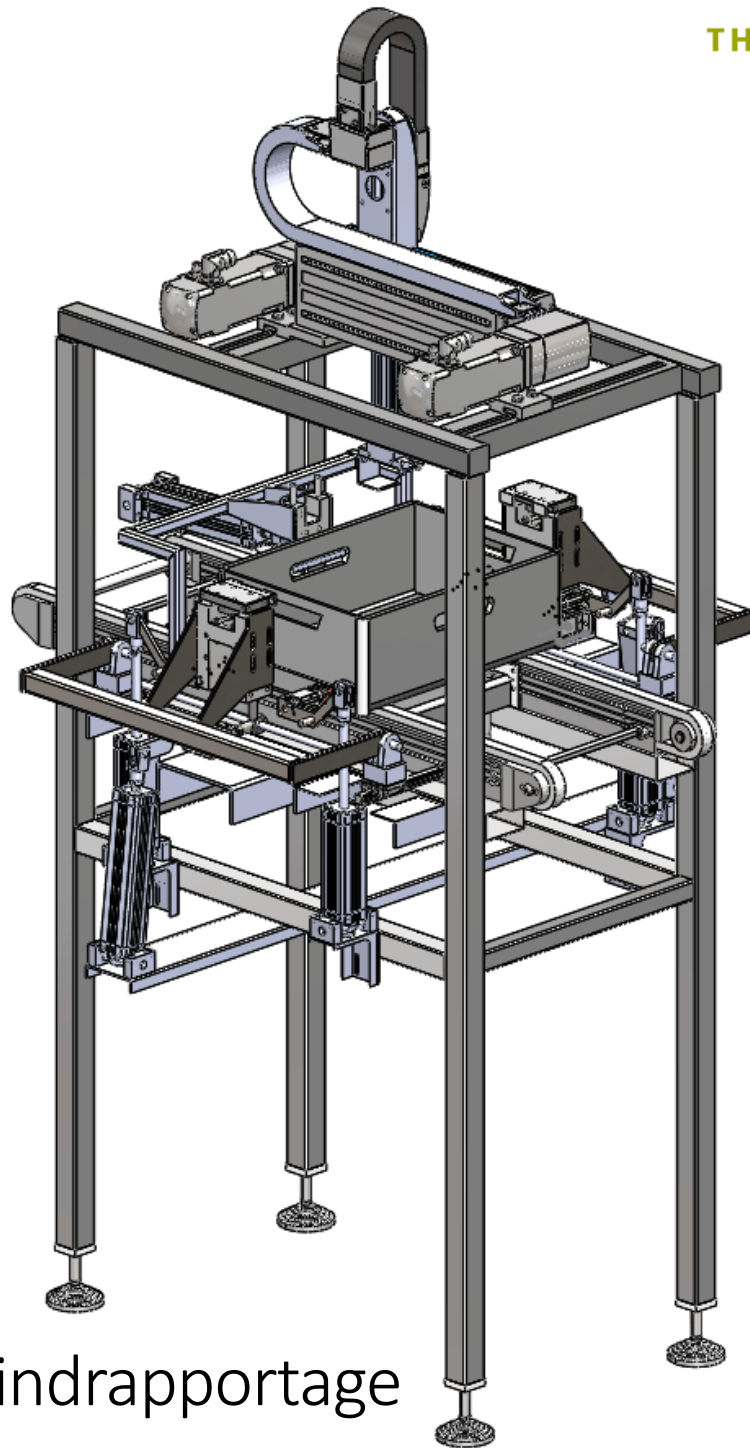




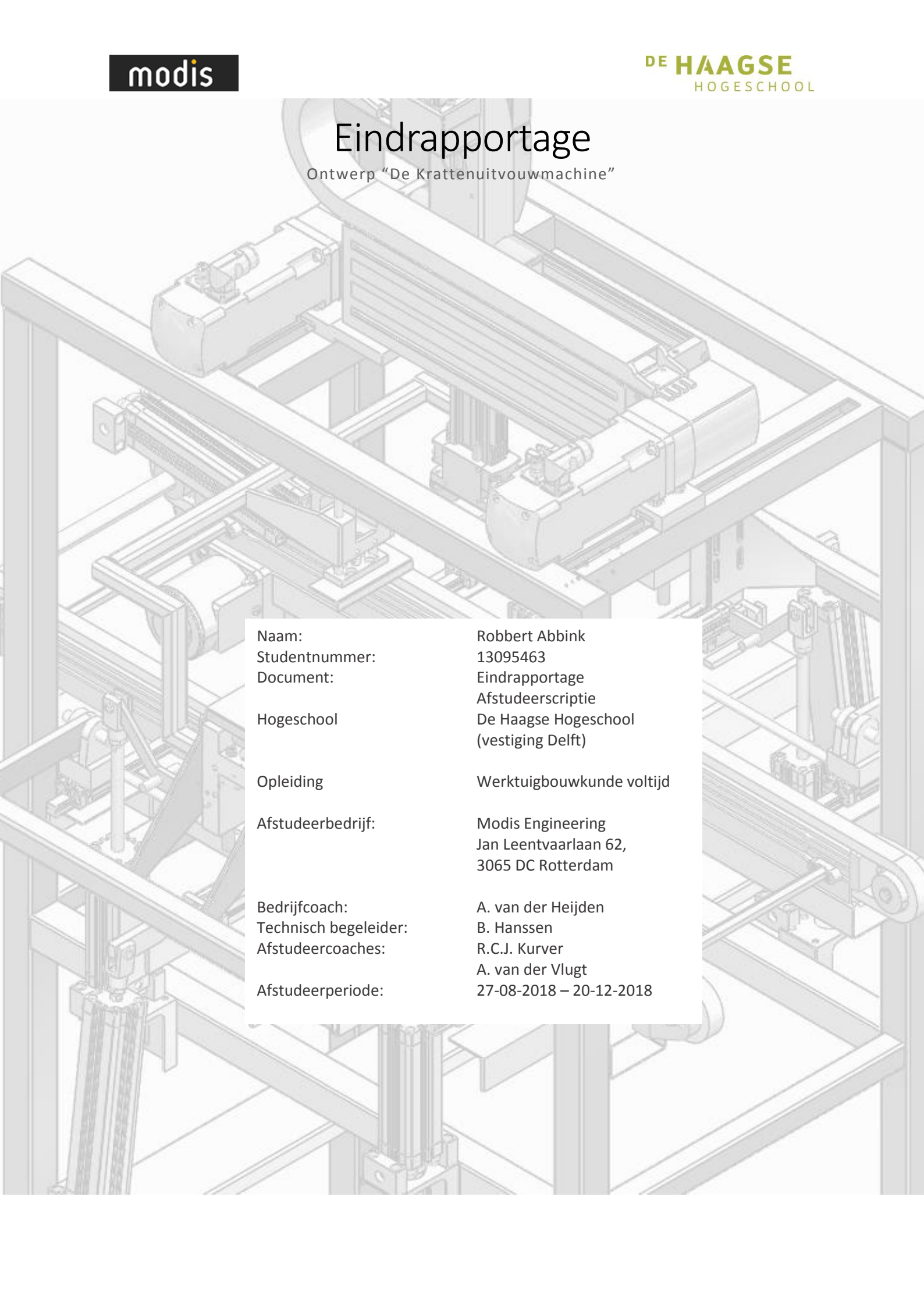
Eindrapportage

Ontwerp "De Krattenuitvouwmachine"

Naam:	R.H. Abbink
Studentennummer:	13095463
Onderwijsinstelling:	Haagse Hogeschool
Opleiding:	Werktuigbouwkunde voltijd
Afstudeerbedrijf:	Modis Engineering
Datum publicatie:	20-12-2018
	Bachelor scriptie

Eindrapportage

Ontwerp "De Krattenuitvouwmachine"



Naam:	Robbert Abbink
Studentnummer:	13095463
Document:	Eindrapportage Afstudeerscriptie
Hogeschool	De Haagse Hogeschool (vestiging Delft)
Opleiding	Werktuigbouwkunde voltijd
Afstudeerbedrijf:	Modis Engineering Jan Leentvaarlaan 62, 3065 DC Rotterdam
Bedrijfcoach:	A. van der Heijden
Technisch begeleider:	B. Hanssen
Afstudeercoaches:	R.C.J. Kurver A. van der Vlugt
Afstudeerperiode:	27-08-2018 – 20-12-2018

Voorwoord

Voor u ligt de eindrapportage van mijn afstudeerstage bij Modis Engineering te Rotterdam, die ik van 27 augustus tot en met 20 december 2018 gelopen heb. Deze stage vormt het laatste onderdeel van mijn opleiding werktuigbouwkunde aan de Haagse Hogeschool in Delft. Met deze stage verwacht ik mijn studie succesvol af te ronden.

Het rapport is bestemd voor de afstudeerbegeleiders R.C.J. Kurver en A. van der Vlugt en de gecommitteerde, die de rol van examinatoren op zich zullen nemen tijdens de scriptieverdediging. Het rapport is tevens bestemd voor opdrachtgever Modis Engineering, voor de bedrijfscoach dhr. A. van der Heijden (*Engineering Manager Machinebouw*).

Mijn dank gaat uit naar Modis Engineering voor het aanbieden van de afstudeerplek, dhr. A. van der Heijden voor zijn begeleiding en B. Hanssen voor zijn technische begeleiding. R.C.J. Kurver voor zijn begeleiding vanuit de school en Rudi van der Lans voor zijn ondersteuning bij de voorbereiding.

Rotterdam, december 2018

Inhoudsopgave

Samenvatting	V
Verklarende woordenlijst.....	VI
Symbolenlijst	VII
1. Inleiding.....	1
2. Achtergronden	2
2.1. Opdrachtgever	2
2.2. Het bedrijf.....	2
3. De opdracht.....	2
3.1. Probleemstelling	2
3.2. De onderzoeksvraag	2
3.3. Deelvragen.....	2
3.4. Projectgrenzen.....	3
3.5. Doel.....	3
4. Competenties	3
5. Vooronderzoek.....	4
5.1. Kratonderzoek	4
5.1.1. Definitie zijdes kratten	4
5.1.2. Verschillen en eigenschappen van de soort kratten.	5
5.2. Instructies uitvouwen kratten:	6
5.3. Marktonderzoek huidige krattenuitvouwmachines	7
5.4. Verschillende aandrijvingen en toepassingen machine.....	9
5.5. Analyse vastklikken kratten	9
6. Programma van eisen en wensen	10
6.1. Vaste eisen.....	10
6.2. Variabele eisen	10
6.3. Wensen	10
7. Functies	11
7.1. Hoofdfuncties	11
7.2. Deelfuncties	11
7.3. Functieblokschema's	12
8. Morfologische Overzichten	12
9. Concepten	12
9.1. Concept 1 EUROPOOL 15404	13
9.2. Concept 2 EUROPOOL 15404	14
9.3. Concept 1 IFCO 4314	15
9.4. Concept 2 IFCO 4314	16
9.5. Concept 1 IFCO 4320	17
9.6. Concept 2 IFCO 4320	18
10. Eindconcept keuze	19

10.1. Weegfactoren	19
10.2. Waardering	19
10.3. Keuzediagram	20
10.4. Uitslag waarderingen	20
11. Gekozen concept.....	21
12. Het ontwerp	23
12.1. Totale samenstelling.....	23
12.2. Grijperfunctie IFCO	24
12.2.1. Configuraties	24
12.3. Grijperfunctie Europool	25
12.4. Flessenkettingband	27
12.5. Pushers	27
12.5.1. Configuraties pushers.....	28
12.6. Klemcilinders.....	29
12.6.1. Configuraties klemcilinders	29
13. Machinehandelingen.....	29
13.1. Machinehandeling Europool krat	30
13.2. Machinehandeling IFCO 4314 krat	32
13.3. Machinehandeling IFCO 4320 krat	34
14. Taktijd analyse	36
14.1. Totale taktijd	36
14.2. Machineopstellingen	37
14.3. Taktijd berekening per krat	38
15. Budget	39
16. Machineveiligheid	39
17. Conclusie	40
18. Aanbevelingen.....	41
19. Literatuurlijst.....	42
Bijlage I. Plan van Aanpak	43
1. Opdrachtgever en gegevens voor de afstudeeropdracht.....	47
2. Probleemanalyse en probleemstelling	47
3. Onderzoeksvraag en Eindproducten	48
4. Programma van Eisen en Wensen	49
5. Aanpak en tijdsindeling.....	50
6. Competenties.....	51
Bijlage II. Functieblokschema's	54
Bijlage III. Morfologische overzichten	55
Bijlage IV. Competentie-niveaus werktuigbouwkunde HHS	58
Bijlage V. Unster test – trekkracht proef.....	62
Bijlage VI. Onderdelenlijst met berekende positioneringstijd	64

Bijlage VII. Flessenkettingband berekening transporttijd	65
1. Test capaciteit band.....	66
2. Motorspecificatie.....	66
Bijlage VIII. Datablad flessenkettingband Misumi.....	68
Bijlage IX. Berekening Lineair portaal EXCT-30	70
1. Totaal Afgelegde weg van de haak bepalen	71
2. Resultaat	71
Bijlage X. Taktijd simulaties gekozen cilinders	72
Bijlage XI. Totale stuklijst onderdelen machine	90
Bijlage XII. Taktijd berekening per type krat.	91
Bijlage XIII. Machinerichtlijnen.....	92

Samenvatting

De huidige machine heeft problemen qua storingen, vuilafvoer en capaciteit. De vraag hierbij is of er met behulp van methodisch ontwerpen een krattenuitvouwmachine ontworpen kan worden, met als hoofdfuncties: verenken, uitvouwen, vastklikken en schoonzuigen van vouwkratten, die voldoet aan de machinerichtlijnen en een capaciteit levert van 48 stuks per minuut.

Het doel van de opdracht is een uitgewerkt 3D model van het eindconcept. Dit ontwerp moet getoetst worden aan de opgestelde eisen en wensen.

Als eerste is er een marktonderzoek gehouden. Hieruit blijkt dat er veel verschillende oplossingen bestaan van machines die in de opdracht genoemde type kratten kunnen openen. Er bestaan echter niet veel machines die kratten kunnen openen van verschillende types. Ook blijkt bij het onderzoek dat geen enkele machine de taktijd van 1.25 seconden kan behalen, die beschreven staat als eis voor de machine.

Verder zijn er duidelijke verschillen tussen de drie type kratten die geopend moeten worden door de krattenuitvouwmachine. Met het ontwerpen van de concepten moet rekening gehouden worden met verschillende vouwvolgordes, afmetingen en unieke krateigenschappen die elk type heeft.

Als eerste zijn alle functies waaraan de machine moet voldoen uitgeschreven in hoofd- en deelfuncties. Om de volgorde van de deelfuncties te bepalen, is er voor elk type krat een functieboomschema gemaakt. Hieruit blijkt dat bij de IFCO 4320 krat, alle deelfuncties achter elkaar uitgevoerd moet worden. Voor dit type krat is dus voor elk deelfunctie de minste tijd beschikbaar om de taktijd te behalen. Omdat de volgorde van functies, en ook de oplossingen die nodig zijn om de deelfuncties uit te kunnen voeren verschillen, is besloten om van elke type krat een apart morfologisch overzicht te maken. Hieruit zijn twee concepten gegenereerd per krat.

De concepten zijn getoetst aan de hand van weegfactoren uit de Kesselring-methode. Met deze methode worden de fabricage en variabele functionele eisen met elkaar vergeleken. Daaruit krijgt concept 2 van IFCO 4314 de hoogste totaalscore. Dit concept bestaat uit een grijper met luchtcilinder die de noord- en zuidzijde van de krat opent. Klemcilinders openen hierbij de oost- en westzijde. De krat wordt getransporteerd over een vlakke band.

Met de andere beste concepten is het ontwerp gemaakt, bestaand uit vijf machinedelen die alle type kratten kunnen openen. Deze bestaat uit een flessenkettingband, klemcilinders, grijperfunctie van de zijkant, pushers die door de bodem de zijdes van de kratten openen en een grijperfunctie van bovenaf voor de EUROPOOL krat.

Uit het ontwerp is een overzicht voor machinehandelingen gemaakt. Daaruit is een taktijd berekening gemaakt. Uit de analyse blijkt dat het niet mogelijk is om één machine een capaciteit te laten behalen van 48 kratten per minuut. Per type krat is uitgerekend hoe lang de machine er over doet om alle functies te laten uitvoeren. De capaciteit van de machine is 26 kratten per minuut voor de EUROPOOL 15404, 16 kratten per minuut voor de IFCO4314 en 14 kratten per minuut voor de IFCO4320. Om de capaciteit van 48 stuks per minuut te behalen moeten er meerdere machines parallel staan met één of meer aanvoerlijnen. Er zijn er voor de EUROPOOL 15404 twee machines, IFCO 4314 drie machines en IFCO 4320 kratten vier machines nodig.

De machine kan geoptimaliseerd worden om de taktijd te kunnen verbeteren. Hierbij kan advies gevraagd worden bij toeleveranciers. Hiermee kan onderzocht worden of de taktijd verbeterd kan worden en de capaciteit van 48 kratten per minuut behaald kan worden met minder machines.

Het schoonzuigen gaat gebeuren na de machine. De transporttijd is gelijk aan de invoertijd. Daarbij geldt dat de schoonmaaktijd even snel moet gaan als de handelingstijd van de machine.

Verklarende woordenlijst

Functies	Hoofd- of deelfuncties. Over functies in machines wordt voornamelijk bedoeld een onderdeel van de machine die een of meerdere deelfuncties vervullen.
Handelingstijd	Tijd die nodig is om het kratje te openen en vast te klikken. Dit zijn alle functies tussen invoer en uitvoer van de krat.
Ingevouwen krat	Krat is in dichte toestand (ingeklapt).
Kesselring-methode	Toepasbare keuzetechniek van concepten die gebruikt wordt volgens de gebruikte literatuur "Methodisch Ontwerpen" (zie hoofdstuk 19. Literatuurlijst).
Krat	Plastic IFCO of Europoolkrat met een vouwfunctie.
Krattenuitvouwmachine	Machine die kratten verenkeld, uitvouwt en vastklikt.
Machine	Het hele ontwerp met machinedelen die alle hoofdfuncties uitvoert.
Machinedeel	Een deel van de machine die meerdere deelfuncties uitvoert.
Noordzijde	De bovenste zijde van een krat, , gezien van bovenaf de positie waar de transportrichting van de krat van links naar rechts beweegt in de machine (zie 5.1.1. Definitie zijdes kratten).
Ontstapelaar	Een machine die een stapel ingevouwen kratten ontstapeld. Deze machine staat voor de krattenuitvouwmachine.
Oostzijde	De rechterzijde van een krat, gezien van bovenaf de positie waar de transportrichting van de krat van links naar rechts beweegt in de machine (zie 5.1.1. Definitie zijdes kratten).
Schoonzuigtijd	De tijd die nodig is om de krat schoon te zuigen.
Schoonzuigunit	Apparaat dat vuil en deeltjes opzuigt uit de kratten.
Taktijd	Totale tijd die de machine erover doet om alle functies uit te voeren (van verenkelen tot en met vastklikken).
Transporttijd	De tijd die nodig is om een krat te transporteren op de band.
Uitgevouwen krat	Krat is in open toestand (uitgeklapt).
Uitvouwen	Krat gaat van ingevouwen naar uitgevouwen toestand.
Verspanende onderdelen	Draaien, frezen, kotteren
Westzijde	De linkerzijde van een krat, gezien van bovenaf de positie waar de transportrichting van de krat van links naar rechts beweegt in de machine (zie 5.1.1. Definitie zijdes kratten).
Zuidzijde	De onderste zijde van een krat, gezien van bovenaf de positie waar de transportrichting van de krat van links naar rechts beweegt in de machine (zie 5.1.1. Definitie zijdes kratten).

Symbolenlijst

Symbool:	Betekenis:	Eenheid:
a	versnelling	[m/s ²]
F	kracht	[N]
t	tijd	[s]
v	snelheid	[m/s]
s	afstand	[m]

1. Inleiding

Deze eindrapportage vormt het eindresultaat van de afstudeerstage, die van augustus tot en met december 2018 is gelopen door de afstudeerder op de machinebouwfdeling van Modis Engineering te Rotterdam. In de eerste hoofdstukken worden de opdrachtgegevens en details over de opdracht vermeld, zoals achtergrond, opdrachtbeschrijving en de onderzoeksvraag, met daarbij behorende deelvragen. In hoofdstuk 4 komen de competenties aan bod die behaald moeten worden.

Daarna volgt het vooronderzoek en het programma van eisen en wensen waaraan de machine moet voldoen.

In hoofdstuk 5 is beschreven welke machines er al op de markt bestaan en welke oplossingen er voor de deelfuncties van de krattenuitvouwmachine zijn. Ook bevat dit hoofdstuk de eigenschappen van de drie type kratten en hoe deze met elkaar verschillen en overeenkomen. Dit heeft invloed op het ontwerp van de krattenuitvouwmachine. Ook wordt er ingegaan op bepaalde oplossingen (pneumatisch, mechanisch en elektrisch) om het openen en vastklikken van de kratten te realiseren.

In hoofdstuk 6 is het programma van eisen en wensen opgesteld.

In hoofdstuk 7 zijn hoofd- en deelfuncties bepaald die de machine uit moet kunnen voeren, hiervan zijn functieblokschema's per type krat gemaakt. In hoofdstuk 8 zijn de morfologische overzichten beschreven waarmee per deelfunctie verschillende oplossingen bedacht zijn.

Daaruit voortvloeiende zijn per type krat twee concepten bedacht, welke uitgebreid zijn beschreven in hoofdstuk 9. De zes concepten worden met behulp van de Kesselring-methode getoetst in hoofdstuk 10 met bepaalde weegfactoren en een score. Hier wordt met een keuzediagram alle concepten opgesomd. Met de weegfactoren en scores kan het beste concept per type krat bepaald worden. In hoofdstuk 11 wordt deze eindkeuze toegelicht.

Vanaf hoofdstuk 12 wordt het ontwerp van de krattenvouwmachine uitgebreid behandeld. Daarop volgend is er een overzicht gemaakt voor alle machinehandelingen die uitgevoerd moeten kunnen worden per type krat.

Aan de hand van die machinehandelingen is er een taktijd analyse gemaakt in hoofdstuk 14, in hoofdstuk 15 en 16 wordt het budget en de machineveiligheid besproken.

In hoofdstuk 17 en 18 volgen de conclusie en aanbevelingen.

2. Achtergronden

In dit hoofdstuk worden de opdrachtgever en het bedrijf beschreven.

2.1. Opdrachtgever

De opdrachtgever is Modis Engineering.

2.2. Het bedrijf

Modis Engineering heeft drie vestigingen, in Rotterdam, Zaltbommel en Enter.

Binnen Modis Engineering zijn vijf disciplines actief: Bouwkunde, Industriële Automatisering, Installatietechniek, Machinebouw en Industrial Piping. De afdeling machinebouw houdt zich voornamelijk bezig met het ontwikkelen, construeren en uitvoeren van mechanische engineeringprojecten en het adviseren betreffende verbeteringen op bestaande machines en productielijnen.

De afdeling machinebouw heeft ongeveer 60 medewerkers welke actief zijn zowel op locatie bij de klant, als op de interne engineeringafdelingen in Rotterdam, Zaltbommel en Enter. Ik was zelf op de vestiging Rotterdam werkzaam.

3. De Opdracht

Dit hoofdstuk zal ingaan op de afstudeeropdracht. Er wordt een onderzoekvraag opgesteld met daarbij behorende deelvragen. Deze zijn ook opgesteld in het plan van aanpak (zie Bijlage I. Plan van Aanpak). Ook worden de projectgrenzen aangegeven en het doel van de opdracht toegelicht.

3.1. Probleemstelling

De huidige machine heeft problemen qua storingen, vuilafvoer en capaciteit. Doordat de huidige machine de kratten 180 graden roteert komt het vuil in de kratten terecht in de machine. De opdrachtgever geeft aan dit niet wenselijk te vinden in de nieuwe machine.

Het uitgangspunt is een aantal van ingevouwen kratten, uitkomend uit een ontstapelaar. De kratten worden aangeboden op een aanvoerband met een transporthoogte van 1000mm. Hierna moeten ze verenkeld, uitgevouwen en schoongemaakt worden.

3.2. De onderzoeksvraag

De onderzoeksvraag:

Kan er met behulp van methodisch ontwerpen een krattenuitvouwmachine ontworpen worden, met als hoofdfuncties: verenkelen, uitvouwen, vastklikken en schoonzuigen van vouwkratten, die voldoet aan de machinerichtlijnen en een capaciteit levert van 48 stuks per minuut?

3.3. Deelvragen

Om de hoofdvraag uitgebreid te kunnen beantwoorden, kunnen de volgende deelvragen gesteld worden:

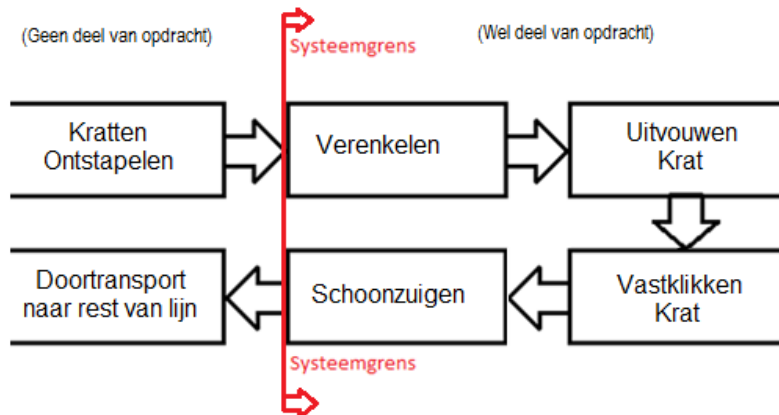
Deelvraag 1: Is het gemaakte ontwerp acceptabel uit te voeren met een budget van €80.000?

Deelvraag 2: Voldoet het ontwerp aan de gestelde eisen en wensen van de opdrachtgever?

Deelvraag 3: Zijn de concepten te ontwerpen met behulp van een morfologisch overzicht en de Kesselring-methode?

3.4. Projectgrenzen

De projectgrenzen van de machine zelf zijn aangegeven in het volgende blokschema.



Tabel 3.1 – Schema systeem/projectgrens

Bij het schoonzuigen moet alleen bepaald worden waar en wanneer dit gebeurt. Hoe de schoonmaakunit dit doet valt niet in de opdracht.

3.5. Doel

Het doel van de opdracht is een uitgewerkt 3D model van het gekozen concept. Dit ontwerp moet getoetst worden aan de opgestelde eisen en wensen.

4. Competenties

De volgende competentietabel geeft verder aan welke competenties voor welk beoogd eindniveau zijn behaald. Voor een uitgebreide beschrijving, zie ook Bijlage IV. Competentie-niveaus werktuigbouwkunde HHS. In hoofdstuk 6 van het plan van aanpak (Bijlage I) is hetzelfde competentieschema te zien. In de laatste kolom is de STAR methode gebruikt (situatie, taak, actie en resultaat).

Competentie	Startniveau	Beoogd eindniveau	Behaald met (STAR): S: situatie, T:taak, A:actie, R: resultaat.
1. Analyseren	2	3	S: Een analyse voor de capaciteit van de ontworpen machine moet worden uitgevoerd. T: Taktijd analyse uitvoeren voor het ontwerp van de machine. A: Voor elk soort krat is er een taktijd analyse uitgevoerd. R: De capaciteit voor het ontwerp van de machine is bekend geworden.
2. Ontwerpen	2	3	S: Er moet een professioneel 3D ontwerp gemaakt worden van de krattenuitvouwmachine. T: Door de methode 'Morfologisch ontwerpen' te gebruiken van De Beer kan er verschillende concepten gemaakt worden, wat uiteindelijk moet leiden naar het 3D ontwerp. A: Met behulp van de Kesselringmethode zijn zes concepten bedacht, uitgewerkt en zorgvuldig beoordeeld. Het beste resultaat is verder uitgewerkt naar het ontwerp. R: Het resultaat is een goed uitgedacht concept die verder uitgewerkt is naar een 3D model.

Competentie	Startniveau	Beoogd Eindniveau	Behaald met (STAR): S: situatie, T:taak, A:actie, R: resultaat.
3. Realiseren	2	n.v.t.	
4. Beheren	2	n.v.t.	
5. Managen	1	n.v.t.	
6. Adviseren	2	n.v.t.	
7. Onderzoeken	2	3	S: Er moet onderzocht worden welke uitvouwmachines er bestaan voor de types kratten. Constructies en koopdelen voor ontwerp moeten uitgezocht worden om deelfuncties van de machine op te lossen. Machine moet getoetst worden op machineveiligheid T: Kijken welke machines er op de markt zijn. Koopdelen voor de machines moeten opgezocht worden. Machineveiligheid opzoeken A: Alle koopdelen van de machine die benodigd zijn, is in het 3D model gezet en beschreven. R: Een volledig ontwerp met alle kooponderdelen en onderzoek van andere machines zijn uitgevoerd. Machineveiligheid is getoetst.
8. Professionaliseren	2	3	S: Professioneel ontwerpen aan de hand van een officiële methode. Besturingsinstructies voor het ontwerp. Taktijd berekening van het ontwerp T: Professioneel ontwerpen aan de hand van methodisch ontwerpen. Besturingsinstructies maken voor de machine. Taktijd berekening A: Taktijd berekening voor de ontworpen machine uitvoeren, Machinehandelingen beschrijven per krat. R: Taktijd berekening en machinehandelingen beschrijving per krat is uitgewerkt.

Tabel 4.1 – Competentietabel met de uitgevoerde competenties..

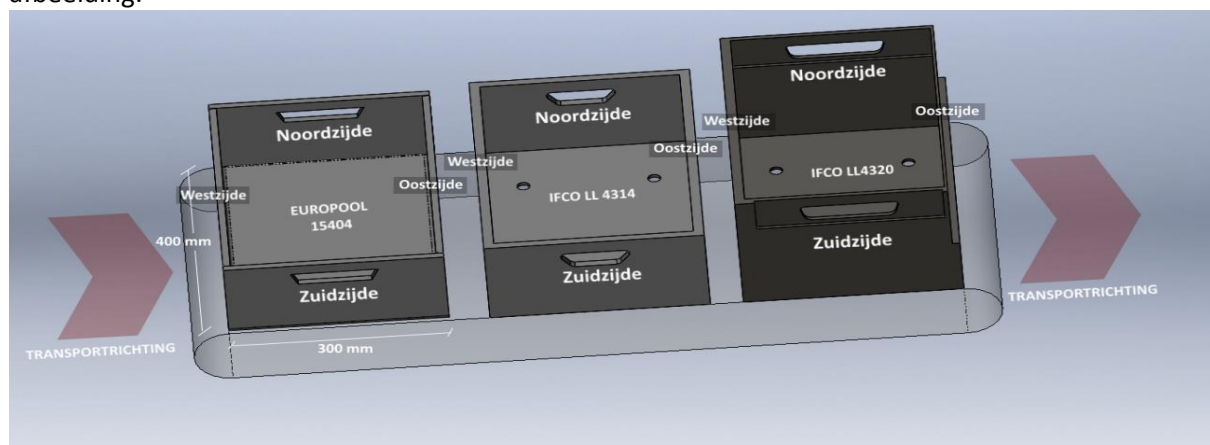
5. Vooronderzoek

In het vooronderzoek worden de kratten uitgebreid onderzocht. Belangrijk is de verschillen en overeenkomsten te weten voordat men begint aan het ontwerp van de machine. Een marktonderzoek van bestaande machines is beschreven in hoofdstuk 5.3.

5.1. Kratonderzoek

5.1.1. Definitie zijdes kratten

Voor alle documentaties worden alle zijdes van de kratten als volgt gedefinieerd in de volgende afbeelding:



Figuur 5.1 - Definitie van de zijdes van alle soorten kratten.

5.1.2. Verschillen en eigenschappen van de type kratten.

Type krat:	EUROPOOL 15404 ¹	IFCO LL 4314 ²	IFCO LL 4320
Afmetingen uitwendig	400x300	400x300	400x300
Hoogte ingevouwen krat [mm]	30	28	28
Hoogte uitgevouwen krat uitwendig [mm]	153	162	226
Afmetingen inwendig	367 x 268 x 143	377 x 272 x 150	377 x 272 x 216
Massa [kg]	0.690	0.985	1.310
Openklik mechanisme ^{3,4}	In west- en oostzijde	In noord- en zuidzijde	In noord- en zuidzijde
Hoeveelheid trekkracht benodigd om kratje vast te klikken (op meest ideale locatie in het midden van de krat) ⁵ [N]	18.1	28.4	83.4
Beste duwlocatie op de zijde van de krat om de krat vast te klikken.	Links- en rechtsboven van de noord- en zuidzijde of in het midden boven het handvat op noord- en zuidzijde van krat.	Links- en rechtsboven of op noord- en zuidzijde.	Rechts- en links midden op noord- en zuidzijde krat.
Zijn er ronde gaten aanwezig in de krat in de bodem? ⁶	nee	ja	ja
Aanwezigheid QR codes?	Op noord- en zuidzijde	Op west- en oostzijde	Op west- en oostzijde
Aanwezigheid kratcode	Op noord- en zuidzijde	Op noord- en zuidzijde	Op noord- en zuidzijde
Locatie handvatten	In alle zijdes zijn handvatten aanwezig	In alle zijdes zijn handvatten aanwezig	In de noord- en zuidzijde zijn handvatten aanwezig

Tabel 5.2 – Verschillen en eigenschappen van de type kratten.

¹ - (Europoolsystems, 2018)

² - (IFCO, IFCO Green Lift Lock, data sheet crates, 2018)

³ - Het openklik mechanisme in de krat is nodig voor het sluiten van de krat, maar niet bij het openen hiervan.

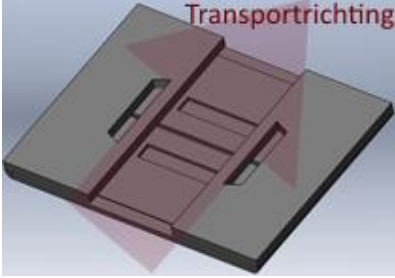
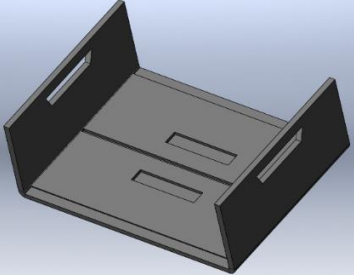
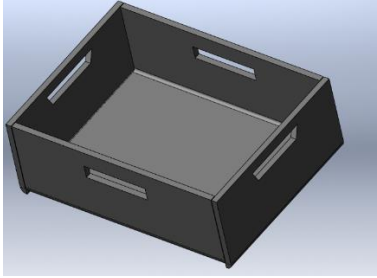
⁴ - Bij de krat IFCO LL 4320 lukt het beter om de krat te kunnen vastklikken als de hendel van het openklik mechanisme ingedrukt wordt.

⁵ Zie Bijlage V. Unster test – trekkracht proef

⁶ - De gaten kunnen gebruikt worden voor het oplossen van bepaalde deelfuncties, deze komen later in de concepten aan bod.

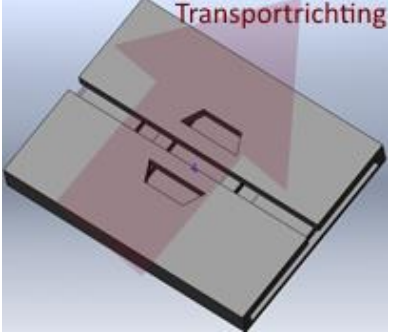
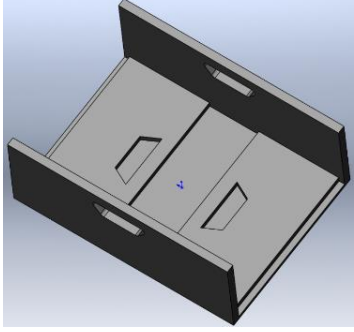
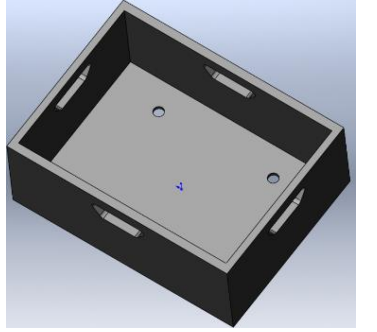
5.2. Instructies uitvouwen kratten:

Krat EUROPOOL 15404

		
Ingevouwen toestand.	Uitklappen noord- en zuidzijde	Uitklappen en vastklikken west- en oostzijde.

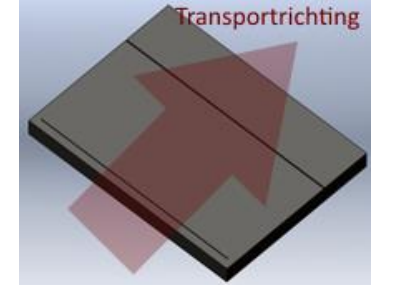
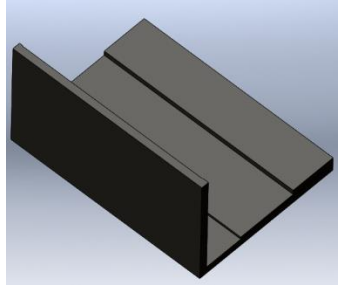
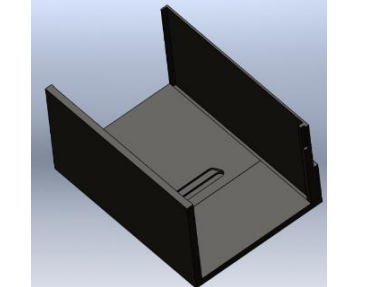
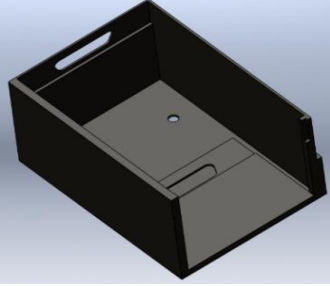
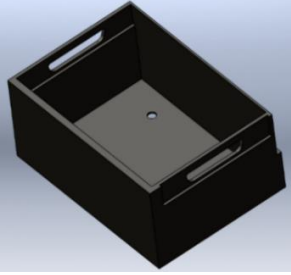
Figuur 5.3 - Uitvouwmethode krat type EUROPOOL 15404

Krat IFCO LL4314

		
Ingevouwen toestand.	Uitklappen west- en oostzijde.	Uitklappen en vastklikken noord- en zuidzijde.

Figuur 5.4 - Uitvouwmethode krat type IFCO LL4314

Krat IFCO LL4320

		
Ingevouwen toestand.	Uitklappen westzijde	Uitklappen oostzijde
		
Uitklappen en vastklikken noordzijde.		Uitklappen en vastklikken zuidzijde.

Figuur 5.5 - Uitvouwmethode krat type IFCO LL4320

5.3. Marktonderzoek huidige krattenuitvouwmachines

Op de markt bestaan er krattenuitvouwmachines van verschillende leveranciers. In de figuren in dit hoofdstuk staat beschreven welke functies tot inspiratie hebben geleid bij de gemaakte concepten. Per machine is een taktijd schatting gemaakt door middel van de YouTube filmpjes, echter geen enkele machine kan de gevraagde taktijd behalen, bovendien zijn de kratten van de machines gemakkelijker te openen.

Machine 1 ⁷

Leverancier: IFCO

Type: IFCO Krat Wasstraat in Villmergen, Zwitserland.

Korte beschrijving: Deze machine beschikt over een snelle transportband. De grijpers om de noord- en zuidzijde te openen zijn boven de krat geplaatst, kunnen onafhankelijk van elkaar bewegen. Er bevinden zich luchtcilinders, vast aan een frame, die de noord-zuid zijdes van de krat vastklemmen en openen.



Grijpers
Concept 2 Europool

Frame met 2 cilinders
Concept 1 Europool

Figuur 5.6 - Link: <https://www.youtube.com/watch?v=gPd3MuNBbfM> - tijd: 0:32

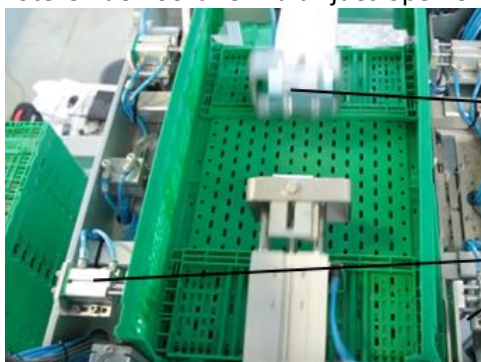
Taktijd schatting: +/- 2.5 [s]

Machine 2 ⁸

Leverancier: Unitex

Type: UNI BOX 021

Korte beschrijving: De krat komt uit een mal van onder. Er bevinden zich klemcilinders die geplaatst worden aan de west- en oostzijde. De cilinders komen vanaf de zijkant geroteerd. Een frame met drukcilinders wordt in de krat gedraaid en klemt aan de noord- en zuidzijdes vast. Deze cilinders roteren de noord- en zuidzijdes open en klikt de krat vast.



Smalle grijpers
Concept 1 4320

Klemcilinders
(Meerdere
concepten)

Figuur 5.7 – Link: https://www.youtube.com/watch?v=1KPB_OzbqVo Tijd: 0.57-1.03

Taktijd schatting: +/- 3 [s]

⁷ (IFCO, IFCO Wascenter at Villmergen, Switzerland, 2012)

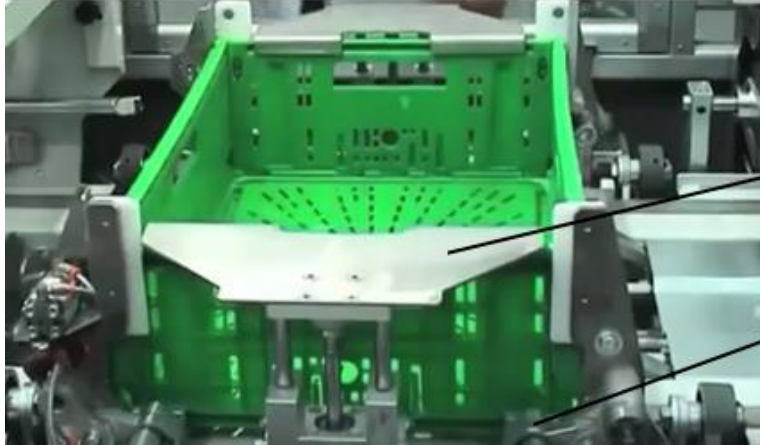
⁸ (Unitex, 2014)

Machine 3⁹

Leverancier: J-Tech Systems

Type: Crate Erectors - Sorma CPR-157

Korte beschrijving: In deze machine wordt gebruik gemaakt van een rollerbaan in plaats van een transportband. Er wordt gebruik gemaakt van brede grijpers met cilinder. De grijpers klikken de krat vast.



Grijpers (Concept 2
van IFCO 4314)

Cilinder
(Gebruikt voor klemcilinders)

Figuur 5.8 - Bron: Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=U8XGdE2bkss> - tijd 0:22

Taktijd schatting: 4 [s]

Machine 4¹⁰

Leverancier: Schulz

Type: Europool Crate Assembly

Korte beschrijving: Deze machine opent geen kratten maar assembleert EUROPOOL kratten. Voor transport word gebruik gemaakt van vacuüm zuignappen. De zuignappen zijn bevestigd op een robotarm die de zijdes transleert en roteert.



Zuignappen op platen met
Robotarmen
(Concept 2, IFCO 4320)

Figuur 5.9 - (Schulz, 2018)

Taktijd schatting: n.v.t.

⁹ (Systems, 2014)

¹⁰ (Schulz, 2018)

5.4. Verschillende aandrijvingen en toepassingen machine

Pneumatiek

Mogelijke toepassingen in de machine op:

- Pneumatische cilinders (inklemming stukken en dergelijke).
- Met zuignappen objecten vastpakken.
- Lineaire of roterende beweging (pick & place).

Voordelen

- Eenvoudig op te slaan.
- Grote bedrijfszekerheid. (ook bij lekkages zal de machine blijven doorlopen)
- Flexibel.
- Licht gereedschap.
- Lage installatie kosten.
- Besturing is eenvoudig.

Nadelen

- Geluidshinder
- Hoge energiekosten. (omzetting van elektriciteit naar perslucht)
- Relatief lage aanschafprijs, maar in gebruik duurder vanwege het gebruik van perslucht.

Elektrische Aandrijvingen

Mogelijke toepassingen in de machine op:

- Servo's
- AC/DC motoren
- Elektromechanische assen
- PLC's en IPC's
- Roterende en lineaire elektrische aandrijvingen – Zoals asynchroon, synchroon, servo en stappenmotoren)

Mechanische aandrijvingen

Mogelijke toepassingen in de machine op:

- Riemen,
- As koppelingen,
- Kettingen
- PU transportriemen, tandriemen en V-riemen

Hydraulische aandrijvingen

Volgens de eis 1.6 van het plan van aanpak (Bijlage I. Plan van Aanpak mag er geen hydrauliek toegepast worden in verband met voedingsmiddelen. Hier wordt in het onderzoek dan ook niet verder op ingegaan.

5.5. Analyse vastklikken kratten

Tijdens het onderzoek is gebleken dat het bij elk type krat door het drukken op bepaalde locaties dit meer moeite kost ze dicht te krijgen dan op andere locaties op de krat. Hier moet rekening mee gehouden worden bij het maken van de concepten. De EUROPOOL krat wordt naar verhouding makkelijker vastgeklikt dan de IFCO kratten. In Bijlage V. is met behulp van een unster bepaald hoeveel kracht er nodig is om een krat vast te kunnen klikken. De resultaten hiervan zijn gebruikt voor het uitvoeren van het vastklikken van het krat.

6. Programma van eisen en wensen

In dit hoofdstuk worden de eisen en wensen beschreven die de opdrachtgever belangrijk vindt. Deze eisen zijn belangrijk voor het bepalen van de weegfactoren. Aan alle eisen wordt ook een score gekoppeld.

6.1. Vaste eisen

1.1 Transport : Het krat moet in de “breedte” door de machine getransporteerd worden (zie ook 5.1.1. Definitie zijdes kratten).

1.2 Materiaalkeuze: Constructie moet in rvs uitgevoerd worden.

1.3 Hydrauliek: Geen hydrauliek toepassen.

1.4 Veiligheid: De machine moet voldoen aan de machinerichtlijnen betreffende veiligheid.

1.5 Flexibiliteit: Drie typen kratten moeten ontvouwen kunnen worden, waarbij elke krat een andere vouwvolgorde heeft (zie ook 5.2. Instructies uitvouwen kratten:)

6.2. Variabele eisen

De variabele eisen worden verdeeld tussen functionele en fabricage eisen.

De functionele eisen hebben meer betrekking op het proces van de machine.

De fabricage eisen hebben meer betrekking op de fabricage van de machine.

Door een onderscheid te maken tussen de variabele functionele en fabricage eisen kan men duidelijk onderscheid maken tussen of het concept hoog scoort in de fabricage van de machine, of tijdens het gebruik van de machine.

Functionele eisen:

2.1 Capaciteit : De machine moet minimale capaciteit hebben van 48 kratten per minuut.

2.2 Flexibiliteit: De machine moet met zo weinig mogelijk machinedelen en wisseldelen, zoveel mogelijk verschillende type kratjes kunnen openen.

2.3 Proceskeuze: Zoveel mogelijk gebruik maken van pneumatiek en/of elektrische componenten.

Fabricage eisen:

2.4 Kosten: Kostprijs maximaal € 80.000,=

2.5 Componentkeuze: Er moet zoveel mogelijk gebruikt worden gemaakt van koepdelen.

2.6 Materiaalkeuze: Er moet zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van niet verspanende onderdelen.

6.3. Wensen

3.1. Het schoonzuigen zelf mag buiten beschouwing gelaten worden. Er moet wel bepaald worden waar en wanneer er schoongezogen wordt. Het ontwerp zelf van de schoonzuigunit valt buiten de projectopdracht.

3.2. De machine moet 15 jaar meegaan.

3.3. Een besturingsbeschrijving van de ontworpen machine is gewenst.

7. Functies

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke functies de machine uit moet kunnen voeren. Er zijn vier hoofdfuncties die verdeeld worden in deelfuncties. Deze zijn benodigd voor het bedenken van verschillende oplossingen die beschreven worden bij het morfologisch overzicht. De volgorde van de deelfuncties verschilt per type krat, daarom zijn er functieblokschema's opgesteld per type krat.

7.1. Hoofdfuncties

De hoofdfuncties zijn: verenken, uitvouwen, vastklikken en schoonzuigen.

7.2. Deelfuncties

De volgende deelfuncties, behorende bij hoofdfuncties, zijn:

1. Deelfuncties van verenken:

- 1.1 Uitmeten
- 1.2 Kratten tegenhouden
- 1.3 Kratten transporteren

2. Deelfuncties van uitvouwen kratten:

- 2.1 Krat positioneren
- 2.2 Positioneren van grippers noord- zuidzijde krat
- 2.3 Vastpakken krat west- en oostzijdes.
- 2.4 Omhoog bewegen van kratzijde west
- 2.5 Omhoog bewegen van kratzijde oost
- 2.6 Vasthouden west- en oostzijde krat
- 2.7 Positioneren van arm
- 2.8 Vastpakken arm aan kratzijde noord
- 2.9 Omhoog bewegen kratzijde noord
- 2.10 Vastpakken arm aan kratzijde zuid
- 2.11 Omhoog bewegen kratzijde zuid

3. Deelfuncties van vastklikken:

- 3.1 Vastgrijpen bij klikpunten
- 3.2 Vastklikken
- 3.3 Loslaten grippers/arm
- 3.4 Weg positioneren van arm
- 3.5 Transport uitgevouwen krat uitvoeren naar schoonzuigunit en invoeren nieuwe krat

4. Deelfuncties van schoonzuigen:

- 4.1 Positioneren zuigkop
- 4.2 Schoonzuigen
- 4.3 Weg positioneren

7.3. Functieblokschema's

De functieblokschema's per type krat kunnen gevonden worden in Bijlage II. Functieblokschema's.

De schema's geven aan welke deelfuncties tegelijk uitgevoerd kunnen worden op een type krat en welke deelfuncties er achter elkaar uitgevoerd moeten worden.

Het uitklappen van de oost- en westzijde van de EUROPOOL krat kan bijvoorbeeld tegelijk geopend worden, terwijl dit bij de IFCO 4320 krat niet mogelijk is.

Voor het maken van de concepten is de volgorde van de deelfuncties essentieel.

Uit de functieblokschema's blijkt dat bij het uitvouwen van een IFCO 4320 krat per deelfunctie de minste tijd beschikbaar is. Dit zal gevolgen hebben voor het ontwerp van de machine.

8. Morfologische Overzichten

De morfologische overzichten zijn te vinden in Bijlage III. Morfologische overzichten.

De morfologische overzichten zijn opgebouwd door alle deelfuncties onder elkaar te zetten, die opgesteld zijn in paragraaf 7.2. Per deelfunctie zijn verschillende oplossingen neergezet.

Aangezien sommige oplossingen bij bepaalde type kratten wel of niet uitvoerbaar zijn, zijn er drie verschillende morfologische overzichten gemaakt. Met daarin de twee concepten ingetekend per type krat.

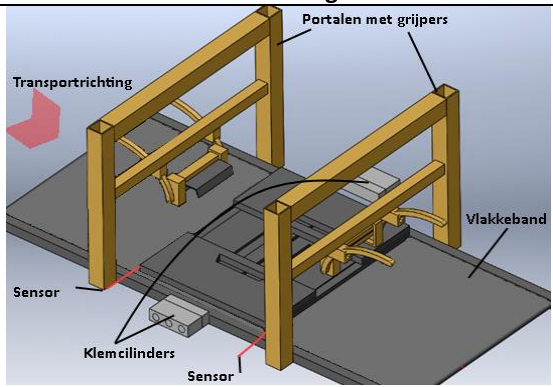
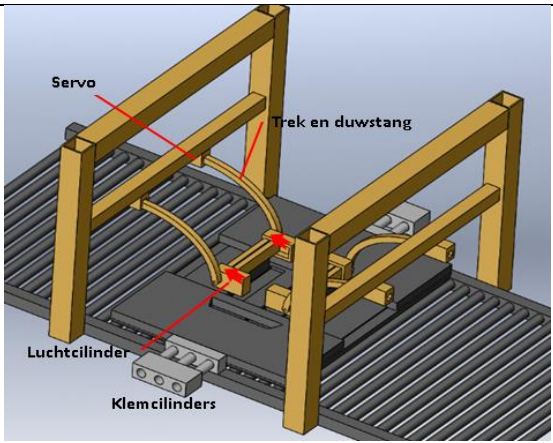
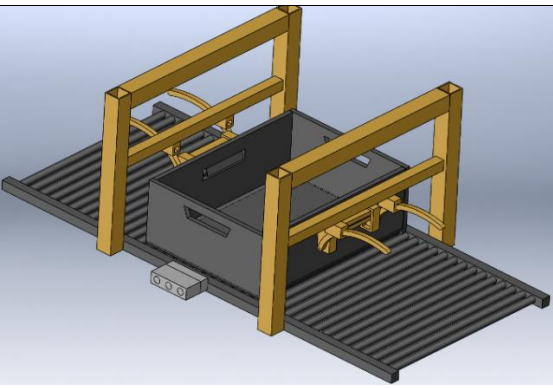
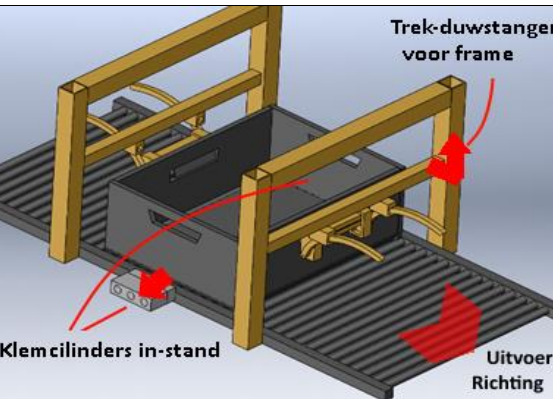
De laatste functie (schoonzuigen) is niet opgenomen in de concepten en hier is dan ook geen lijn voor uitgetekend. Bij het gekozen ontwerp wordt pas bepaald wanneer en waar het schoonzuigen gebeurt.

9. Concepten

In dit hoofdstuk komen alle concepten aan bod. Voor elk type krat zijn er twee concepten vervaardigd. Elk concept wordt stapsgewijs uitgelegd met behulp van een stappenplan, bestaande uit een kolom met een afbeelding, uitgevoerde deelfuncties en een beschrijving daarvan.

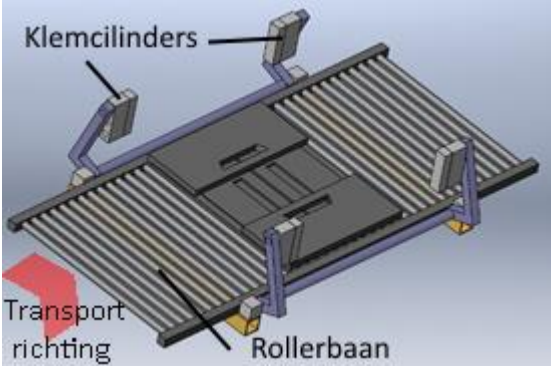
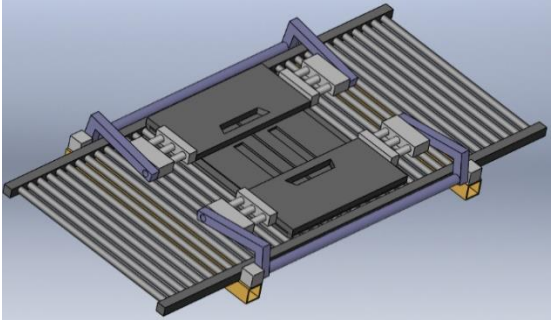
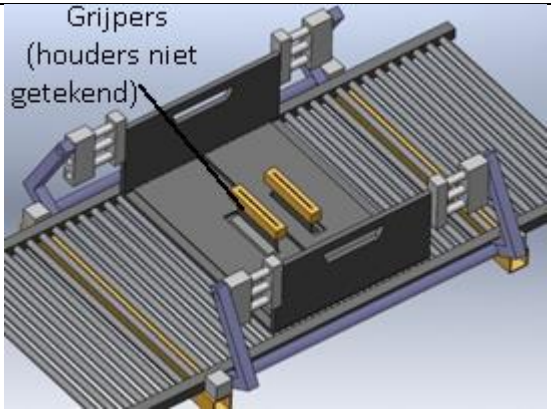
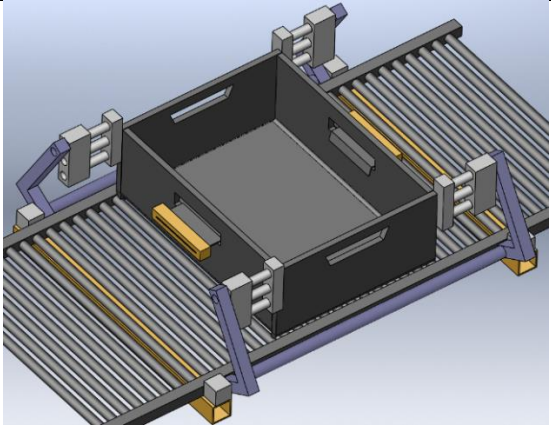
De focus van de concepten ligt op de hoofdfuncties; transporteren, openvouwen en vastklikken.

9.1. Concept 1 EUROPOOL 15404

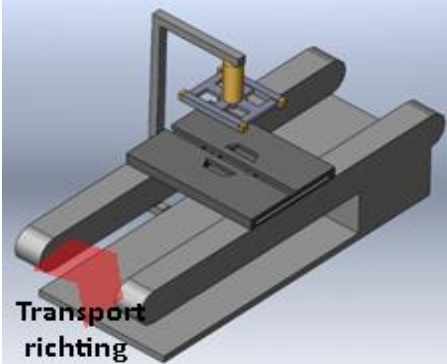
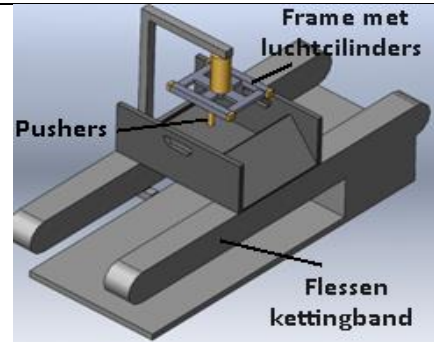
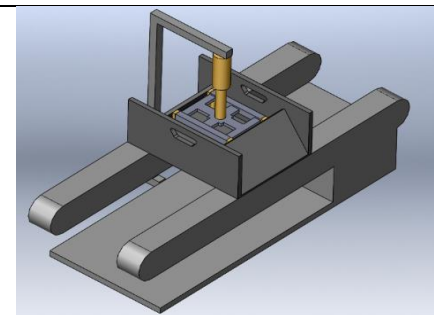
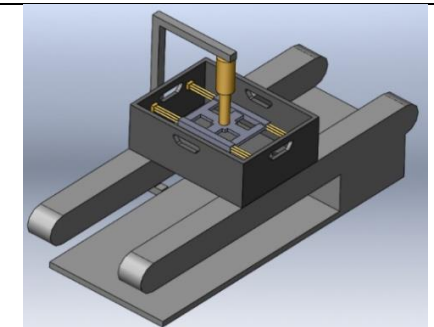
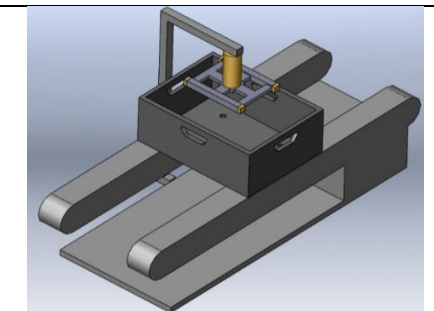
Afbeelding	Deelfunctie ¹¹	Beschrijving
	1.1 t/m 1.3 2.1	De krat wordt getransporteerd over een vlakke band. Met behulp van sensoren wordt de krat op de juiste positie gestopt tussen de twee portalen.
	2.2 2.3	De grijpers boven de krat bewegen naar de handvatten van de oost- en west zijde van de krat met behulp van een trek- en duwstang. De grijper wordt ingetrokken m.b.v. een luchtcilinder die lineair beweegt in de richting naar de buitenzijde van de krat. De krat wordt in positie gehouden door luchtcilinders die uitschuiven en daarmee de krat klemmen.
	2.4 t/m 3.2	Door het intrekken van de grijpers zal door de roterende beweging de oost- en westzijde geopend worden, door de kracht zal de krat vastgeklikt worden. Hiermee opent ook de noord- en zuidzijde. Daarmee wordt in één beweging het openen en vastklikken van alle zijdes vervuld.
	3.3 3.4 & 3.5	De klemmende luchtcilinders naast de krat gaan weer in de in-stand en de trek- en duwcilinder van de grijperhouder gaat weer uit. De grijper zal horizontaal eerst wegpositioneren en daarna in de hoogte wegpositioneren zodat de krat doorgetransporteerd kan worden.

¹¹ De betekenis van de deelfuncties kan gevonden worden in hoofdstuk 7.

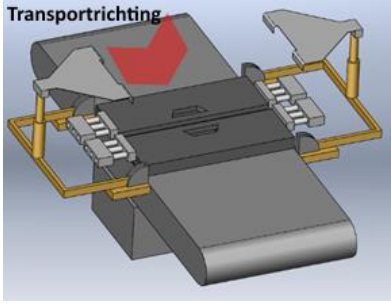
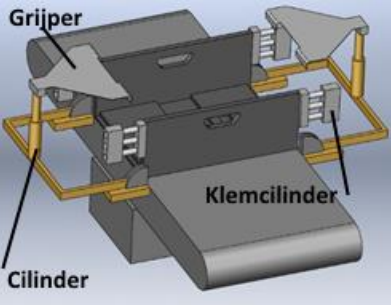
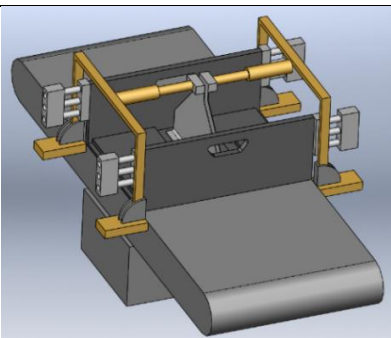
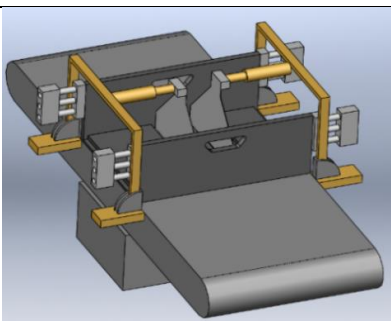
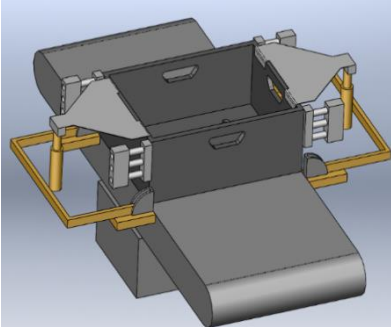
9.2. Concept 2 EUROPOOL 15404

Afbeelding	Deelfunctie	Beschrijving
	1.1 t/m 2.1	Een rollerbaan rolt de krat tot de klemcilinders. Met stoppertjes wordt de krat tegengehouden. (Niet op afbeelding zichtbaar) Deze blijven actief totdat de krat volledig geopend is.
	2.7, 2.8 & 2.10	Met klemmende luchtcilinders worden de noord- en zuidzijde van de krat geopend.
	2.2 & 2.3, 2.9, 2.11	De twee grijpers van boven (frame niet getekend in afbeelding) worden gepositioneerd boven de krat en geklemd in de handvatten in deze zijdes.
	2.4 & 2.5 3.1 t/m 3.5	De grijpers worden geroteerd zodat de oost- en westzijdes geopend worden. Door de roterende beweging worden deze zijdes vastgeklemt. Dan zullen ook de klemcilinders naar de in-stand gaan en kan de krat verder getransporteerd worden.

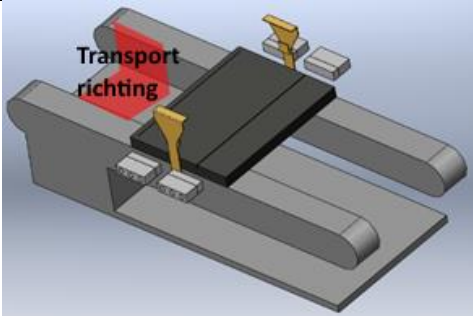
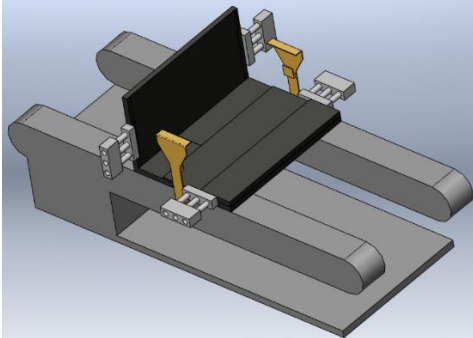
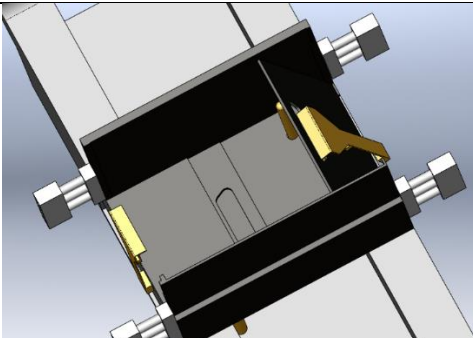
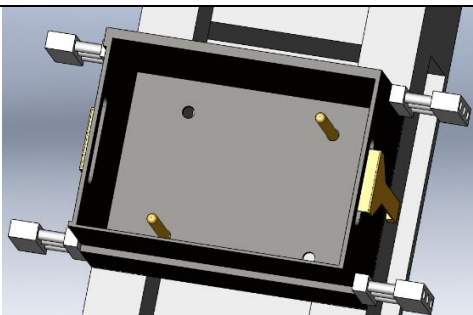
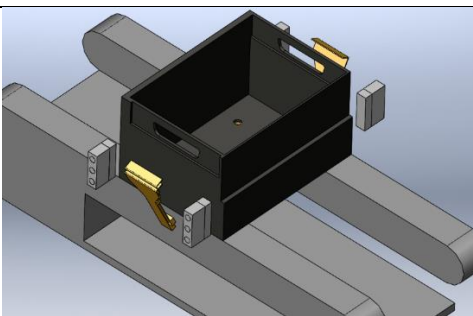
9.3. Concept 1 IFCO 4314

Afbeelding	Deelfunctie	Beschrijving
	1.1 t/m 1.3 2.1	Via een kettingbaan wordt de krat getransporteerd naar de duwcilinders. Met lasers wordt de juiste posities bepaald.
	2.2 t/m 2.11 2.6	Twee of vier pushers (afhankelijk van de kracht) gaan in uit-stand en duwen via de gaten in de bodem zijde noord en zuid van de krat omhoog. Door de kracht van de noord en zuidzijde naar boven openen ook de west- en oostzijde. Twee klemcilinders (niet in afbeelding zichtbaar) houden de krat in positie.
	2.7	De arm met luchtcilinders wordt verticaal in de krat gepositioneerd.
	3.1 & 3.2	De luchtcilinders gaan in de uit-stand en drukken hiermee de noord- en zuidzijde naar buiten toe. Door de kracht naar buiten worden de kratten vastgeklit.
	3.3 & 3.4 3.5	De klemcilinders gaan in de in-stand, tegelijk gaan de luchtcilinders weer in de in stand en wordt het frame met luchtcilinders naar boven getrokken door een cilinder daarboven De krat kan verder getransporteerd worden.

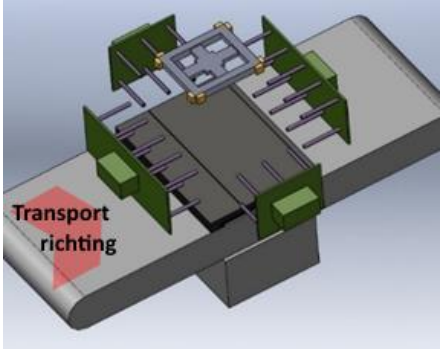
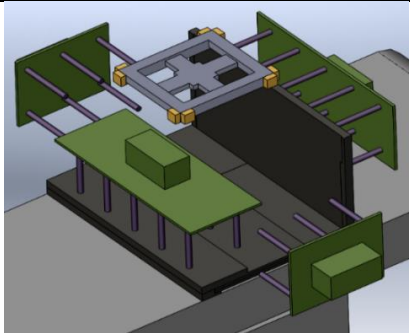
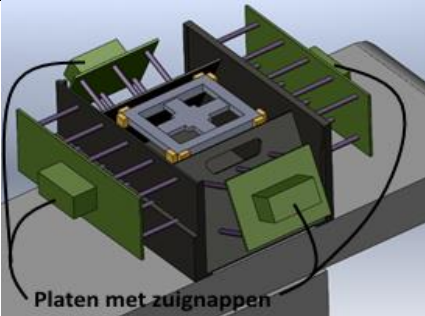
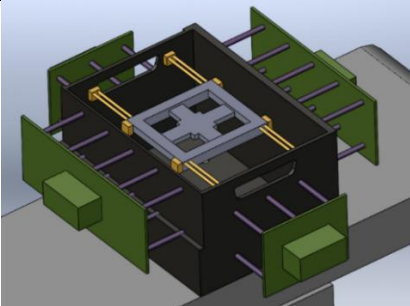
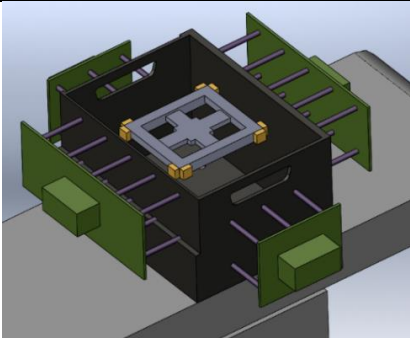
9.4. Concept 2 IFCO 4314

Afbeelding	Deelfunctie	Beschrijving
 Transportrichting	t/m 2.1 2.2 & 2.3	De krat wordt getransporteerd met een vlakke band. Klemcilinders gaan in de uit-stand en klemmen de oost- en westzijde. Met een draaimechanisme (niet getekend in concept) openen deze klemcilinders de oost- en westzijde.
 Gripper Cilinder Klemcilinder	2.4 & 2.5 2.6	Met een draaimechanisme (niet getekend in concept) openen deze klemcilinders de oost- en westzijde. De klemcilinders houden de zijdes vast totdat de krat vastgeklikt is.
	2.7	Twee grippers worden door middel van een frame en draaimechanisme naar het midden van de krat geroteerd.
	2.8 t/m 2.10	Een of meerdere luchtcilinders die aan de grippers verbonden zijn zullen in de in-stand gaan, de gripper zal onder de noord- en zuidzijde van de krat klemmen.
	2.9 t/m 2.11 3.1 & 3.2 3.3 t/m 3.5	Door het terugdraaien van het frame, zal de gripper de noord- en zuidzijde meebewegen. Door het aantrekken van de grippers zullen de zijdes vastklikken in het klikmechanisme. Hierna kan de grippercilinder(s) weer in de uit-stand en klemcilinders in de in-stand.

9.5. Concept 1 IFCO 4320

Afbeelding	Deelfunctie	Beschrijving
	1.1 t/m 1.3 2.1	Een flessenketting band transporteert de krat naar het midden van de machine. Met lasersensoren detecteert de machine de juiste afstand in het midden.
	2.2 & 2.3 2.4 & 2.5 2.6	Klemcilinders klemmen zijde west en zijde oost door naar de uit-stand te gaan. Daarna openen de klemcilinders eerst zijde west en daarna zijde oost. Deze klemcilinders blijven uit totdat alle zijdes geheel vastgeklit zijn.
	2.9 2.7 & 2.8	Een of meer pushers in de bodem openen eerst de noordzijde van de krat. Een gripper met een roteermechanisme (niet in afbeelding zichtbaar), met in de gripper een duwcilinder die in het grijpmechanisme van de krat moet knippen, beweegt eerst naar het handvat van de zijde.
	2.10 & 2.11 3.1 & 3.2	Daarna zullen een of twee pushers in de bodem ook de zuidzijde openen en een zelfde soort gripper met duwcilinder naar het handvat van de krat bewegen en deze vastgrijpen. Beide zijdes worden nu omhoog bewogen d.m.v. de grippers en vastgeklit.
	3.3 3.4 & 3.5	Na het vastklikken zal de gripper de zijde loslaten en naar buiten roteren. De klemcilinders gaan in de in-stand en de krat kan verder worden getransporteerd.

9.6. Concept 2 IFCO 4320

Afbeelding	Deelfunctie	Beschrijving
	1.1 t/m 1.3	Een vlakke band transporteert de krat naar het midden van de machine.
	2.1 t/m 2.5	Twee platen met daarop aangebrachte zuignappen openen de eerst de westzijde en daarna de oostzijde. De zuignappen worden op het oppervlak gebracht en vacuüm gezogen. De platen worden geroteerd en getransleerd door middel van robotarmen.
	2.6 t/m 2.11	Hetzelfde gebeurd eerst met de noordzijde, gevolgd door de zuidzijde. Een frame met drukcilinders zullen door een portaal met cilinders (niet in afbeelding getekend) naar beneden in de krat getransporteerd worden.
	3.1 & 3.2	De luchtcilinders gaan uit en deze klikken de kratzides vast.
	3.3 t/m 3.5	De zuignappen en luchtcilinders worden weg gepositioneerd zodat de krat verder getransporteerd kan worden.

10. Eindconcept keuze

De zes concepten worden in dit hoofdstuk getoetst. De variabele eisen worden met elkaar vergeleken. Hieruit wordt een weegfactor bepaald. (Beer, 2008)

10.1. Weegfactoren

Uit de morfologische overzichten zijn zes kansrijke concepten samengesteld. Om tot een uiteindelijk concept te komen is gebruik gemaakt van een gewogen criteria methode. Door de toepassing van weegfactoren kan bij de beoordeling de zwaarte van de eisen bepaald worden. Hiervoor wordt gekeken naar de gestelde eisen in paragraaf 6.2. Variabele eisen

	In vergelijking met eis							
Eisen	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	Score	Weegfactor (W)
2.1 Capaciteit	-	0	1	1	1	1	4	3
2.2 Flexibiliteit	1	-	1	1	1	1	5	4
2.3 Componentkeuze	0	0	-	0	1	1	2	2
2.4 Kosten	0	0	1	-	0	1	2	1
2.5 Proceskeuze	0	0	0	1	-	1	2	2
2.6 Materiaalkeuze	0	0	0	0	0	-	0	1

Tabel 10.1- Weegfactoren bepaling door middel van het vergelijken van de vaste en variabele eisen. ¹²

10.2. Waardering

Nu er een duidelijk overzicht is van de criteria is de volgende stap het toekennen van punten. Aan elk van de zes concepten wordt per criteria punten geven. Daarbij wordt een waardering (S) gegeven door middel van cijfers van 1 t/m 4, waarbij 4 de hoogste waardering is.

Score eis	Waardering (S)
Zeer goed (ideaal)	4
Goed	3
Ruim voldoende	2
Net voldoende	1

Tabel 10.2 – Hoogte van de waardering per eis.

Bij elk concept moet per variabele eis een waardering bepaald worden, daarbij geldt:

2.1 Capaciteit: Hoe hoger de score, hoe realistischer het is om de taktijd van 48 kratten per minuut te behalen. Hoe meer deelfuncties tegelijk uitgevoerd kan worden met één machinedeel, hoe hoger de score.

2.2 Flexibiliteit: Hoe hoger de score, hoe beter het concept gebruikt kan worden voor ander soorten kratten dan voor de ontworpen soort krat. Er wordt ook gekeken of functies van andere concepten integreerbaar zijn in dit concept.

2.3 Componentkeuze: Hoe hoger de score, hoe meer koopdelen er gebruikt kunnen worden.

2.4 Kosten: Hoe hoger de score, hoe lager de kosten.

2.5 Proceskeuze: Hoe hoger de score, hoe beter het mogelijk is het proces uit te laten voeren met pneumatiek en/of elektrische componenten.

2.6 Materiaalkeuze Hoe hoger de score, hoe realistischer het ontwerp uit te voeren is met niet verspanende onderdelen.

¹² De nummering en betekenis van de eisen zijn terug te vinden in paragraaf 6.1

10.3. Keuzediagram

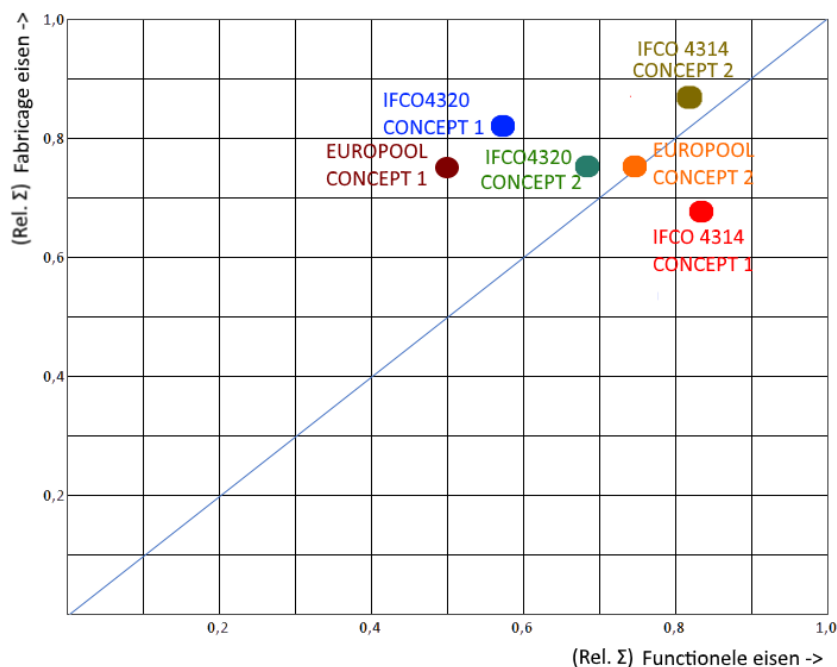
Door de toepassing van de weegfactoren uit paragraaf 10.1. Weegfactoren, kan er samen met een score, die bepaald is in paragraaf 10.2, een keuzediagram gemaakt worden. Daarmee krijgt elk concept een totaalscore.

Bij de volgende tabel wordt de score weergegeven.

Eisen:	Concept 1 Europool 15404			Concept 2 Europool 15404			Concept 1 IFCO 4314			Concept 2 IFCO 4314			Concept 1 IFCO 4320			Concept 2 IFCO 4320			Ideaal
	S	W	T ¹³	S	W	T	S	W	T	S	W	T	S	W	T	S	W	T	T
<i>Variabele functionele eisen:</i>																			
2.1 Capaciteit	2	3	6	3	3	9	4	3	12	3	3	9	3	3	9	3	3	9	12
2.2 Flexibiliteit	4	4	8	3	4	12	3	4	12	3	4	12	2	4	8	3	4	12	16
2.3 Proceskeuze	2	2	4	3	2	6	3	2	6	4	2	8	2	2	4	2	2	4	8
<i>Fabricage-eisen:</i>																			
2.4 Kosten	2	1	2	4	1	4	3	1	3	4	1	4	3	1	3	2	1	2	4
2.5 Componentkeuze	3	2	6	2	2	4	2	2	4	3	2	6	3	2	6	3	2	6	8
2.6 Materiaalkeuze	4	1	4	4	1	4	4	1	4	4	1	4	4	1	4	4	1	4	4
Totaalscore	30			39			41			43			34			37			52
Rel. Σ functioneel	0.5			0.75			0.83			0.81			0.58			0.69			1.00
Rel. Σ fabricage	0.75			0.75			0.69			0.88			0.81			0.75			1.00
Rel. Σ totaal	0.58			0.75			0.79			0.83			0.65			0.71			1.00

Tabel 10.3 – Waarderingsmatrix voor zowel de functionele- als fabricage-eisen.

10.4. Uitslag waarderingen



Grafiek 10.4 – Visualisering van de fabricage eisen t.o.v de variabele functionele eisen van de concepten volgens Kesselring.

¹³ Totaalscore (Score * Weegfactor)

Door de totaalscore uit te zetten in een grafiek, met in de horizontale as de functionele eisen en de verticale as de fabricage eisen, kan overzichtelijk worden ingezien hoe goed elk concept scoort. Daaruit blijkt dat concept 2 van IFCO4314 het hoogste scoort met de fabricage eisen, maar concept 1 van IFCO 4314 het beste scoort met de variabele functionele eisen.

11. Gekozen concept

Uit het keuzediagram uit paragraaf 10.3. Keuzediagram, blijkt dat concept 2 van de IFCO 4314 krat de hoogste score te hebben behaald. Echter, om het ontwerp volledig te laten functioneren moeten functies geïntegreerd worden met de andere best gescoorde concepten van de kratten EUROPOOL 15404 en IFCO 4320. In tabel 10.3 wordt het beste concept per type krat aangegeven met een dikgedrukte totaalscore.

Concept 2 van de IFCO4314 bestaat uit drie machinedelen, die alle deelfuncties van de IFCO4314 krat uitvoert. Nu moet bekeken worden of de functies van dit concept makkelijk toepasbaar zijn met andere soorten kratten van dit concept.

Uitvoerende deelfuncties	Machinedelen concept 2 IFCO 4314	Toepasbaar op EUROPOOL krat?	Toepasbaar op IFCO4314?	Toepasbaar op IFCO 4320?
1.1 t/m 2.1 & 3.5	Vlakke band transport	ja	ja	ja
2.2 t/m 2.6 3.3	Klemcilinders	nee	ja	Ja, mits niet simultaan
2.7 t/m 3.4	Grijpers	ja	ja	nee

Tabel 11.1 - Toepasbaarheid van de functies uit het best gescoorde concept.

De grijpers zijn niet toepasbaar op de IFCO 4320 krat omdat er niet genoeg ruimte beschikbaar is onder de handvatten om de grijper te klemmen. Dit kan opgelost worden door de pushers functie uit concept 1 van de IFCO 4320 krat te gebruiken. Hiermee moet wel de vlakke band gewijzigd worden in een flessenkettingband. Omdat de score gelijk is qua flexibiliteit met de scores van concepten die een vlakke band en flessenkettingband gebruiken, wordt daarom de flessenkettingband gebruikt. Overige functies van de machine zijn ook te gebruiken met een flessenkettingband.

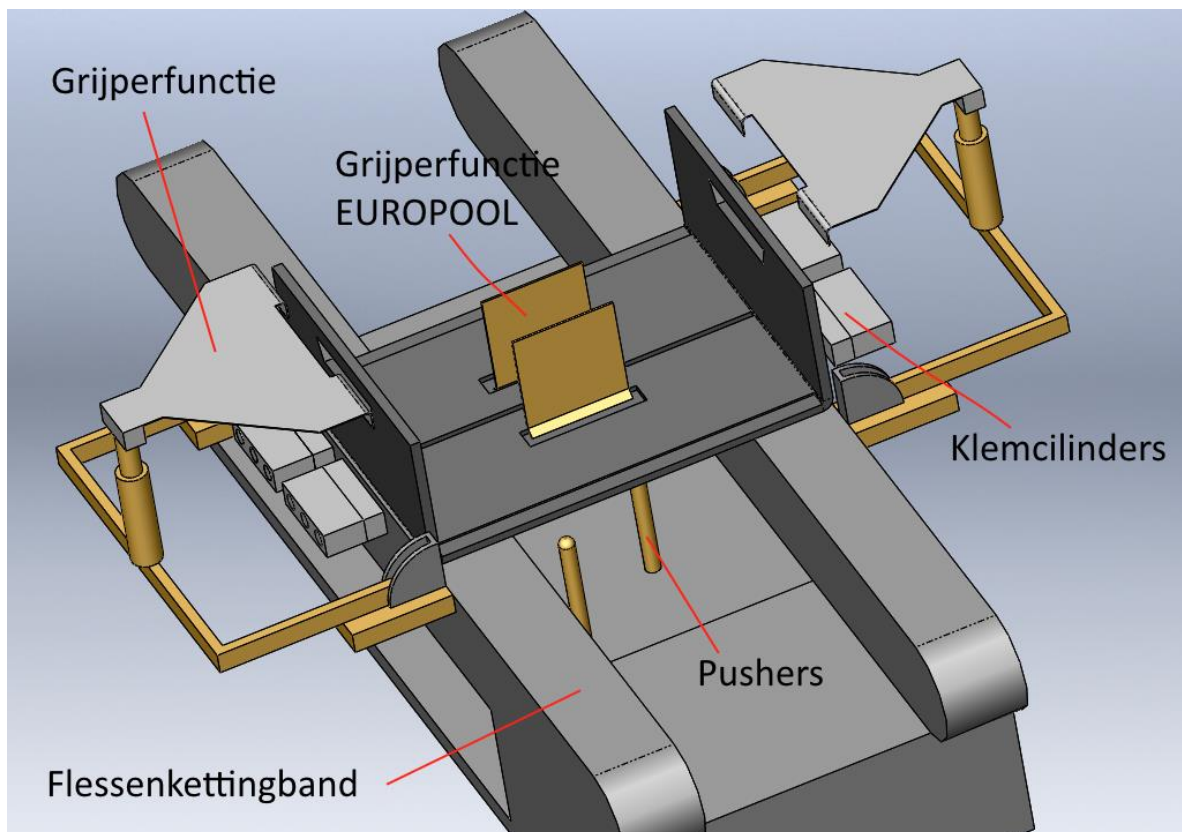
De klemcilinders werken niet voor het openen van de noord-zuidzijde van de EUROPOOL krat, vanwege de andere vouwvolgorde. (Zie 5.2.) Dit kan opgelost worden door de grijper van bovenaf functie in concept 2 van EUROPOOL te gebruiken.

Uit tabel 11.1 is te concluderen dat er een extra machinedeel nodig is voor het openen van de west- en oostzijde van de EUROPOOL krat.

We krijgen voor het ontwerp dus een machine met vijf machinedelen:

Uitvoerende Deelfuncties	Machinedelen ontwerp	Uit concept	Te gebruiken voor EUROPOOL krat?	Te gebruiken voor IFCO4314 krat?	Te gebruiken voor IFCO 4320 krat?
1.1 t/m 2.1 & 3.5	Flessenkettingband	IFCO 4314, concept 1	ja	ja	ja
2.2 t/m 2.6 & 3.3	Klemcilinders	IFCO 4314, concept 2	nee	ja	Ja, mits niet simultaan
2.7 t/m 3.4	Grijperfunctie IFCO van zijkant	IFCO 4314, concept 2	ja	ja	nee
2.9 & 2.11	Pushers	IFCO 4320, concept 1	nee	ja	Ja, mits niet simultaan
2.2 t/m 2.6 & 3.3	Grijperfunctie Europool van bovenaf	EUROPOOL 15404, concept 2	ja	nee	nee

Tabel 11.2 - Uiteindelijk gekozen ontwerp.

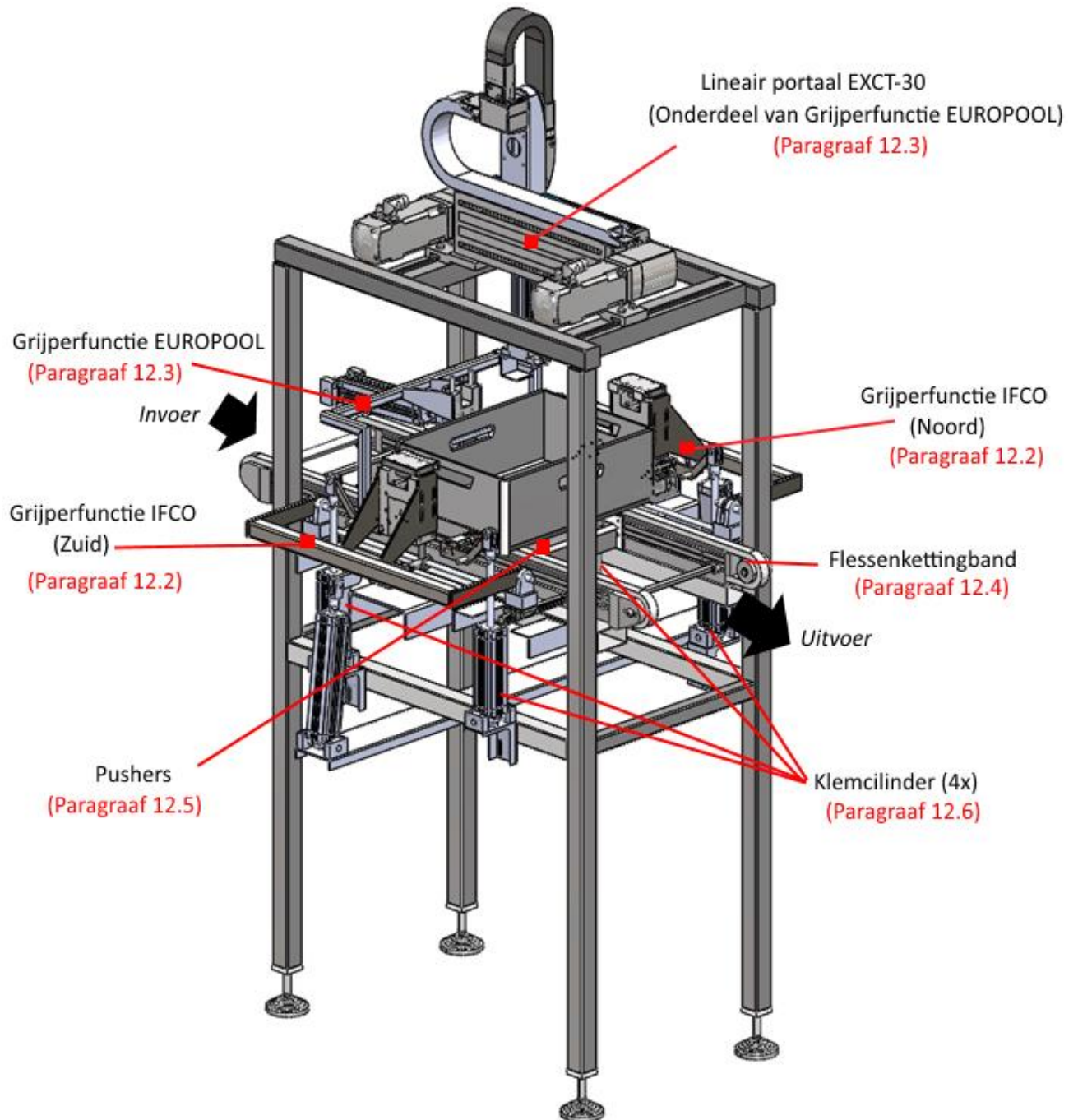


Figuur 11.3 - Gekozen concept met de vijf machinedelen.

12. Het ontwerp

Van het gekozen concept is er een ontwerp gemaakt. In dit hoofdstuk zal een uitwerking van het ontwerp te zien zijn, met daarbij de vijf machinedelen. In elke paragraaf wordt er een ander machinedeel beschreven en uit welke onderdelen en configuraties het machinedeel bestaat.

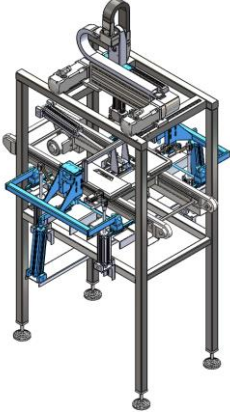
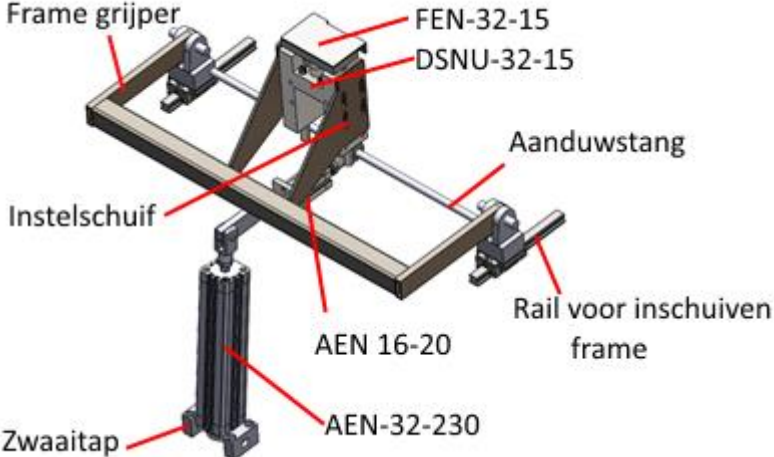
12.1. Totale samenstelling



Figuur 12.1 - Totale samenstelling van de machine

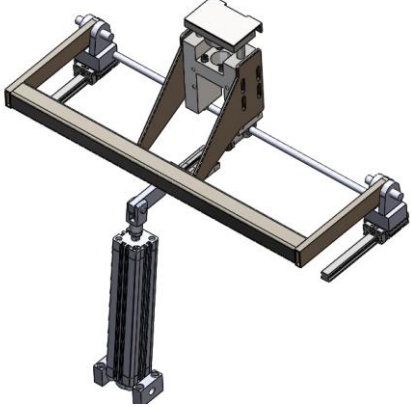
Alle kokers, plaatwerk, bevestigingsmaterialen en zetwerk worden in rvs uitgevoerd.

12.2. Grijperfunctie IFCO

Locatie in machine: Twee maal aanwezig 	Opstelling en onderdelen: 
Onderdeel	Instelmogelijkheden en/of functie:
Frame grijper Rail Aanduwstang AEN 16-20 AEN-32-230 FEN-32-15 DSNU-32-15 Instelschuif Zwaaitap	Het frame van de grijper kan rollen over een rail, voor het inschuiven van het frame. De rail kan de grijper laten bewegen in drie standen: 1. wegrijden van het draaipunt van de kratzijde bij transport van de krat. (AEN 16-20 gaat in) 2. inschuiven van grijper naar draaipunt kratzijde bij gebruik 3. inactieve stand (bij de EUROPOOL krat) Verbind beide rails met de framecilinder Framecilinder Verbonden met grijperframe, zorgt dat de grijper kan draaien in de krat Geleiding voor de grijpcilinder Grijpcilinder De instelschuif moet ingesteld worden bij het wisselen van de IFCO4320 en IFCO4314 krat. De grijper pakt de IFCO4314 20mm hoger vast. De zwaaitap zorgt ervoor dat de cilinder mee kan roteren bij het in- en uitgaan.

Figuur 12.2 - Samenstelling grijperfunctie IFCO

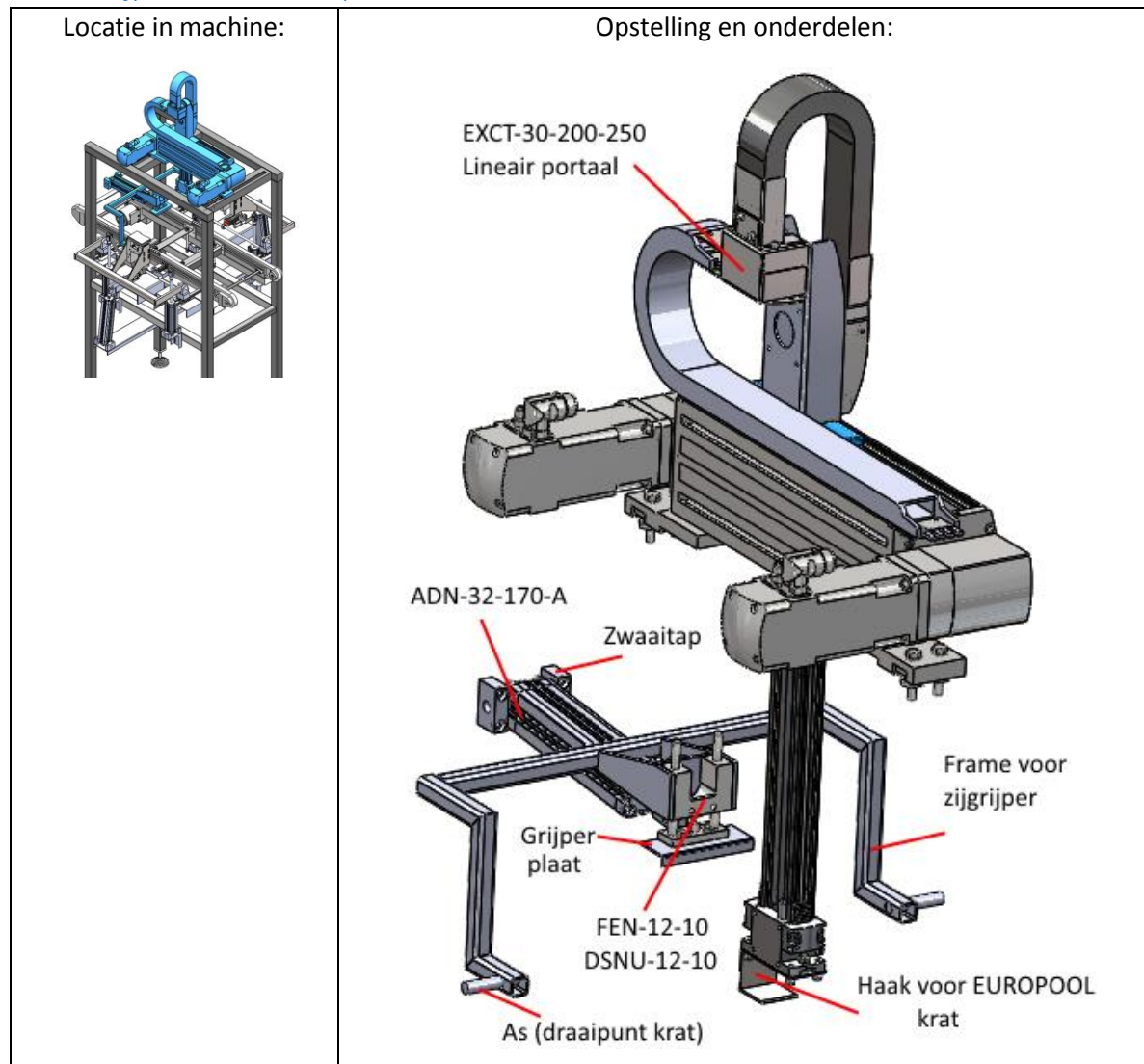
12.2.1. Configuraties

	
Frame in Hoek 0 graden	Frame uit Hoek 70 graden

Figuur 12.3 - Configuraties grijperfunctie IFCO

De FEN cilinder moet ingesteld worden in de instelschuif vanwege het hoogteverschil van het aangrijpen van de klem tussen beide kratten (10mm) .

12.3. Grijperfunctie Europool



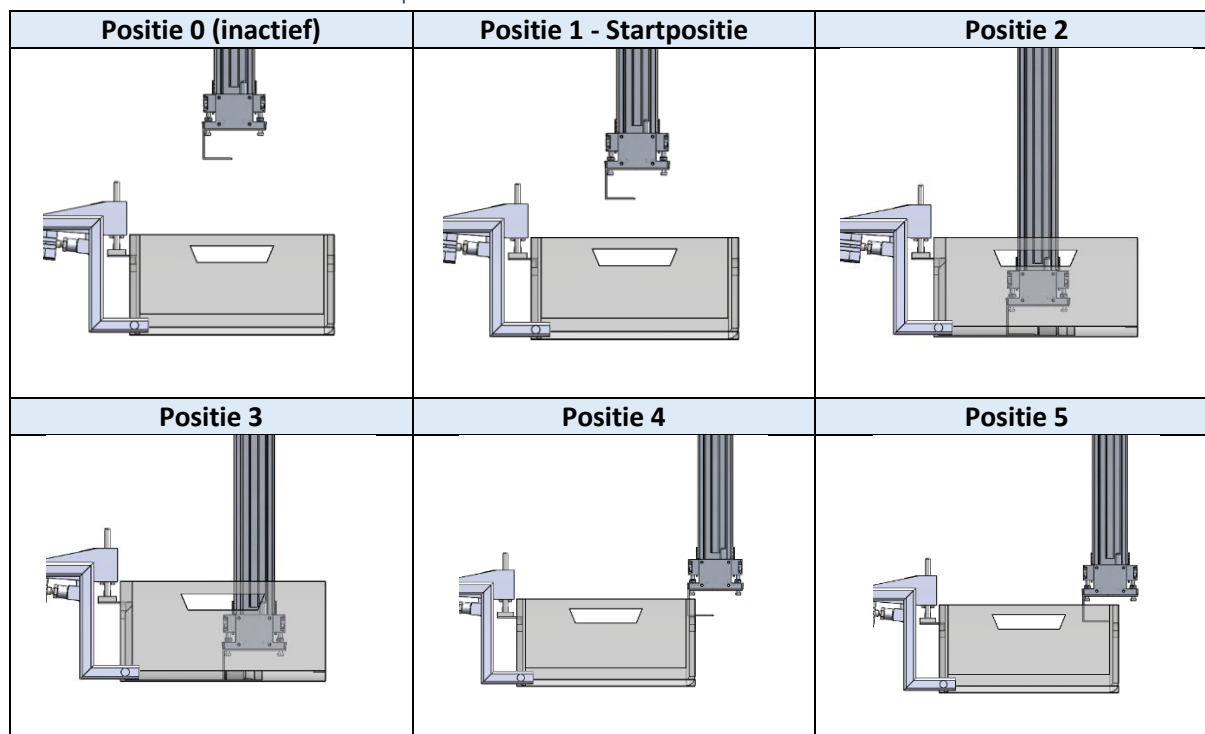
Figuur 12.4 - Configuraties en locatie in de machine van de grijperfunctie EUROPOOL.

De zwaaitap van de ADN-32-170-A cilinder heeft in dit ontwerp nog geen bevestiging. Deze moet nog bevestigd worden aan het frame.

De grijperfunctie wordt alleen gebruikt voor de EUROPOOL krat. Wanneer de machine geen EUROPOOL kratten gaat openen moet de grijperplaat die in de afbeelding staat aangegeven gedemonteerd worden.

In Bijlage IX. Berekening Lineair portaal EXCT-30-200-250 is berekend hoe lang het portaal alle bewerkingen kan doen.

12.3.1. Posities van het lineair portaal



Figuur 12.5 – Posities van het lineair portaal EXCT-30-200-250.

Het portaal is inactief bij de IFCO kratten.

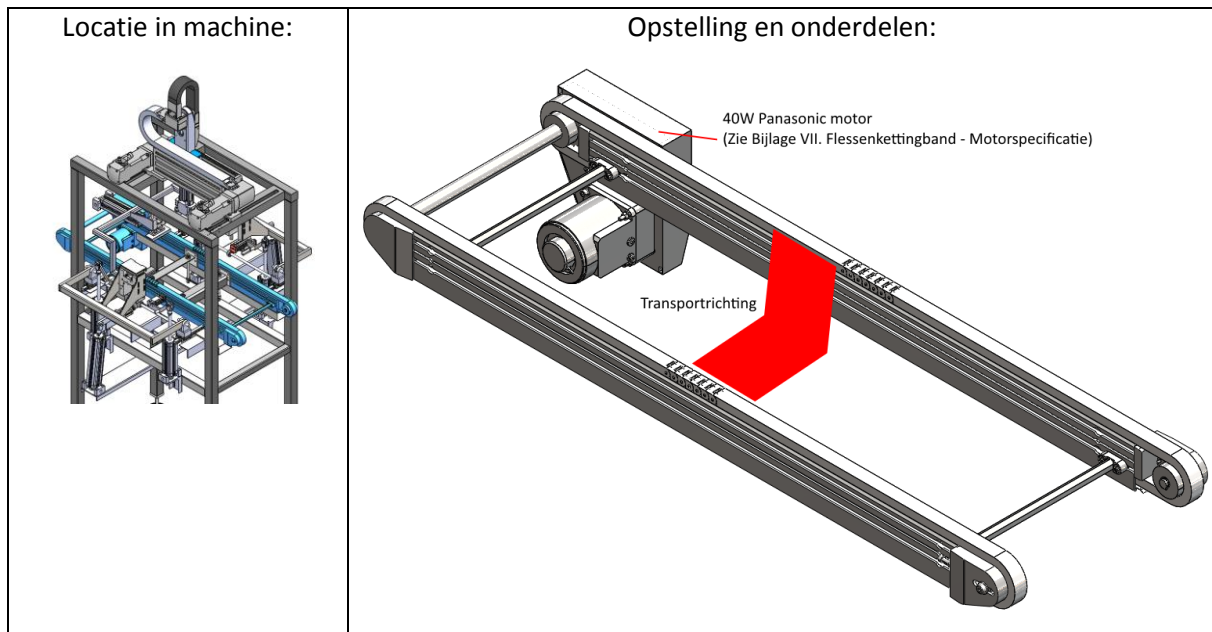
Na positie 5 wordt gemeten of een nieuwe krat de machine binnenkomt.

Bij een nieuwe krat detectie gaat het portaal naar positie 1.

Bij geen nieuwe krat detectie gaat het portaal naar positie 0.

In Bijlage IX. Berekening Lineair portaal EXCT-30 is de afgelegde weg berekend van de grijper. De totale afgelegde weg bedraagt 0.66 [m] met daarbij de tijd van 0.58 [s].

12.4. Flessenkettingband

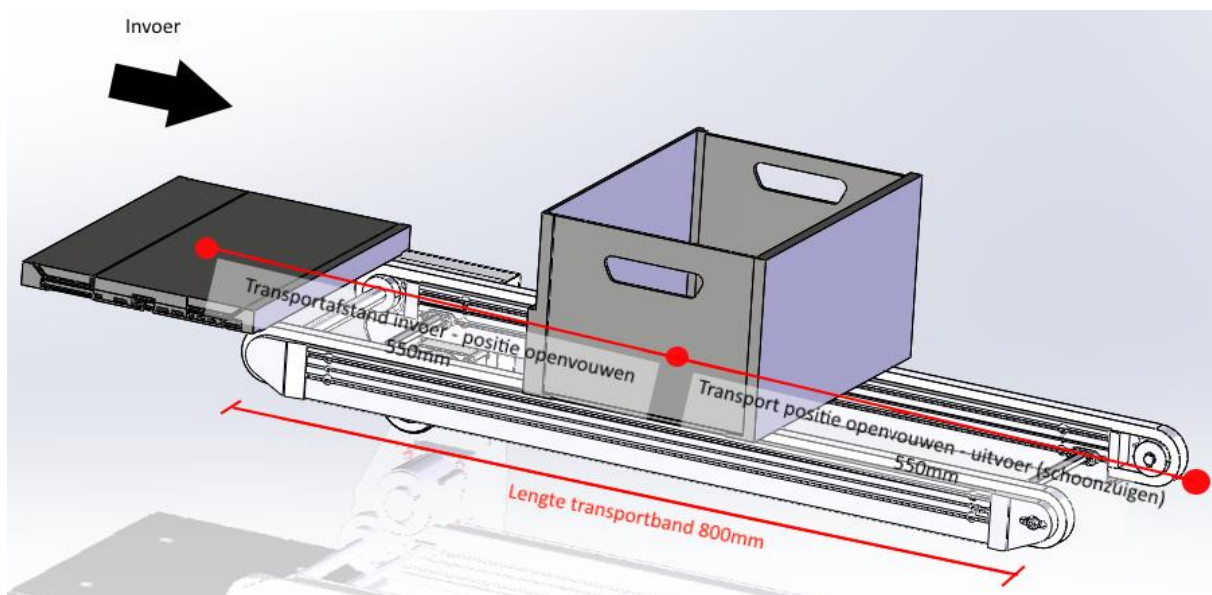


Figuur 12.6 – Flessenkettingband opstelling en locatie in de machine.

De band heeft een breedte van 800mm en een aanvoerhoogte van 1000mm. De hoogte is instelbaar door de instelvoeten onder het frame.

In de bijlage VII. Flessenkettingband, zijn de transportlengtes en transporttijd bepaald:

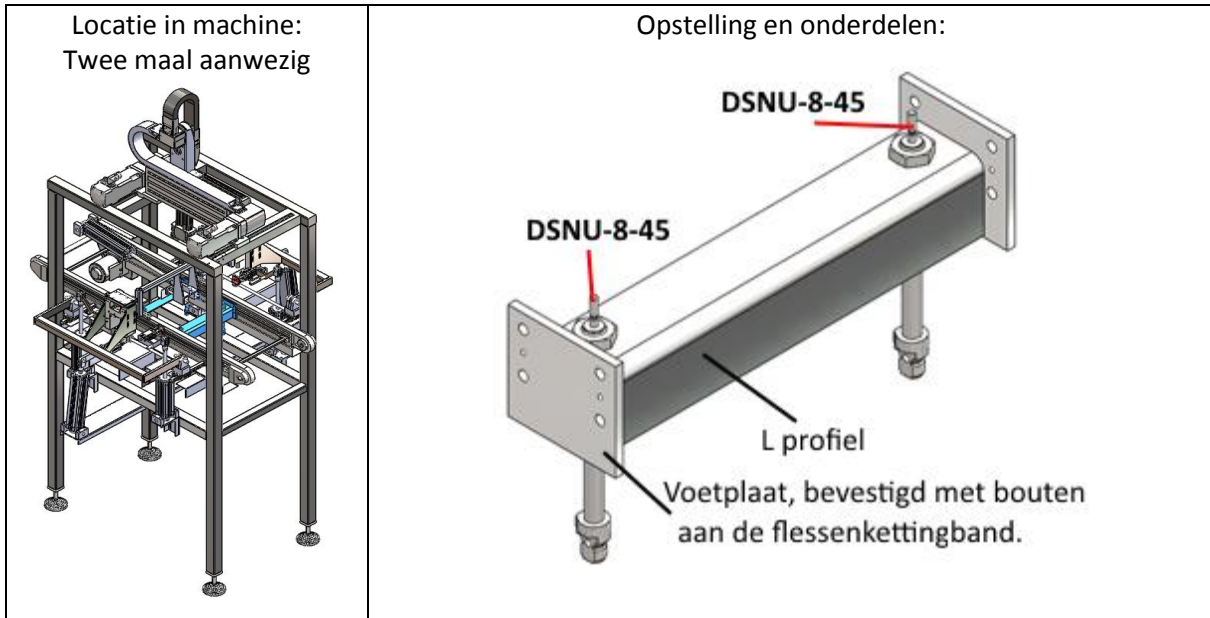
- De transportlengtes bedragen 550 [mm] bij invoer en 550 [mm] bij uitvoer.
- De transporttijd bij invoer en uitvoer van de is 0.55 [s].



Figuur 12.7 – Transportafstanden en lengte transportband

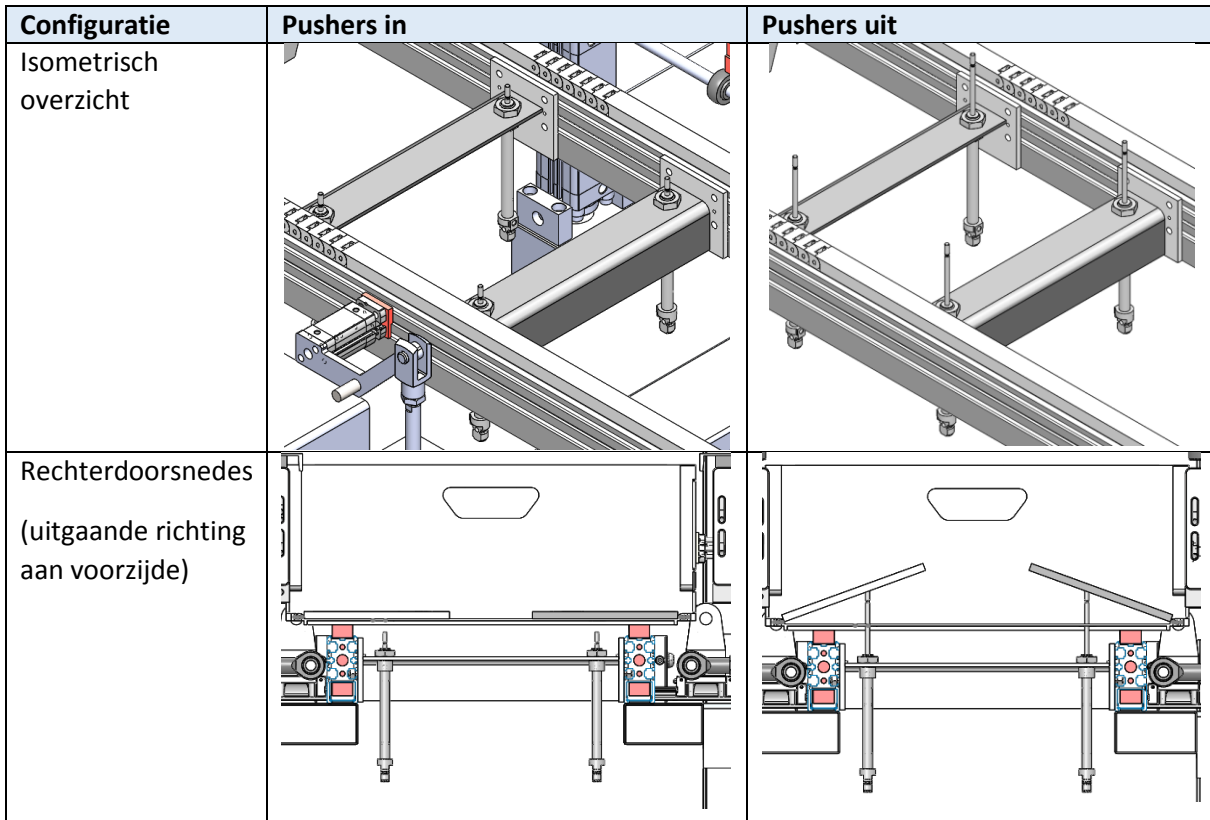
12.5. Pushers

De pushers zijn in werking bij de twee IFCO kratten. Er bevinden zich in totaal vier cilinders in de machine die onafhankelijk van elkaar kunnen bewegen. Deze cilinders duwen een noord en zuidzijde van de IFCO kratten omhoog totdat deze zijdes in een hoek staan van 20 graden, de diameter van de cilinders bedragen 8mm en kunnen allemaal onafhankelijk in een in- en uitstand.



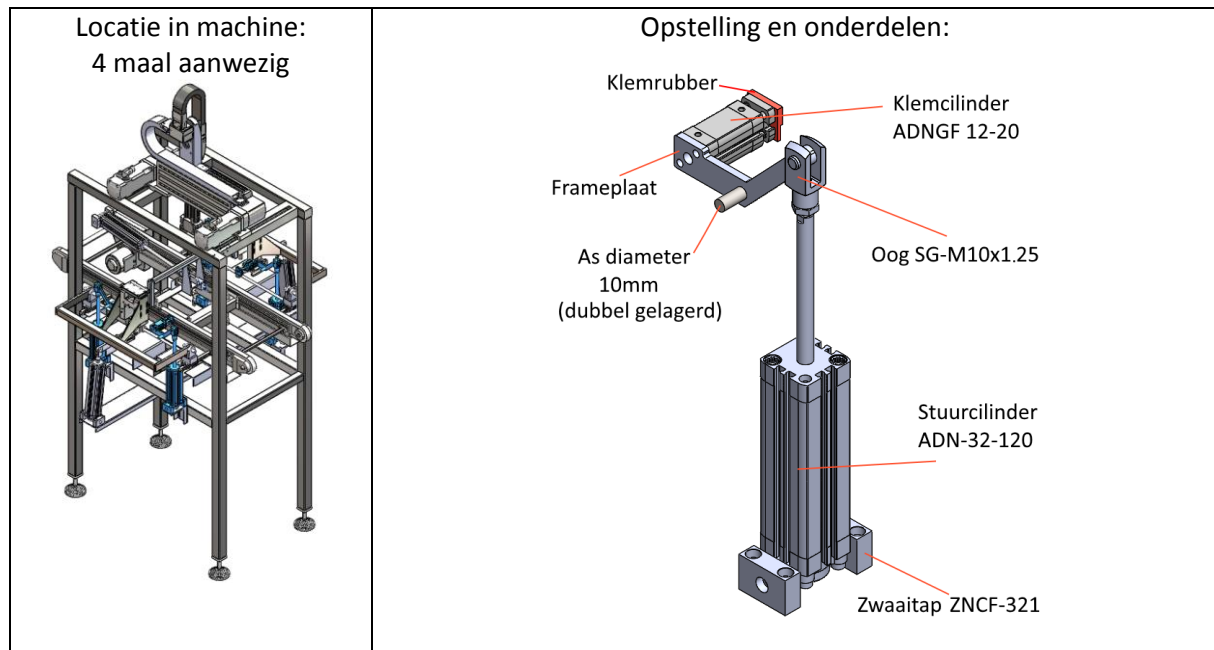
Figuur 12.8 – Pushers opstelling en locatie in de machine.

12.5.1. Configuraties pushers



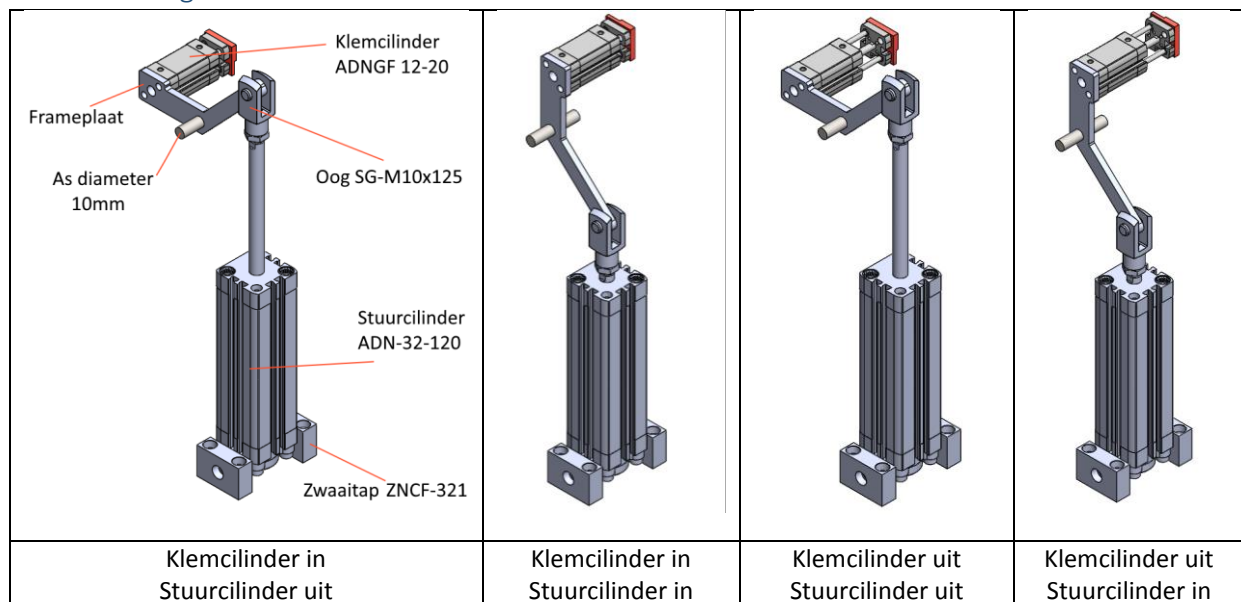
Figuur 12.9 – Pushers configuratie bij in- en uitstand.

12.6. Klemcilinders



Figuur 12.10 – Klemcilinders opstelling en locatie in de machine.

12.6.1. Configuraties klemcilinders

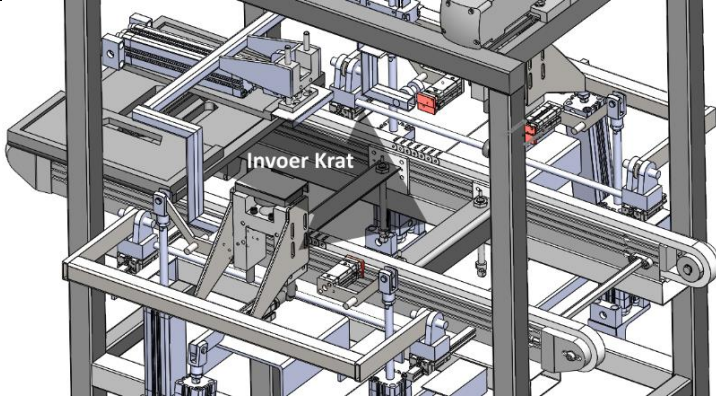
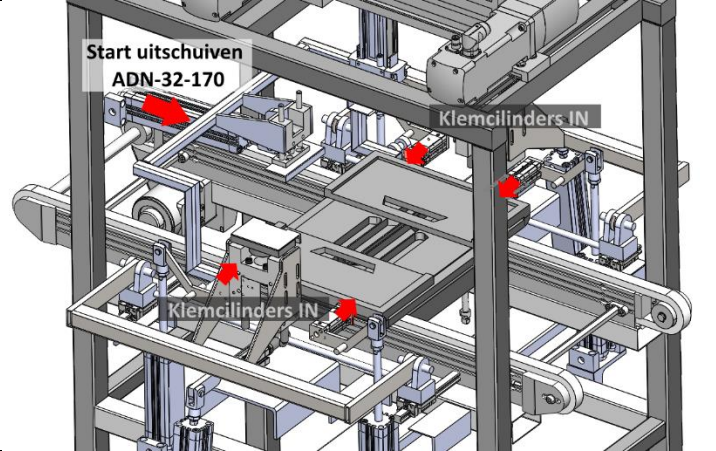
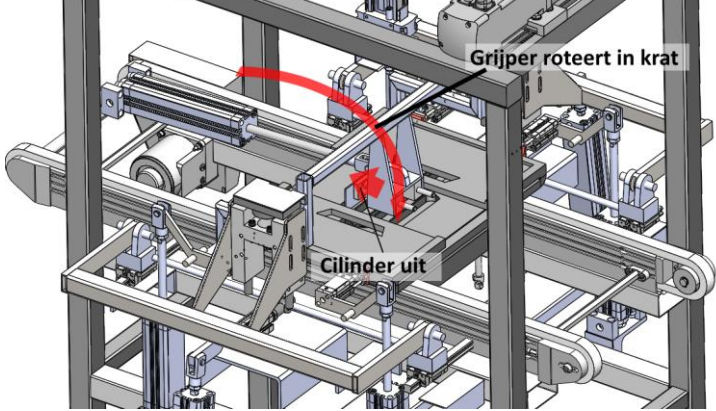
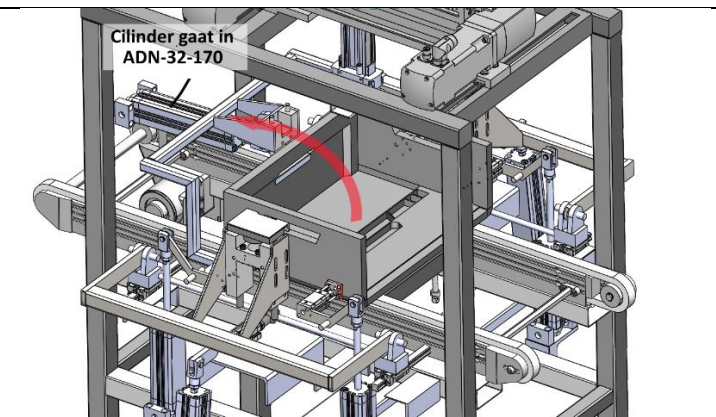


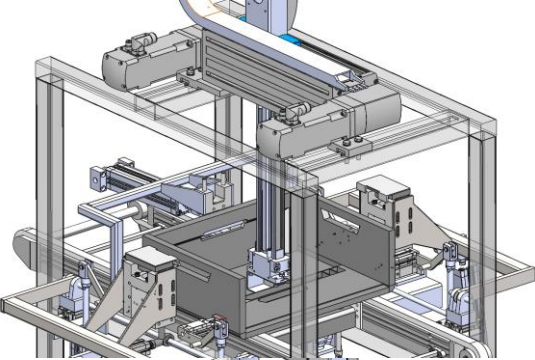
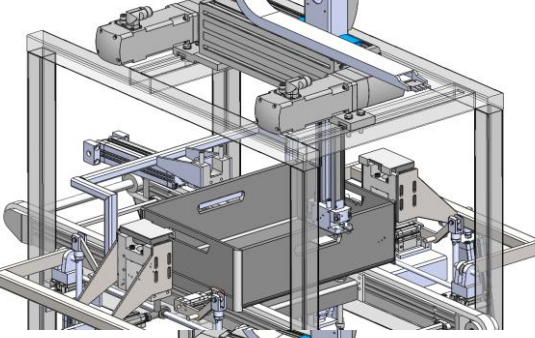
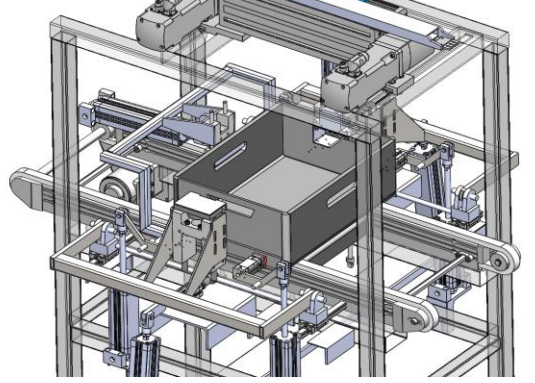
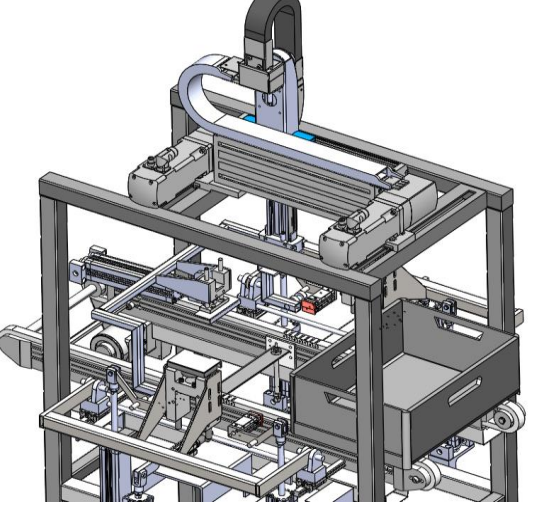
Figuur 12.11 – Configuraties van de klemcilinders in de machine.

13. Machinehandelingen

In dit hoofdstuk wordt de machinehandelingen stap voor stap beargumenteerd per type krat. Bij elke machinehandeling zitten de deelfuncties gekoppeld die bij de betreffende afbeelding wordt uitgevoerd. Sommige onderdelen in een configuratie zijn transparant gemaakt om de afbeeldingen te verduidelijken.

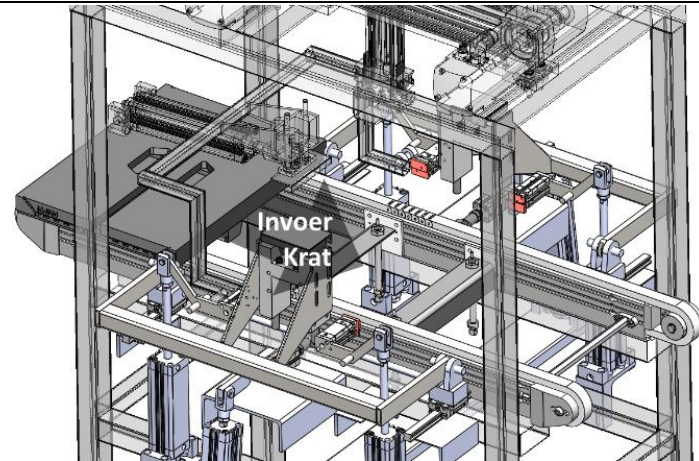
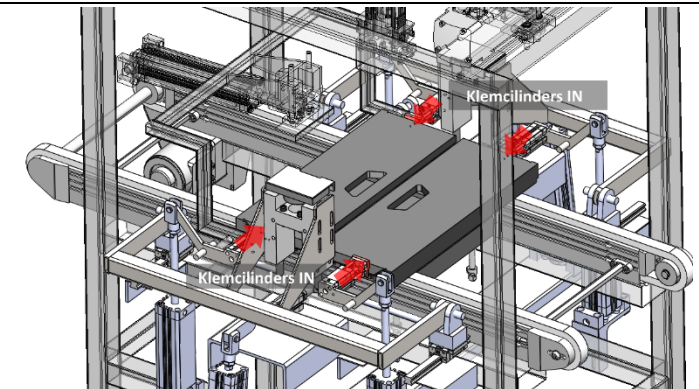
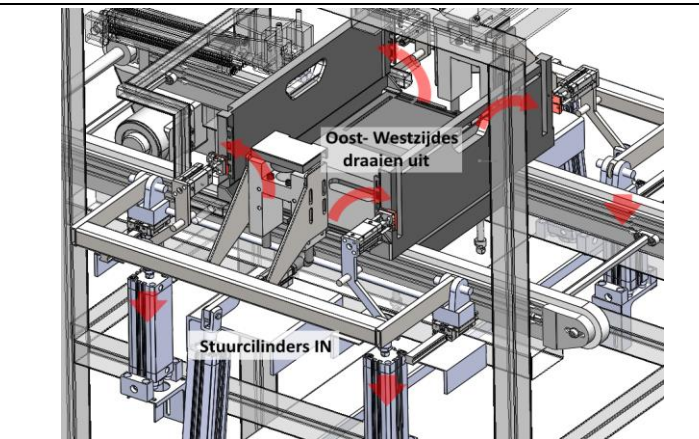
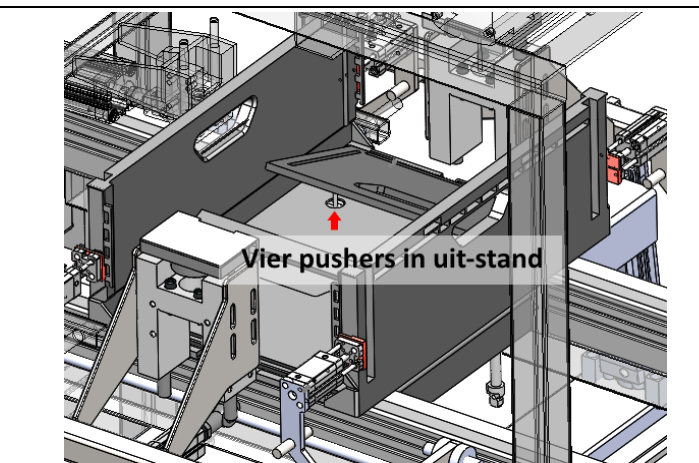
13.1. Machinehandeling Europool krat

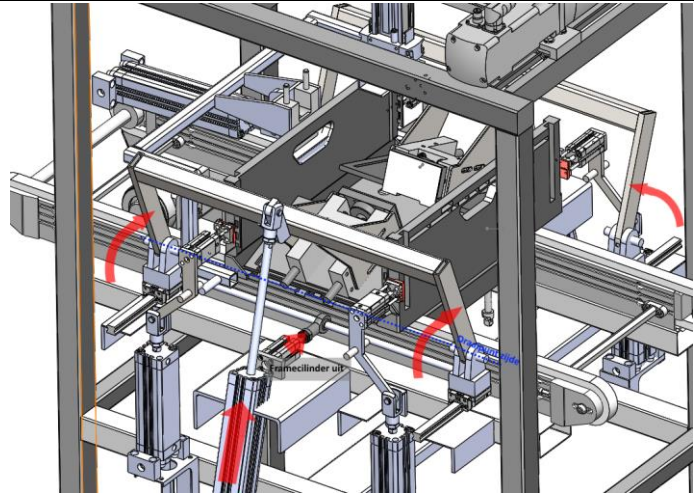
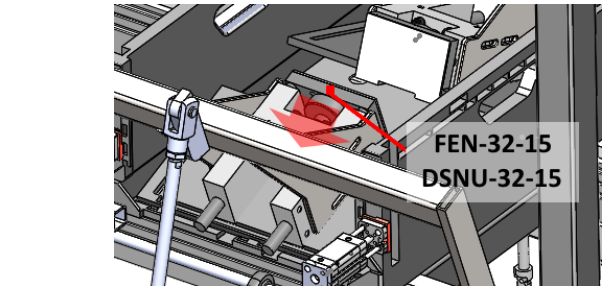
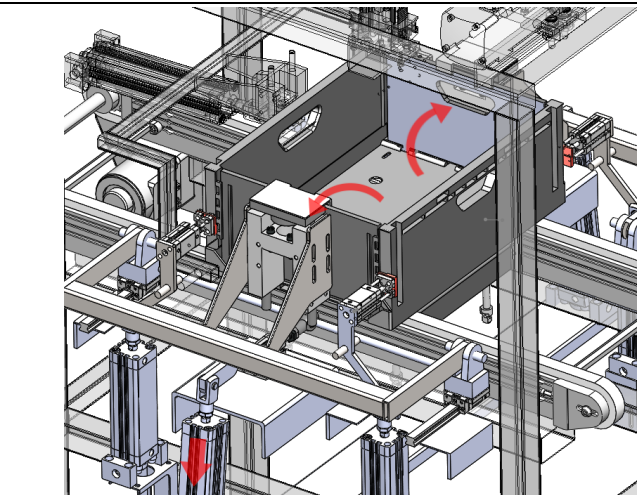
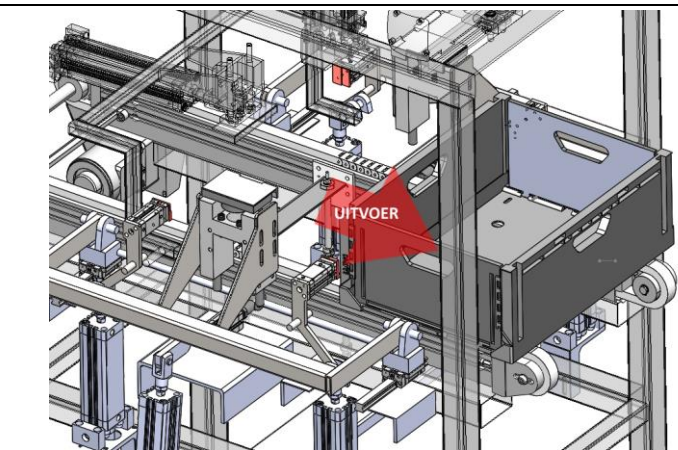
Afbeelding	Deel-functies	Beschrijving
	1.1 t/m 1.3	Aanvoer krat
	2.1 2.2 2.7 2.8 2.10	Positioneren krat Door het uitschuiven van de ADN-32-170 cilinder, positioneren van de grijper zijkant EUROPOOL. Klemcilinders ADNGF-12-20 gaan in de uit stand en klemmen de krat vast.
	2.2 2.7 2.3	De EUROPOOL zijgrijper komt in het handvat terecht van de westzijde van de EUROPOOL krat. Daarna zal de DSNU-12-10 cilinder de krat vastklemmen
	2.4 2.9 2.11 3.1 3.2 2.6 3.3	Door het opentrekken van de westzijde krat met zijgrijper EUROPOOL openen ook de noord- en zuidzijde van de krat Het loslaten van de zijgrijper EUROPOOL

Afbeelding	Deel-functies	Beschrijving
	2.2	Lineair portaal EXCT laten uitvoeren van positie 1 tot 5 ¹⁴
	2.3	Bij positie 4 grijpt de grijper de oostzijde van de krat.
	2.5 3.2	Bij de Lineair portaal EXCT van positie 4 naar 5 gebeurt het omhoog trekken en vastklikken van de oostzijde van de krat.
	3.3	Lineair portaal EXCT naar positie 5
	3.4	Lineair portaal EXCT naar positie 5 Bij geen krat detectie: naar positie 0 Bij nieuwe krat detectie: positie 1 (zie paragraaf 12.3.1.)
	3.5	Uitvoer krat en transport naar schoonzuigunit.
	1.1 t/m 1.3	Invoer nieuwe krat mogelijk

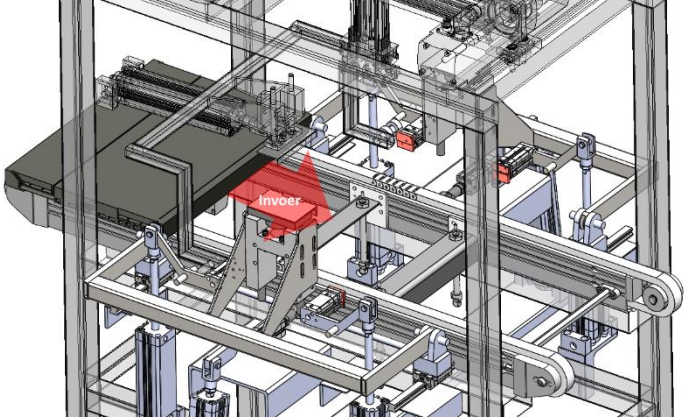
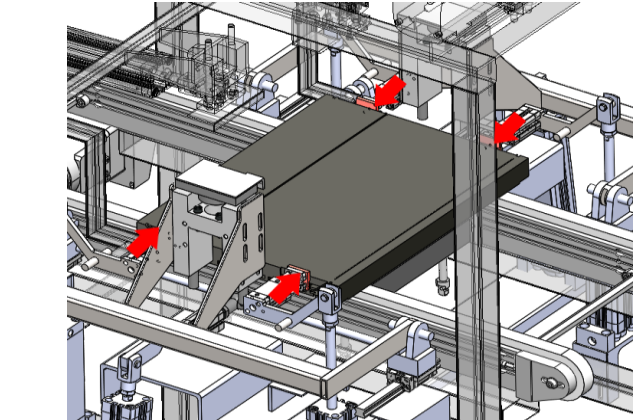
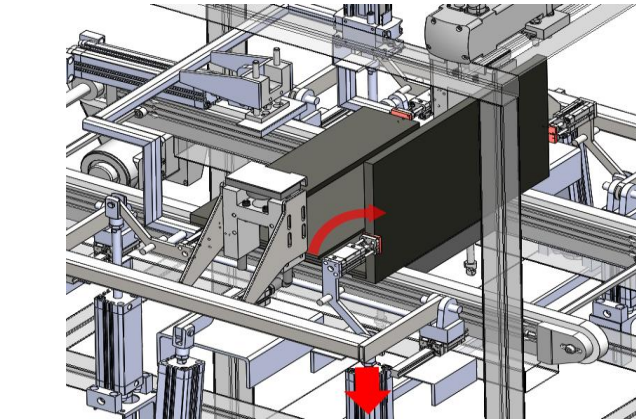
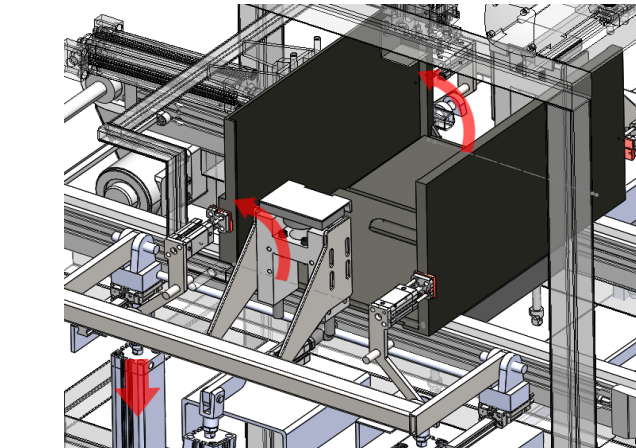
¹⁴ Voor de posities en het specifieke afgelegde positie van het lineair portaal, zie paragraaf 12.3.1. Posities van het lineair portaal

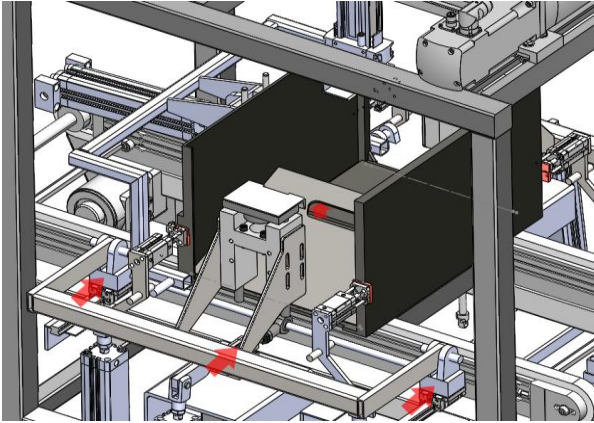
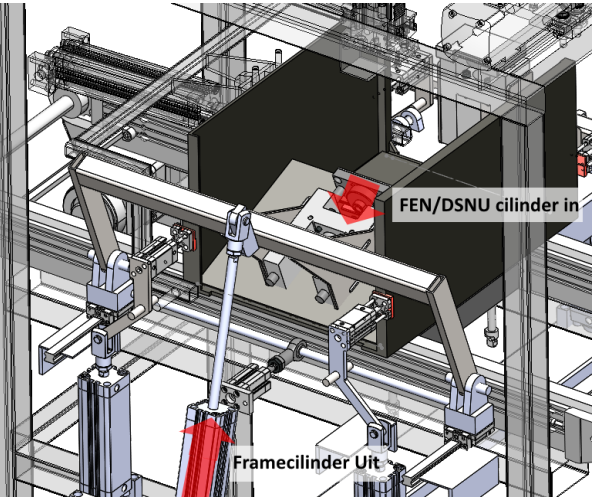
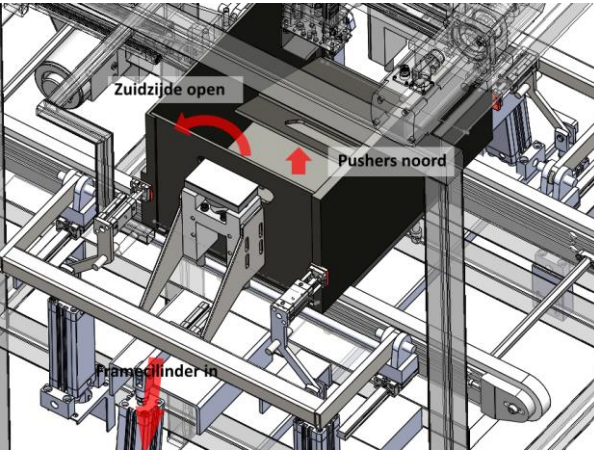
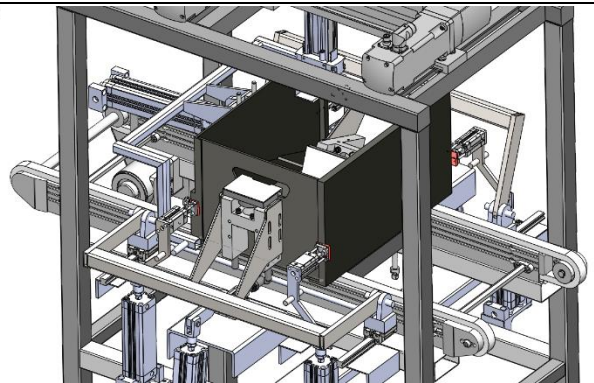
13.2. Machinehandeling IFCO 4314 krat

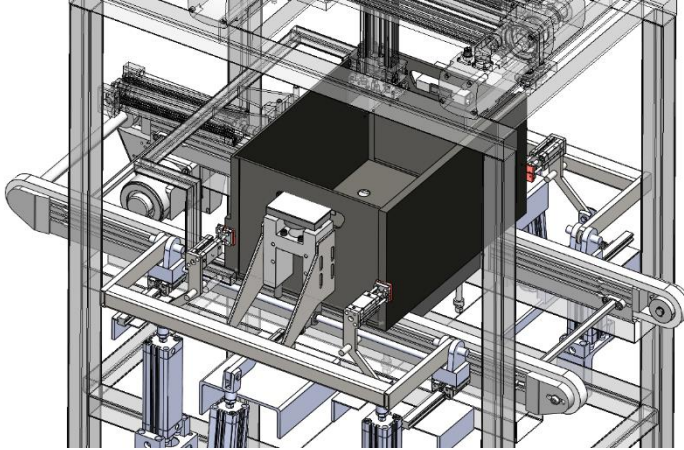
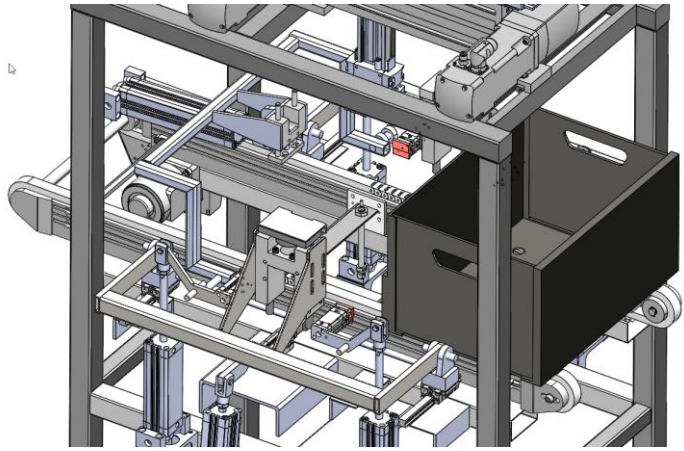
Afbeelding	Deelfuncties	Beschrijving
	1.1 t/m 1.3	Invoer krat
	2.1 2.2 2.3	Positioneren krat Vastklemmen (Klemcilinders uit)
	2.4 2.5 2.6	Draaien van klemcilinders, openen west- en oostzijde krat.
	2.7	Alle vier Pushers gaan in de uit-stand. Voor de locaties van de pushers, zie paragraaf 12.5. Pushers

Afbeelding	Deelfuncties	Beschrijving
	2.7	Het frame van de zijgrijpers worden geroteerd naar de noord zuidzijde van de krat.
	2.8 2.10	De noord- en zuid zijdes van de krat worden geklemd met behulp van de FEN-32-15 en DSNU-32-15 die ingaan.
	2.9 2.11 3.1 3.2 3.3 3.4	Vastklikken met behulp van dichttrekken. Pushers gaan in Klemcilinders gaan in, zijgrijpers gaan los en het frame rijdt naar achter.
	3.5 3.4	Transport uitvoer krat en invoer nieuwe krat. Stuurcilinder gaan uit om klemcilinder in beginpositie te krijgen.

13.3. Machinehandeling IFCO 4320 krat

Afbeelding	Deelfuncties	Beschrijving
	1.1 t/m 1.3	Invoer krat
	2.1 2.2 2.3	Positioneren krat Alle klemcilinders gaan in de uitstand
	2.5	Zijde oost opent door de rechter stuurcilinders die ingaan.
	2.4	Zijde west opent door linker stuurcilinders die ingaan.

Afbeelding	Deelfuncties	Beschrijving
	2.11	De Zuidelijke pushers aan de gaan in de uit-stand en bewegen de zuidzijde van de krat omhoog. (voor configuraties zie 12.5.1. Configuraties pushers) Het framecilinder gaat uit, de frame rolt naar binnen.
	2.7 2.10	Klem van de grijper zuidzijde positioneren naar zuidzijde krat. Klemmen m.b.v. grijper aan zuidzijde.
	2.11 3.2 2.8	Sluiten en vastklikken zuidzijde krat. Pushers noordzijde gaan in de uitstand.
	2.7	Zijgrijper noord positioneert naar noordzijde krat.

Afbeelding	Deelfuncties	Beschrijving
	2.9 3.2	Sluiten en vastklikken van noordzijde krat.
	3.3	Klemcilinders gaan in. Framecilinder van de grijper IFCO gaan in de in-stand.
	3.4	Uitvoer en transport naar schoonzuigunit.
	3.5	Stuurscilinders van de klemcilinders gaan in.

14. Taktijd analyse

In dit hoofdstuk wordt de taktijd gedefinieerd. Daarna wordt gekeken naar de verschillende machineopstellingen. Er is een taktijd berekening per krat gemaakt. Hieruit zal blijken welke effecten dit zal hebben op de transporttijd en handelingstijd bij elke machineopstelling.

14.1. Totale taktijd

Om de capaciteit van 48 stuks per minuut te halen, mag het gehele proces, van verenkelen tot en met het vastklikken van de krat niet langer duren dan **1.25 seconde**.

De **taktijd** is het tempo waarin de klant producten uit het proces zou willen ontvangen. Dit wordt berekend door de beschikbare productietijd te delen door het aantal producten dat de klant vraagt, uiteraard in dezelfde tijdsperiode:

$$Takt = [\text{Beschikbare productie tijd}] / [\text{klantvraag product X}] \text{ (Panneman, 2.17)}$$

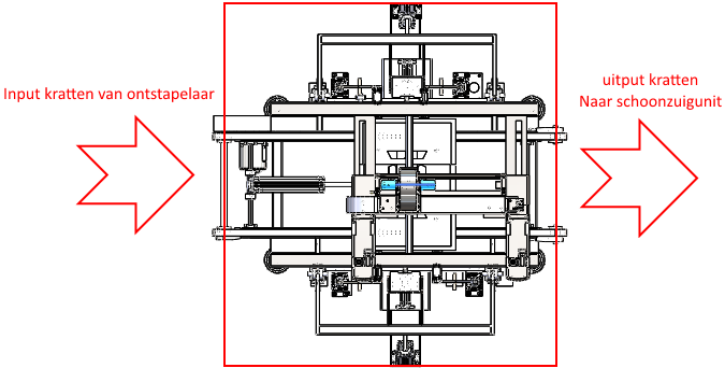
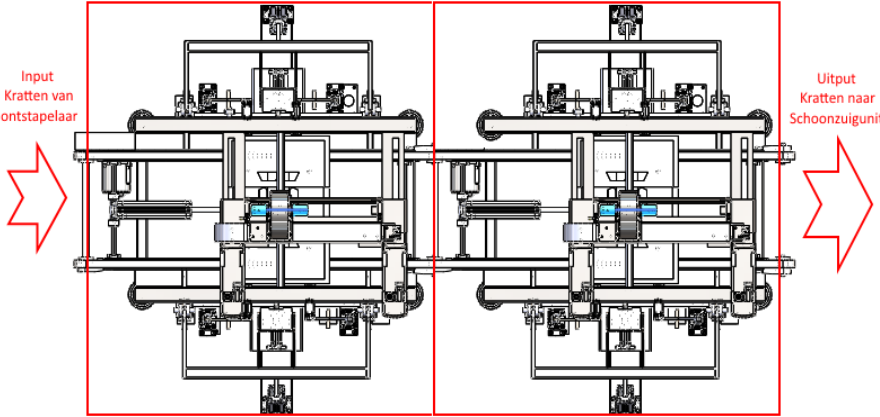
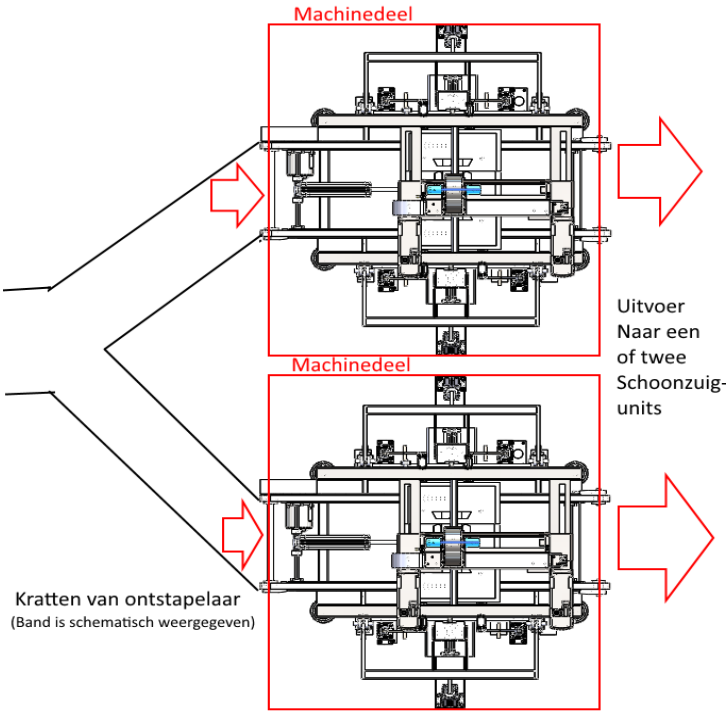
De taktijd moet per deelfunctie worden uitgerekend. Elke deelfunctie is gekoppeld aan een machinedeel, deze machinedeel heeft een bepaalde tijd om uitgevoerd te worden.

Voor de totale taktijd geldt:

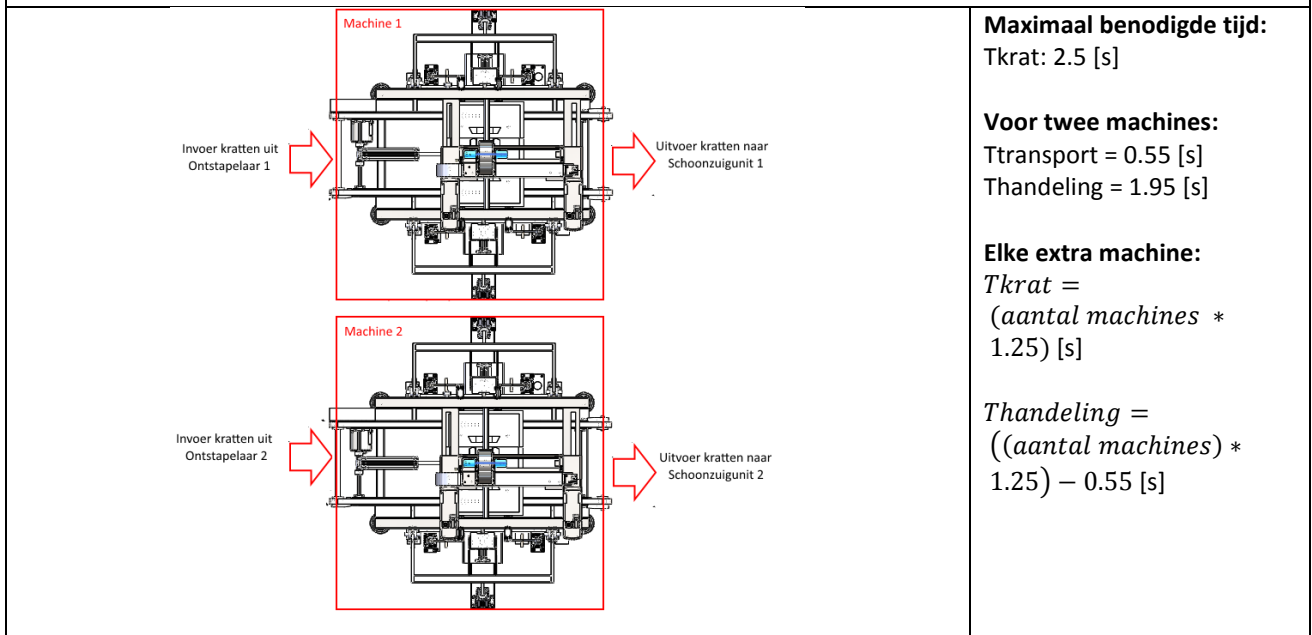
$$T_{krat} = T_{transport} + T_{handeling}$$

14.2. Machineopstellingen

De volgende machineopstellingen zijn mogelijk:

Machineopstelling 1: Een machine. 	Maximaal benodigde tijd: $T_{\text{krat}}: 1.25 \text{ [s]}$ $T_{\text{transport (verenkelen)}}: 0.55 \text{ [s]}$ $T_{\text{handeling over:}} 0.70 \text{ [s]}$ $\text{Schoonzuigen: } 0.70 \text{ [s].}$
Machineopstelling 2: Twee machines achter elkaar (kratjes worden per twee verenkeld en doorgeschoven)  (2x langere transportband)	Maximaal benodigde tijd: $T_{\text{krat}}: 2.5 \text{ [s]}$ $T_{\text{transport geschat (verenkelen):}} 1.10 \text{ [s]}$ $T_{\text{handeling over:}} 1.4 \text{ [s]}$ $\text{Schoonzuigen: } 1.4 \text{ [s]}$
Machineopstelling 3: Twee of meer machines parallel met één aanvoer voor alle machines.  Kratte van ontstapelaar (Band is schematisch weergegeven) Uitvoer Naar een of twee Schoonzuig- units	Maximaal benodigde tijd bij twee machines per krat: $T_{\text{krat}}: 2.5 \text{ [s]}$ Twee machines: $T_{\text{transport (verenkelen) per krat:}} 0.55 \text{ [s]}$ $T_{\text{handeling over:}} 1.95 \text{ [s]}$ $\text{Schoonzuigen: } 1,95 \text{ [s]}$ Elke extra machine: $T_{\text{krat}} = (\text{aantal machines} * 1.25) \text{ [s]}$ $T_{\text{handeling}} = ((\text{aantal machines}) * 1.25) - 0.55 \text{ [s]}$

Machineopstelling 4. Twee of meer machines parallel met één aanvoer per machine.



Tabel 14.1 – Vier machineopstellingen met transporttijd en handelingstijd.

14.3. Taktijd berekening per krat

In bijlage XI is een taktijd berekening per krat berekend. Per deelfunctie is bepaald hoe lang dit gaat duren (met een getal in seconde weergegeven) met daarachter het onderdeel wat de deelfunctie vervult.

Uit de taktijd berekeningen per deelfunctie is de totale taktijd per krat te bepalen:

	EUROPOOL 15404	IFCO 4314	IFCO 4320
Transporttijd	0.55 [s]	0.55 [s]	0.55 [s]
Handelingstijd	1.92 [s]	3.18 [s]	3.68 [s]
Totaal	2.298 [s]	3.73 [s]	4.23 [s]
Kratten per minuut	26	16	14

Tabel 14.2 – Resultaten uit de taktijd berekening uit Bijlage XII. Taktijd berekening per type krat.

Om een taktijd van 1.25 seconde per krat te halen, kan gekeken worden of dit behaald kan worden naar de verschillende oplossingen van de machineopstellingen (zie paragraaf 13.2).

In tabel 14.3 is te lezen wanneer het mogelijk is een taktijd van 1.25 seconde per type krat te kunnen behalen bij welke machineopstelling.

	Machineopstelling 1	Machineopstelling 2	Machineopstelling 3	Machineopstelling 4
EUROPOOL 15404	Onmogelijk	Mogelijk, mits aanpassingen ontwerp	Mogelijk bij twee machines.	Mogelijk bij twee machines.
IFCO 4314	Onmogelijk	Onmogelijk	Mogelijk bij drie machines.	Mogelijk bij drie machines.
IFCO 4320	Onmogelijk	Onmogelijk	Mogelijk bij vier machines.	Mogelijk bij vier machines.

Tabel 14.3 – Mogelijkheid per machineopstelling om de taktijd te behalen van 1.25 seconde per krat.

Machineopstelling 3 en 4 zal afhangen van de capaciteit van de ontstapelaar en de schoonzuigunit.

15. Budget

Dit hoofdstuk zal ingaan op de eis van het ontwerp betreft budget.

In Bijlage XI. Totale stuklijst onderdelen machine, is er een stuklijst te zien met geschatte kosten van de inkoop van machineonderdelen.

Soort kosten:	Geschatte prijs
Onderdelen (inkoop)	€14815
Bevestigingsmateriaal	€500
Lasersnijwerk	€500
Zetten-behandelen	€1000
Hoofdframe lassen	€2000
Subframes lassen	(€400 per dag) €1200
Overige en onvoorziene kosten	€1500
Totale geschatte kostprijs machine	€21515

Figuur 15.1 – Kostprijs overzicht van een machine

Prijzen zoals instelkosten, programmeerkosten, PLC kasten en bedrading zijn niet in de berekening opgenomen.

$$\begin{aligned} \text{Engineeringskosten} &= 65 \text{ euro per uur} \times 40 \text{ uur} = 2600 \text{ euro per week} \\ \text{Engineering duurt ongeveer 8 weken} &= \mathbf{20.800 \text{ euro}} \end{aligned}$$

Bij het parallel neerzetten van de machines kan de prijs per machine nog iets dalen vanwege de grootschalige inkoop van onderdelen.

$$\begin{aligned} \text{Prijs één machine} \times \text{aantal machines} + \text{engineeringskosten} &= \text{Totale prijs} \\ \text{Totale prijs} &= (21515 \times 4) + 20800 = \mathbf{106.860 \text{ euro}} \end{aligned}$$

Als men dus vier machines parallel wilt gaan schakelen om de taktijd eis te kunnen behalen, kan het budget van 80.000 euro niet gehaald worden.

Om een uitgebreidere budgetberekening te maken moet het ontwerp verder gedetailleerd worden.

16. Machineveiligheid

Dit hoofdstuk zal ingaan op de eis om het ontwerp aan de machinerichtlijn te kunnen laten voldoen.

De machine moet een CE-markering krijgen. De CE-markering is conform de machinerichtlijn 2006/42/EG. Om daaraan te voldoen moet de norm NEN-EN-ISO 13857 toegepast worden. De veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones hiervoor kan gevonden worden in tabel 1 van Bijlage XIII. Machinerichtlijnen.

Het bepalen van hoogte b van de beschermende constructie kan indien a en c bekend zijn. De hoogte a van de gevaarlijke zone is 1600 mm (totale hoogte machine) en de horizontale afstand c tot de voorgestelde beschermende constructie bedraagt rond de 900 mm. Uitgaande van tabel 1 in de bijlage moet hoogte b van de beschermende constructie tenminste 1600 mm bedragen.

De maasbreedte van het hek mag tussen de 40 en 120 mm bedragen, om te voorkomen dat arm tot schouder de machine kunnen bereiken. De veiligheidsafstand moet dan 850 mm of meer bedragen. (zie tabel 2 van Bijlage XIII. Machine)

Er komt rondom de machine een veiligheidshek van 1600mm met een afstand van tenminste 900mm van de machine, dan voldoet de machine aan de machinerichtlijn voor de veiligheid voor machines.

17. Conclusie

De onderzoeksvraag luidde:

Kan er met behulp van methodisch ontwerpen een krattenuitvouwmachine ontworpen worden, met als hoofdfuncties: verenkelen, uitvouwen, vastklikken en schoonzuigen van vouwkratten, die voldoet aan de machinerichtlijnen en een capaciteit levert van 48 stuks per minuut?

Met het ontwerp is het mogelijk de machine drie type kratten te kunnen laten openen met één machine, sommige machinedelen zullen niet bij elke krat actief zijn.

Het is niet mogelijk om met een machine de capaciteit van 48 kratten per minuut te behalen. Per type krat is uitgerekend hoe lang de machine er over doet om alle functies te laten uitvoeren.

Type krat	EUROPOOL 15404	IFCO 4314	IFCO 4320
Kratten per minuut	26	16	14

Tabel 17.1 - Capaciteit van de ontworpen machine voor de drie type kratten

Om de capaciteit wel te kunnen behalen moeten er meerdere machines parallel staan met één of meer aanvoerlijnen. Om de capaciteit van 48 stuks per minuut te behalen zijn er voor de EUROPOOL 15404 krat twee machines, IFCO 4314 krat drie machines en IFCO 4320 krat vier machines nodig.

Deelvraag 1: Is het gemaakte eindontwerp acceptabel uit te voeren met een budget van €80.000?

De budgetschatting is €21.515 per machine. Prijzen zoals instelkosten, programmeerkosten, PLC kasten en bedrading zijn niet in de berekening opgenomen. Geschatte engineeringkosten zijn volgens het bedrijf rond de €20.800. Als men de gewenste capaciteit wilt halen van 48 kratten per minuut moet men vier machines aanschaffen komt men uit op het budget van €106.860.

Deelvraag 2: Voldoet het ontwerp aan de gestelde eisen en wensen van de opdrachtgever?

Het is niet mogelijk om met een machine de capaciteit van 48 kratten per minuut te behalen.

De machine voldoet aan de eis dat alle drie type kratten geopend kunnen worden. Rondom de machine wordt een veiligheidshek geplaatst van 1600 mm met een afstand van tenminste 900 mm van de machine en deze wordt gekeurd voor een CE-markering. De machine voldoet dan aan de machinerichtlijn voor de veiligheid voor machines.

Het schoonzuigen zal gebeuren nadat de krat vastgeklit is, de tijd voor de transport van de krat naar de schoonzuigunit is gelijk aan de tijd van de transport van verenkelen en positioneren. De tijd voor het schoonzuigen is gelijk aan de handelingstijd.

Deelvraag 3: Zijn de concepten te ontwerpen met behulp van een morfologisch overzicht en de Kesselring-methode?

Het methodisch ontwerpen is met behulp van de Kesselring methode (de Beer) en morfologische overzichten goed uit te voeren voor het genereren van concepten. De concepten zijn te toetsen met weegfactoren, echter om tot een goed eindconcept te komen moeten er tenminste twee concepten per type krat komen.

18. Aanbevelingen

Om de taktijd te kunnen behalen, kunnen er vier machines parallel geplaatst worden met één of meer aanvoer voor alle machines.

De machine kan geoptimaliseerd worden om de taktijd te kunnen verbeteren. Hierbij kan advies gevraagd worden bij toeleveranciers. Zo hebben bijvoorbeeld de cilinders bij een kortere slag minder positioneringstijd nodig. Hiermee kan de taktijd verbeterd worden en kan de capaciteit van 48 kratten per minuut behaald worden met drie of minder machines in plaats van de vier machines. Hierbij is meer onderzoek nodig.

Het schoonzuigen kan gebeuren vlak na de machine. Daarbij geldt dat de schoonmaaktijd even snel moet gaan als de totale handelingstijd van de opstelling.

19. Literatuurlijst

Boeken

Beer, J. d. (2008). *Methodisch Ontwerpen*. Den Haag: Sdu Uitgevers, Den Haag.

Hoogland, W. (2010). Rapport over rapporteren. In W. Hoogland, *Rapport over rapporteren*. Houten: Noordhoff Uitgevers Groningen.

Panneman, T. (2.17). *Lean Transformations - when and how to climb the four steps of Lean maturity*. Maarssen (NL): panview.

Internet

IFCO. (2012, Aug 1). *IFCO Wascenter at Villmergen, Switzerland*. Opgehaald van Youtube video: <https://www.youtube.com/watch?v=gPd3MuNBbfM>

IFCO. (2018, sept). *IFCO Green Lift Lock, data sheet crates*. Opgehaald van IFCO : <https://cdn0.scrvt.com/f152d078e18222739495b38742ac2b85/ecd041644823b214/9db0f00d0855/IFCO-DS-1020-GREEN-LL-AT-EN-03-17.pdf>

Europoolsystems. (2018, september 24). *Product datasheet Black trays*. Opgehaald van Europoolsystem: https://europoolsystem.blob.core.windows.net/website/UploadBestanden/0.1.021RF---Product-datasheet-Black-trays_NL.pdf

Schulz. (2018, sept 30). *Europool Crate Assembly*. Opgehaald van Schulz systemtechnik: <http://language.schulz.st/en/solutionsservices/special-machines-and-robotics/technology-and-systems/plastic-systems/foldable-crate-assembly/>

Systems, J.-T. (2014, Mei 28). *Crate Erectors- Corma CPR-157*. Opgehaald van Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=U8XGdE2bkss>

Unitex. (2014, Maart 31). *UNI BOX 021 © - Reusable Plastic Crates Opener*. Opgehaald van Youtube video: https://www.youtube.com/watch?v=1KPB_OzbgVo

Festo (2018, nov) Datablad festo Lineair gear EXCT https://www.festo.com/cat/nl_nl/products_EXCT_LP

Software

SolidWorks 2016

Microsoft Office

Festo GSED simulatie (www.festo.com)

Paint.net



modis

DE HAAGSE
HOGESCHOOL

Bijlage I. Plan van aanpak

Ontwerp “De Krattenuitvouwmachine”

Definitieve versie

Robbert Abbink
Studentnummer: 13095463

Voorwoord

Dit plan van aanpak is geschreven voor mijn afstudeeropdracht bij Modis Engineering en geldt als leidraad voor de afstudeeropdracht.

Inhoudsopgave

1. Opdrachtgever en gegevens voor de afstudeeropdracht	47
2. Probleemanalyse en probleemstelling	47
2.1 Probleemstelling	47
2.2 Doelstelling	47
2.3 Beschrijving van de werkplek	48
3. Onderzoeksvraag en Eindproducten	48
3.1 De onderzoeksvraag:	50
3.2 Deelvragen	48
3.3 Eind en deelproducten	48
4. Programma van Eisen en Wensen	49
5. Aanpak en tijdsindeling	50
5.1 Tijdsschema	50
5.2 Functieanalyse met daarbij systeemgrenzen	50
6. Competenties	51
Bijlage plan van aanpak. Functieanalyse schematische weergave	53

Inleiding

In dit 'Plan van Aanpak' wordt de afstudeeropdracht gedefinieerd met behulp van een probleemanalyse, daarbij is een onderzoeksvraag opgesteld met bijbehorende deelvragen. Gestelde eisen en wensen zijn beschreven in hoofdstuk 4 en de afbakening van de opdracht is omschreven in hoofdstuk 5. De competenties die behaald moeten worden voor niveau 3 staan beschreven in hoofdstuk 7, waarbij beschreven wordt welke competenties hoe behaald kunnen worden.

1. Opdrachtgever en gegevens voor de afstudeeropdracht

Opdrachtgever:	Ajilon Engineering Rotterdam
Afstudeeropdracht:	Kratten Opener
Duur:	5 maanden
Begeleiding:	Bas Hanssen (Constructeur) Arjan van der Heijden (Manager Engineering)
CAD pakket:	SolidWorks
Back-up:	60 Mechanical Engineers 30 Soft/ hardware engineers

2. Probleemanalyse en probleemstelling

2.1 Probleemstelling

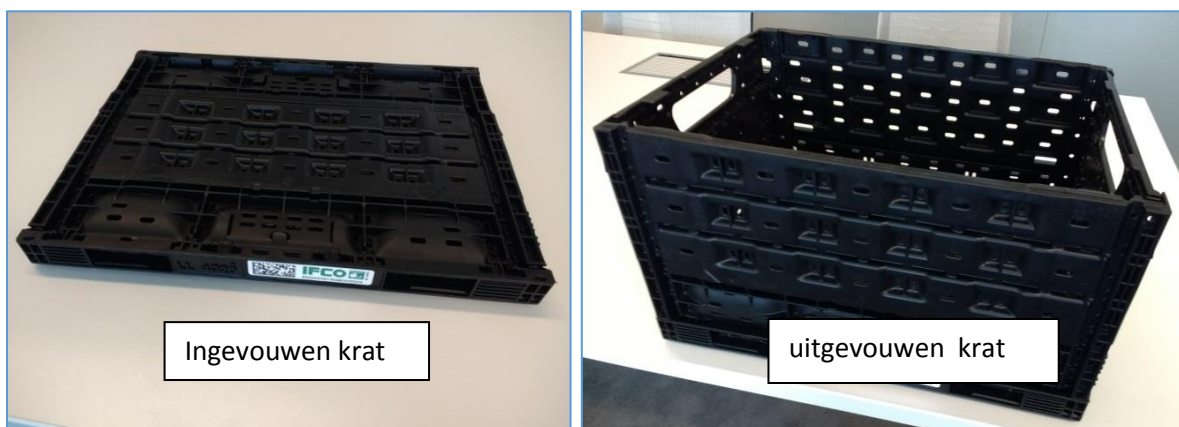
Uitgangspunt is een veelvoud van ingevouwen kratten, uitkomend uit een ontstapelaar, die de machine in gaat en aangeboden wordt op een aanvoerband (hoogte 1000mm). Hierna moeten ze verenkeld en uitgevouwen worden. De huidige machine heeft problemen qua storingen, vuilafvoer en capaciteit.

2.2 Doelstelling

Het ontwerpen van een krattenuitvouwmachine, welke het mogelijk maakt om vouwbare kratten uit elkaar te vouwen, klikken en deze schoon te zuigen..

De machine moet 3 soorten kratten kunnen uitvouwen. Deze staan beschreven bij de eisen en wensen.

De eisen en wensen van de opdracht worden beschreven in hoofdstuk 4



Afbeelding 1 en 2 – Definities van een ingevouwen en uitgevouwen krat.

Bron: Ajilon Engineering opdrachtomschrijving.

2.3 Beschrijving van de werkplek

Ajilon Engineering Rotterdam
Afdeling Machinebouw
Jan Leentvaarlaan 62, 3065 DC Rotterdam

3. Onderzoeksvraag en Eindproducten

3.1 Deelvragen

- *Is het gemaakte ontwerp acceptabel uit te voeren met een budget van €80.000?*
- *Voldoet het ontwerp aan de gestelde eisen en wensen van de opdrachtgever?*
- *Zijn de concepten te ontwerpen met behulp van een morfologisch overzicht en de Kesselring-methode?*

3.2 Eind en deelproducten

Het eindproduct is als volgt:

Een 3D ontwerp van de machine die kan verenkelen, uitvouwen, vastklikken en eventueel schoonzuigen van kratten.

Een afstudeerverslag + bijlagen met de hieronder genoemde deelproducten

Deelproducten met daarbij horende inhoud:

Vooronderzoek verslag

- Weegfactoren bepalen voor elke eis en wens.
- Morfologisch overzicht.
- Verschillende onderdelen/oplossingen voor machine, berekeningen en ondersteuning die benodigd is voor het ontwerp.

Conceptenverslag

- Concepten ontwerpen met behulp van morfologisch ontwerpen.
- Beschrijvingen en berekening van verschillende concepten.
- Kiezen van concept met behulp van de Kesselring-methode.

Eindrapport.

- Algemene 3D ontwerp (met evt. filmpje) van de machine.
- Keuzeverantwoording van onderdelen met beschrijvingen, functies en eventueel ontwerpberkeningen.
- Besturingsbeschrijving voor de machine
- Taktijd analyse

4. Programma van Eisen en Wensen

Uitgangspunten en randvoorwaarden betreffende het ontwerp zijn in willekeurige volgorde.

Vaste eisen:

- 1.1 Het krat moet in de “breedte” door de machine getransporteerd worden.
- 1.2 De capaciteit van de machine moet worden 48 kratten per minuut.
- 1.3 Constructie in rvs uitvoeren, voorkeur voor plaatwerk.
- 1.4 Gebruik maken van pneumatiek en/of elektrische componenten (servo).
- 1.5 Zoveel mogelijk gebruik maken van koopdelen.
- 1.6 Geen Hydrauliek toepassen.
- 1.7 Houdt rekening met de machinerichtlijnen betreffende veiligheid.
- 1.8 Morfologisch ontwerpen (volgens het boek, ontwerpen van Technische Innovaties).
- 1.9 3 soorten kratten moeten gevouwen kunnen worden, waarbij elke krat een andere vouwvolgorde heeft:
 - Europool 15404
 - IFCO LL4314
 - IFCO LL4320

Richtlijn

- 2 Kostprijs maximaal € 80.000,=

Wensen

- 2.1 Wanneer er tijd over is, gaat er ook gewerkt worden aan een unit voor het schoonzuigen.
- 2.2 Het schoonzuigen zelf mag als black box bij het ontwerp gezet worden, er moet wel bepaald worden waar en wanneer er schoongezogen wordt.
- 2.3 De machine word ontworpen voor specifiek 1 soort krat (IPCO), en niet voor meerdere formaten kratten.
- 2.4 De machine moet 15 jaar meegaan.
- 2.5 Per productiecyclus doet de machine 1 soort krat uitvouwen. Kratten zijn allen op dezelfde manier georiënteerd.
- 2.6 Beschrijving stappendiagram voor de besturingstechnici. (In Technisch Product Dossier).

4.1 De onderzoeksvraag

Kan er een krattenuitvouwmachine ontworpen worden, met als functies verenkelen, uitvouwen, vastklikken en schoonzuigen van kratten met een capaciteit van 48 stuks per minuut, die voldoet aan de gestelde machinerichtlijnen met behulp van methodisch ontwerpen?

5. Aanpak en tijdsindeling

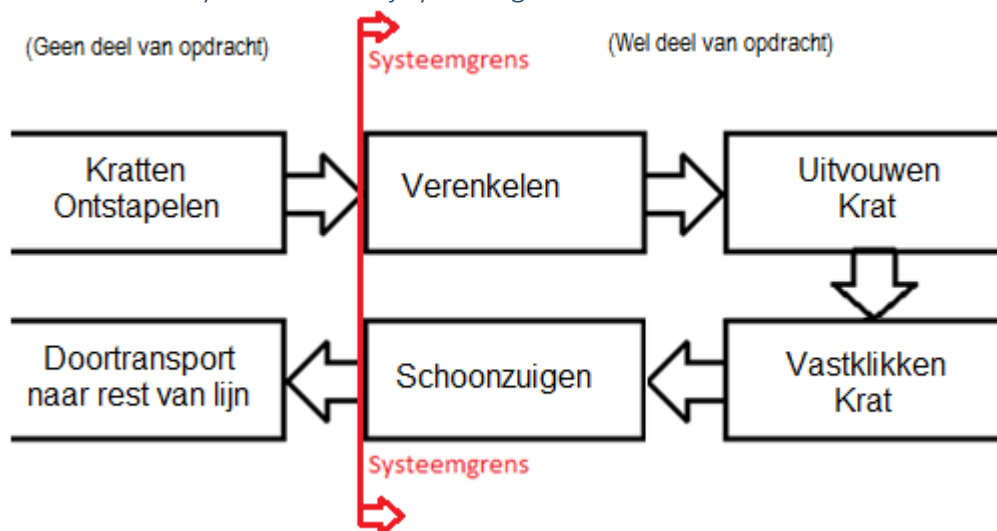
5.1 Tijdschema

Het afstuderen wordt uitgevoerd in 17 weken:

Kalenderweeknummer	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Schoolweek nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
startdag datum week	27-aug	3-sep	10-sep	17-sep	24-sep	1-okt	8-okt	15-okt	22-okt	29-okt	5-nov	12-nov	19-nov	26-nov	3-dec	10-dec	17-dec
Inwerken																	
Plan van Aanpak																	
Vooronderzoek (Deelproduct)																	
Conceptenverslag (Deelproduct)																	
Technisch Product Dossier (Eindproduct)																	
Afstudeerverslag (Eindproduct)																	

Tabel 1 – Tijdschema afstuderen.

5.2 Functieanalyse met daarbij systeemgrenzen

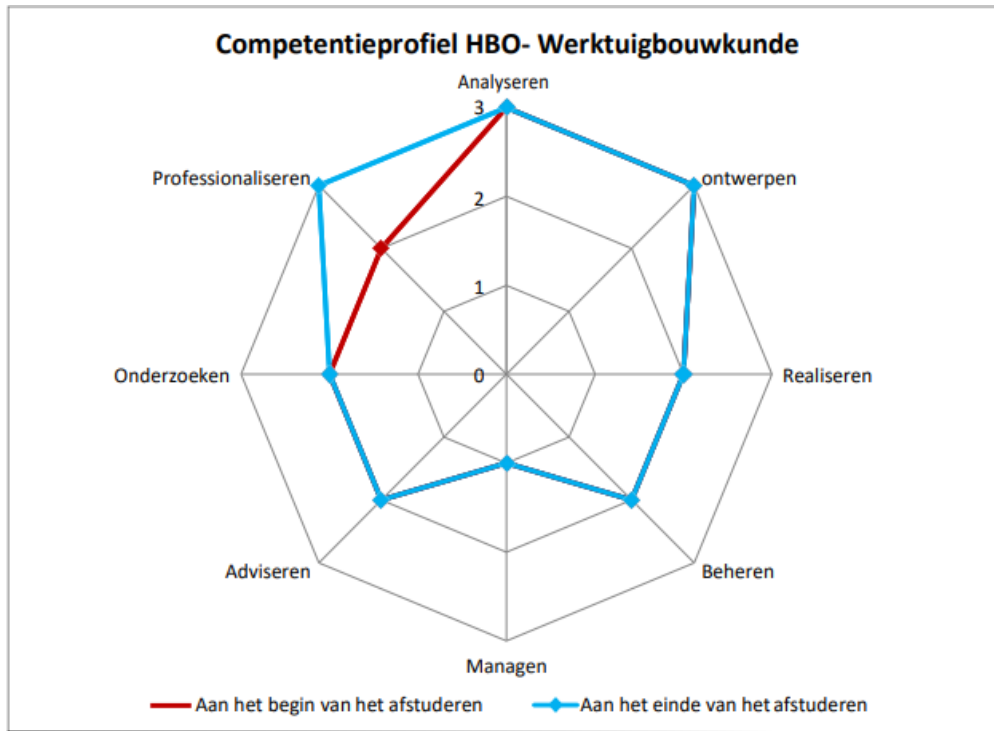


Afbeelding 3 – Functieanalyse in blokschema

In Bijlage 1 staat een functieanalyse in schematische weergave.

6. Competenties

Met de volgende competenties worden de niveaus door de afstudeerstage getoetst of deze niveau 3 zijn. Professionaliseren wordt verhoogd van niveau 2 naar 3. Van de 8 competenties die er zijn worden er 3 toegepast: Analyseren, ontwerpen en professionaliseren.

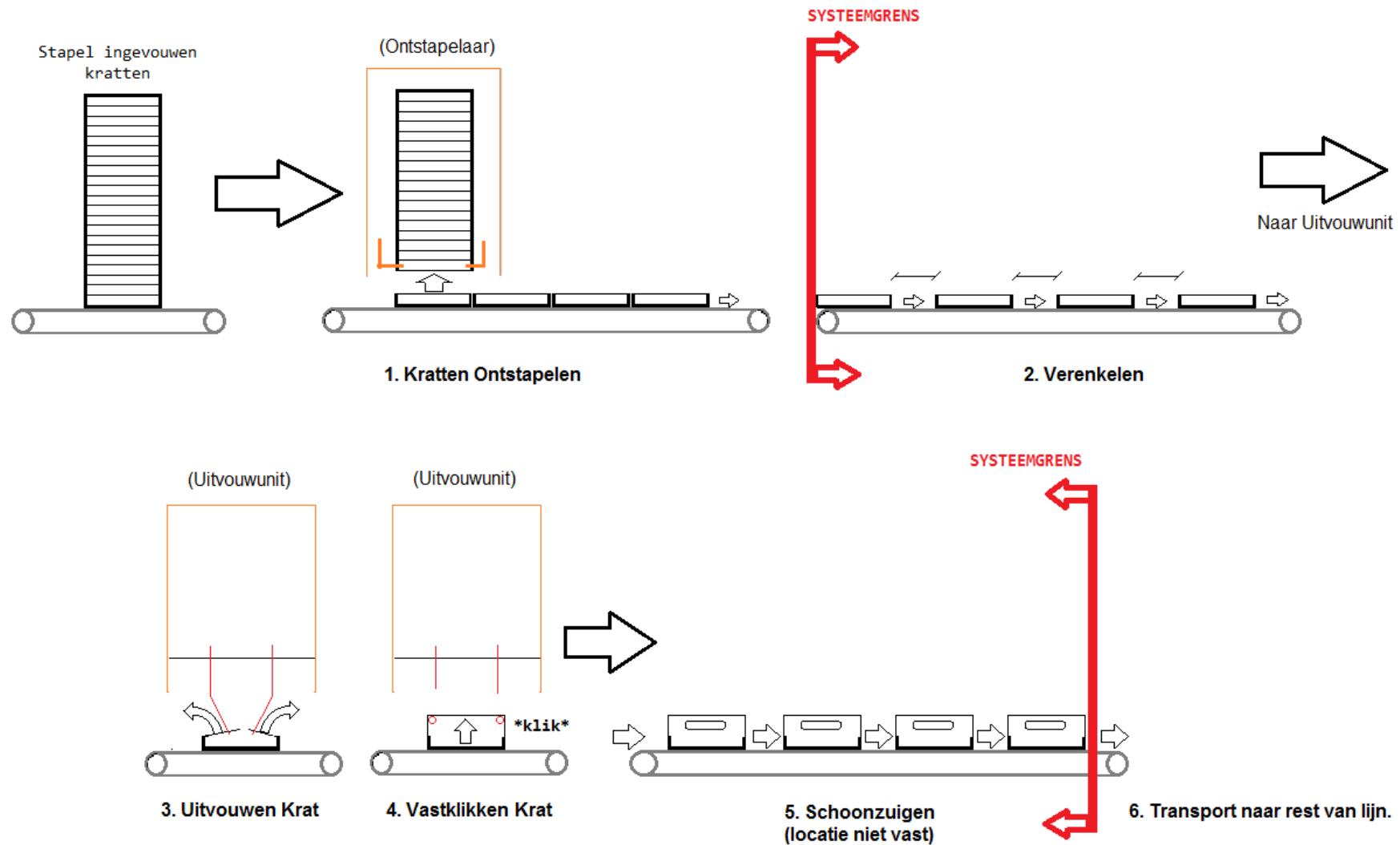


Afbeelding 6– Competentieprofiel HBO Werktuigbouwkunde, Bron: Studiewijzer Afstuderen Opleiding Werktuigbouwkunde Haagse Hogeschool.

De volgende competentietabel geeft verder aan welke competentie ik voor welk beoogd eindniveau wil halen. Zie ook Bijlage IV. Competentie voor de beschrijving van de competenties per niveau.

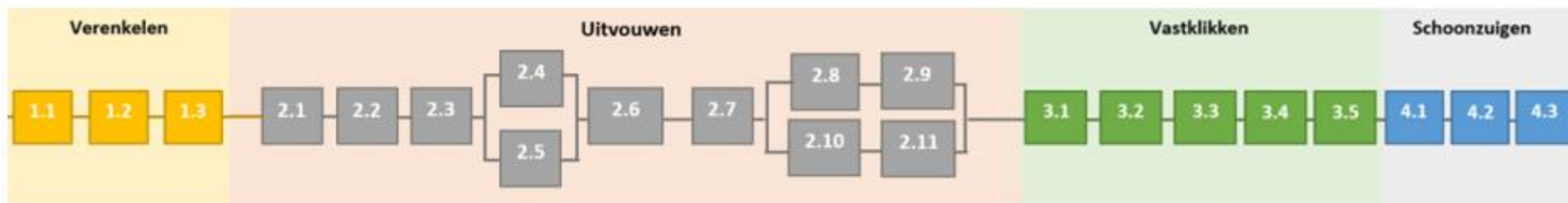
Competentie	Startniveau	Beoogd Eindniveau	Geplande activiteiten. SMART
1. Analyseren	2	3	Taktijdanalyse: Kan de machine een taktijd behalen van 1.25 seconden?
2. Ontwerpen	2	3	Morfologisch ontwerpen m.b.v. Kesselringmethode. Bedenken van concepten en maken van een eind ontwerp van de Kratten uitvouwmachine.
3. Realiseren	2	n.v.t.	
4. Beheren	2	n.v.t.	
5. Managen	1	n.v.t.	
6. Adviseren	2	n.v.t.	
7. Onderzoeken	2	3	Zijn er andere machines op de markt die deze kratten kunnen openen? Welke koopdelen zijn er toepasbaar in de machine met welke bevestigingen?
8. Professionaliseren	2	3	Verbetermethodes toepassen op ontwerp t.o.v. bestaande situatie. Professioneel ontwerpen.

Bijlage van het Plan van Aanpak - Functieanalyse schematische weergave

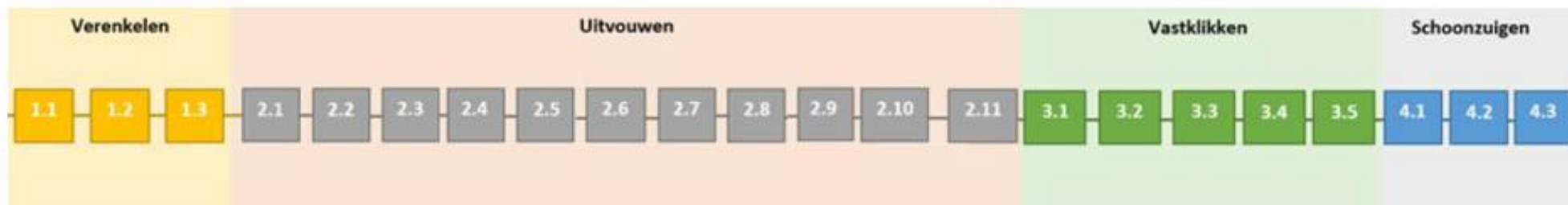


Bijlage II. Functieblokschema's

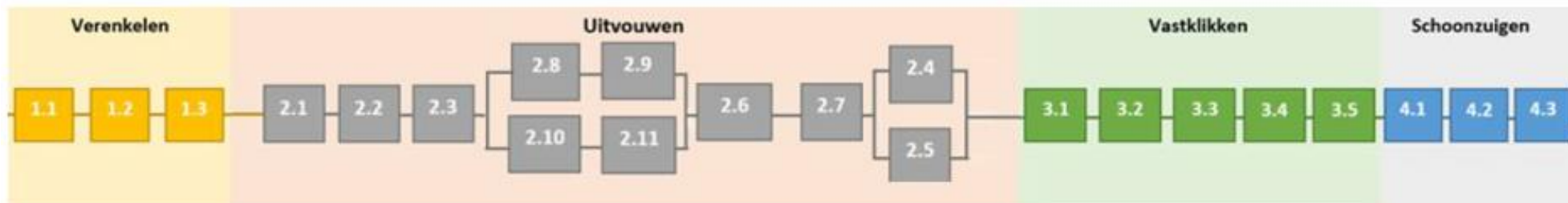
IFCO LL 4314



IFCO LL 4320



EUROPOOL 15404



Bijlage III. Morfologische overzichten

MORFOLOGISCH OVERZICHT EUROPOOL KRAT			Concept 1	Concept 2	Concept 2			
№	Deelfunctie	Uitleg deelfunctie schematisch	Oplossing 1	Oplossing 2	Oplossing 3	Oplossing 4	Oplossing 5	Oplossing 6
1.1	Uitmeten (Meten soorten kratten)		Invoeren op display	Laser Sensoren	Scannen QR-code			
1.2	Kratten tegenhouden		sensoren	Stapoerties	Indrukknoppen	Krat valt in een mal		
1.3	Kratten transporteren		Vlakke Band	Roller Transportband	fiessen Kettineen	Robotarm		
2.1	Krat positioneren		sensoren	Stapoerties	Indrukknoppen	Krat valt in een mal	Robotarm	
2.2	Positioneren van grippers		sensoren	Mechanisch Aansturen	PLC/elektrisch	Pneumatisch (Servo)		
2.3	Vastpakken zijanten krat		Zuignap	Pick en place	Pneumatische Drukcilinders	Elektrische cilinder	Gripper Vinger	
2.4	Omhoog bewegen v. zijde West		Gripper roteren	Zuignappen bewegen	Gripper Vinaer/Gripper	Pneumatisch		
2.5	Omhoog bewegen v. zijde Oost		Gripper roteren	Zuignappen bewegen	Gripper Vinaer/Gripper	Pneumatisch		
2.6	Vasthouden zijanten West-Oost		Zuignap vasthouden	Drukcilinder aansturen	Pneumatisch (Servo)	Gripper	Elektrische cilinder	
2.7	Positioneren van arm		Drukcilinders door gaten	Klemmen die glijden	Zuignappen aansturen	Klemmen die vastpakken	Gripper aansturen	
2.8	Vastgrijpen arm zijde Noord		Klemmen die glijden	Zuignappen die trekken	Drukcilinders	Gripper		
2.9	Omhoog bewegen v. zijde Noord met arm		Trekstang die klem trekt	Zuignappen die trekken	Klemmen die vastpakken	Gripper aansturen		
2.10	Vastgrijpen arm zijde Zuid		Klemmen die glijden	Zuignappen die trekken	Gripper			
2.11	Omhoog bewegen v. zijde Zuid met arm		Klemmen die trekken	Zuignappen die trekken	Klemmen die vastpakken	Gripper aansturen		
3.1	vastgrijpen bij klikpunten		Klemmen	Haken	Duwen/Trekken	Grijden	Drukcilinders	
3.2	Vastklikken		Cilinders onafhank.	Gripper indrukken	Trekken	Gripper Indrukken	Drukcilinders	
3.3	Loslaten grippers/arm		Drukcilinders door gaten	Gripper roteren	Zuignappen wegzosition.	Gripper roteren	Gripper wegzpositioneren	
3.4	Wegpositioneren van arm		Uitgeklapt laten, wegpositie	Draaicilinder	Robotarm aansturen	Trek-duwstang		
3.5	Doortransporteren wegvoeren en invoeren		Vlakke Band	Roller Transportband	fiessen Kettineen	Robotarm	Drukcilinders	
4.1	Positioneren zuigkop		sensoren	Mechanisch Aansturen	PLC/elektrisch	Pneumatisch (Servo)		
4.2	Schoonzuigen	Nvt	Nvt					
4.3	Wegpositioneren zuigkop		sensoren	Mechanisch Aansturen	PLC/elektrisch	Pneumatisch (Servo)		

MORFOLOGISCH OVERZICHT IFCO LL4314			Concept 2	Concept 1				
Fun	Deelfunctie	Uitleg deelfunctie schematisch	Oplossing 1	Oplossing 2	Oplossing 3	Oplossing 4	Oplossing 5	Oplossing 6
1.1	Uitmeten (Meten soorten kratten)							
1.2	Kratten tegenhouden							
1.3	Kratten transporteren							
2.1	Krat positioneren							
2.2	Positioneren van grippers							
2.3	Vastpakken zijanten krat							
2.4	Omhoog bewegen v. zijde West							
2.5	Omhoog bewegen v. zijde Oost							
2.6	Vasthouden zijanten West-Oost							
2.7	Positioneren van arm							
2.8	Vastgrijpen arm zijde Noord							
2.9	Omhoog bewegen v. zijde Noord met arm							
2.10	Vastgrijpen arm zijde Zuid							
2.11	Omhoog bewegen v. zijde Zuid met arm							
3.1	vastgrijpen bij klikpunten							
3.2	Vastklikken							
3.3	Loslaten grippers/arm							
3.4	Wegpositioneren van arm							
3.5	Doortransporteren wegvoeren en invoeren							
4.1	Positioneren zuigkop							
4.2	Schoonzuigen							
4.3	Wegpositioneren zuigkop							

MORFOLOGISCH OVERZICHT IFCO LL4320			Concept 1	Concept 2				
nr.	Deelfunctie	Uitleg deelfunctie schematisch	Oplossing 1	Oplossing 2	Oplossing 3	Oplossing 4	Oplossing 5	Oplossing 6
1.1	Uitmeten (Meten soorten kratten)		Invoeren op display	Laser Sensoren	Scannen QR-code			
1.2	Kratten tegenhouden		sensoren	Stopperties	Indrukknoppen	Krat valt in een mal		
1.3	Kratten transporteren		Vlakke Band	Roller Transportband	flessen Kettineen	Robotarm		
2.1	Krat positioneren		sensoren	Stopperties	Indrukknoppen	Krat valt in een mal	Robotarm	
2.2	Positioneren van grijpers		sensoren	Mechanisch Aansturen	PLC/elektrisch	Pneumatisch (Servo)		
2.3	Vastpakken zijanten krat		Zuignap	Plek en place	Pneumatische Drukcilinders	Elektrische cilinder	Gripper Vinger	
2.4	Omhoog bewegen v. zijde West		Drukcilinders door gaten	Gripper roteren	Zuignappen bewegen	Gripper Vinger/Gripper	Pneumatisch	
2.5	Omhoog bewegen v. zijde Oost		Drukcilinders door gaten	Gripper roteren	Zuignappen bewegen	Gripper Vinger/Gripper	Pneumatisch	
2.6	Vasthouden zijanten West-Oost		Zuignap vasthouden	Drukcilinder aansturen	Pneumatisch (Servo)	Griper	Elektrische cilinder	
2.7	Positioneren van arm		Drukcilinders door gaten	Klemmen die glijden	Zuignappen aansturen	Klemmen die vastpakken	Gripper aansturen	
2.8	Vastgrijpen arm zijde Noord		Drukcilinders door gaten	Zuignappen die trekken	Drukcilinders	Gripper		
2.9	Omhoog bewegen v. zijde Noord met arm		Drukcilinders door gaten	Zuignappen die trekken	Klemmen die vastpakken	Gripper aansturen		
2.10	Vastgrijpen arm zijde Zuid		Klemmen die glijden	Zuignappen die trekken	Gripper			
2.11	Omhoog bewegen v. zijde Zuid met arm		Klemmen die trekken	Zuignappen die trekken	Klemmen die vastpakken	Gripper aansturen		
3.1	vastgrijpen bij klikpunten		Klemmen	Haken	Duwen/Trekken	Gripen	Drukcilinders	
3.2	Vastklikken		Cilinders onafhank.	Gripper indrukken	Trekken	Gripper indrukken	Drukcilinders	
3.3	Loslaten grijpers/arm		Drukcilinders door gaten	Gripper roteren	Zuignappen weeposit.	Gripper Vinger	Gripper wegpotioneren	
3.4	Wegpositioneren van arm		met PLC wegpotioneren	Draaicilinder	Robotarm aansturen	Trek-duwstang		
3.5	Doortransporteren wegvoeren en invoeren		Vlakke Band	Roller Transportband	flessen Kettineen	Robotarm	Drukcilinders	
4.1	Positioneren zuigkop		sensoren	Mechanisch Aansturen	PLC/elektrisch	Pneumatisch (Servo)		
4.2	Schoonzuigen	Nvt	Nvt					
4.3	Wegpositioneren zuigkop		sensoren	Mechanisch Aansturen	PLC/elektrisch	Pneumatisch (Servo)		

Bijlage IV. Competentie-niveaus werktuigbouwkunde HHS

1. BoE domeincompetentie Analyseren (minimaal niveau eind major W: 3) (toelichting: deze omschrijving komt uit de Bachelor of Engineering (BoE))

Het analyseren van een engineeringvraagstuk omvat de identificatie van het probleem of klantbehoefte, de afweging van mogelijke ontwerpstrategieën / oplossingsrichtingen en het eenduidig in kaart brengen van de eisen / doelstellingen / randvoorwaarden. Hierbij wordt een scala aan methoden gebruikt, waaronder wiskundige analyses, computermodellen, simulaties en experimenten. Randvoorwaarden op het gebied van o.a. (bedrijfs) economie & commercie, mens & maatschappij, gezondheid, veiligheid, milieu & duurzaamheid worden hierbij meegenomen.

Competentie Werktuigbouwkunde: Analyseren

Competentie-niveaus			
Toelichting op deze tabel	Deze competentieniveaus zijn vastgesteld in de Bachelor of Engineering.		
	Competentie-niveau 1	Competentie-niveau 2	Competentie-niveau 3
Competentie-omschrijving	Analyseren van simpele werktuigbouwkundige functies	Analyseren van lastige WB functies	Analyseren van complexe werktuigbouwkundige functies
Niveau-omschrijving	Aard van de taak: eenvoudig, gestructureerd, past bekende methoden direct toe volgens vaststaande normen Aard van de context: bekend; eenvoudig, monodisciplinair Mate van zelfstandigheid: sturende begeleiding	Aard van de taak: complex, gestructureerd, past bekende methoden aan wisselende situaties aan Aard van de context: bekend; complex, monodisciplinair, in de praktijk onder begeleiding Mate van zelfstandigheid: Begeleiding indien nodig	Aard van de taak: complex, ongestructureerd, verbetert methoden en past normen aan de situaties aan Aard van de context: onbekend; complex, multidisciplinair in de praktijk Mate van zelfstandigheid: zelfstandig
Eisen m.b.t. de leertaken (BoE: gedragskenmerken)			
Toelichting op deze tabel	Omdat de domeincompetentie hierboven zo breed geformuleerd is, is deze hieronder opgesplitst in meerdere deelcompetenties. De onderwijsmakers kunnen aan de hand van deze tabel werktuigbouwkundige leertaken ontwerpen. Elke cel correspondeert met één leertaak.		
Toelichting	Deelcompetentie-niveau 1	Deelcompetentie-niveau 2	Deelcompetentie-niveau 3
Deelcompetentie 1a	Begeleid en gestructureerd selecteren van relevante, eenvoudige en bekende aspecten met betrekking tot een simpele vraagstelling	Indien nodig onder begeleiding gestructureerd selecteren van relevante complexe en bekende aspecten met betrekking tot een lastige vraagstelling	Zelfstandig selecteren van relevante complexe en onbekende aspecten uit een ongestructureerde context met betrekking tot de complexe vraagstelling
Deelcompetentie 1b	Begeleid aangeven wat de mogelijke invloed is op eenvoudige en bekende bedrijfseconomische, maatschappelijke en vakgebied gerelateerde aspecten	Indien nodig onder begeleiding gestructureerd aangeven wat de mogelijke invloed is op complexe en bekende bedrijfseconomische, maatschappelijke en vakgebied gerelateerde aspecten	Zelfstandig aangeven wat de mogelijke invloed is op complexe en onbekende bedrijfseconomische, maatschappelijke en vakgebied gerelateerde aspecten in een multidisciplinaire context
Deelcompetentie 1c	Begeleid formuleren van een heldere probleemstelling, doelstelling en opdracht aan de hand van simpele wensen van de klant	Indien nodig onder begeleiding formuleren van een heldere probleemstelling, doelstelling en opdracht aan de hand van bekende, complexe en gestructureerde wensen van de klant	Zelfstandig formuleren van een heldere probleemstelling, doelstelling en opdracht aan de hand van onbekende, complexe en ongestructureerde wensen van de klant in een multidisciplinaire context
Deelcompetentie 1d	Begeleid opstellen van een eenvoudig programma van (bekende technische & niet-technische) eisen voor een bekend probleem en dit vast kunnen leggen	Indien nodig onder begeleiding opstellen van programma van (bekende en complexe technische & niet-technische) eisen en dit vast kunnen leggen	Zelfstandig opstellen van een programma van (onbekende en complexe technische & niet-technische) eisen in een multidisciplinaire context en dit vast kunnen leggen
Deelcompetentie 1e	Begeleid modelleren van een bestaand eenvoudig product, proces of dienst	Indien nodig onder begeleiding modelleren van een bestaand bekend(e) en complex(e) product, proces of dienst	Zelfstandig modelleren van een bestaand onbekend(e) en complex(e) product, proces of dienst in een multidisciplinaire context

2. BoE domeincompetentie Ontwerpen (minimaal niveau eind major W: 3)

Het realiseren van een engineeringontwerp en hierbij kunnen samenwerken met engineers en niet-engineers. Het te realiseren ontwerp kan voor een apparaat, een proces of een methode zijn en kan meer omvatten dan alleen het technisch ontwerp, waarbij de engineer een gevoel heeft voor de impact van zijn ontwerp op de maatschappelijke omgeving, gezondheid, veiligheid, milieu, duurzaamheid (bijv. cradle-to-cradle) en commerciële afwegingen. De engineer maakt bij het opstellen van zijn ontwerp gebruik van zijn kennis van ontwerpmethodieken en weet deze toe te passen. Het te realiseren ontwerp is gebaseerd op het programma van eisen en vormt een volledige en correcte implementatie van alle opgestelde eisen.

Competentie Werktuigbouwkunde: Ontwerpen

	Competentie-niveau 1	Competentie-niveau 2	Competentie-niveau 3
Competentie-omschrijving	Ontwerpen van simpele werktuigbouwkundige functies	Ontwerpen van lastige WB functies	Ontwerpen van complexe werktuigbouwkundige functies
Niveau-omschrijving	I Aard van de taak: eenvoudig, gestructureerd, past bekende methoden direct toe volgens vaststaande normen Aard van de context: bekend; eenvoudig, monodisciplinair Mate van zelfstandigheid: sturende begeleiding	II Aard van de taak: complex, gestructureerd, past bekende methoden aan wisselende situaties aan Aard van de context: bekend; complex, monodisciplinair, in de praktijk onder begeleiding Mate van zelfstandigheid: Begeleiding indien nodig	III Aard van de taak: complex, ongestructureerd, verbetert methoden en past normen aan de situaties aan Aard van de context: onbekend; complex, multidisciplinair in de praktijk Mate van zelfstandigheid: zelfstandig
	Deelcompetentie-niveau 1	Deelcompetentie-niveau 2	Deelcompetentie-niveau 3
2a	Begeleid in staat zijn om vanuit de opgestelde eisen een eenvoudige concept-oplossing (architectuur) te bedenken en te kiezen	Indien nodig onder begeleiding in staat zijn om vanuit de opgestelde eisen een bekende en complexe concept-oplossing (architectuur) te bedenken en te kiezen	Zelfstandig in staat zijn om vanuit de opgestelde eisen een onbekende en complexe concept-oplossing (architectuur) te bedenken en te kiezen in een multidisciplinaire context
2b	Begeleid maken van gedetailleerde eenvoudige ontwerpen aan de hand van de gekozen eenvoudige concept-oplossing (architectuur)	Indien nodig onder begeleiding maken van gedetailleerde complexe ontwerpen aan de hand van de gekozen bekende en complexe concept-oplossing (architectuur)	Maken van gedetailleerde complexe ontwerpen aan de hand van de gekozen onbekende en complexe en concept-oplossing (architectuur) in een multidisciplinaire context
2c	Begeleid rekening kunnen houden met de bekende en eenvoudige maakbaarheid en testbaarheid van het ontwerp	Indien nodig onder begeleiding rekening kunnen houden met de bekende en complexe maakbaarheid en testbaarheid van het ontwerp	Zelfstandig rekening kunnen houden met de onbekende en complexe maakbaarheid en testbaarheid van het ontwerp in een multidisciplinaire context
2d	Het begeleid verifiëren van het eenvoudige ontwerp aan de hand van het eenvoudige programma van eisen	Het indien nodig onder begeleiding verifiëren van het complex ontwerp aan de hand van het complexe programma van eisen	Het zelfstandig verifiëren van het complexe ontwerp aan de hand van het complexe programma van eisen in multidisciplinaire context
2e	Begeleid selecteren van de juiste eenvoudige ontwerp-hulpmiddelen	Indien nodig onder begeleiding selecteren van de juiste bekende en complexe ontwerp-hulpmiddelen	Zelfstandig selecteren van de juiste onbekende en complexe ontwerp-hulpmiddelen in een multidisciplinaire context
2f	Begeleid opstellen van de documentatie ten behoeve van het eenvoudige product, de eenvoudige dienst of het eenvoudige proces	Indien nodig onder begeleiding opstellen van de documentatie ten behoeve van het complexe product, de complexe dienst of het complexe proces	Zelfstandig opstellen van de documentatie ten behoeve van het complexe product, de complexe dienst of het complexe proces in een onbekende of multidisciplinaire context

7. BoE domeincompetentie: Onderzoeken (minimaal niveau eind major W: 2, gewenst i.v.m. landelijke eisen: 3)

De engineer heeft een kritisch onderzoekende houding en maakt gebruik van geschikte methoden en technieken m.b.t. het vergaren en beoordelen van informatie, om toegepast onderzoek uit te kunnen voeren. Deze methoden kunnen zijn: literatuuronderzoek, het ontwerp en de uitvoering van experimenten, de interpretatie van data en computer simulaties. Hiervoor worden databanken, standaarden en (veiligheids)normen geraadpleegd.

Competentie Werktuigbouwkunde: Onderzoeken

	Competentie-niveau 1	Competentie-niveau 2	Competentie-niveau 3
Competentie-omschrijving	Onderzoeken van simpele werktuigbouwkundige functies	Onderzoeken van lastige WB functies	Onderzoeken van complexe werktuigbouwkundige functies
Niveau-omschrijving	I Aard van de taak: eenvoudig, gestructureerd, past bekende methoden direct toe volgens vaststaande normen Aard van de context: bekend; eenvoudig, monodisciplinair Mate van zelfstandigheid: sturende begeleiding	II Aard van de taak: complex, gestructureerd, past bekende methoden aan wisselende situaties aan Aard van de context: bekend; complex, monodisciplinair, in de praktijk onder begeleiding Mate van zelfstandigheid: Begeleiding indien nodig	III Aard van de taak: complex, ongestructureerd, verbetert methoden en past normen aan de situaties aan Aard van de context: onbekend; complex, multidisciplinair in de praktijk Mate van zelfstandigheid: zelfstandig
	Deelcompetentie-niveau 1	Deelcompetentie-niveau 2	Deelcompetentie-niveau 3
7a	Begeleid de doelstellingen van een gewenst onderzoek vanuit de eenvoudige vraagstelling opstellen	Indien nodig onder begeleiding de doelstellingen van een gewenst onderzoek vanuit de bekende en complexe vraagstelling opstellen	Zelfstandig de doelstellingen van een gewenst onderzoek vanuit de onbekende en complexe vraagstelling opstellen in een multidisciplinaire context
7b	Begeleid (wetenschappelijke) literatuur en eigen / andere informatiebronnen selecteren en verkrijgen om zich verder in de eenvoudige vraagstelling te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen kunnen valideren	Indien nodig onder begeleiding (wetenschappelijke) literatuur en eigen / andere informatiebronnen selecteren en verkrijgen om zich verder in de bekende en complexe vraagstelling te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen kunnen valideren	Zelfstandig (wetenschappelijke) literatuur en eigen / andere informatiebronnen selecteren en verkrijgen om zich verder in de onbekende en complexe vraagstelling te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen kunnen valideren in een multidisciplinaire context
7c	Begeleid de resultaten samenvatten, structureren en interpreteren en conclusies trekken in relatie tot de eenvoudige onderzoeksvraag	Indien nodig onder begeleiding de resultaten samenvatten, structureren en interpreteren en conclusies trekken in relatie tot de bekende en complexe onderzoeksvraag	Zelfstandig de resultaten samenvatten, structureren en interpreteren en conclusies trekken in relatie tot de onbekende en complexe onderzoeksvraag in een multidisciplinaire context
7d	Begeleid eenvoudige resultaten te rapporteren volgens de in het werkveld geldende standaard	Indien nodig onder begeleiding bekende en complexe resultaten te rapporteren volgens de in het werkveld geldende standaard	Zelfstandig onbekende en complexe resultaten te rapporteren volgens de in het werkveld geldende standaard in een multidisciplinaire context
7e	Begeleid op basis van de verkregen resultaten de gekozen eenvoudige aanpak kritisch evalueren en aanbevelingen te doen voor vervolgonderzoek	Indien nodig onder begeleiding op basis van de verkregen resultaten de gekozen bekende en complexe aanpak kritisch evalueren en aanbevelingen te doen voor vervolgonderzoek	Op basis van de verkregen resultaten de gekozen onbekende en complexe aanpak kritisch evalueren en aanbevelingen te doen voor vervolgonderzoek in een multidisciplinaire context

8.BoE domeincompetentie: Professionaliseren (minimaal niveau eind major W: 2, afstuderen: 3)

Het zich eigen maken en bijhouden van vaardigheden die benodigd zijn om de engineering competenties effectief uit te kunnen voeren. Deze vaardigheden kunnen ook in breder verband van toepassing zijn. Dit omvat onder meer het hebben van een internationale oriëntatie en het kunnen plaatsen van de nieuwste ontwikkelingen, bijvoorbeeld in relatie tot maatschappelijke normen, waarden en ethische dilemma's.

Competentie Werktuigbouwkunde: Professionaliseren

	Competentie-niveau 1	Competentie-niveau 2	Competentie-niveau 3
Competentie-omschrijving	Ontwikkelen van simpele vaardigheden nodig in het werktuigbouwkundige werkveld	Ontwikkelen van lastige vaardigheden nodig in het werktuigbouwkundige werkveld	Ontwikkelen van complexe vaardigheden nodig in het werktuigbouwkundige werkveld
Niveau-omschrijving	I Aard van de taak: eenvoudig, gestructureerd, past bekende methoden direct toe volgens vaststaande normen Aard van de context: bekend; eenvoudig, monodisciplinair Mate van zelfstandigheid: sturende begeleiding	II Aard van de taak: complex, gestructureerd, past bekende methoden aan wisselende situaties aan Aard van de context: bekend; complex, monodisciplinair, in de praktijk onder begeleiding Mate van zelfstandigheid: Begeleiding indien nodig	III Aard van de taak: complex, ongestructureerd, verbetert methoden en past normen aan de situaties aan Aard van de context: onbekend; complex, multidisciplinair in de praktijk Mate van zelfstandigheid: zelfstandig
	Deelcompetentie-niveau 1	Deelcompetentie-niveau 2	Deelcompetentie-niveau 3
8a	Begeleid een eenvoudig leerdoel en leerstrategie bepalen en uitvoeren en het resultaat terugkoppelen naar het leerdoel	Indien nodig onder begeleiding een bekend en complex leerdoel en leerstrategie bepalen en uitvoeren en het resultaat terugkoppelen naar het leerdoel	Op zelfstandige wijze een onbekend en complex leerdoel en leerstrategie bepalen en uitvoeren in een multidisciplinaire context en het resultaat terugkoppelen naar het leerdoel
8b	Zich begeleid flexibel opstellen in uiteenlopende eenvoudige beroepssituaties	Zich indien nodig onder begeleiding flexibel opstellen in uiteenlopende bekende en complexe beroepssituaties	Zich zelfstandig flexibel opstellen in uiteenlopende onbekende en complexe beroepssituaties in een multidisciplinaire context
8c	Bij eenvoudige beroepsmatige en ethische dilemma's begeleid een afweging maken en een besluit nemen, rekening houdend met geaccepteerde normen en waarden	Bij bekende en complexe beroepsmatige en ethische dilemma's indien nodig onder begeleiding een afweging maken en een besluit nemen, rekening houdend met geaccepteerde normen en waarden	Bij onbekende en complexe beroepsmatige en ethische dilemma's een afweging maken en een besluit nemen, rekening houdend met geaccepteerde normen en waarden in een multidisciplinaire context
8d	Op constructieve wijze begeleid eenvoudige feedback kunnen geven en ontvangen, zowel op gedrag als inhoud	Op constructieve wijze indien nodig onder begeleiding bekende en complexe feedback kunnen geven en ontvangen, zowel op gedrag als inhoud	Op constructieve wijze zelfstandig onbekende en complexe feedback kunnen geven en ontvangen, zowel op gedrag als inhoud in een multidisciplinaire context
8e	Begeleid kunnen reflecteren op eigen eenvoudig(e) handelen, denken en resultaten	Begeleid kunnen reflecteren op eigen bekend(e) en complexe handelen, denken en resultaten	Zelfstandig kunnen reflecteren op eigen onbekende en complexe handelen, denken en resultaten in een multidisciplinaire context
8f	Begeleid kunnen gebruiken van diverse eenvoudige communicatievormen en -middelen om effectief te kunnen communiceren in het Nederlands en Engels.	Indien nodig onder begeleiding kunnen gebruiken van diverse bekende en complexe communicatievormen en -middelen om effectief te kunnen communiceren in het Nederlands en Engels.	Zelfstandig kunnen gebruiken van diverse onbekende en complexe communicatievormen en -middelen om effectief te kunnen communiceren in het Nederlands en Engels in een multidisciplinaire context

Bijlage V. Unster test – trekkracht proef

Bij alle kratten is er een trekproef gedaan hoeveel kracht het kost een zijde op een bepaalde kracht te kunnen sluiten en vast te klikken. Dit is gefilmd en afgespeeld op halve snelheid. De laatste waarde van de unster voordat de krat vastklikt is er een screenshot gemaakt. De waardes zijn hieronder te zien. De waardes zijn nuttig om een indicatie te geven hoeveel trekkracht er nodig is en op welke positie op de kratzijde dit het beste kan.

EUROPOOL 15404

	Functie: Openen krat Trekpositie: In het midden bovenaan krat Meetrekken van korte zijdes. Waarde unster: 1.845 [kg] Trekkracht benodigd: 18.14 [N]
	Functie: Openen krat Trekpositie: In het midden bovenaan krat (korte zijdes zijn al uit) Trekkracht benodigd: 0,155 [kg] Trekkracht benodigd: 1.52 [N]

IFCO 4314

	Functie: Vastklikken krat Trekpositie: bij klikpunt korte zijde krat, bovenaan. Waarde unster: 1,255 [kg] Trekkracht benodigd: 1,26 [N]
---	--

	Functie: Vastklikken krat Trekpositie: midden van korte zijde krat, bovenaan. Waarde unster: : 2.865 [kg] Trekkracht benodigd: 28.44 [N]
	Functie: Vastklikken krat Trekpositie: midden van korte zijde krat, onder handvat. Waarde unster: 14,75 [kg] Trekkracht benodigd: meer dan 147 [N]
	Functie: Vastklikken krat Trekpositie: in het midden aan onderkant van het handvat van de krat. Waarde unster: 8.540 [kg] Trekkracht benodigd: 83.74 [N]
	Functie: Vastklikken krat Trekpositie: In het midden aan bovenkant krat. Waarde unster: 9.615 [kg] Trekkracht benodigd: 94,29 [N]

IFCO 4320

Bijlage VI. Onderdelenlijst met berekende positioneringstijd

Stuklijst onderdelen met positioneringstijd

Stuklijst onderdelen met positioneringstijd								Onderdelen actief bij volgende krat:		
Machinedeel en onderdeel	Aantal	Soort product	Functie	Procestijd bepaald uit	Fabrikant	Procestijd IN	Procestijd UIT	EUROPOOL 15404	IFCO 4314	IFCO 4320
Grijper EUROPOOL										
EXCT-30-200-250-KF	1	Lineair gear	Gripper voor openen oostzijde	Bijlage IX. Lineair portaal berekening	Festo	0,58	0,58	✓		
ADN-32-170-A	1	Cilinder	Roteert zijframe	Bijlage X. Takttijdsimulaties cilinder	Festo	0,575	0,597	✓		
FEN-12-10	1	Geleiding voor cilinder	Geleiding gripper voor DSNU	Bijlage X. Takttijdsimulaties cilinder	Festo	0,206	0,167	✓		
DSNU-12-10	1	Cilinder voor FEN	Klemt gripper met krat	Bijlage X. Takttijdsimulaties cilinder	Festo	0,206	0,167	✓		

Flessenkettingband

Flessenkettingbaan	1	Flessenkettingenband	Bandtransport	Bijlage VII. Flessenkettingenband	Misumi	0,55	0,55	✓	✓	✓
--------------------	---	----------------------	---------------	-----------------------------------	--------	------	------	---	---	---

Pushers

DSNU-8-45-P-A	4	Cilinder	Pusher	Bijlage X. Takttijdsimulaties cilinder	Festo	0,443	0,448		✓	✓
---------------	---	----------	--------	--	-------	-------	-------	--	---	---

Grijper IFCO

AEN-16-20	2	Railcilinder voor frame	Cilinder beweegt rails van zijgrijper	Bijlage X. Takttijdsimulaties cilinder	Festo	0,29	0,361		✓	✓
ADN-32-230	2	Framecilinder	Roteert het frame van de zijgrijpers	Bijlage X. Takttijdsimulaties cilinder	Festo	0,764	0,804		✓	✓
FEN-32-15	2	Geleiding voor cilinder	Geleiding voor de trekcilinder	Bijlage X. Takttijdsimulaties cilinder	Festo	0,182	0,195		✓	✓
DSNU-32-15	2	Cilinder met FEN	Klemt gripper met krat	Bijlage X. Takttijdsimulaties cilinder	Festo	0,182	0,195		✓	✓

Klemcilinders

ADN-32-120	4	Stuurcilinder	Laat frame 90 graden draaien	Bijlage X. Takttijdsimulaties cilinder	Festo	0,58	0,591		✓	✓
ADNGF-16-20	4	Klemcilinder	Klemt de zijkant van de krat	Bijlage X. Takttijdsimulaties cilinder	Festo	0,428	0,426	✓	✓	✓

Bijlage VII. Flessenkettingband berekening transporttijd

De transporttijd die we willen halen = 0.5 sec

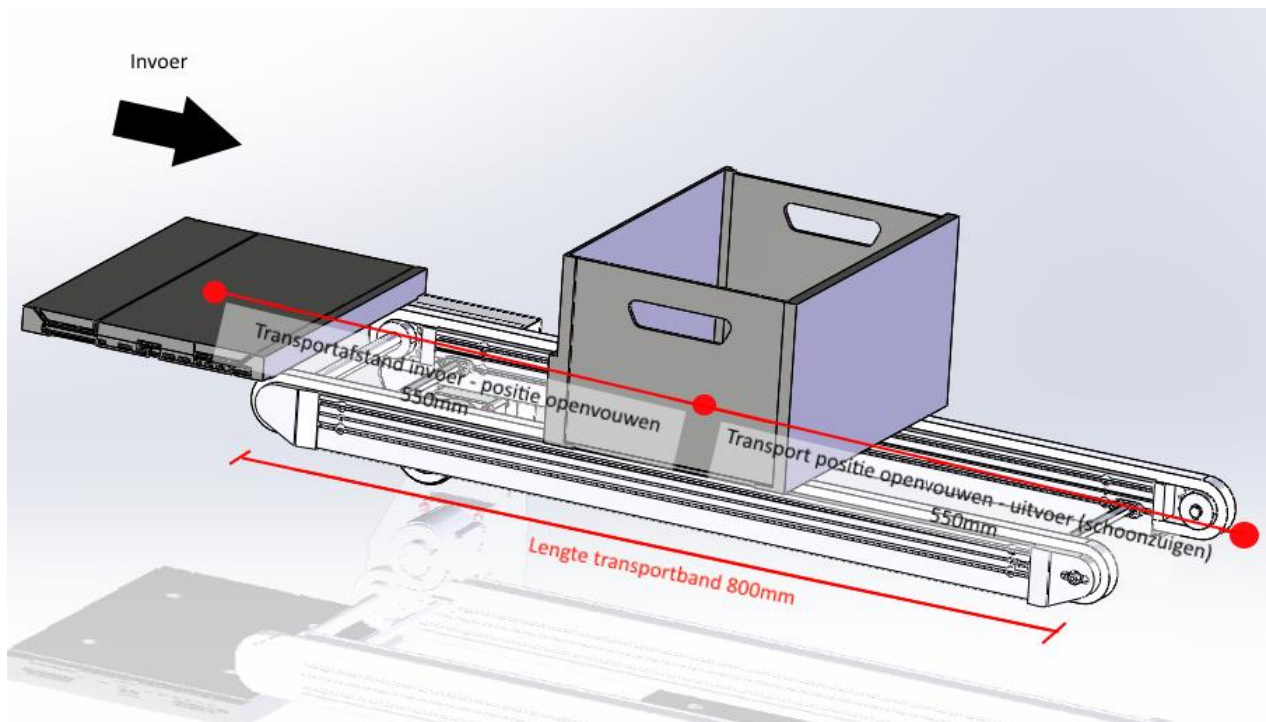
1. Transportlengtes

Lengte van de band = 800mm

Transportafstand invoer = Begin van band naar het midden van band = Helft van de lengte van de band + helft van kratbreedte)

Transportafstand invoer = 400 + 150 = 550mm

Transportafstand uitvoer = Transportafstand invoer = 550mm



2. Transporttijd

Gewenste transporttijd = 0.5 seconde

$$\text{Benodigde gemiddelde bandsnelheid} = \frac{\text{lengte}}{\text{gewenste transporttijd}} = \frac{0.55}{0.5} = 1.1 \text{ m/s} = 66 \text{ m/min}$$

Een waarde van 66 meter per minuut kan de band niet behalen volgens de documentatie, we moeten een hogere transporttijd nemen.

■ Gearhead Reduction Ratio

*May decrease depending on load condition.

Gearhead Reduction Ratio	Belt Speed (m/min)	
	50Hz	60Hz
5	53.7	64.4
7.5	35.8	43.0
9	29.8	35.8
12.5	21.5	25.8
15	17.9	21.5
18	14.9	17.9
25	10.7	12.9
30	9.0	10.7
36	7.5	9.0
50	5.4	6.4
60	4.5	5.4
75	3.6	4.3
90	3.0	3.6
100	2.7	3.2
120	2.2	2.7
150	1.8	2.1
180	1.5	1.8

We nemen een transporttijd van 60 m/min.

De transporttijd wordt dan: $\frac{0.55}{1} = 0.55$ sec per krat

3. Test capaciteit band

De Gearhead Reduction Ratio bij 60m/min bij een spanning van 60Hz volgens

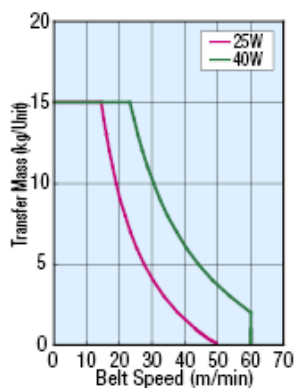
Nu kunnen we kijken of het getransporteerde gewicht voldoet aan de snelheid van de band

Gewicht: 1 krat weegt max 1kg, uitgaande van max 2 kratjes op de band = 2 kg

Gewenste bandsnelheid: 60m/min

■ Conveying Capacity

* Reference Value



De band kan maximaal 2 kraten de bandsnelheid behouden van 60m/min met een 40 W motor. We kiezen hiermee dus voor een 40W motor.

4. Motorspecificatie

De Gearhead Reduction Ratio is volgens tabel 2 bij 60m/min bij een spanning van 60Hz: 5

Met deze gegevens kunnen we verder kijken wat voor motor we kunnen kiezen:

* A Dimension Details

Output (W)	Motor Specification	Manufacturer	Reduction Ratio	A
25W	Induction Motor	Panasonic	5-180	115.0
		Oriental	5-18	117.0
			25-180	127.5
	Variable Speed Motor	Panasonic	5-180	125.0
		Oriental	5-18	127.0
			25-180	137.5
40W	Induction Motor	Panasonic	5-180	142.0
		Oriental	5-18	147.0
			25-180	165.0
	Variable Speed Motor	Panasonic	5-180	152.0
		Oriental	5-18	157.0
			25-180	175.0

We kiezen voor een variabele snelheidsmotor van 40W van Panasonic, met een reduction ratio van 5.

Conclusie

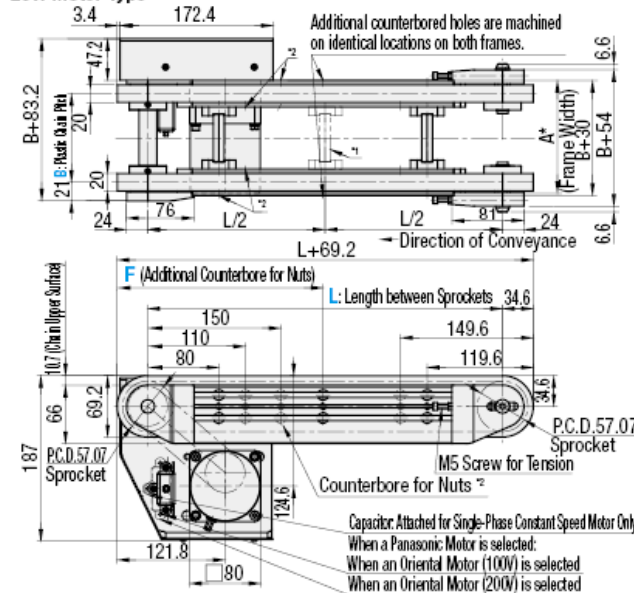
- Een transportsnelheid van 0.5 is niet haalbaar. Een transporttijd van tenminste 0.55 sec is benodigd.
- De band heeft een motor van 40W nodig en het gewicht van de kratten kan door de band getransporteerd worden met de bandsnelheid die nodig is.

Bijlage VIII. Datablad flessenkettingband Misumi

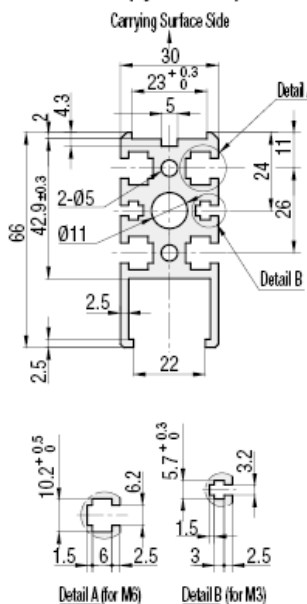
		Plastic Chain Conveyors Dual Track, End Drive, 3-Groove Frame (Sprocket Dia. 57mm)			
		Part Number CVSPA-300-800-40-TA230-SCM-5-D-A		20181211083455	
1. Belt Width [B](mm)	300	2. Conveyor Length [L](mm)	800		
Conveyor Max. Load(kg)	15	Belt speed(m/min)	64.4		
Belt Type	Plastic Chain	Lateral Movement Prevention	Meandering prevention crown pulley		
Drive Roller Dia.(mm)	57	Drive Module Position	Multi-row head drive		
Reverse Switch Option	No	3. Motor Output (W)	40		
4. Motor Voltage (No Motor)	-	4. Motor Voltage (Single-Phase) TA(V)	230		
4. Motor Voltage (Three-Phase) SA(V)	-	5. Motor Type	[SCM] Variable Speed Motor		
6. Gearhead Reduction Ratio	5	7. Belt Spec.	Anti-Static		
Motor Manufacturer Selection	[A] Panasonic Motor	-	-		

CVSPA

25W Motor Type



Frame Cross Section and Enlarged View (Symmetrical)



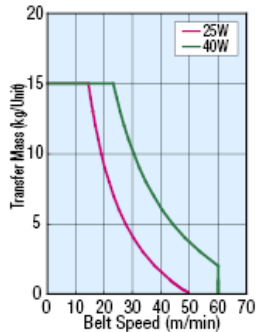
■ Gearhead Reduction Ratio

*May decrease depending on load condition.

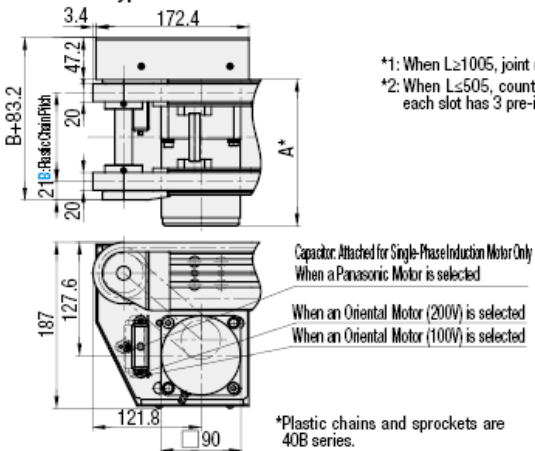
Gearhead Reduction Ratio	Belt Speed (m/min)	50Hz	60Hz
5	53.7	64.4	
7.5	35.8	43.0	
9	29.8	35.8	
12.5	21.5	25.8	
15	17.9	21.5	
18	14.9	17.9	
25	10.7	12.9	
30	9.0	10.7	
36	7.5	9.0	
50	5.4	6.4	
60	4.5	5.4	
75	3.6	4.3	
90	3.0	3.6	
100	2.7	3.2	
120	2.2	2.7	
150	1.8	2.1	
180	1.5	1.8	

■ Conveying Capacity

*Reference Value



40W Motor Type



*1: When L≥1005, joint mounted

*2: When L≤505, counterbores for the nuts will not be provided. However, each slot has 3 pre-inserted nuts provided.

Motor Specifications

Output (W)	Motor Specification	Manufacturer	Reduction Ratio	Motor length (A)
25W	Constant Speed Motor	Panasonic	5-180	115.0
		Oriental	5-18	117.0
	Variable Speed Motor	Panasonic	25-180	127.5
		Oriental	5-180	125.0
40W	Constant Speed Motor	Panasonic	5-18	127.0
		Oriental	25-180	137.5
	Variable Speed Motor	Panasonic	5-180	142.0
		Oriental	5-18	147.0
		Panasonic	25-180	165.0
		Oriental	5-180	152.0
		Panasonic	5-18	157.0
		Oriental	25-180	175.0

Bijlage IX. Berekening Lineair portaal EXCT-30

Bepalen van:

- Norminal load op het portaal berekenen
- Maximale versnelling
- Maximale snelheid
- Totaal afgelegde weg
- Snelheid

Formule voor de benodigde koppel M en de benodigde normale roterende snelheid n

Voor EXCT-30 geldt:

and Z-axis stroke = 250 mm:

$$M_{45^\circ} = a \times (11.3 \times m_L + 8.89 \times J_m + 99.1) \times 10^{-3} + 0.08 \times (4.7 + m_L) + M_R$$

Daarbij geldt

a = versnelling [m/s²]

v = snelheid [m/s]

m_L = attachment component (Z-axis) [kg] with payload

J_m = moment of inertia of motor [kgcm²] (Voor EXCT-30 geldt 3.085)

M_R = friction torque [Nm] (1,8 bij 5 m/s)

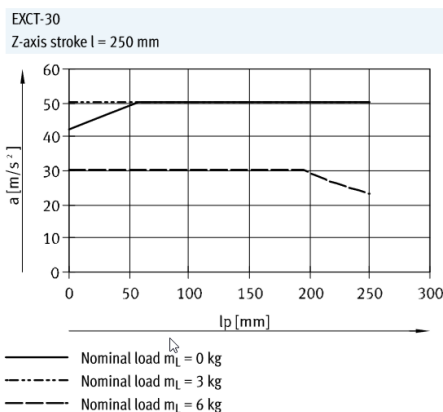
n_{45°} = nominal speed at 45° travel [rpm]

Norminal load m_L berekenen:

Massa Z arm=1,55kg

Massa Z-arm+ Massa Grijper + optillen krat = Nominal load M_L = 0,105kg + 0.155kg+1.55= **1.81 kg**

Maximale versnelling [a] bepalen:



bron:

https://www.festo.com/cat/nl_nl/data/doc_engb/PDF/EN/EXCT_EN.PDF pagina 11

a = ca. 50 [m/s²]

Resultaat

Met een bewegende massa van 1.81kg en een positie van van de Z-as van 250mm, bedraagt de maximale versnelling in de Y-richting 50 [m/s²]

1. Totaal Afgelegde weg van de grijper bepalen

Afstanden grijper geheel cyclus:

Positie	Afstand y	Afstand Z	Afstand totaal
1	0	-240	240
2	40	0	40
3	135	105	148.50
4	-40	0	40
5	-135	135	191.00
TOTAAL	0	0	659,5 mm

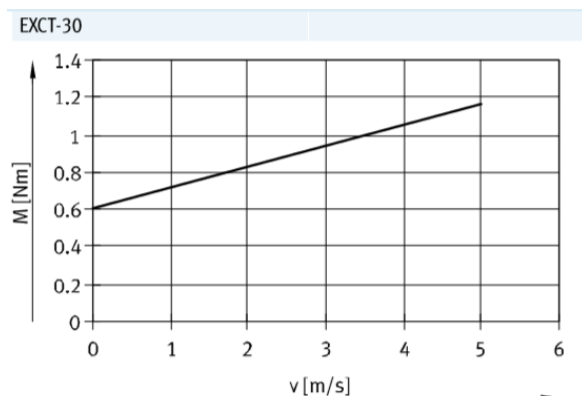
Stotaal = 659,5 [mm] = 0,66 [m]

t = 0,58 [s]

a = 2 [m/s²]

$$a = \frac{v}{t} \rightarrow 2 = \frac{v}{0.58}$$

Gewenste Vgem = 1.16 [m/s]



2. Resultaat

Met een bewegende massa van 3kg en een positie van 250 mm is de maximaal toegestane versnelling van het systeem 50 [m/s²] en de maximale snelheid 5 [m/s]. De snelheid van 1.14 [m/s] en een versnelling van 2 [m/s²] is dus toegestaan.

Bijlage X. Taktijd simulaties gekozen cilinders

Simulatie Zijgrijper IFCO - DSNU-32-15- Cilinder In



Input values - system parameters

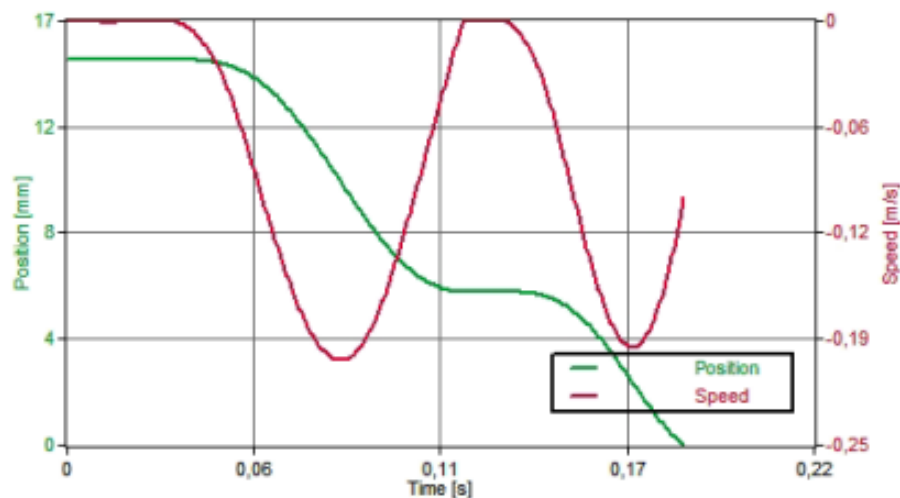
Required stroke	0.015 m	Direction of movement	Retract
Moving mass	10 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	20 deg		

Bill of materials

Cylinder	DSNU-32-15-P-A	193992		
Flow control valve	GRLA-1/8-QS-8-D	193145	Settings:	Flow rate 3.8 Revolutions open
Valve	VUVG-L14-B52-ZT-G18-1P3	566509		
Silencer	U -1/8	2307		
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 1	QS-1/8-8	153004		
Tubing [air supply > valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 2	QS-1/8-8	153004		

Calculated results

Total positioning time	0.182 s	Impact speed	-0.104 m/s
Average speed	0.090 m/s	Max. speed	0.199 m/s
Air Consumption per Cycle	0.534 l		
Kinetic impact energy	0.054 J		



Simulatie Zijgrijper IFCO - DSNU-32-15- Cilinder uit

FESTO

Input values - system parameters

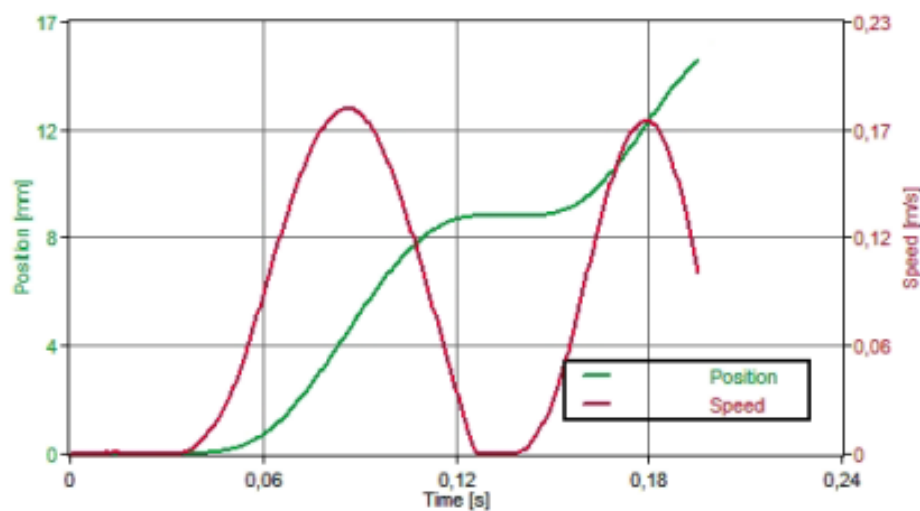
Required stroke	0.015 m	Direction of movement	Extend
Moving mass	10 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	70 deg		

Bill of materials

Cylinder	DSNU-32-15-P-A	193992		
Flow control valve	GRLA-1/8-QS-8-D	193145	Settings:	Flow rate 3.5 Revolutions open
Valve	VUVG-L14-B52-ZT-G18-1P3	566509		
Silencer	U -1/8	2307		
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 1	QS-1/8-8	153004		
Tubing [air supply > valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 2	QS-1/8-8	153004		

Calculated results

Total positioning time	0.195 s	Impact speed	0.097 m/s
Average speed	0.090 m/s	Max. speed	0.185 m/s
Air Consumption per Cycle	0.534 l		
Kinetic impact energy	0.048 J		



Simulatie Zijgrijper ADN-32-230-A-P-A Cilinder In

FESTO

Input values - system parameters

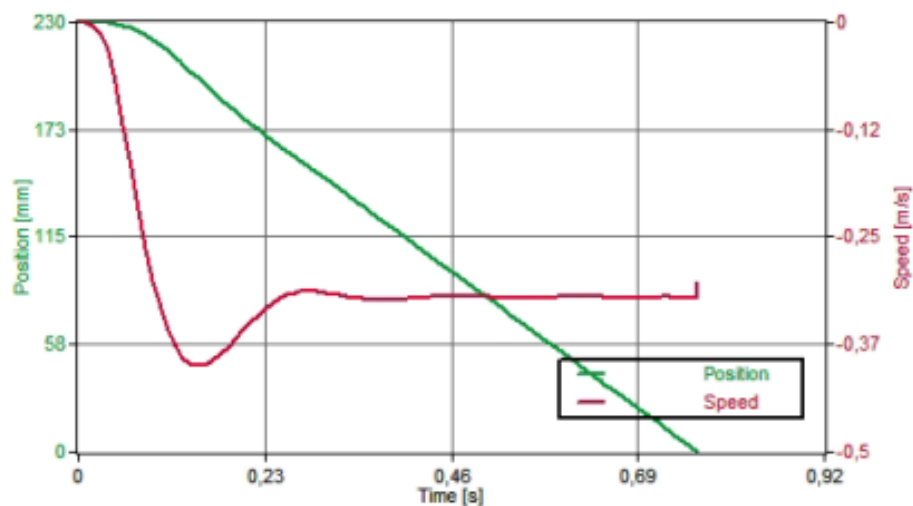
Required stroke	0.23 m	Direction of movement	Retract
Moving mass	8 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	84.00000000000002 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADN-32-230-A-P-A	536267		
Flow control valve	GRLA-1/8-QS-8-D	193145	Settings:	Flow rate 6.6 Revolutions open
Valve	VUVG-L14-B52-ZT-G18-1P3	566509		
Silencer	U -1/8	2307		
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 1	QS-1/8-8	153004		
Tubing [air supply > valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 2	QS-1/8-8	153004		

Calculated results

Total positioning time	0.764 s	Impact speed	-0.300 m/s
Average speed	0.310 m/s	Max. speed	0.398 m/s
Air Consumption per Cycle	2.727 l		
Kinetic impact energy	0.371 J		



Simulatie Zijgrijper ADN-32-230-A-P-A Cilinder Uit

FESTO

Input values - system parameters

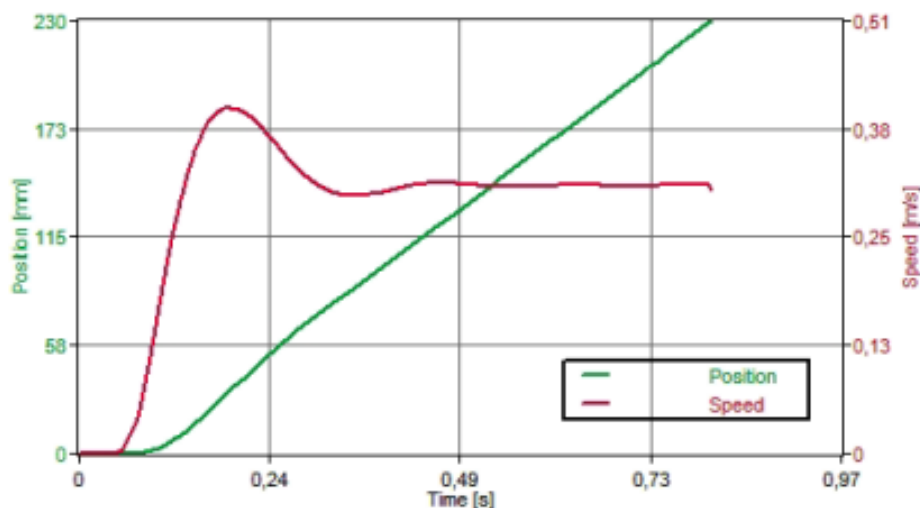
Required stroke	0.23 m	Direction of movement	Extend
Moving mass	8 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	84.00000000000002 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADN-32-230-A-P-A	536267		
Flow control valve	GRLA-1/8-QS-8-D	193145	Settings:	Flow rate 6.4 Revolutions open
Valve	VUVG-L14-B52-ZT-G18-1P3	566509		
Silencer	U -1/8	2307		
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 1	QS-1/8-8	153004		
Tubing [air supply > valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 2	QS-1/8-8	153004		

Calculated results

Total positioning time	0.804 s	Impact speed	0.309 m/s
Average speed	0.290 m/s	Max. speed	0.405 m/s
Air Consumption per Cycle	2.727 l		
Kinetic impact energy	0.394 J		



Simulatie Zijgrijper ADN-32-15 Grijpcilinder In

FESTO

Input values - system parameters

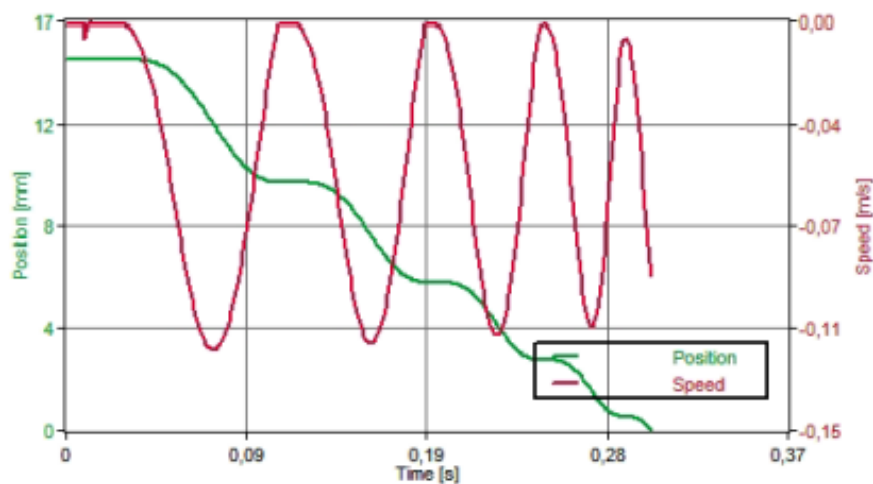
Required stroke	0.015 m	Direction of movement	Retract
Moving mass	10 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	20 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADN-32-15-A-P-A	536270		
Flow control valve	GRLA-1/8-QS-8-D	193145	Settings:	Flow rate 3.2 Revolutions open
Valve	VUVG-L14-B52-ZT-G18-1P3	566509		
Silencer	U -1/8	2307		
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 1	QS-1/8-8	153004		
Tubing [air supply > valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 2	QS-1/8-8	153004		

Calculated results

Total positioning time	0.300 s	Impact speed	-0.093 m/s
Average speed	0.050 m/s	Max. speed	0.120 m/s
Air Consumption per Cycle	0.476 l		
Kinetic impact energy	0.044 J		



Simulatie Zijgrijper ADN-32-15 Grijpcilinder Uit

FESTO

Input values - system parameters

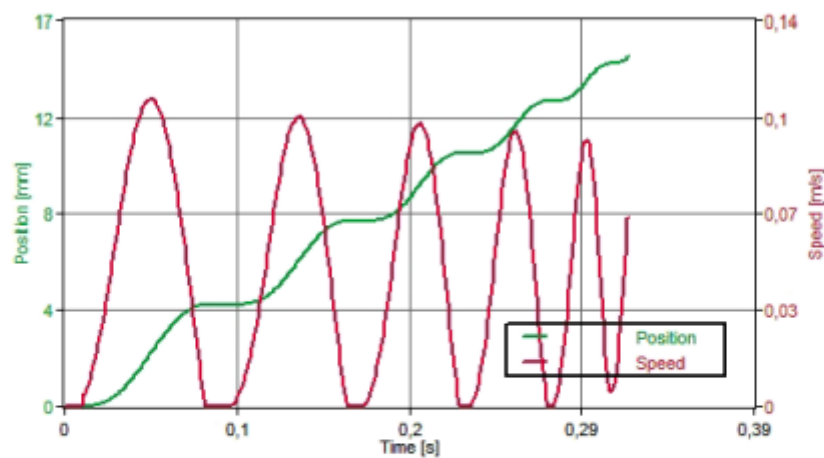
Required stroke	0.015 m	Direction of movement	Extend
Moving mass	10 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	20 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADN-32-15-A-P-A	536270		
Flow control valve	GRLA-1/8-QS-8-D	193145	Settings:	Flow rate 2.9 Revolutions open
Valve	VUVG-L14-B52-ZT-G18-1P3	566509		
Silencer	U -1/8	2307		
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 1	QS-1/8-8	153004		
Tubing [air supply > valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 2	QS-1/8-8	153004		

Calculated results

Total positioning time	0.319 s	Impact speed	0.067 m/s
Average speed	0.050 m/s	Max. speed	0.109 m/s
Air Consumption per Cycle	0.476 l		
Kinetic impact energy	0.023 J		



Simulatie Zijgrijper ADN-16-20 Rails cilinder in

FESTO

Input values - system parameters

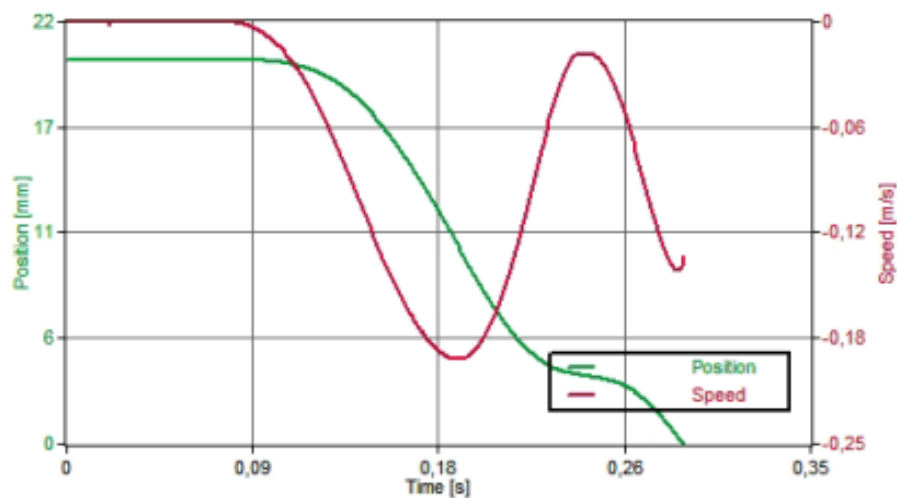
Required stroke	0.02 m	Direction of movement	Retract
Moving mass	10 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	0 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADN-16-20-A-P-A	536222		
Flow control valve	GRLA-M5-QS-4-D	193138	Settings:	Flow rate 3.7 Revolutions open
Valve	VUVG-L10-M52-RT-M5-1P3	566457		
Silencer				
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	1 m
Fitting 1	QSM-M5-4	153304		
Tubing [air supply > valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	1 m
Fitting 2	QSM-M5-4	153304		

Calculated results

Total positioning time	0.290 s	Impact speed	-0.137 m/s
Average speed	0.090 m/s	Max. speed	0.197 m/s
Air Consumption per Cycle	0.124 l		
Kinetic impact energy	0.094 J		



Simulatie Zijgrijper ADN-16-20 Rails cilinder uit

FESTO

Input values - system parameters

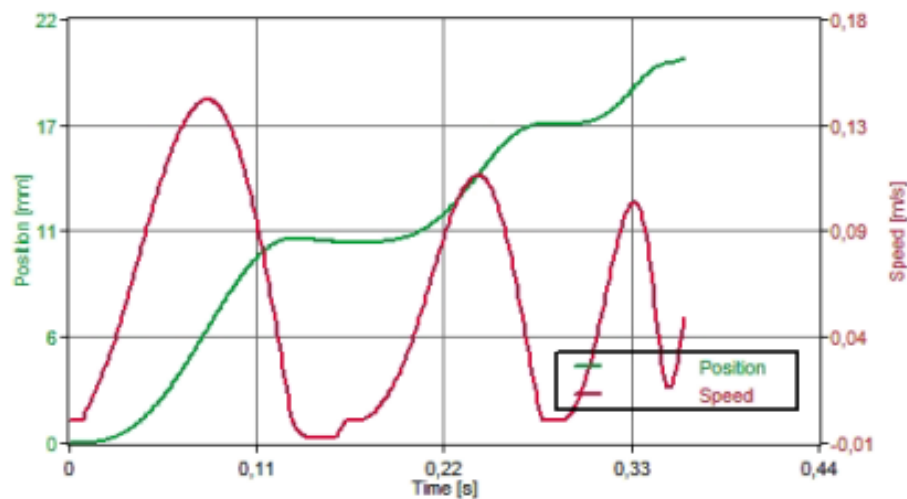
Required stroke	0.02 m	Direction of movement	Extend
Moving mass	10 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	0 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADN-16-20-A-P-A	536222		
Flow control valve	GRLA-M5-QS-4-D	193138	Settings:	Flow rate 2.8 Revolutions open
Valve	VUVG-L10-M52-RT-M5-1P3	566457		
Silencer				
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	1 m
Fitting 1	QSM-M5-4	153304		
Tubing [air supply > valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	1 m
Fitting 2	QSM-M5-4	153304		

Calculated results

Total positioning time	0.361 s	Impact speed	0.047 m/s
Average speed	0.060 m/s	Max. speed	0.147 m/s
Air Consumption per Cycle	0.124 l		
Kinetic impact energy	0.011 J		



Simulatie Pusher DSNU-8-45-P-A cilinder in

FESTO

Input values - system parameters

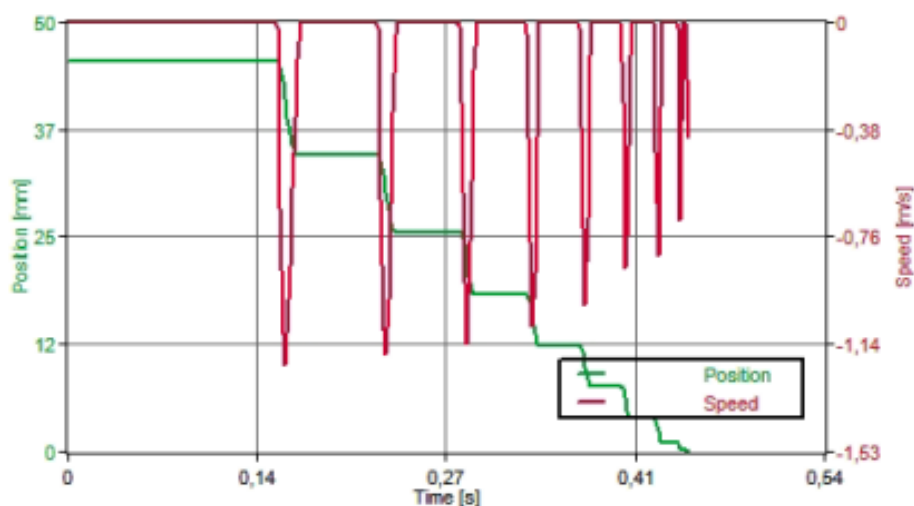
Required stroke	0.045 m	Direction of movement	Retract
Moving mass	0 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	90.0000000000002 deg		

Bill of materials

Cylinder	DSNU-8-45-P-A	14326		
Flow control valve	GRLA-M5-QS-4-D	193138	Settings:	Flow rate 2.8 Revolutions open
Valve	VUVG-L10-M52-RT-M5-1P3	566457		
Silencer				
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	0.1 m
Fitting 1	QSM-M5-4	153304		
Tubing [air supply > valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	0.1 m
Fitting 2	QSM-M5-4	153304		

Calculated results

Total positioning time	0.443 s	Impact speed	-0.407 m/s
Average speed	0.120 m/s	Max. speed	1.222 m/s
Air Consumption per Cycle	0.038 l		
Kinetic impact energy	0.001 J		



Simulatie Pusher DSNU-8-45-P-A cilinder uit



Input values - system parameters

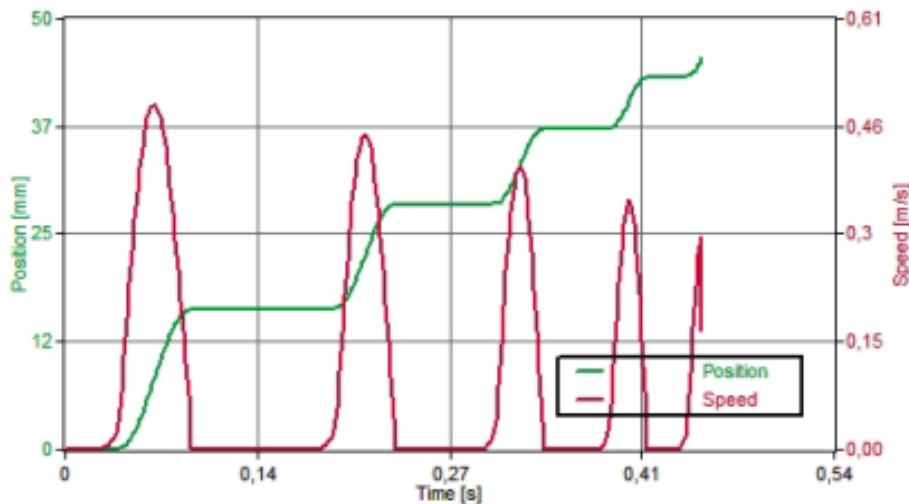
Required stroke	0.045 m	Direction of movement	Extend
Moving mass	0.2 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	90.0000000000002 deg		

Bill of materials

Cylinder	DSNU-8-45-P-A	14326		
Flow control valve	GRLA-M5-QS-4-D	193138	Settings:	Flow rate 2.3 Revolutions open
Valve	VUVG-L10-M52-RT-M5-1P3	566457		
Silencer				
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	0.2 m
Fitting 1	QSM-M5-4	153304		
Tubing [air supply > valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	0.2 m
Fitting 2	QSM-M5-4	153304		

Calculated results

Total positioning time	0.448 s	Impact speed	0.167 m/s
Average speed	0.100 m/s	Max. speed	0.488 m/s
Air Consumption per Cycle	0.045 l		
Kinetic impact energy	0.003 J		



Simulatie Klemcilinder ADNGF-16-20 cilinder in

FESTO

Input values - system parameters

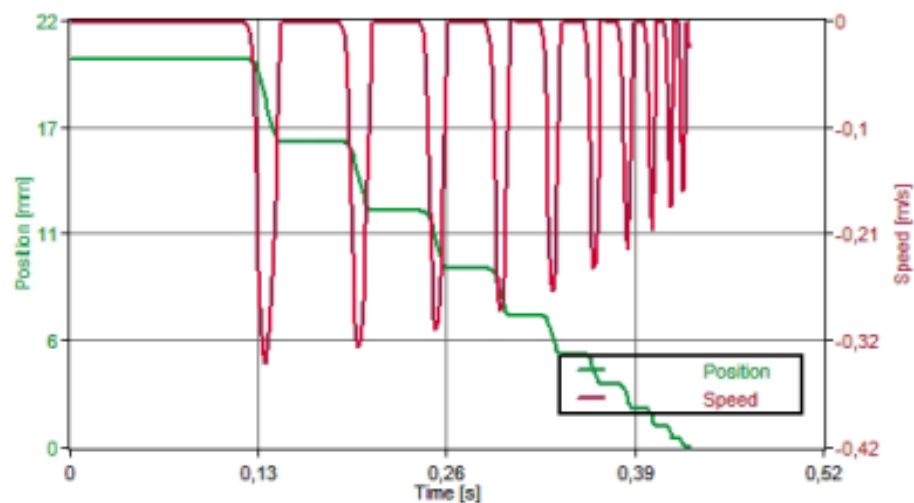
Required stroke	0.02 m	Direction of movement	Retract
Moving mass	0.2 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	0 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADNGF-16-20-P-A	554215	Settings:	Flow rate 3.2
Flow control valve	GRLA-M5-QS-4-D	193138		Revolutions open
Valve	VUVG-L10-M52-RT-M5-1P3	566457		
Silencer				
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	0.5 m
Fitting 1	QSM-M5-4	153304		
Tubing [air supply > valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	0.5 m
Fitting 2	QSM-M5-4	153304		

Calculated results

Total positioning time	0.428 s	Impact speed	-0.025 m/s
Average speed	0.060 m/s	Max. speed	0.338 m/s
Air Consumption per Cycle	0.087 l		
Kinetic impact energy	0.000 J		



Simulatie Klemcilinder ADNGF-16-20 cilinder uit

FESTO

Input values - system parameters

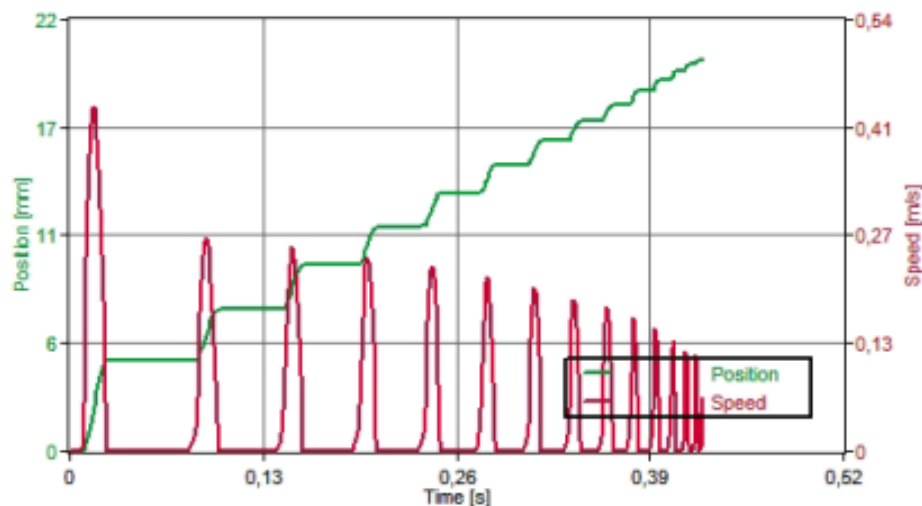
Required stroke	0.02 m	Direction of movement	Extend
Moving mass	0.2 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	0 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADNGF-16-20-P-A	554215		
Flow control valve	GRLA-M5-QS-4-D	193138	Settings:	Flow rate 2.6 Revolutions open
Valve	VUVG-L10-M52-RT-M5-1P3	566457		
Silencer				
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	0.5 m
Fitting 1	QSM-M5-4	153304		
Tubing [air supply > valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	0.5 m
Fitting 2	QSM-M5-4	153304		

Calculated results

Total positioning time	0.426 s	Impact speed	0.059 m/s
Average speed	0.050 m/s	Max. speed	0.434 m/s
Air Consumption per Cycle	0.087 l		
Kinetic impact energy	0.000 J		



Simulatie Klemcilinder ADN32-120 cilinder in

FESTO

Input values - system parameters

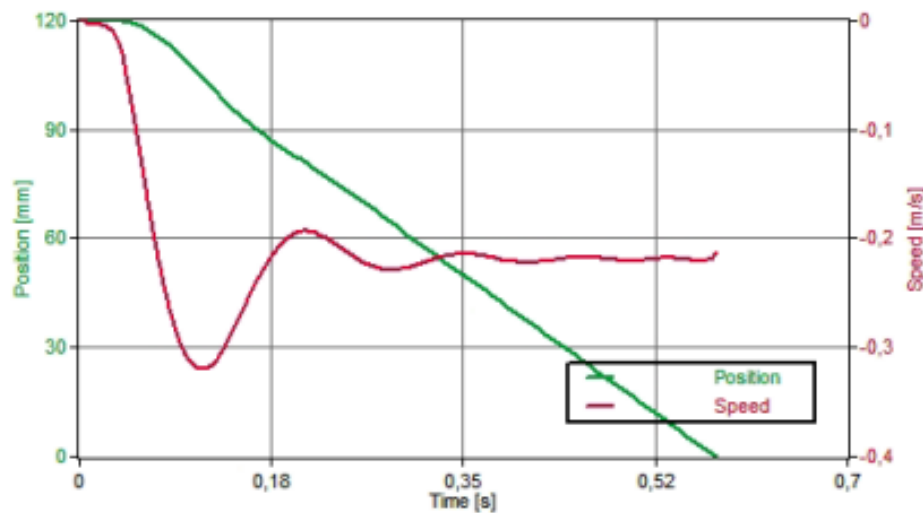
Required stroke	0.12 m	Direction of movement	Retract
Moving mass	7 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	90.0000000000002 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADN-32-120-A-P-A	536267		
Flow control valve	GRLA-1/8-QS-8-D	193145	Settings:	Flow rate 5.8 Revolutions open
Valve	VUVG-L14-B52-ZT-G18-1P3	566509		
Silencer	U -1/8	2307		
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 1	QS-1/8-8	153004		
Tubing [air supply > valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 2	QS-1/8-8	153004		

Calculated results

Total positioning time	0.580 s	Impact speed	-0.211 m/s
Average speed	0.210 m/s	Max. speed	0.318 m/s
Air Consumption per Cycle	1.575 l		
Kinetic impact energy	0.159 J		



Simulatie Klemcilinder ADN32-120 cilinder uit

FESTO

Input values - system parameters

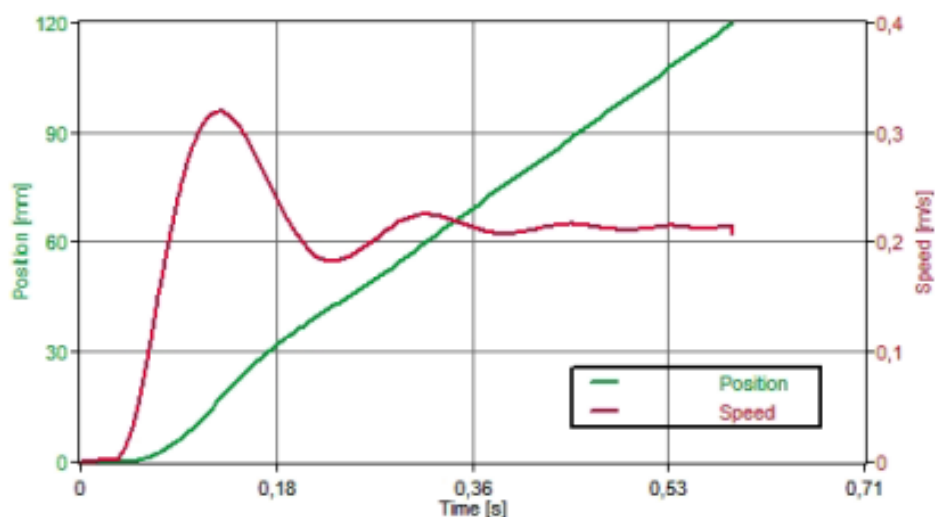
Required stroke	0.12 m	Direction of movement	Extend
Moving mass	7 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	90.00000000000002 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADN-32-120-A-P-A	536267		
Flow control valve	GRLA-1/8-QS-8-D	193145	Settings:	Flow rate 5.5 Revolutions open
Valve	VUVG-L14-B52-ZT-G18-1P3	566509		
Silencer	U -1/8	2307		
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 1	QS-1/8-8	153004		
Tubing [air supply > valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 2	QS-1/8-8	153004		

Calculated results

Total positioning time	0.591 s	Impact speed	0.210 m/s
Average speed	0.210 m/s	Max. speed	0.323 m/s
Air Consumption per Cycle	1.575 l		
Kinetic impact energy	0.158 J		



Simulatie Grijper EUROPOOL ADN-32-170-A cilinder in



Input values - system parameters

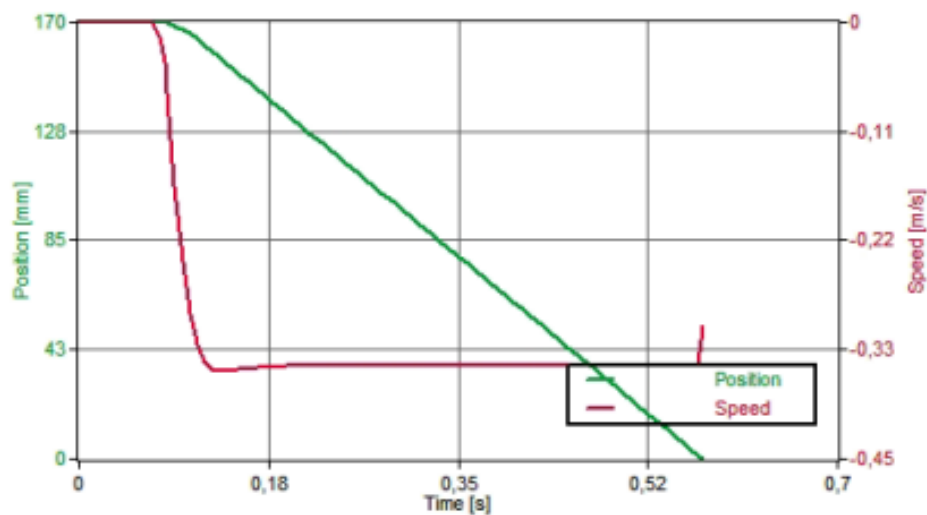
Required stroke	0.17 m	Direction of movement	Retract
Moving mass	1.85 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	-5 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADN-32-170-A-P-A	536267	Settings:	Flow rate 6.8 Revolutions open
Flow control valve	GRLA-1/8-QS-8-D	193145		
Valve	VUVG-L14-B52-ZT-G18-1P3	566509		
Silencer	U -1/8	2307		
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 1	QS-1/8-8	153004		
Tubing [air supply > valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 2	QS-1/8-8	153004		

Calculated results

Total positioning time	0.575 s	Impact speed	-0.309 m/s
Average speed	0.330 m/s	Max. speed	0.357 m/s
Air Consumption per Cycle	2.099 l		
Kinetic impact energy	0.098 J		



Simulatie Grijper EUROPOOL ADN-32-170-A cilinder uit

FESTO

Input values - system parameters

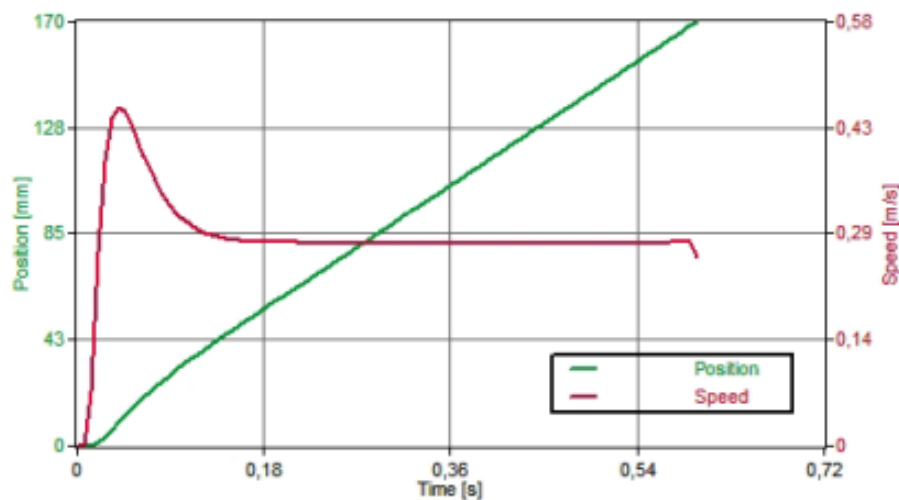
Required stroke	0.17 m	Direction of movement	Extend
Moving mass	1.85 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	0 deg		

Bill of materials

Cylinder	ADN-32-170-A-P-A	536267		
Flow control valve	GRLA-1/8-QS-8-D	193145	Settings:	Flow rate 6 Revolutions open
Valve	VUVG-L14-B52-ZT-G18-1P3	566509		
Silencer	U -1/8	2307		
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 1	QS-1/8-8	153004		
Tubing [air supply > valve]	PUN-8x1,25-BL	159666	Tubing length	1 m
Fitting 2	QS-1/8-8	153004		

Calculated results

Total positioning time	0.597 s	Impact speed	0.255 m/s
Average speed	0.290 m/s	Max. speed	0.461 m/s
Air Consumption per Cycle	2.099 l		
Kinetic impact energy	0.067 J		



Simulatie Grijper EUROPOOL DSNU-12-10 cilinder in



Input values - system parameters

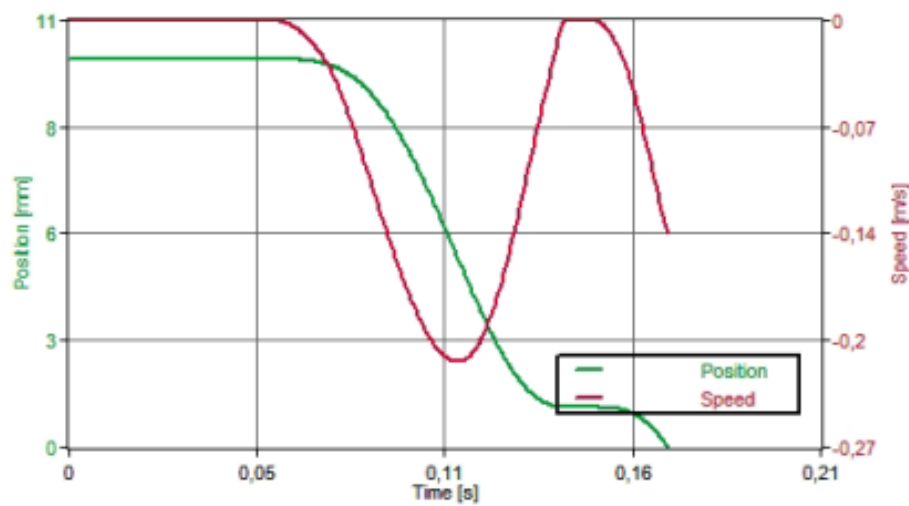
Required stroke	0.01 m	Direction of movement	Retract
Moving mass	2 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	0 deg		

Bill of materials

Cylinder	DSNU-12-10-P-A	193988		
Flow control valve	GRLA-M5-QS-4-D	193138	Settings:	Flow rate 3.1 Revolutions open
Valve	VUVG-L10-M52-RT-M5-1P3	566457		
Silencer				
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	1 m
Fitting 1	QSM-M5-4	153304		
Tubing [air supply > valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	1 m
Fitting 2	QSM-M5-4	153304		

Calculated results

Total positioning time	0.167 s	Impact speed	-0.134 m/s
Average speed	0.090 m/s	Max. speed	0.216 m/s
Air Consumption per Cycle	0.093 l		
Kinetic impact energy	0.018 J		



Simulatie Grijper EUROPOOL DSNU-12-10 cilinder uit

FESTO

Input values - system parameters

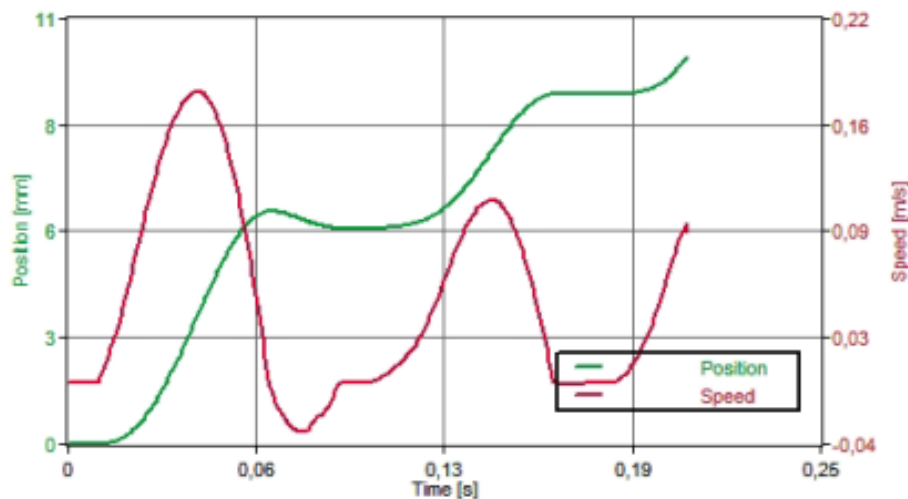
Required stroke	0.01 m	Direction of movement	Extend
Moving mass	2 kg	Air supply pressure	6 bar
Alignment angle	0 deg		

Bill of materials

Cylinder	DSNU-12-10-P-A	193988	Settings:	Flow rate 2.3 Revolutions open
Flow control valve	GRLA-M5-QS-4-D	193138		
Valve	VUVG-L10-M52-RT-M5-1P3	566457		
Silencer				
Tubing [Cyl. > Valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	1 m
Fitting 1	QSM-M5-4	153304		
Tubing [air supply > valve]	PUN-4x0,75-BL	159662	Tubing length	1 m
Fitting 2	QSM-M5-4	153304		

Calculated results

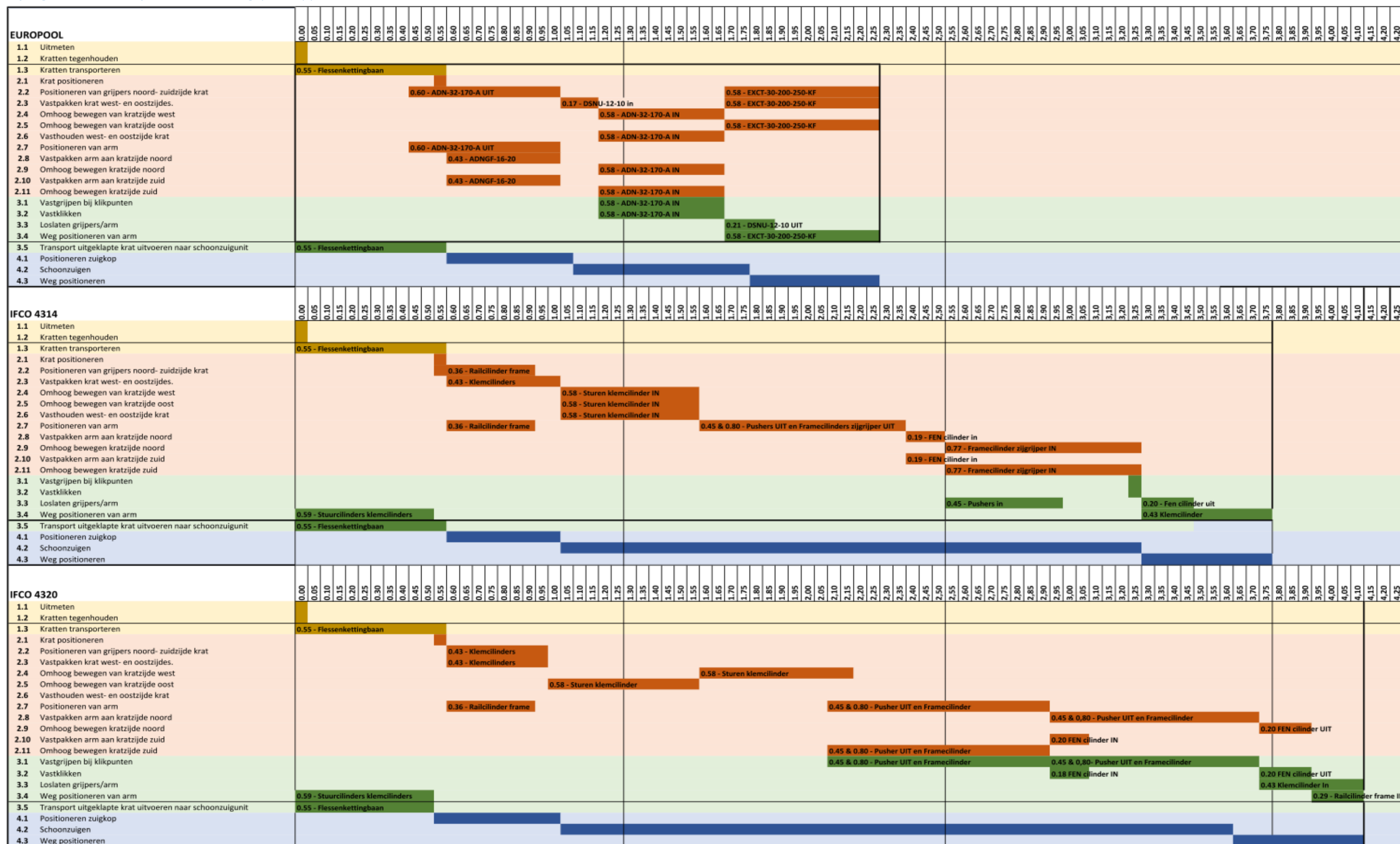
Total positioning time	0.206 s	Impact speed	0.091 m/s
Average speed	0.050 m/s	Max. speed	0.176 m/s
Air Consumption per Cycle	0.093 l		
Kinetic impact energy	0.008 J		



Bijlage XI. Totale stuklijst onderdelen machine

Pos	Qty	PART NUMBER	Beschrijving of leverancier	Prijs per stuk	Totaal
1	1	flessenkettingbaan	Misumi	€ 2.042,85	€ 2.042,85
3	1	Frame machine			€ 8.188,54
3,1	2	Frame		€ 48,43	€ 96,86
3.1.1	1	kokers	2x 40x40x1350 + 1 x 40x40x420	€ 35,52	€ 48,43
3,2	4	Levelling_elements_LV_A_80_14_SST_M14X98_ESD_C_0_	Machinevoet	€ 7,50	€ 30,00
3,3	4	voetplaatje	L profiel 40x30x3mm l=250	€ 5,00	€ 20,00
3,4	2	tussenprofiel		€ 25,00	€ 50,00
3,5	2	tussenprofiel-boven		€ 25,00	€ 50,00
3,6	1	Portaal EXCT-30-200-250	Festo	€ 7.893,25	€ 7.893,25
4	2	Pushers			€ 164,00
4,1	2	1908250_DSNU-8-45-P-A	Festo Cilinders	€ 33,78	€ 67,56
4,2	2	Voetplaat	Stalen plaat	€ 5,00	€ 10,00
4,3	1	pusherframe	L profiel 40x30x3mm l=250	€ 4,44	€ 4,44
5	4	Klemcilinders			€ 1.131,96
5,1	1	6144_SG-M10X1.25	Festo	€ 20,00	€ 20,00
5,2	1	ADNGF 12-20	Festo	€ 59,52	€ 59,52
5,3	1	ADN32-120	Festo	€ 83,47	€ 83,47
5,4	1	klemrubberinkeping		€ 10,00	€ 10,00
5,5	1	plaat23		€ 30,00	€ 30,00
5,6	1	as		€ 80,00	€ 80,00
6	2	Grijpersysteem IFCO			€ 2.076,30
6,1	2	Framerail		€ 26,00	€ 52,00
6,2	1	grijper zijkant		€ 25,00	€ 25,00
6.2.1	1	bovenkoker		€ 20,00	€ 20,00
6.2.2	2	zijplaat		€ 40,00	€ 80,00
6.2.3	1	34481_FENG-32-15	Festo cilindergeleider	€ 293,42	€ 293,42
6.2.4	1	DSNU-32-15	Festo	€ 60,00	€ 60,00
6.2.5	2	plaat grijper		€ 40,00	€ 80,00
6.2.6	1	grijper		€ 20,00	€ 20,00
6.2.7	2	as		€ 40,00	€ 80,00
6,3	1	oog		€ 15,00	€ 15,00
6,4	1	536267_ADN-32-230-A-P-A	Festo Cilinder	€ 115,52	€ 115,52
6.4.2	1	32959_LNZG-321	Zwaaitap	€ 24,00	€ 24,00
6.4.3	1	HI_174411_ZNCF-32---(F)	Zwaaitap	€ 42,61	€ 42,61
6,5	1	geleidingbuis		€ 20,00	€ 20,00
6,6	1	2536483_DRV5-6-90-P-EX4		€ 50,00	€ 50,00
6,7	1	536415_AEN-16-20-A-P-A	Festo Cilinder	€ 40,60	€ 40,60
6,8	1	537246_FNC-16		€ 20,00	€ 20,00
9	1	Grijpersysteem Europool			€ 560,76
9.1.1	1	35196_FEN-12_10-15-GF	Festo Cilinder	€ 50,00	€ 50,00
9.1.2	1	DSNU-12-10	Festo Cilinder	€ 40,01	€ 40,01
9.1.3	1	grijper		€ 20,00	€ 20,00
9.1.4	2	as		€ 50,00	€ 100,00
9.1.5	2	plaat cilinder		€ 50,00	€ 100,00
9.1.6	1	frame zijgrijper		€ 10,00	€ 10,00
9.1.6.1	1	bovenkoker	20x20x2	€ 20,00	€ 20,00
9.1.6.2	2	zijkant	20x20x2	€ 20,00	€ 40,00
9.1.7	1	plaat voor oog		€ 10,00	€ 10,00
9,3	1	oog		€ 10,00	€ 10,00
9,4	1	ADN-32-170-A-P-A	Festo	€ 98,04	€ 98,04
9,5	1	6144_SG-M10X125	Festo	€ 5,10	€ 5,10
9,6	1	32959_LNZG-32	Festo	€ 15,00	€ 15,00
9,7	1	174411_ZNCF-32	Festo	€ 42,61	€ 42,61
		Overig			€ 650,00
11	3	frame klemcilinders en rail		€ 50,00	€ 150,00
12	2	frame klemcilinders en rail mirrored		€ 50,00	€ 100,00
13	2	oog2		€ 40,00	€ 80,00
15	1	cilindergeleider		€ 70,00	€ 70,00
16	1	frame klemcilinders		€ 70,00	€ 70,00
17	2	klemcilinderhouder		€ 40,00	€ 80,00
18	2	Frameplaat klemcilinders		€ 40,00	€ 80,00
19	1	plaat houders klemcilinders		€ 20,00	€ 20,00
		TOTAAL KOSTEN			€ 14.814,41

Bijlage XII. Takttijd berekening per type krat.



Bijlage XIII. Machinerichtlijnen

Veiligheidsafstand bij het overbuigen

The diagram shows a worker in blue overalls bending over a guard. A red rectangular area represents the 'Gevarenzone' (Danger zone). The dimensions of this zone are labeled: [a] for height, [b] for width, and [c] for the distance from the worker to the guard. The ground level is marked as the 'Referentieniveau' (Reference level). The guard itself is labeled 'Hekwerk' (Guard).

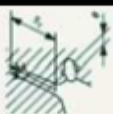
De bovenste waarde geldt als een laag risicogebied
De onderste waarde geldt als een hoog risicogebied

Hoogte van het hekwerk (b)

Hoogte van de gevaarlijke zone (a)

	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2400	2400	2600
	Horizontale afstand van de gevaarlijke zone (c)								
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100
	100	100	100	100	100	100	100	100	-
2400	900	800	700	600	600	500	400	300	100
	600	600	500	500	400	350	250	-	-
2200	1300	1200	120	900	800	600	400	300	-
	1100	900	700	600	500	350	-	-	-
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400	-	-
	1100	1000	900	900	600	-	-	-	-
1800	1500	1400	1100	900	800	600	-	-	-
	1300	1000	900	900	500	-	-	-	-
1600	1500	1400	1100	900	800	500	-	-	-
	1300	1000	900	800	100	-	-	-	-
1400	1500	1400	1100	900	800	-	-	-	-
	1400	1000	900	500	-	-	-	-	-
1200	1500	1400	1100	900	700	500	400	300	100
	1400	1000	900	300	-	-	-	-	-
1000	1500	1400	1000	800	-	-	-	-	-
	1300	900	600	-	-	-	-	-	-
800	1500	1300	900	600	-	-	-	-	-
	1200	500	-	-	-	-	-	-	-
600	1400	1300	800	-	-	-	-	-	-
	1200	300	-	-	-	-	-	-	-
400	1400	1200	400	-	-	-	-	-	-
	1100	200	-	-	-	-	-	-	-
200	1200	900	-	-	-	-	-	-	-
	1100	200	-	-	-	-	-	-	-
0	1100	500	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 1 - Veiligheidsafstand bij het overbuigen.

Maasbreedte bovenste ledematen NEN-EN-ISO 13857					
Deel van het lichaam	Afbeelding	Opening in mm	Veiligheidsafstand sr in mm		
			Sleuf	Vierkant	Rond
Vingertop		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Vinger tot knokkel Hand		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^a$	≥ 120	≥ 120
Arm tot schouder gewricht		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

a) Indien de lengte van de sleuf kleiner of gelijk is aan 65 mm, fungeert de duim als stop waardoor de veiligheidsafstand tot 200 mm gereduceerd kan worden.

Tabel 2 - Maasbreedte bovenste ledematen NEN-EN-ISO 13857