

Voorwoord

In het kader van onze opleiding, bachelor in de ontwerp- en productietechnologie, wordt van ons in het laatste jaar verwacht dat we een eindwerk maken. Dit eindwerk kon gekozen worden uit een lijst van voorgestelde onderwerpen of we konden zelf een voorstel doen. Een kennis van de vader van Manuel stelde ons voor om eens te informeren bij Fraxinus, een bedrijf dat gespecialiseerd is in machinebouw. De eerste contacten verliepen vlot en we hadden er allebei een goed gevoel bij om ons eindwerk bij Fraxinus te doen.

We kregen er een project die we begin tot einde mochten uitwerken. Op het laatste van onze periode in Fraxinus konden we ons eigen ontwerp in productie laten gaan. We mochten de assemblage en de bekabeling van de palletdispenser volledig zelf uitvoeren.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	8
2	Fraxinus	9
3	Unit voor sleevepalletten	10
3.1	Omschrijving van het project	10
3.1.1	Automatisch hoogbouwmagazijn.....	11
3.1.2	Verschillende elementen in het project.....	12
3.2	Doel van het project	12
3.3	Vooropgestelde eisen	12
3.4	Tijdslijn van het project.....	13
3.5	Beschrijving van de unit.....	14
3.5.1	Soorten palletten	14
3.5.1.1	De europallet	14
3.5.1.2	De industriepallet.....	16
3.5.2	Rollenbaan.....	17
3.5.2.1	Afmetingen van een rollenbaan	18
3.5.2.2	Eigenschappen van een rol	20
3.5.2.3	Opbouw van de rollen.....	24
3.5.2.4	Aandrijving van een rollenbaan	25
3.5.2.5	Bepaling van de motor voor een rollenbaan	27
3.5.3	Ophefbare rollenbaan	28
3.5.4	Kettingbaan	30
3.5.5	Palletdispenser	34
3.5.5.1	Aan- en afvoermogelijkheden.....	34
3.5.5.2	Centreermogelijkheden bij palletdispenser	36
3.5.5.3	Grijpmogelijkheden bij de palletdispenser	43
3.5.5.4	Hefmogelijkheden.....	45
4	Het ontwerp	46
4.1	Voorontwerpen	46
4.1.1	Principe 1.....	47
4.1.2	Principe 2.....	48
4.1.3	Principe 3.....	49
4.1.4	Principe 4.....	50

4.1.5	Principe 5.....	51
4.2	Definitief ontwerp	53
4.2.1	Basisframe	55
4.2.2	Bovenkast	56
4.2.3	Aandrijfas	57
4.2.4	Vorkmechanisme.....	58
4.2.5	Verstelbare aanslag.....	60
4.2.6	Assembly	61
4.2.7	Modulair systeem.....	67
4.2.7.1	Verstelbare breedte	67
4.2.7.2	Verstelbare diepte	68
4.2.7.3	Verstelbare vorken.....	69
4.3	Varianten	70
4.3.1	Pneumatische hefbeweging.....	70
4.3.2	Aan- en afvoerrichtingen.....	72
5	Sterkteberekeningen.....	73
5.1	Berekeningen op buiging.....	73
5.1.1	Buiging van de vorken	73
5.1.2	Buiging van de aandrijfas	76
5.2	Berekeningen op treksterkte.....	79
5.2.1	ISO 4014 M12x130	80
5.2.2	DIN 933 M10x25.....	81
5.2.3	Draadstang M20	82
5.3	Berekeningen op afschuiving	84
5.3.1	Afschuiving van bouten door cilinder en zuiger.....	84
5.3.2	Afschuiving van bouten voor de kettingwielen	87
5.3.3	Afschuiving van de as voor de draaibeweging.....	91
5.3.4	Afschuiving van de bouten in de buis van het vorkstelsel	94
5.4	Berekeningen op wringing.....	97
5.4.1	Wringing van de aandrijfas	97
5.4.2	Wringing van de as voor zwaibeweging.....	99
5.5	Gecombineerde belasting	100
6	Dimensioneringsberekeningen	102

6.1	Massa palletlading	102
6.2	Koppel van de motor bepalen	105
6.3	Berekening van de hefcilinders	107
6.4	Berekening van kantelcilinder vorkmechanisme	108
6.4.1	Kantelcilinder voor een enkele palletdispenser	108
6.4.2	Kantelcilinder voor een palletdispenser in lijn	112
6.5	Winkelrollen en -profielen	115
6.6	Ketting en kettingwielen	117
6.6.1	Ketting	117
6.6.2	Kettingwiel op aandrijfias	119
6.7	Lagers	123
6.7.1	UCUP 205	123
6.7.2	6006 2RSR	123
7	Gestandaardiseerde onderdelen	124
7.1	Winkelprofielen en Winkelrollen	124
7.1.1	Winkelrol	124
7.1.1.1	Opbouw van de Winkelrol	124
7.1.1.2	Afmetingen van de Winkelrol	125
7.1.1.3	Montage van de Winkelrol	126
7.1.2	Keuze van de Winkelrol met bijhorend profiel	127
7.1.3	Profiel voor de Winkelrol	128
7.1.4	Voordelen en eigenschappen van Winkelrollen en -profielen	129
7.1.4.1	Voordelen van het gebruik van Winkelrollen en -profielen	129
7.1.4.2	Technische karakteristieken van de Winkelrollen en -profielen	129
7.2	Festo ADN-persluchtcilinder	130
7.2.1	Opbouw van de ADN-persluchtcilinder	130
7.2.2	Kenmerken ADN-cilinder	131
7.2.3	Afmetingen van de cilinder	133
7.2.4	Toebehoren van een ADN-cilinder	134
7.2.5	Voordelen van een ADN-cilinder	135
7.2.6	Keuze van de ADN-cilinder	136
7.2.7	Keuze van de toebehoren bij de ADN-cilinder	137
7.2.7.1	Scharnierkop M16x1.5	137

7.2.7.2	Zwenkflens	137
7.3	Lenze motor	138
7.3.1	Bepalen van de reductiekast met bijhorende motor	138
7.3.1.1	Bepalen van de reductiekast	139
7.3.1.2	Bepalen van de motor	141
7.3.1.3	Service factor c van de motor en reductiekast	145
7.3.1.4	Wat is de servicefactor c ?	145
7.3.1.5	Wat is de bedrijfsfactor k ?	145
7.3.1.6	Bedrijfsfactor van de palletdispenser	146
7.3.2	Plaatsing van de momentarm	150
7.3.3	Afmetingen van de motorreductor	153
7.3.4	Positionering van de motor met reductiekast	155
7.3.5	Eigenschappen van de motor	156
7.4	Klembus BTK 80 40-53	157
7.4.1	Eigenschappen en voordelen van de klembus BTK 80	157
7.4.2	Afmetingen van de klembus	158
7.5	Lagerblok INAFAG PCJ 40	159
7.6	Kettingwielen Renold 12B	160
7.7	Renold 12B ketting	161
7.8	Lager 6006 2RSR	162
7.9	Lagerblok UCUP 205	163
8	Ontwerp voor productie	164
9	Automatisering	169
9.1	Sensoren	169
9.1.1	Positie van het vorkmechanisme	169
9.1.2	Positie van de vorken	170
9.1.3	Werking inductieve sensor	170
9.2	Beveiliging	171
9.3	Ventiel	175
9.4	Pneumatisch schema	176
9.5	Cyclustijden	177
10	Realisatie palletdispenser	179
10.1	Werkvoorbereiding	179

10.1.1	Laserwerken	179
10.1.2	Draaien	180
10.1.3	Frezen	180
10.2	Lassen.....	181
10.3	Verzinken	184
10.4	Montage.....	185
10.5	Bekabeling.....	186
11	Kostprijsberekening.....	187
12	Risicoanalyse	189
13	Besluit.....	190
14	Dankwoord	191
15	Bibliografie	192
15.1	Websites.....	192
15.2	Catalogen	192
15.3	Cursussen	192
16	Afbeeldingen	193
16.1	Figuurlijst.....	193
16.2	Tabellijst	198
17	Bijlagen	199
17.1	Normen en toleranties van een Europallet	199
17.2	Afmetingen van een CHEP-pallet.....	200
17.3	Datasheet pneumatische cilinders.....	201
17.3.1	Festo pneumatische normcilinder DSBC 100.....	201
17.3.2	Festo pneumatische normcilinder DSBC 80.....	202
17.3.3	Festo pneumatische normcilinder DSBC 50.....	203
17.3.4	Festo pneumatische compacte cilinder ADN 100	204
17.3.5	Festo pneumatische compacte cilinder ADN 80	205
17.3.6	Festo pneumatische compacte cilinder ADN 63	206
17.4	Bouwwijzen ADN-cilinder	207
17.5	Varianten van ADN-cilinder	209
17.6	Verhouding tussen theoretische en praktische kracht bij een cilinder	210
17.7	Gegevens van Lenze motor met reductie	211
17.7.1	Massa Lenze motor	211

17.7.2	Eigenschappen van Lenze reductiekast	212
17.8	Bron verband tussen treksterkte en afschuifspanning.....	213
17.9	Datasheet inductieve sensor	214
17.10	Verschillende types klembussen.....	215
17.11	Datasheet fotocel Leuze ontvanger	216
17.12	Datasheet fotocel Leuze zender	217
17.13	Datasheet tasterfocel Leuze	218
17.14	Afmetingen dubbel kettingwiel	220

1 Inleiding

In een wereld waar steeds meer geautomatiseerde systemen toegepast worden in bedrijven, neemt de nood aan mensen in de productie af. Om te voldoen aan de wensen van de klant, worden deze systemen meestal op maat gemaakt. Als de systemen dan niet modulair opgebouwd worden, zijn ze meestal niet meer bruikbaar bij een verandering of vernieuwing van de lijn. Vanuit dit oogpunt hebben we ernaar gestreefd om het systeem zo modulair mogelijk te maken zonder het geheel onnodig ingewikkeld te maken. Zo kan bij een aanpassing in de lijn, bijvoorbeeld het gebruik van andere palletten, de machine gemakkelijk verستeld worden mits vervanging van enkele stukken. De aan- en afvoerinrichting moet wel volgens hetzelfde principe gebeuren.

Onze taak bestond erin een unit voor sleevepalletten te ontwikkelen. We besloten om ons eerst toe te spitsen op de palletdispenser, deze vormt het basisonderdeel van het sleevepalletsysteem. Enkele weken verder in onze stageperiode werd er onderhandeld over een project waarin palletdispensers gebruikt zouden worden. Daarbij kregen we de kans om het volledige project op de voet te volgen. We hebben ons dan ook volledig op deze dispensers gericht. Later mochten we onze palletdispenser voorstellen bij de klant. Met de gekregen aandachtspunten werkten we de dispenser verder uit zoals beschreven in dit verslag. Fraxinus controleerde ons ontwerp en deed hier en daar wat aanpassingen zodat de dispenser aansluit bij hun huisstijl. Deze laatste dispensers werden ook geproduceerd en we konden het geheel assembleren. Onze focus lag dus vooral op dit project, waardoor de prioriteit niet meer bij de unit voor sleevepalletten lag.

2 Fraxinus

In 2004 richtte Hans Van Essche Fraxinus NV op in Izegem. De naam 'Fraxinus' is het Latijnse woord voor 'es'. Het verwijst naar de naam van de man die het bedrijf oprichtte. Hans Van Essche is ook vandaag nog de stuwende kracht achter Fraxinus.

Het bedrijf kende een sterke groei en al gauw verhuisde het bedrijf naar de huidige locatie in Roeselare. Fraxinus telt momenteel ongeveer 25 medewerkers, waaronder ongeveer 10 projectingenieurs. Elk project begint in de eigen ontwerpafdeling, eens het ontwerp af is, kan het project in eigen atelier geproduceerd en geassembleerd worden.

Fraxinus specialiseert zich in het ontwerp en de fabricatie van machines en handlingsystemen op maat. Hun hoofdactiviteit is het ontwerpen en realiseren van machines voor industriële toepassingen voor de automatiseringsindustrie. Hun projecten bestaan voornamelijk uit robotprojecten, manipulatoren, transportinstallaties, verpakkingslijnen, stapelsystemen, ...

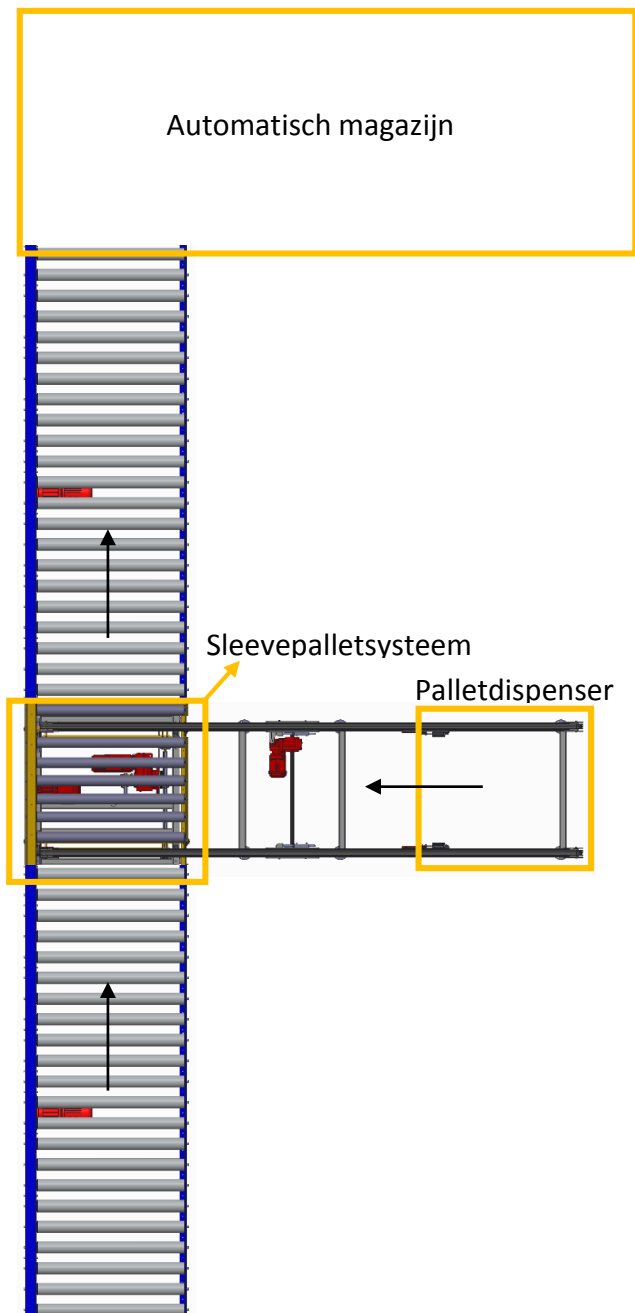
Voor de bekabeling en automatisering van de systemen werkt Fraxinus nauw samen met DD Automation. Dit bedrijf zorgt voor de bekabeling, kastenbouw en programmatie van elektrische installaties. Ook de integratie van industriële robots in een bedrijf valt onder hun activiteit.



3 Unit voor sleevepalletten

3.1 Omschrijving van het project

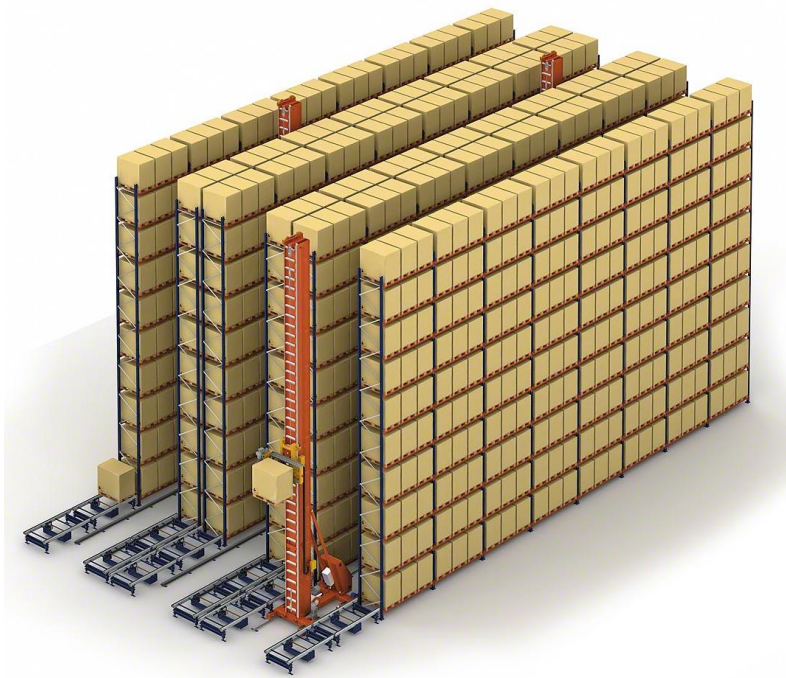
Voor onze bachelorproef was het de bedoeling dat we een sleevepalletsysteem zouden ontwerpen. Dit is een systeem dat een standaardpallet onder een andere pallet of palletlading schuift. Dit principe wordt vooral toegepast bij een automatisch hoogbouwmagazijn. Dit magazijn kan meestal maar één soort pallet stockeren, daardoor wordt er telkens een standaardpallet onder een lading geschoven, zodat de lading zonder problemen kan gestockeerd worden in het automatisch magazijn.



Figuur 1: Lay-out van unit voor sleevepalletten

3.1.1 Automatisch hoogbouwmagazijn

In een automatisch hoogbouwmagazijn worden palletladingen opgeslagen. Bij een hoogbouwmagazijn is het de bedoeling om zoveel mogelijk producten te stockeren op een zo klein mogelijke oppervlakte. Er wordt hiervoor gebruik gemaakt van de hoogte. De magazijnen kunnen tot wel 45 m hoog zijn. Ook worden hierin de gangen beperkt tot een minimale breedte. Dit kan gebeuren door een automatisch palletliftsysteem te gebruiken die de palletten met hun lading nauwkeurig op een welbepaalde plaats zet. Door de nauwkeurige plaatsing, de smalle gangen en de grote hoogte kan men de plaats optimaal benutten. In dit magazijn gebeurt alles volautomatisch. Hieronder ziet u een foto van een automatisch hoogbouwmagazijn.



Figuur 2: Automatisch hoogbouwmagazijn

3.1.2 Verschillende elementen in het project

Ons project, de unit voor sleevepalletten, kunnen we opdelen in verschillende deelsystemen. Zo is er een palletdispenser om de standaardpalletten te ontstapelen en een voor een vrij te geven. Ook is er het sleevepalletsysteem om de vrijgegeven standaardpalletten onder een palletlading te plaatsen. De verschillende elementen zijn weergegeven in de lay-out die in hoofdstuk 3.1 is afgebeeld.

3.2 Doel van het project

We kregen de opdracht om een sleevepalletsysteem te ontwerpen, zodat Fraxinus deze mogelijkheid kan aanbieden aan de klanten. Dit systeem kan de automatische hoogbouwmagazijnen bijstaan. Fraxinus heeft daarom een logistieke oplossing uitgedacht zodat een automatisch magazijn ook vreemde ladingen kan stockeren.

In dit project komt er ook, zoals eerder vermeld, een palletdispenser die een stapel palletten ontstapelt. Hierbij is het de bedoeling dat we een palletdispenser ontwerpen en realiseren die toepasbaar is in verschillende logistieke configuraties. De dispenser moet afwijken van de andere dispensers die Fraxinus reeds realiseerde. Ze willen een nieuw principe dat compacter en breder toepasbaar is.

3.3 Vooropgestelde eisen

Fraxinus ontwikkelde reeds enkele palletdispensers en legde ons enkele eisen op, waaraan het nieuwe ontwerp moest voldoen.

De dispenser moet modulair zijn zodat hij mits kleine aanpassingen inzetbaar is voor verschillende types palletten. Ook moet de dispenser zowel een stapel palletten kunnen ontstapelen, als losse palletten kunnen stapelen.

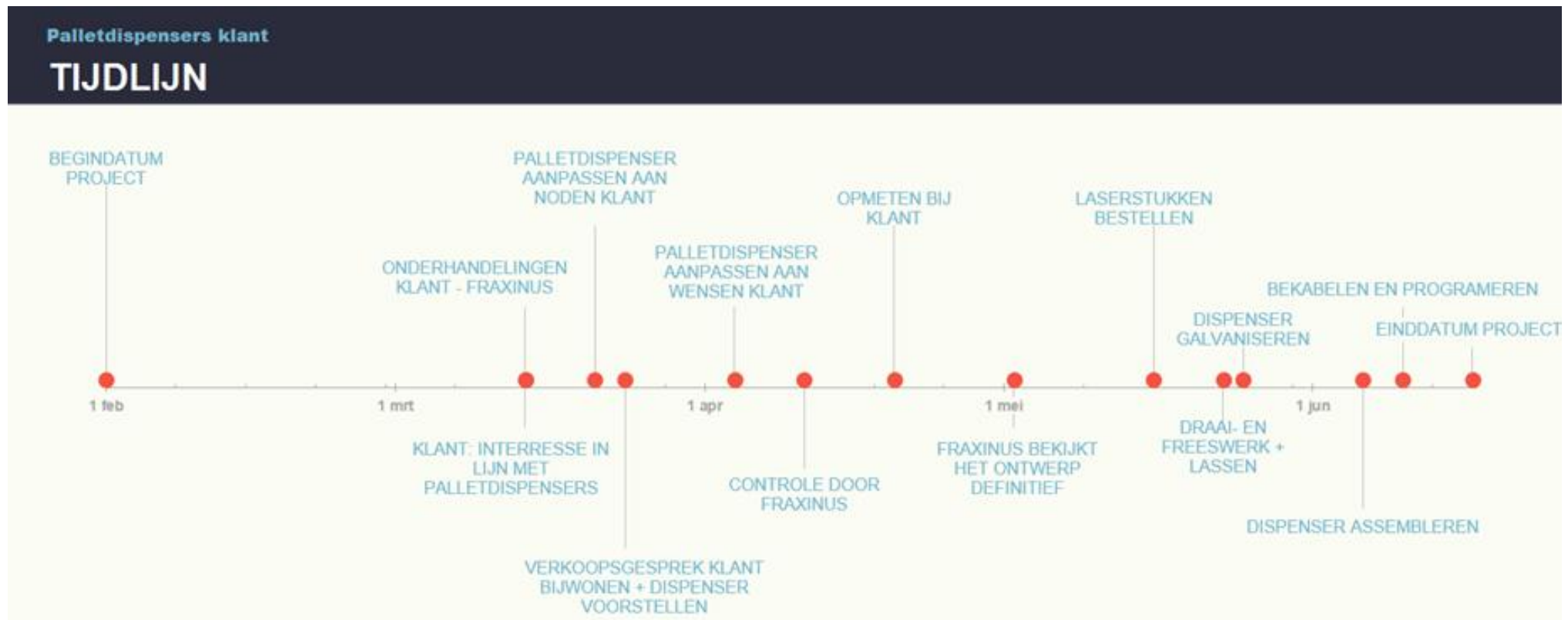
De dispenser moet binnen een bepaalde tijd een pallet kunnen vrijgeven of verwerken, de cyclustijd wordt opgegeven door de klant. Ook de afmetingen hangen af van de klant, meestal moet een dispenser samenwerken met andere machines in een lijn. Afhankelijk van de plaats in de lijn, worden de afmetingen voor de dispenser vastgelegd.

De dispenser moet degelijk en bedrijfszeker zijn. Ook de kostprijs moet lager zijn dan die van de bestaande dispensers van Fraxinus.

3.4 Tijdenlijn van het project

Doordat onze palletdispenser gekoppeld werd aan een project voor een klant, was het nodig om een tijdslijn te maken. Zo hadden we een idee van onze tijdsbesteding. Ook hadden we dan telkens een deadline om naar toe te werken.

De onderstaande afbeelding geeft onze tijdslijn weer.



Figuur 3: Tijdenlijn van het project

3.5 Beschrijving van de unit

3.5.1 Soorten palletten

Voor de elementen van de sleevepalletunit besproken worden, worden eerst de verschillende soorten palletten en hun afmetingen besproken.

Palletten zijn er in veel verschillende soorten en maten. Ze worden hoofdzakelijk gebruikt voor het transport van goederen. Op deze palletten worden goederen vervoerd of opgeslagen waardoor ze gemakkelijk te verplaatsen zijn met een heftruck of een transpallet. Een pallet kan gemaakt worden uit hout of kunststof. Kunststof palletten worden vooral gebruikt in hygiënische toepassingen. De meest gebruikelijke palletten zijn dus uit hout vervaardigd, hiervan worden de meest courante modellen voorgesteld en besproken. In de industrie wordt er gebruik gemaakt van gestandaardiseerde palletten en op maat gemaakte palletten. Deze laatste zullen wij buiten beschouwing laten. We bespreken enkel de europalletten en de industriepalletten.

3.5.1.1 De europallet

Een europallet is waarschijnlijk de meest gekende uitvoering onder de palletten. Dit is een genormaliseerde pallet die vooral in Europa in omloop is. De pallet zit ook in een Europees handelssysteem, namelijk het Europoolsysteem.

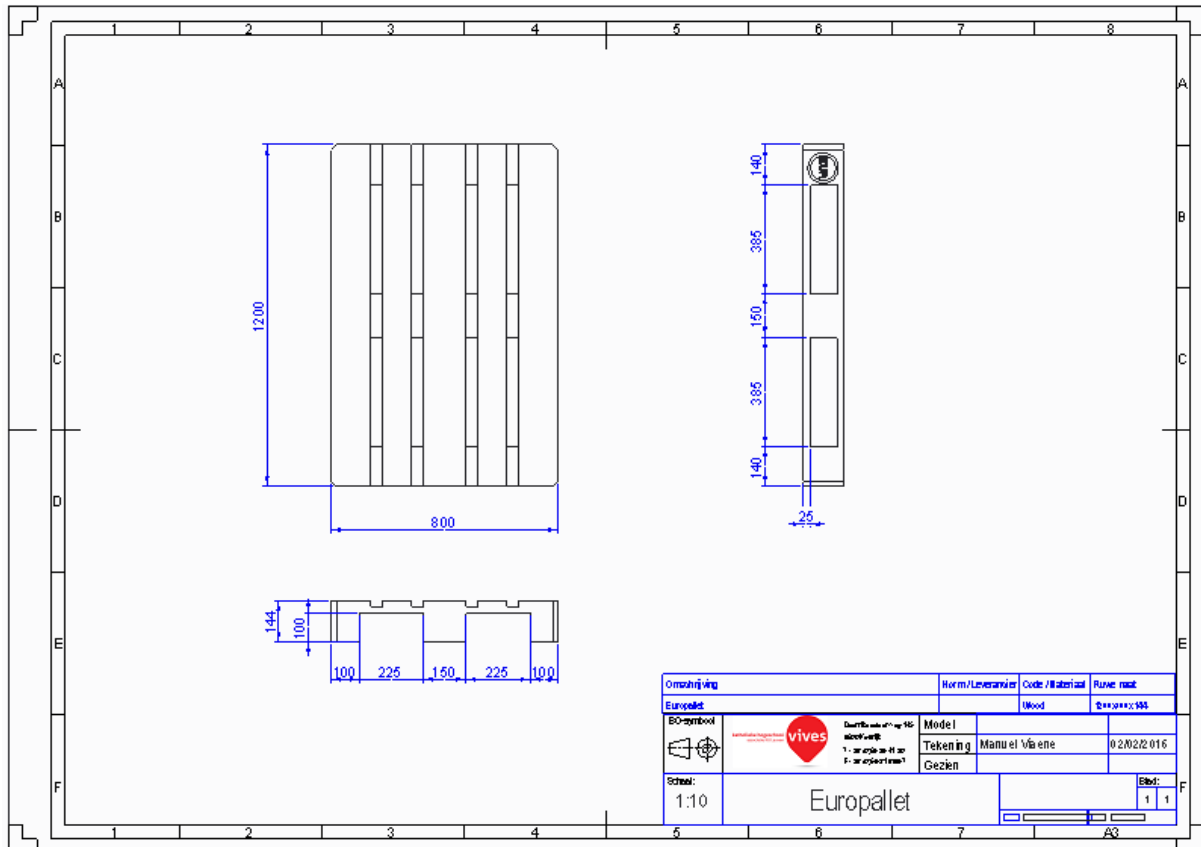
Er bestaan verschillende europalletten.

- Euro 1 (europallet) 800x1200 mm
- Euro 2 1200x1000 mm
- Euro 3 1000x1200 mm
- Euro 6 800x600 mm (halve europallet)

De meest bekende vorm van de europallet, is een pallet met vaste afmetingen van 1200x800 mm en 144 mm hoog. De afmetingen van de europallet zijn volledig genormeerd en vastgelegd. Zo zit er ook een tolerantie op deze afmetingen. De europallet heeft veel verschillende normen waaraan hij moet voldoen. Deze normen en toleranties zijn terug te vinden in de bijlagen. De europallet mag ook enkel in bedrijven gemaakt worden die deze normen respecteren en die gekeurd zijn door het Europoolsysteem. Bij de europalletten zijn de gebruikte houtsoort en de nagels vastgelegd. Ook moeten de nagels volgens een vast patroon in de pallet genageld worden. In de blokken van een europallet worden een stempel van Europool en een Euroteken voorzien.

Het Europeesysteem waakt over het uitwisselen en de beschadiging van de palletten. Zo mogen enkel de gecertificeerde bedrijven beschadigde palletten uit het systeem halen en repareren. Hierbij is vastgelegd bij welke beschadigingen de pallet uit het systeem moet gehaald worden. Het Europeesysteem geldt niet alleen voor palletten maar ook voor kunststof bakken en ander genormeerd verpakkingsmateriaal. Dit verpakkingsmateriaal doet vooral dienst voor voedingsproducten. Een Europeesysteem gecertificeerd bedrijf zorgt ook voor het wassen en reinigen van dit verpakkingsmateriaal.

De specifieke afmetingen van een europallet zijn voorgesteld in onderstaande tekening.



Figuur 4: Afmetingen europallet

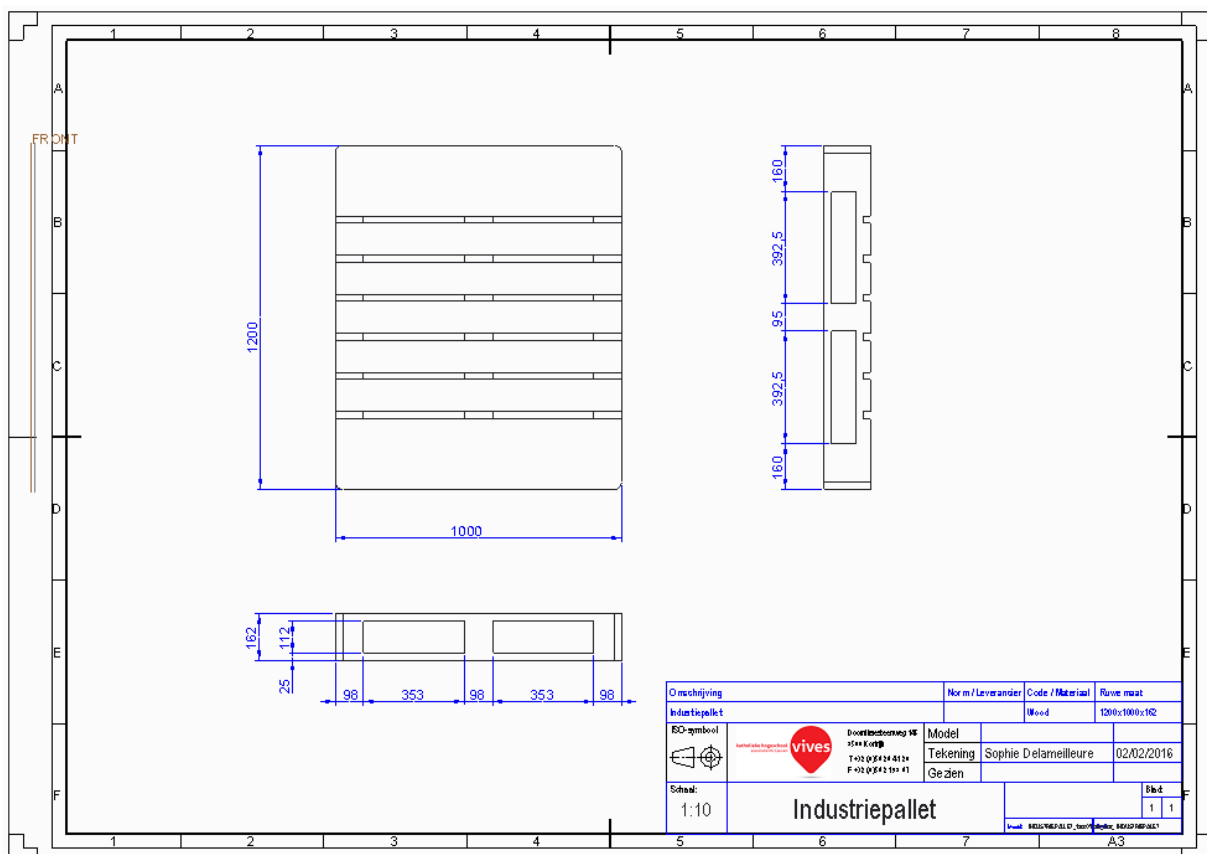
3.5.1.2 De industriepallet

De industriepallet is net als de europallet ondergebracht in een poolsysteem, namelijk het CHEP-systeem. Deze palletten zijn de meest gekende onder de industriepalletten. Het CHEP-systeem heeft zijn origine in Australië en maakt heel veel verschillende palletten. De verschillende maten zijn specifiek voor de regio of het land en de toepassing waarvoor ze gebruikt worden.

De meest voorkomende en meest gekende afmetingen van een CHEP-pallet is 1200x1000 mm en 162 mm hoog. Deze pallet is opgebouwd volgens verschillende normen en moet binnen bepaalde toleranties vallen, net zoals de europallet. Ook hier ligt het soort hout en het nagelpatroon vast. Er wordt ook controle gehouden bij de palletten die in omloop zijn, zo zijn er altijd kwalitatieve palletten in omloop. CHEP-palletten worden voorzien van een blauwe kleur met in de blokken een stempel van de soort pallet en het CHEP-kenmerk.

Het CHEP-systeem is dus goed te vergelijken met het Europoolsysteem. Ook CHEP maakt meer dan palletten alleen, zo hebben ze ook containers en kunststof kratten die voor een logistieke oplossing zorgen.

De specifieke afmetingen van de CHEP-industriepallet zijn voorgesteld in onderstaande tekening.



Figuur 5: Afmetingen CHEP-pallet

3.5.2 Rollenbaan

Een palletdispenser moet voorzien worden van een aan- en afvoer voor palletten. Daarvoor wordt meestal een rollen- of kettingbaan voorzien. Hieronder wordt de rollenbaan beschreven.

Rollenbanen kunnen onder verschillende vormen voorkomen, de meest gebruikte vorm is de rechte rollenbaan, deze is afgebeeld op de foto hieronder. Daarnaast zijn er ook nog rollenbaanbochten, hoektransfers ... Dit maakt het mogelijk om volledige transportsystemen samen te stellen. De producten kunnen zo een volledig traject afleggen doorheen een fabriek.



Figuur 6: Voorbeeld rollenbaan

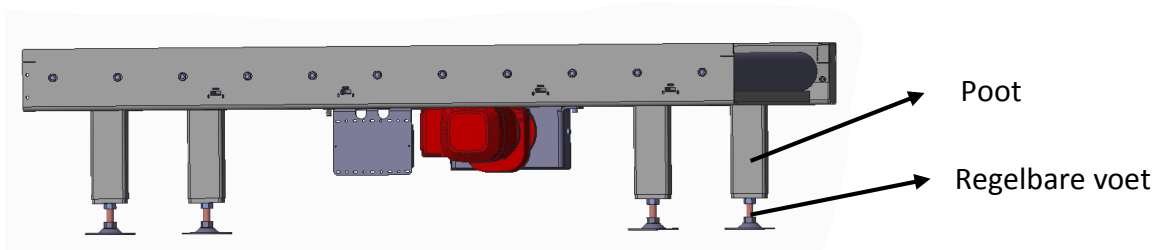
3.5.2.1 Afmetingen van een rollenbaan

Een rollenbaan kan veel verschillende afmetingen hebben en wordt dan ook gemaakt volgens het product dat erover getransporteerd moet worden. Daardoor is een standaardafmeting moeilijk te bepalen. Dit geldt zowel voor de breedte, lengte als de hoogte van de rollenbaan.

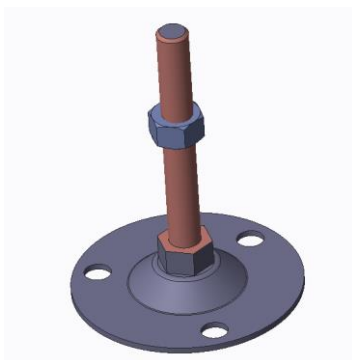
Hoogte van een rollenbaan

De hoogte van een rollenbaan is ofwel afhankelijk van de machine/lijn ervoor of –achter, ofwel afhankelijk van de wijze van beladen, bijvoorbeeld met een heftruck, transpallet, manueel, rolbrug, ...

De poten onder een rollenbaan zijn rechthoekige buizen die onder het rollenbaanprofiel worden gelast. Deze buizen worden dan op lengte gezaagd in functie van de hoogte van de rollenbaan. Aan de onderkant van de poot wordt er een regelbare voet voorzien zodat de rollenbaan waterpas gezet kan worden. De regelbare voeten kunnen geregeld worden met behulp van een moer.



Figuur 7: Poot en regelbare voet bepalen de hoogte van de rollenbaan



Figuur 8: Regelbare voet

Lengte van een rollenbaan

De lengte van een rollenbaan heeft opnieuw geen vaste waarde en is afhankelijk van de gebruikte toepassingen. Zo wordt de lengte aangepast aan de machine die bij of op de rollenbaan functioneert. De enige waarde waarmee rekening moet gehouden worden voor het bepalen van de lengte van de rollenbaan is de centerafstand tussen de rollen. De centerafstand van de rollen is afhankelijk van het type pallet, de transportrichting, de vorm en het materiaal van de balken, de lengte van de pallet en de verdeling van de lading. Afhankelijk van het type kettingaandrijving is de centerafstand wel of niet afhankelijk van de steek van de ketting. Dit wordt verder besproken in het stuk over de afstand tussen de rollen.

De rollenbaan eindigt meestal op de helft van de centerafstand van de rollen, zo kunnen verschillende rollenbaansecties makkelijk aan elkaar gekoppeld worden.

Breedte van een rollenbaan

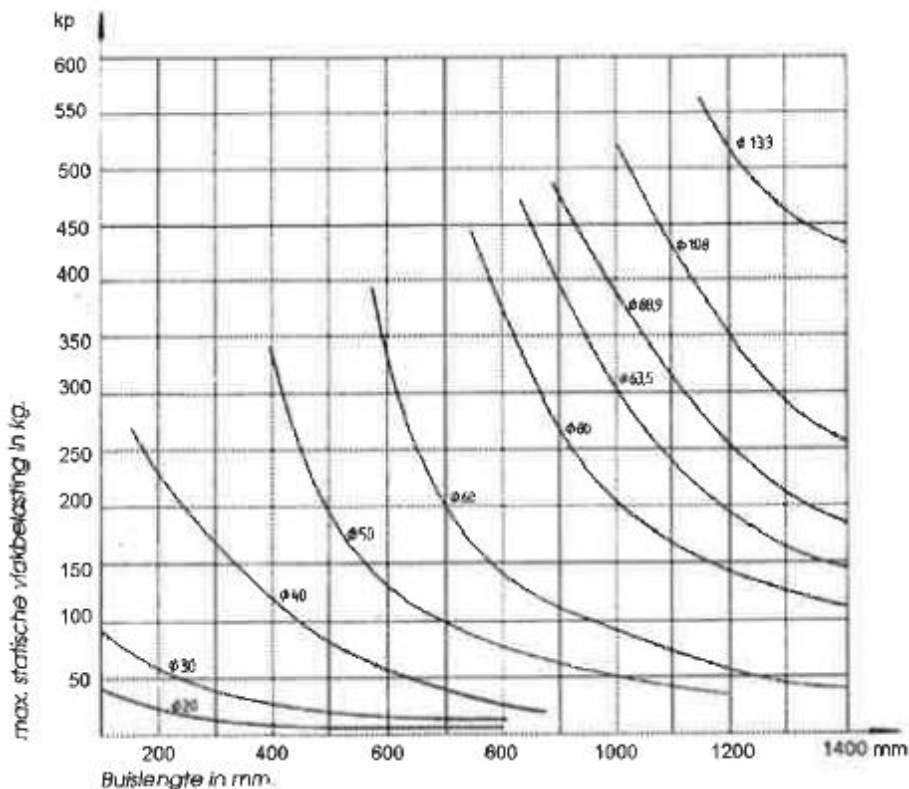
De breedte van een rollenbaan wordt bepaald door de lengte van de rollen. De lengte van deze rollen is afhankelijk van de breedte van de lading die over de rollenbaan moet getransporteerd worden. Als richtlijn voor het bepalen van de lengte wordt langs beide kanten van de lading minimum 50 mm speling genomen tussen de lading en de rand van de rollenbaan. Deze speling is best zo groot mogelijk om de lading gemakkelijk over de rollenbaan te laten lopen, maar er moet wel rekening gehouden worden met de inbouwruimte.

3.5.2.2 Eigenschappen van een rol

Lengte van de rol

De breedte van de rollenbaan hangt af van de lengte van de rollen. Deze rollen kunnen in elke denkbare lengte verkregen worden, oplopend in stappen van 1 mm met een minimumlengte van 200 mm. Aan de rol kan een kettingwiel (enkel of dubbel) bevestigd zijn. Dit is voor aangedreven rollen. Er bestaan ook niet-aangedreven rollen, deze zijn niet voorzien van een kettingwiel.

Het is wel aangeraden om de lengte van de rol zo klein mogelijk te nemen. Hoe langer de rol wordt, hoe kleiner het draagvermogen. Dit wordt voorgesteld in de onderstaande grafiek.



Grafiek 1: Draagvermogen van de rol

Diameter van de rol

De diameter van de rol is vooral afhankelijk van de belasting die op de rollenbaan komt. Hoe zwaarder de te verplaatsen belasting, hoe groter de diameter van de rol moet zijn. De diameter van de rollen wordt ook bepaald door welk soort lading er getransporteerd moet worden. Is het oppervlak van het te transporteren product klein, dan is een kleinere rol beter. Het product heeft dan een betere loop op de rollenbaan. Bij het bepalen van de afmetingen van de rollen moet dus een compromis gezocht worden tussen het gewicht en het draagoppervlak van de belasting.

Afstand tussen de rollen

In een rollenbaan worden de rollen op een bepaalde afstand/steek van elkaar gemonteerd. Deze steek wordt bepaald door de belasting die op de rollenbaan komt. Ook het soort product dat getransporteerd moet worden speelt hierbij een rol. Is het draagoppervlak van het product klein, dan zal er een kleinere steek moeten gekozen worden zodat het product een rustige loop kan hebben op de baan. Is het draagoppervlak van het product groot, dan mag de afstand van de rollen groter gekozen worden naarmate de rolbelasting dit toelaat. Ook speelt de veiligheid van de rollenbaan een rol in de keuze van de afstand tussen de rollen. In bepaalde gevallen mag er niet over de rollenbaan gelopen kunnen worden. Als dit het geval is kiezen ze de afstand zodanig dat het niet mogelijk is om op de rollenbaan te staan of te lopen.

De afstand of de steek van de rollen kan vrij gekozen worden wanneer de rollen niet aangedreven worden. Wanneer dit wel het geval is, is de afstand tussen de rollen afhankelijk van de grootte en het aantal tanden van het kettingwiel die op de rol bevestigd is. De afstand tussen de rollen wordt bepaald door het type van de ketting en het kettingwiel. De centerafstand moet altijd een veelvoud zijn van de halve steek van de ketting. In onderstaande tabel zijn de asafstanden in functie van de grootte en het aantal tanden van het kettingwiel weergegeven.

Voor de bouw van een rollenbaan gebruikt Fraxinus meestal rollen met een kettingwiel van het type 10B-1. Een 10B-1 ketting heeft een steek van 5/8" of 15,875 mm. De centerafstand tussen de rollen moet dus een veelvoud zijn van 7,9375 mm op voorwaarde dat de rollen elkaar niet raken. De diameter van de rollen is 88,9 mm. We kiezen een tussenafstand van 150,8 mm.

Hiermee kunnen we verder rekenen om de lengte van de kettinglus te bepalen. Hiervoor gebruiken we de formule die terug te vinden is in de catalogoog van de kettingen en kettingwielen.

$$z_1 := 15 \quad \text{Centerafstand: } C := 150.8 \text{ mm}$$

$$z_2 := 15 \quad \text{Steek: } P := 15.875 \text{ mm}$$

$$L := \frac{z_2 + z_1}{2} + \frac{2C}{P} = 33.998$$

De lengte van de ketting is uitgedrukt in het aantal schakels. De kettinglus die nodig is om twee 10B-1 kettingwielen met een centerafstand van 150,8 mm te verbinden, telt 34 schakels.

Vermenigvuldigen we het aantal schakels met de steek van de ketting, dan vinden we de effectieve lengte van de kettinglus.

$$l := L \cdot P = 539.725 \text{ mm}$$

Renold Chain Designer Guide

3 - Calculate The Selection Power

Multiply the power to be transmitted by the factors obtained from STEP TWO.
 Selection POWER = POWER to be transmitted x f1 x f2 (kW).
 This selection power can now be used with the appropriate rating chart, see pages 105 and 106.

4 - Select Chain Drive

From the rating chart, select the smallest pitch of simplex chain to transmit the SELECTION POWER at the speed of the driving sprocket Z1.
 This normally results in the most economical drive selection. If the SELECTION POWER is now greater than that shown for the simplex chain, then consider a multiplex chain of the same pitch size as detailed in the ratings chart.

5 - Calculate Chain Length

To find the chain length in pitches (L) for any contemplated centre distance of a two point drive, use the formula below:

$$\text{Length (L)} = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2C}{P} + \frac{\left(\frac{Z_2 - Z_1}{2}\right)^2 \times P}{C}$$

The calculated number of pitches should be rounded up to a whole number of even pitches. Odd numbers of pitches should be avoided because this would involve the use of a cranked link which is not recommended. If a jockey sprocket is used for adjustment purposes, two pitches should be added to the chain length (L).
 C is the contemplated centre distance in mm and should generally be between 30 - 50 pitches.
 e.g. for 1 1/2" pitch chain C = 1.5 x 25.4 x 40 = 1524mm.

6 - Calculate Exact Centre Distance

The actual centre distance for the chain length (L) calculated by the method above, will in general be greater than that originally contemplated. The revised centre distance can be calculated from the formula below.

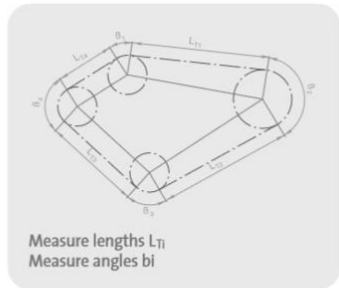
$$C = \frac{P}{8} \left[2L - Z_2 - Z_1 + \sqrt{(2L - Z_2 - Z_1)^2 - \left(\frac{P}{3.88}\right) (Z_2 - Z_1)^2} \right]$$

Where:

- P = Chain pitch (mm)
- L = Chain length (pitches)
- Z1 = Number of teeth in driver sprocket
- Z2 = Number of teeth in driven sprocket

Drive with Multiple Sprockets

When designing a drive with multiple sprockets, the chain length calculation becomes more complicated. Most CAD systems, however, can be used to calculate chain length by wrapping a polyline around the PCD's of each sprocket. A scale manual drawing could also give a fairly accurate result as follows:



The theoretical length in pitches can now be calculated by the addition of all L_T and b values using the following formula.

Where

- P = The Chain pitch
- Zi = The Number of teeth

$$\text{Number of pitches} = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^{i=n} L_{Ti} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{b_i Z_i}{360}$$

This calculation method can also be applied on drives where the chain is driven on guide rails or around jockey sprockets. These should be considered as ordinary sprockets.

$$\text{Length (L)} = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2C}{P} + \frac{\left(\frac{Z_2 - Z_1}{2}\right)^2 \times P}{C}$$

Figuur 9: Formule voor het bepalen van de kettinglengte

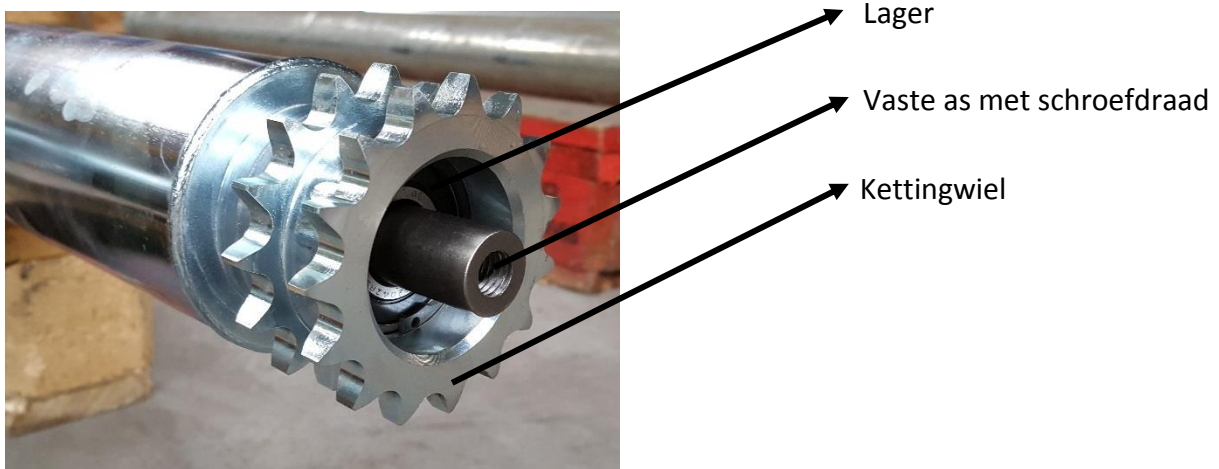
De berekende waarden voor de centerafstand van de rollen en het aantal schakels van de ketting kunnen ook gevonden worden in tabellen.

aantal ketting- schakels	3/8"x7/32" 12 tanden	1/2"x5/16" 14 tanden	5/8"x3/8" 15 tanden	3/4"x7/16" 13 tanden
22	47,6			
24	57,2			
26	66,7	76,2		123,8
28	76,2	88,9	103,2	142,9
30	85,8	101,6	119,1	161,9
32	95,3	114,3	134,9	181,0
34	104,8	127,0	150,8	200,0
36	114,3	139,7	166,7	219,1
38	123,9	152,4	182,6	238,1
40	133,4	165,1	198,5	257,2
42	142,9	177,8	214,3	276,2
44	152,4	190,5	230,2	295,3
46		203,2	246,1	314,3
48		215,9	261,9	333,4
50		228,6	277,8	352,4
52		241,3	293,7	371,5
54		254,0	309,6	390,5
56		266,7	325,4	409,6
58		279,4	341,3	428,6
60		292,1	357,2	447,7

Tabel 1: Centerafstand i.f.v. grootte kettingwiel

3.5.2.3 Opbouw van de rollen

De rollen die gebruikt worden in een rollenbaan worden ook wel transportrollen genoemd. Deze rollen zijn uit verschillende elementen opgebouwd zodat de rol vast bevestigd kan worden, maar nog steeds de rollende beweging kan behouden. Daarom is de transportrol opgebouwd uit een vaste as waar schroefdraad in gemaakt is, om zo de rol te kunnen bevestigen in de rollenbaan. Op de as zitten lagers die de ronddraaiende beweging van de rol toelaten. Als het een aangedreven rol is zit er een kettingwiel op de rol gelast. Is de rol niet aangedreven dan zit er geen kettingwiel op. Door de opbouw in drie delen kan de rol vrij draaien en gemakkelijk bevestigd worden in de rollenbaan. Op onderstaande foto wordt een aangedreven rol voorgesteld.



Figuur 10: Opbouw aangedreven rol

3.5.2.4 Aandrijving van een rollenbaan

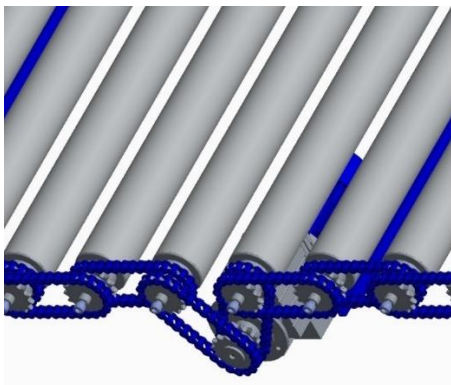
De aandrijving van een rollenbaan kan gebeuren door kettingen, riemen of snaren. Omdat Fraxinus bijna altijd met kettingaandrijvingen werkt, worden hieronder enkel aandrijvingen met kettingen besproken.

De rollenbaan wordt vooral gebruikt voor de aan- of afvoer van producten naar of van een installatie. Dit kan gebeuren door een niet-aangedreven of door een aangedreven rollenbaan. Bij een aangedreven rollenbaan zijn de rollen aan één kant voorzien van een of twee kettingwielen. Via kettingen worden de rollen onderling verbonden. Om het geheel aan te drijven wordt er in het midden een elektromotor gekoppeld. Dit garandeert het synchroon draaien van de rollen.

Een niet aangedreven rollenbaan kan onder een bepaalde hellingsgraad staan, zodat de producten onder invloed van de zwaartekracht worden voortbewogen. Dit soort rollenbaan wordt een graviteitsrollenbaan genoemd. Een andere mogelijkheid is dat de producten elkaar voortduwen, telkens er een nieuw product op de rollenbaan komt, wordt de hele rij voortgeduwd.

Aandrijving via kettinglussen

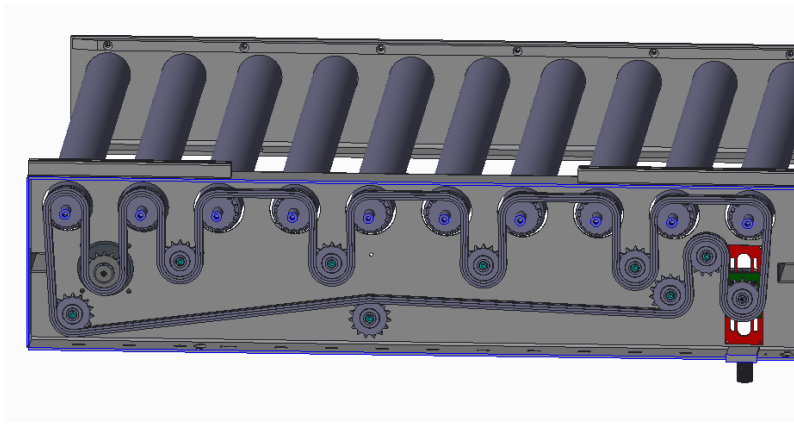
De aandrijving van de rollen kan gebeuren volgens twee principes. De aandrijving via kettinglussen is de meest gebruikte manier. Daarbij wordt er gebruik gemaakt van rollen met aan het uiteinde twee kettingwielen. De kettingwielen worden onderling verbonden met behulp van kettinglussen. De motor wordt aan de rollen gekoppeld met twee kettinglussen. Bij dit principe drijft de ene rol de andere aan. Dit is een compact principe om de rollen aan te drijven. Ook wordt er een minimum aan kettingwielen gebruikt om de aandrijving mogelijk te maken. De rollenbaan met kettinglussen wordt voorgesteld op de onderstaande afbeelding. Een nadeel van deze aandrijving is dat de speling tussen de ketting en het kettingwiel wat speling veroorzaakt tussen de rollen onderling.



Figuur 11: Aandrijving met kettinglussen

Tangentiële aandrijving

Een andere mogelijkheid om een rollenbaan aan te drijven is de tangentiële aandrijving. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van één kettinglus die over alle rollen loopt. Elke rol wordt voorzien van een enkel kettingwiel in plaats van een dubbel. Deze rollenbaan wordt dan ook een tangentiële rollenbaan genoemd. Door dit principe toe te passen is de speling tussen de rollen onderling veel kleiner dan bij een aandrijving met kettinglussen. Bij een tangentiële aandrijving moeten er wel extra kettingwielen gebruikt worden om de overbrenging goed te laten verlopen. Doordat de ketting één grote lus vormt, moet er ook een kettingspanner voorzien worden. Dit is handig bij het vervangen van de ketting, maar dient ook om de rek van de ketting op te vangen. Door de extra kettingwielen en kettingspanner neemt deze aandrijving meer plaats in. De tangentiële aandrijving wordt voorgesteld op onderstaande afbeelding.



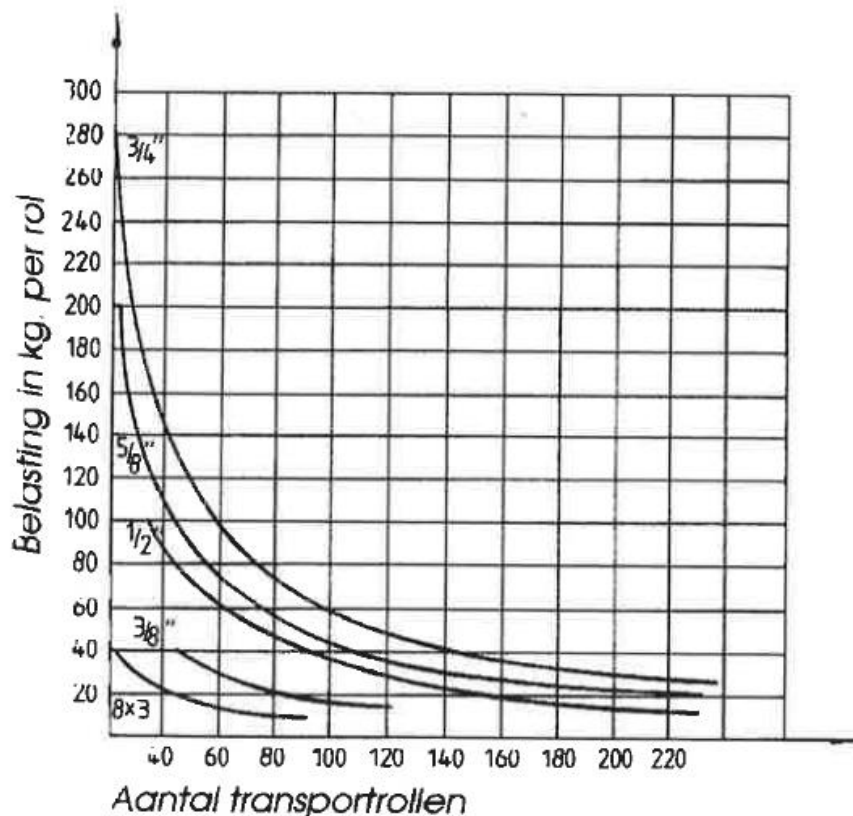
Figuur 12: Aandrijving tangentiële rollenbaan

3.5.2.5 Bepaling van de motor voor een rollenbaan

Iedere aangedreven rollenbaan wordt aangedreven door een elektrische motor. Deze motor wordt dan verbonden met de kettinglus(sen) van de rollen. De bepaling van de motor kan gebeuren volgens een berekening die verband houdt met de snelheid en de belasting van de rollenbaan.

Bij een rollenbaan waar de motor in het midden geplaatst wordt, is er een beperking van het aantal rollen in functie van de belasting per rol. Bij een kleine belasting per rol mogen er veel rollen op eenzelfde motor geplaatst worden. Wanneer de belasting per rol groot is mogen er niet zoveel rollen op eenzelfde motor geplaatst worden. Dit wordt voorgesteld in onderstaande grafiek.

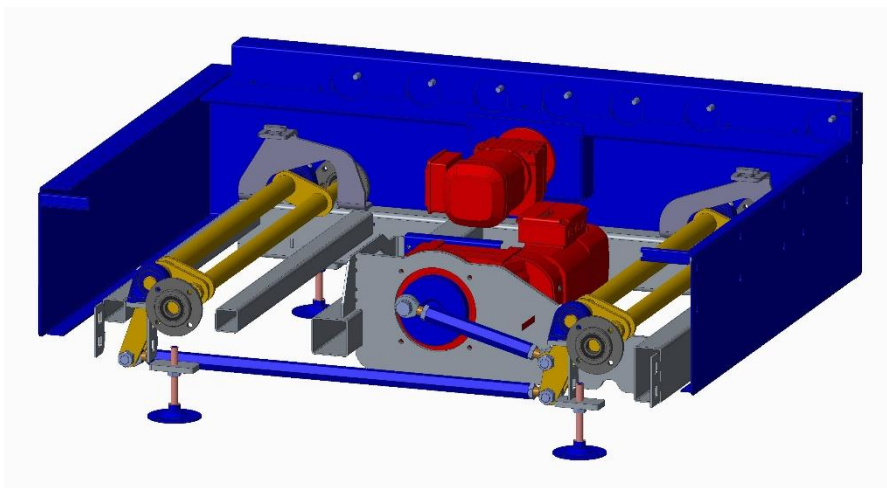
Maximum aantal draagrollen bij in midden aangebrachte motor.



Grafiek 2: Aantal rollen bij in midden geplaatste motor

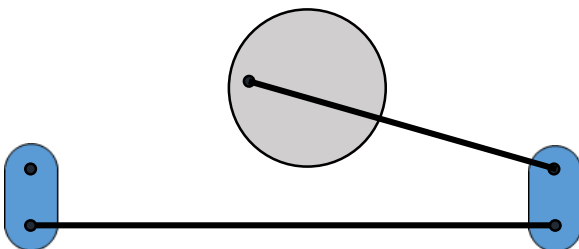
3.5.3 Ophefbare rollenbaan

De ophefbare rollenbaan wordt vooral gebruikt bij een hoektransfer. Hierbij is de rollenbaan zelf ophefbaar. Dit systeem maakt het mogelijk om de palletten over te zetten van de kettingbaan op een dwarslopende rollenbaan of omgekeerd. In de figuur hieronder zijn de rollen en de voorste plaat van het frame weggelaten zodat het mechanisme duidelijk wordt.



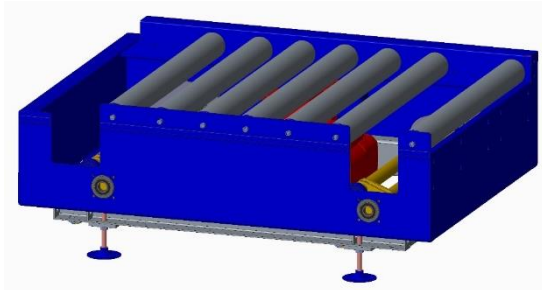
Figuur 13: Ophefbare rollenbaan zonder voorplaat en rollen

Het mechanisme is een arm-drijfstang-stang-mechanisme. De elektromotor drijft een schijf aan waaraan de drijfstang excentrisch bevestigd is. De schijf doet dienst als arm in het mechanisme. De drijfstang brengt de beweging van de elektromotor over naar een hefboom. Op de flenzen, aan het uiteinde van de hefboom, zit het frame van de rollenbaan bevestigd. De stang verbindt de twee hefboomen met elkaar. Onderstaande principefiguur maakt dit duidelijk. Doordat er maar één motor gebruikt wordt en de verbindingen vast zijn, garandeert dit het vlak blijven van de rollenbaan tijdens het heffen of zakken.

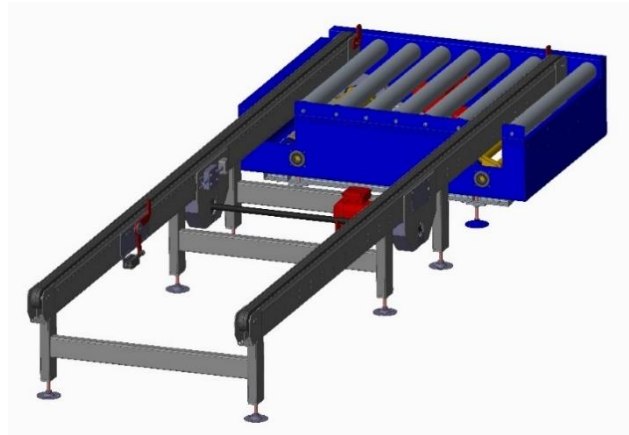


Figuur 14: Principeschets arm-drijfstang-stang-mechanisme

Door de uitsparingen in de voorste plaat en de aangepaste centerafstand van de rollen, is het mogelijk om een kettingbaan dwars in de rollenbaan te laten lopen.



Figuur 15: Ophefbare rollenbaan

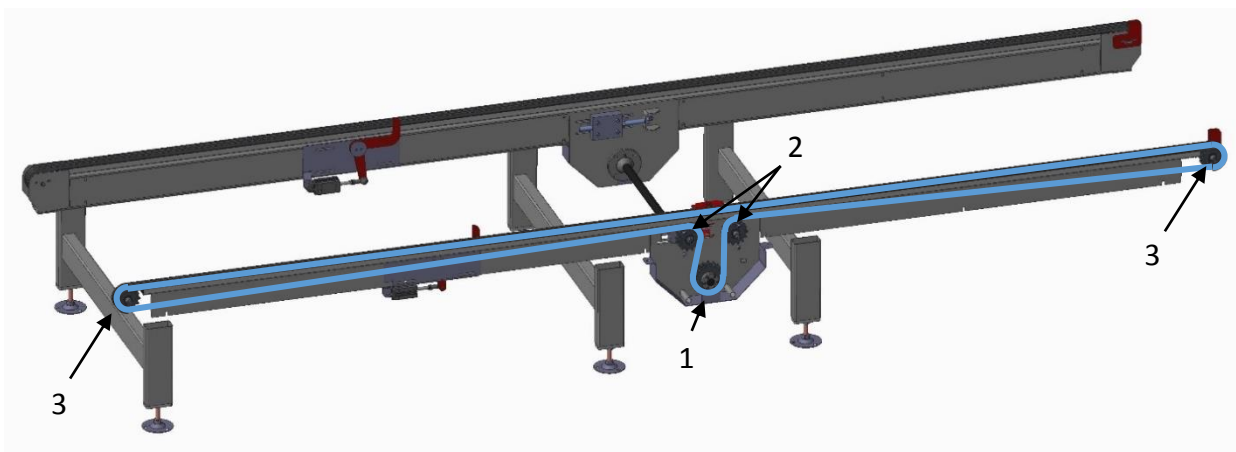


Figuur 16: Hoekovergave

De ophefbare rollenbaan wordt gekozen in functie van de vaste rollenbaan en de kettingbaan. De lengte en de steek van de rollen moeten overeenstemmen met die van de vaste rollenbaan. De hoogte waarover de ophefbare rollenbaan zich moet verplaatsen, moet zo gekozen worden zodat bij de laagste stand, de rollen wat onder de kettingen van de kettingbaan komen. Dit is nodig om de palletten over te zetten van de rollenbaan op de kettingbaan. Bij de hoogste stand moeten de rollen op dezelfde hoogte zitten als de rollen van de vaste rollenbaan. Hierdoor kunnen de palletten probleemloos van de vaste rollenbaan naar de ophefbare rollenbaan getransporteerd worden of omgekeerd.

3.5.4 Kettingbaan

Een kettingbaan transporteert producten door ze op twee of meerdere bewegende kettingen te plaatsen. Hieronder is een kettingbaan voorgesteld. Op de afbeelding is de kettinglus aangeduid, dit is een lange gesloten lus. Een elektromotor drijft het onderste kettingwiel (1) aan, de ketting loopt dan verder over twee losse kettingwielen (2) die de ketting geleiden naar de kettingwielen aan beide uiteinden van de baan (3). De andere kant van de kettingbaan wordt aangedreven door dezelfde elektromotor, de motor is namelijk voorzien van een doorlopende as. Dit zorgt ervoor dat beide kanten synchroon worden aangedreven.

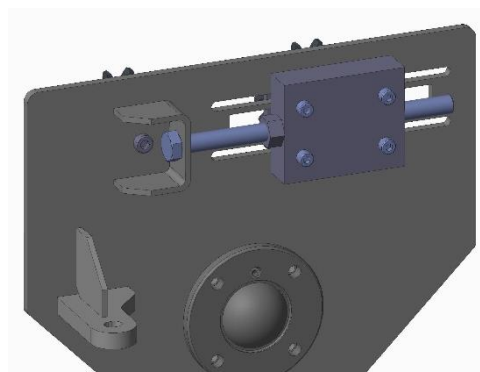


Figuur 17: Kettinglus in kettingbaan

Doordat de kettinglus behoorlijk lang is, moet er rekening gehouden worden met de rek van de ketting. De rek kan opgevangen worden door het verstelbaar kettingwiel wat te verplaatsen. Ook voor het vervangen van de kettinglus is dit handig. De figuur hieronder maakt dit duidelijk.

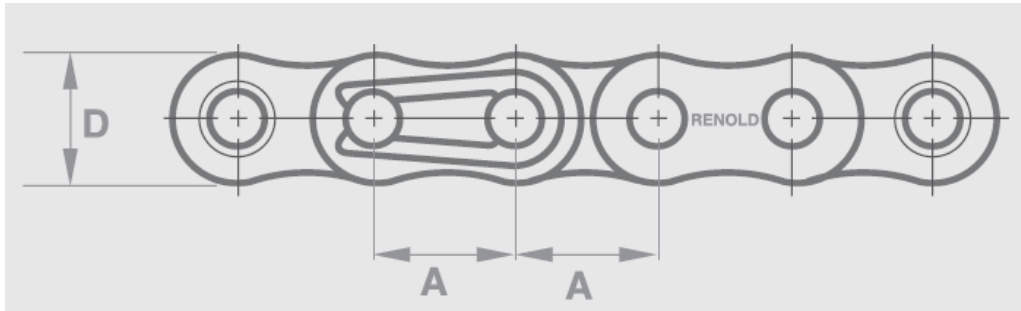


Figuur 18: Verstelbaar kettingwiel, vooraanzicht

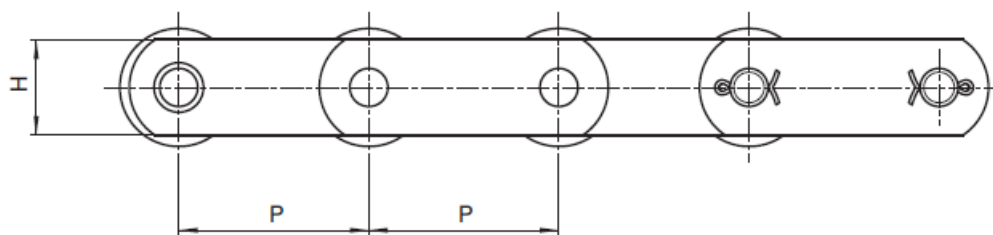


Figuur 19: Verstelbaar kettingwiel, achteraanzicht

Er bestaan twee soorten kettingen, aandrijfkettingen en transportkettingen. Zoals de naam het zegt worden aandrijfkettingen gebruikt om een mechanisme aan te drijven en worden transportkettingen gebruikt om een product te transporteren. Ze hebben een verschillende bouw. In de afbeeldingen hieronder is te zien dat aandrijfkettingen een gegolfde zijplaat hebben en dat transportkettingen rechte zijplaten hebben. Ook zijn bij transportkettingen de rollen groter dan de platen. Dit heeft als gevolg dat er andere kettingwielen gebruikt moeten worden dan bij aandrijfkettingen.



Figuur 20: Zijaanzicht aandrijfketting



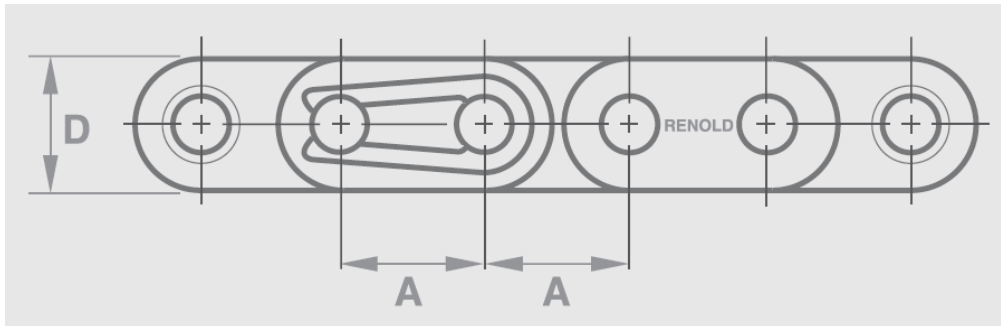
Figuur 21: Zijaanzicht transportketting

Bij de transportketting steunt de last dus op de rollen van de ketting. Als dit niet wenselijk is, of als de aard van de last dit niet toelaat, kan er gekozen worden om bevestigingslippen op de ketting te zetten. De last steunt dan op deze lippen. Dit is te zien op onderstaande afbeelding.



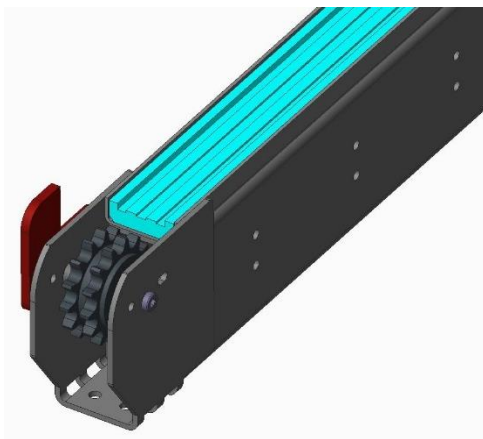
Figuur 22: Transportketting met bevestigingslippen

Aandrijfkettingen kunnen in principe ook gebruikt worden als transportketting, maar bij grote krachten komt er te veel druk op de twee aangrijpingspunten van de zijplaat. Fraxinus maakt toch gebruik van aandrijfkettingen, maar dan met rechte zijplaten. Dit is te zien op de afbeelding hieronder. Hierdoor steunt de last op het volledige zijvlak van de zijplaten en moeten er geen speciale kettingwielen voorzien worden.



Figuur 23: Aandrijfketting met rechte zijplaten

Het gedeelte van de ketting waar het product op steunt, wordt over een rail geleid. Deze rail is vervaardigd uit PA6 LFX oilamid. Dit materiaal is speciaal ontworpen voor toepassingen waar geen smeermiddel aan te pas kan komen en waar grote lasten met een lage snelheid moeten over bewegen. In de rail zijn drie groeven gefreesd, deze dienen om een duplex ketting in te geleiden. Alle gebruikte kettingwielen in de kettingbaan zijn dan ook van het duplex type.



Figuur 24: Geleidingsrail voor duplex ketting

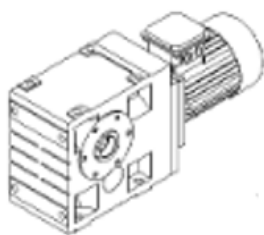
De afstand tussen de twee kettingen wordt gekozen in functie van de te verhandelen pallet. De afstand moet gelijk zijn aan de centerafstand tussen de buitenste blokken van de pallet. Als de kettingbaan zware lasten moet transporteren, of lasten die gevoelig zijn voor doorbuiging, kunnen er drie kettingen gebruikt worden zoals op onderstaande afbeelding.



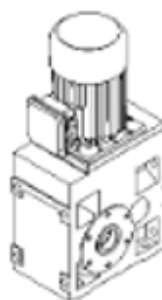
Figuur 25: Kettingbaan met drie kettingen

Merk op dat bovenstaande opstelling van de motor niet ideaal is. De motor hangt hier onder de reductiekast. De as van de motor loopt door in de reductiekast en is met dichtingen afgedicht. Als de motor draait kan het in deze situatie gebeuren dat er wat olie van de reductiekast langs de dichtingen in de motor binnenloopt.

Als de positie van de motor vrij te kiezen is, wordt dan ook de voorkeur gegeven aan een van de onderstaande opstellingen.



Figuur 26: Horizontale motoropstelling



Figuur 27: Verticale opstelling, motor bovenaan

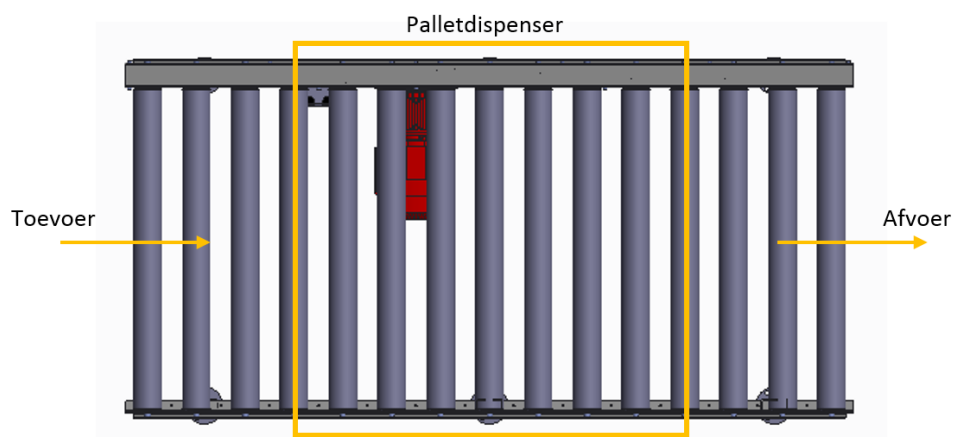
3.5.5 Palletdispenser

Voor we aan het ontwerp van de dispenser konden beginnen moesten we uitmaken welke de verschillende aan- en afvoermogelijkheden zijn, ook de centreer-, grijp- en hefmogelijkheden hebben we op een rijtje gezet om een overzicht te krijgen van waar we naartoe moesten.

3.5.5.1 Aan- en afvoermogelijkheden

Aanvoer en afvoer in lijn

Bij een aanvoer en afvoer in lijn staan de palletdispenser en de rollenbaan in dezelfde lijn. De losse palletten worden aangevoerd door een rollenbaan en vervolgens gestapeld, als de stapel compleet is, wordt deze in dezelfde richting afgevoerd door de rollenbaan. Er kan ook een volle stapel palletten aangevoerd worden door een heftruck. De dispenser kan dan de palletten ontstapelen. De losse palletten worden dan een voor een vrijgegeven door de rollenbaan, in dezelfde richting als de aanvoerrichting.

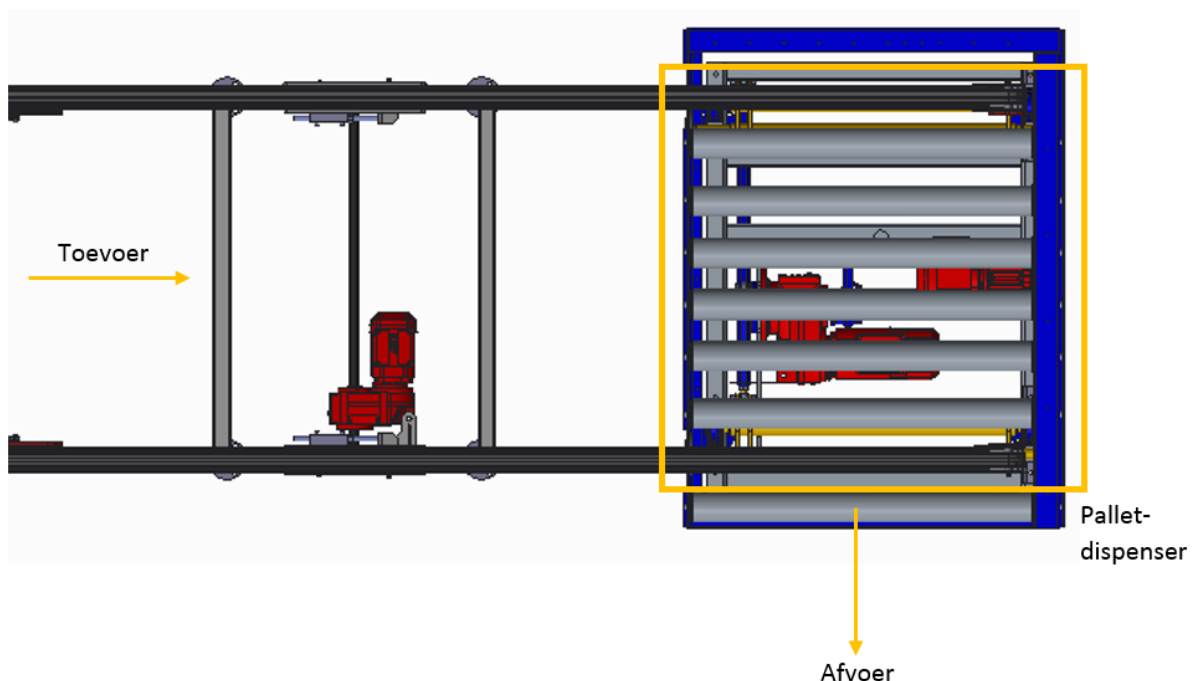


Figuur 28: Aanvoer en afvoer in lijn

Aanvoer en afvoer haaks op elkaar

De losse paletten worden aangevoerd door een rollenbaan of een kettingbaan en vervolgens gestapeld. Als de stapel compleet is, wordt de stapel in de dwarsrichting afgevoerd door respectievelijk een kettingbaan of een rollenbaan. De volle stapel kan ook hier afgenomen worden door een heftruck. Het ontstapelen is ook mogelijk, er wordt dan een volle stapel paletten rechtstreeks in de dispenser gezet door een heftruck, of aangevoerd door een rollen- of kettingbaan. De dispenser ontstapelt de paletten waarna ze een voor een in de dwarsrichting worden afgevoerd door een rollenbaan of kettingbaan.

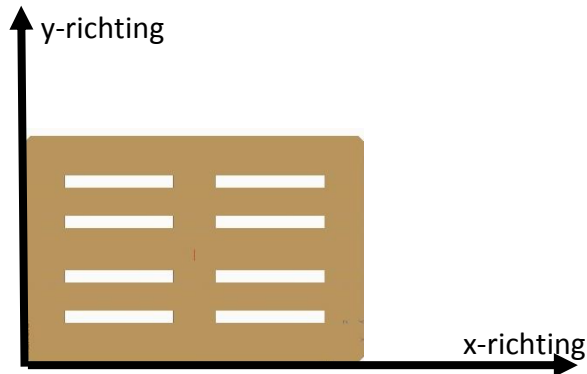
Als de losse paletten aangevoerd worden door een kettingbaan, moet de gevormde stapel worden afgevoerd door een rollenbaan. Dit wordt mogelijk gemaakt door een hoektransfer met een ophefbare rollenbaan. De stapel wordt dan gevormd op de kettingbaan, wanneer de stapel compleet is, wordt de ophefbare rollenbaan naar zijn hoogste stand gebracht zodat de stapel kan afgevoerd worden via de vaste rollenbaan. De stapel wordt dan verder op de rollenbaan, in de meeste gevallen, afgenomen door een heftruck. Dit laatste stuk rollenbaan doet dan dienst als bufferzone. Dit principe wordt toegepast wanneer de dispenser een continubedrijf moet hebben. Hierbij is het dus niet mogelijk om de dispenser stil te leggen wanneer de stapel compleet is. De lengte van deze bufferzone is afhankelijk van de snelheid van de dispenser en de tijd die nodig is om een stapel paletten af te nemen.



Figuur 29: Hoekovergave

3.5.5.2 Centreermogelijkheden bij palletdispenser

Wanneer een pallet wordt aangevoerd naar de palletdispenser moet deze in het midden van het systeem komen te liggen. Zo kan de palletdispenser een mooie en stabiele stapel maken. Om dit mogelijk te maken voorzien we een centrering net vóór, of in de palletdispenser. Deze centrering legt de positie van de pallet vast in de x- en y-richting. Dit kan op verschillende manieren gebeuren, zoals hieronder wordt beschreven. In de beschrijving zullen we ervan uitgaan dat de pallet de palletdispenser binnenkomt in de langsrichting (x-richting).



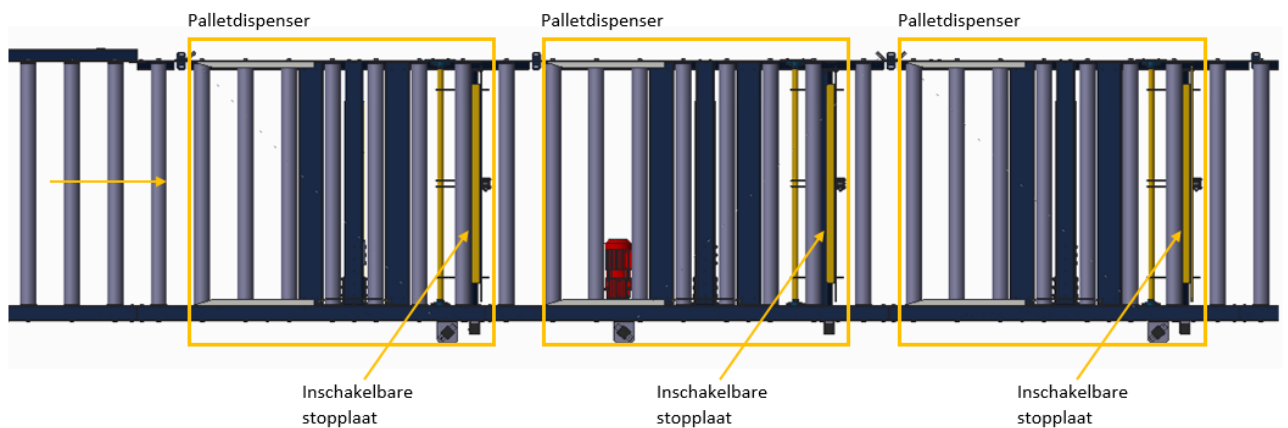
Figuur 30: x- en y-richting van een europallet

Centrering in langsrichting op een rollenbaan

De pallet komt binnen in de langsrichting (x-richting). Het centreren kan hier gebeuren door de pallet tegen een stopplaat te laten lopen. Deze kan zowel vast als inschakelbaar gemonteerd worden. De vaste plaat wordt vooral gebruikt wanneer er maar één dispenser gebruikt wordt. Wanneer er meerdere dispensers in lijn staan wordt er vooral gebruik gemaakt van een inschakelbare stopplaat. Er worden meerdere dispensers in lijn gebruikt wanneer men meerdere formaten van palletten moeten verhandelen. Iedere dispenser is dan op een andere soort palletten afgestemd. De stopplaat houdt dan de juiste pallet tegen bij de juiste dispenser. De stopplaat wordt tussen de rollen van de rollenbaan geplaatst.

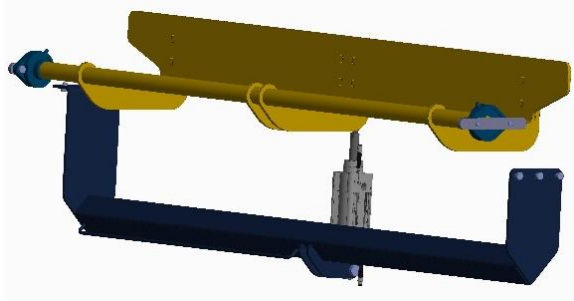


Figuur 31: Rollenbaan met meerdere inschakelbare stopplaten



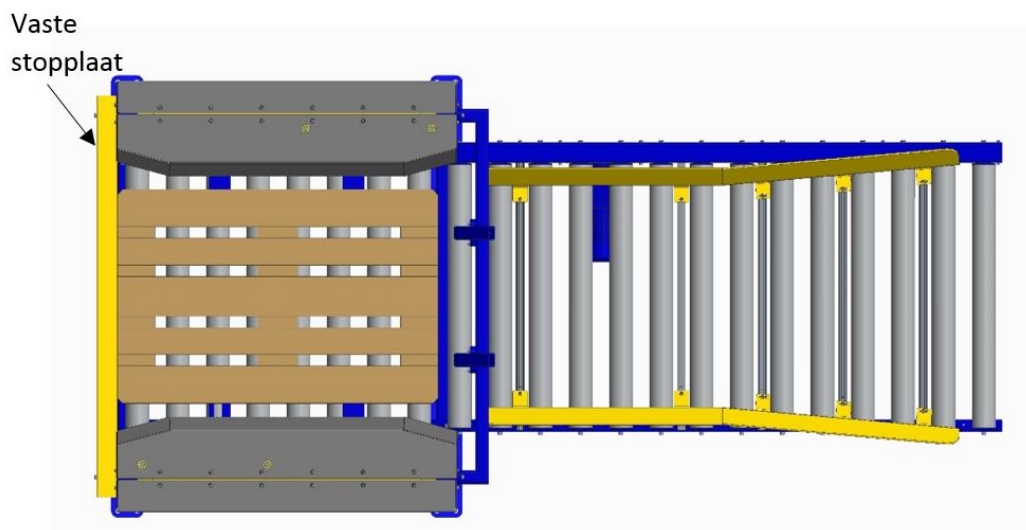
Figuur 32: Principefiguur rollenbaan met inschakelbare stopplaten

De inschakelbare stopplaat wordt bevestigd aan de zijprofielen van de rollenbaan. De stopplaat wordt bediend door een pneumatische cilinder die de plaat omhoogduwt. De cilinder duwt de plaat tussen de rollen van de rollenbaan omhoog, zodat de palletten worden tegengehouden. Hieronder ziet u een afbeelding van een inschakelbare stopplaat.



Figuur 33: Inschakelbare stopplaat

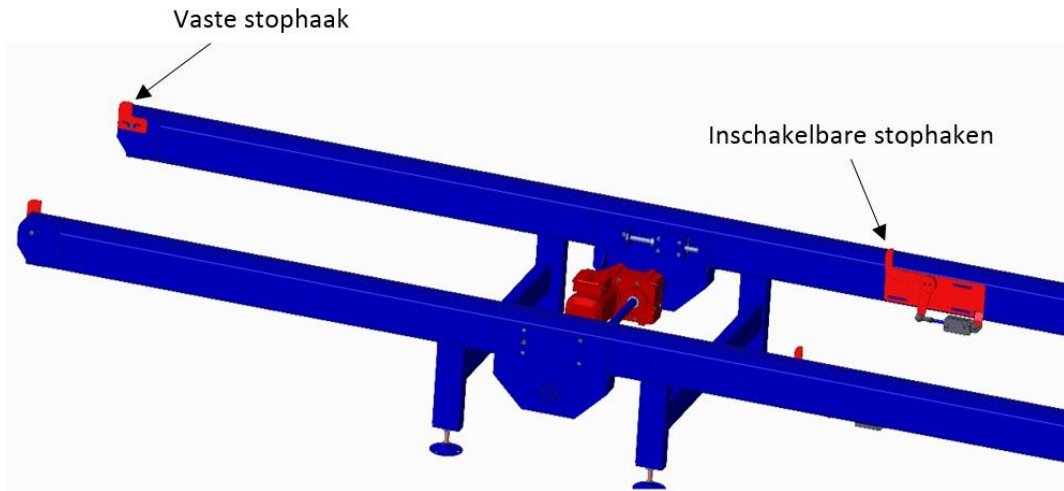
De vaste stopplaat wordt in de meeste gevallen vast aan het frame van de dispenser bevestigd. In sommige gevallen kan deze ook op de rollenbaan bevestigd worden. Hieronder ziet u een vaste stopplaat die op de dispenser gemonteerd is.



Figuur 34: Vaste stopplaat

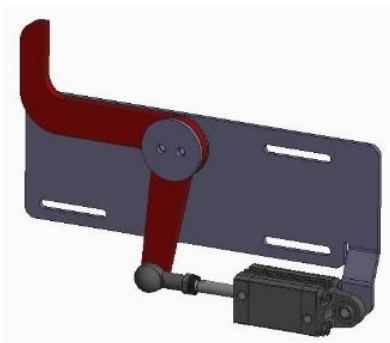
Centrering in langsrichting op een kettingbaan

De centrering op de kettingbaan gebeurt iets anders dan op de rollenbaan maar wel met hetzelfde principe. Bij het gebruik van één dispenser kan de pallet tegengehouden worden door twee vaste stophaken die aan beide zijden van de kettingbaan gemonteerd worden. Worden er meerdere dispensers gebruikt op één kettingbaan dan kan gebruik gemaakt worden van inschakelbare stophaken. Deze haken worden ook op de zijprofielen van de kettingbaan bevestigd. Hieronder ziet u beide principes, de vaste stophaken en de inschakelbare stophaken.

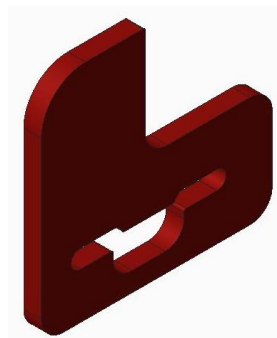


Figuur 35: Kettingbaan met vaste- en inschakelbare stophaak

De inschakelbare stophaak wordt bediend door een pneumatische cilinder. Als de pallet tegengehouden moet worden, schuift de cilinder uit zodat de haak boven de ketting uitsteekt. Als de pallet doorgelaten moet worden, schuift de cilinder in en draait de haak weg onder het oppervlak van de kettingen.



Figuur 36: Inschakelbare stophaak



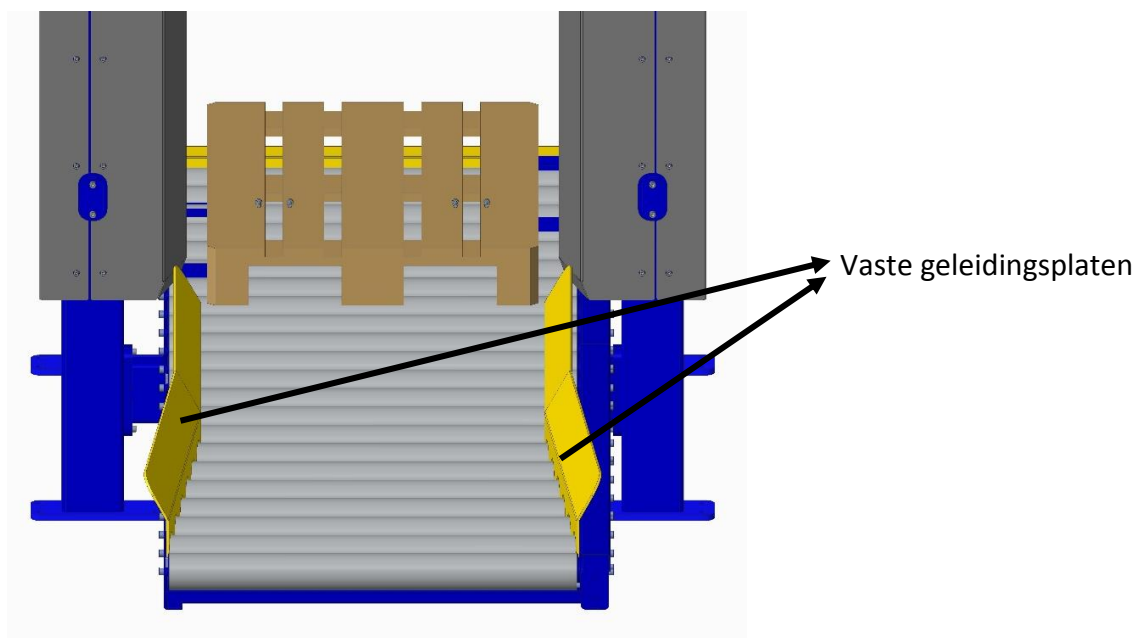
Figuur 37: Vaste stophaak

Centrering in dwarsrichting op een rollenbaan

De centrering in de dwarsrichting (y-richting) kan ook op verschillende manieren gebeuren. Hieronder worden er enkele voorgesteld.

- Centrering met vaste geleidingsplaten.

De centrering met vaste geleidingsplaten gebeurt altijd net voor de palletdispenser. Bij deze centrering wordt gebruik gemaakt van platen die de pallet in de y-richting op de juiste plaats brengen. Dit principe wordt vooral gebruikt wanneer telkens dezelfde palletten verwerkt worden. De geleidingsplaten geleiden de pallet naar het midden van de dispenser. Dit gebeurt doordat de platen geleidelijk aan naar elkaar toe lopen en op het einde de pallet in de juiste positie verder geleiden, net voor ze de dispenser binnenkomt. De onderstaande afbeelding geeft hiervan een voorstelling.

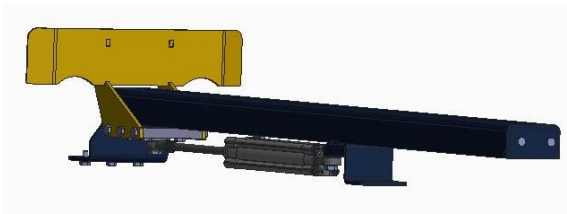


Figuur 38: Vaste geleidingsplaten

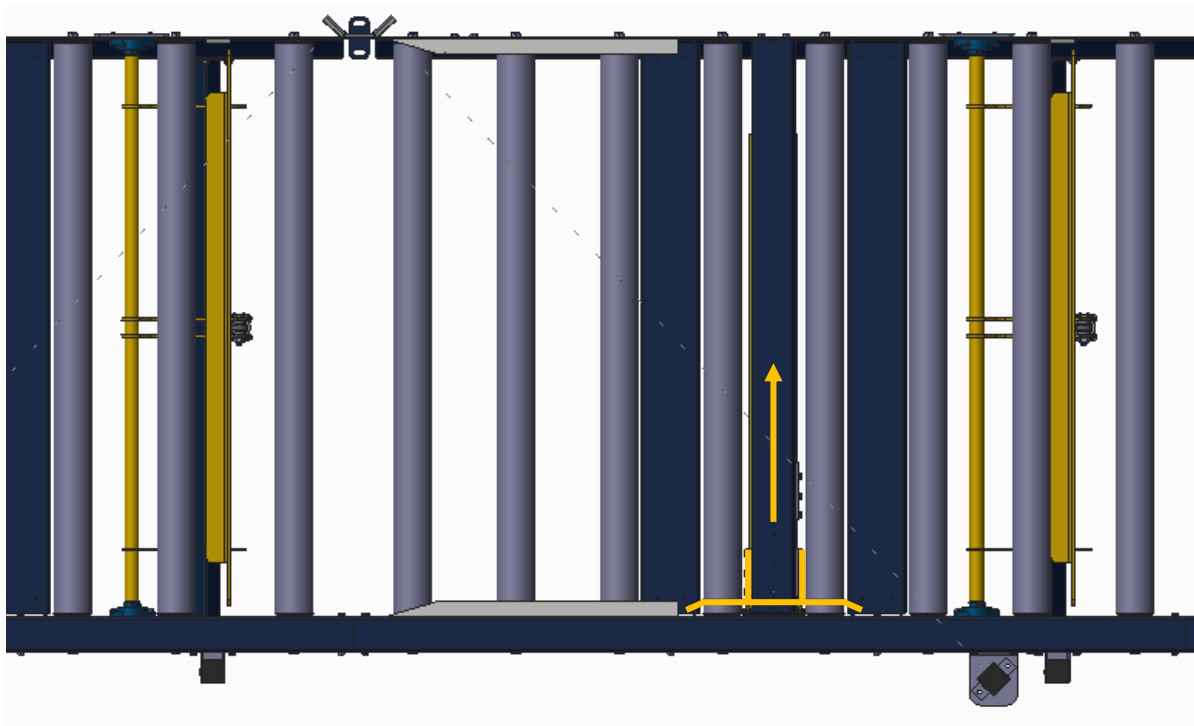
- Centrerig met behulp van een beweegbare aanslag.

Bij een beweegbare aanslag wordt er een plaat vanaf de buitenkant van de rollenbaan naar binnen getrokken door een pneumatische cilinder. De plaat komt tegen de pallet en trekt deze tegen de andere kant van de rollenbaan. De pallet neemt een vaste positie in, waardoor hij kan gestapeld worden. Op onderstaande afbeelding zie je de beweegbare aanslag. Deze is samengesteld uit een profiel waarover de plaat loopt en een pneumatische cilinder die de beweging van de plaat mogelijk maakt.

Dit principe heeft als voordeel dat het heel compact is en wordt daarom meestal gebruikt wanneer er te weinig plaats is om met vaste aanslagplaten te werken. Ook kunnen hiermee verschillende soorten palletten gecentreerd worden.



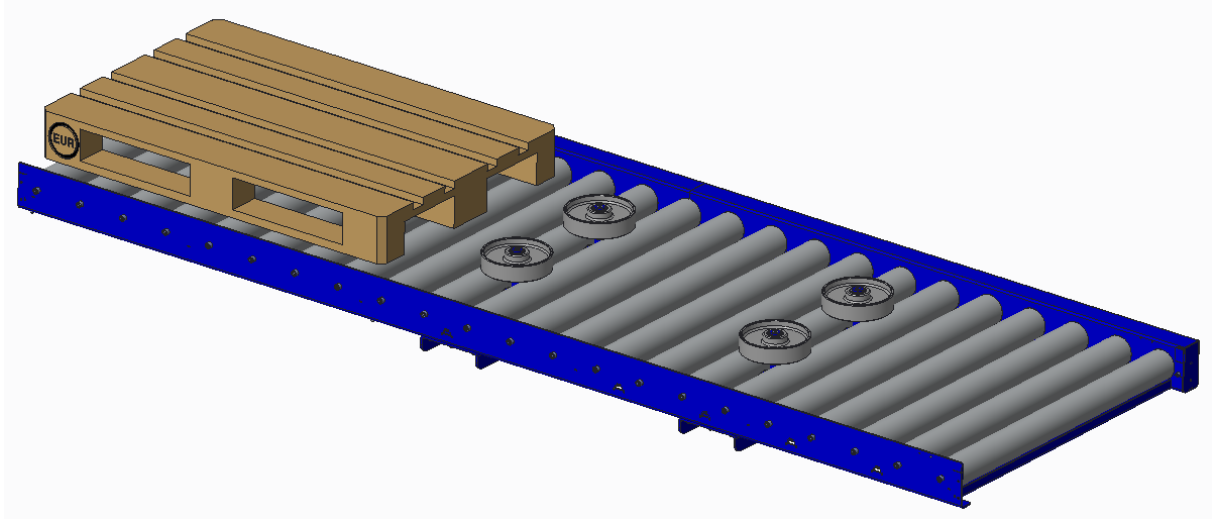
Figuur 39: Beweegbare aanslag



Figuur 40: Principefiguur beweegbare aanslag

- Centrerung met behulp van geleidingswielen

Bij deze centrering wordt gebruik gemaakt van rollen die uit de rollenbaan steken om de pallet in de juiste positie te brengen. De pallet wordt met de openingen over de rollen gedreven waardoor ze in de dwarsrichting gecentreerd wordt. Deze centrering kan enkel gebruikt worden bij europalletten, omdat er bij andere palletten onderaan telkens een dwarsplank zit. Onderstaande afbeelding geeft de centrering van een europallet weer.

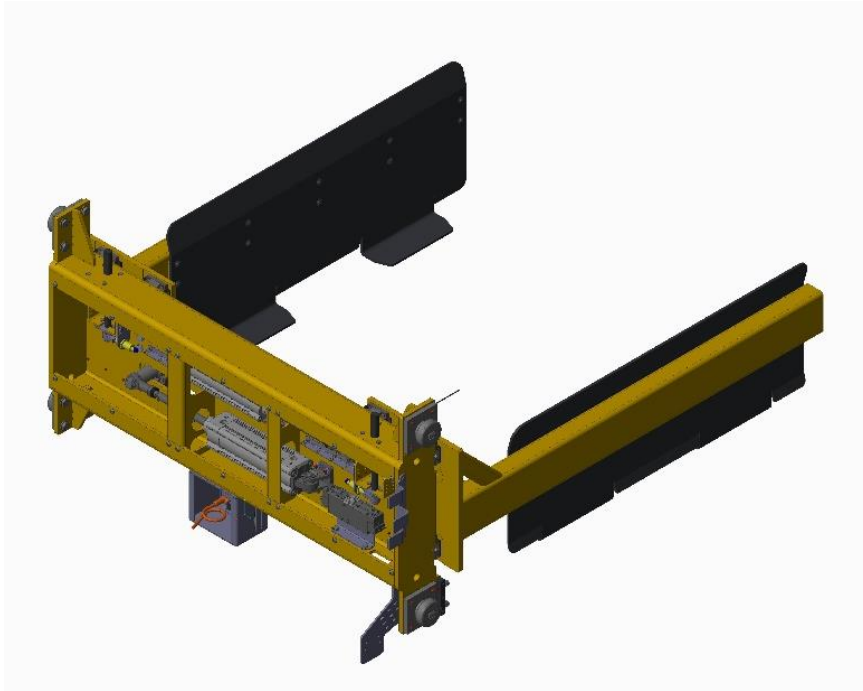


Figuur 41: Centrerung door geleidingswielen

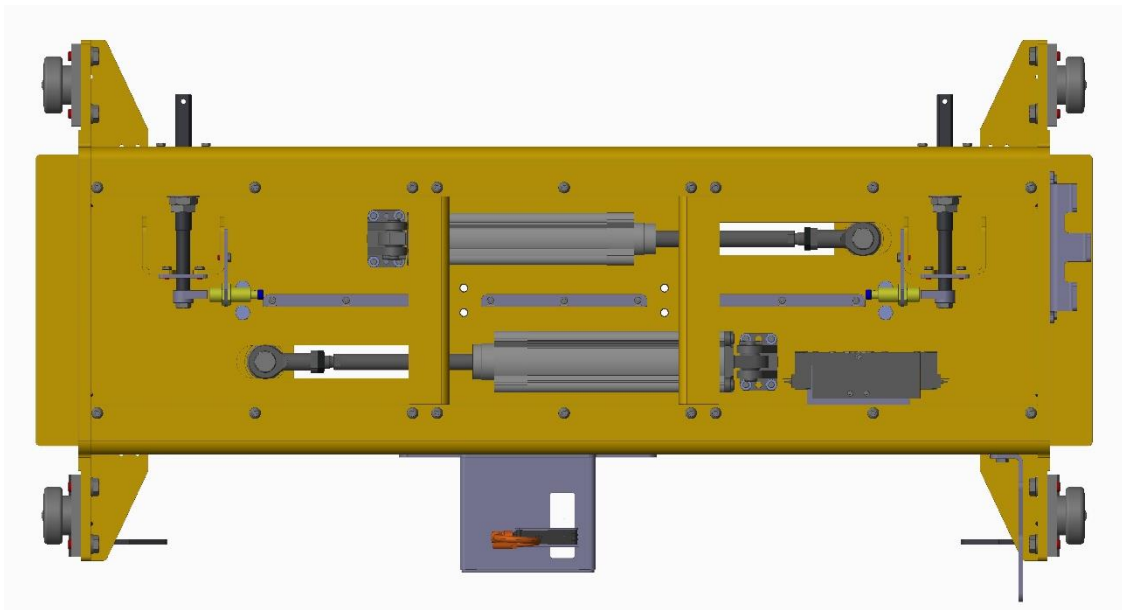
3.5.5.3 Grijpmogelijkheden bij de palletdispenser

Palletgrijpers bediend met twee zuigers

De armen van de grijper worden bediend met twee verschillende zuigers. Zo wordt iedere arm apart bediend. Deze twee zuigers worden dan synchroon met elkaar gekoppeld zodat ze samen bewegen. Het grote voordeel van dit systeem is dat de cilinders kunnen verplaatst worden zodat er een grotere of een kleinere pallet kan genomen worden met dezelfde cilinders.



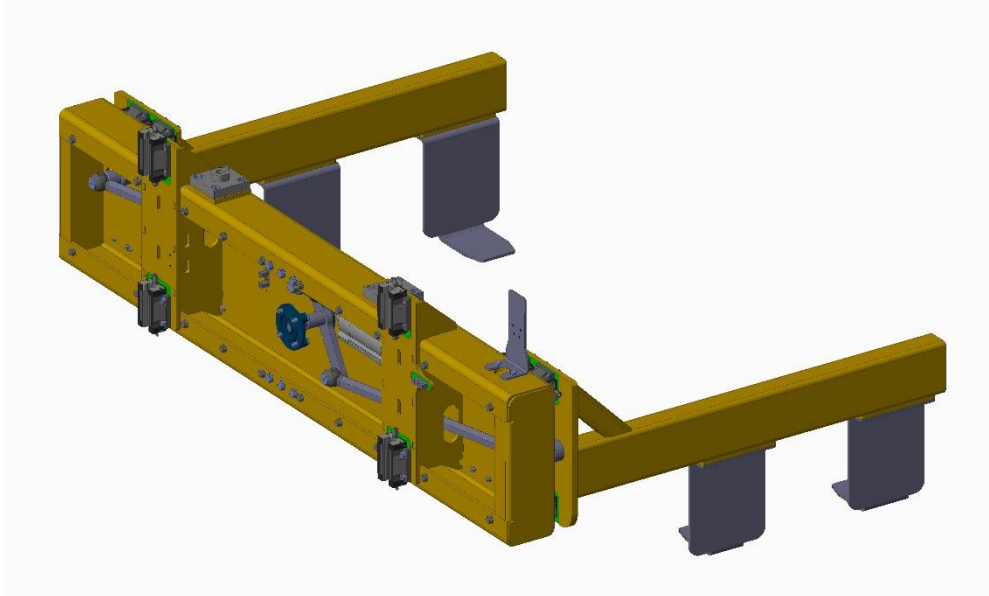
Figuur 42: Palletgrijper met twee cilinders



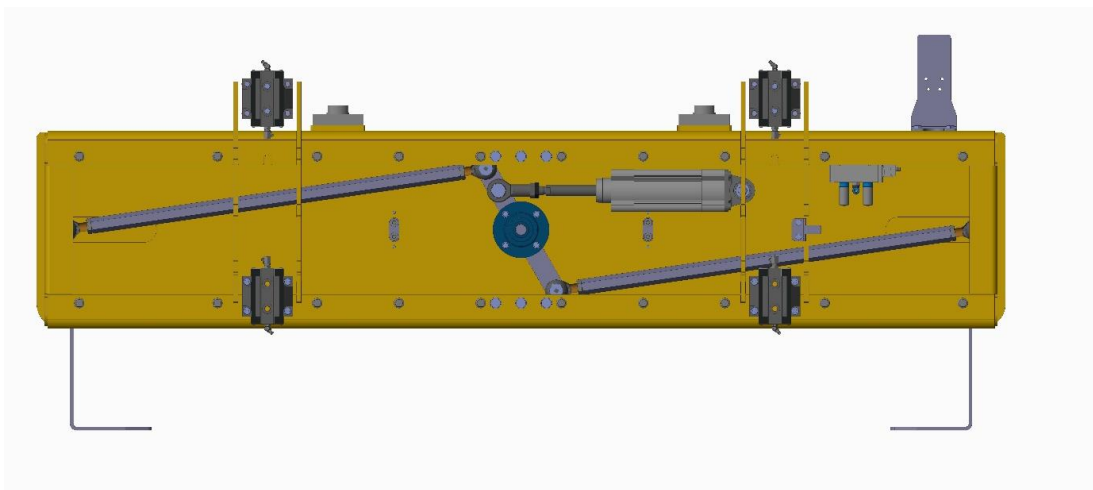
Figuur 43: Palletgrijper met twee cilinders (achteraanzicht)

Palletgrijpers bediend met één cilinder

In dit systeem wordt één cilinder gebruikt om de palletgrijpers te bedienen. Hierbij wordt gewerkt met een kruismechanisme dat in verbinding staat met de cilinder, dit is te zien op de onderstaande figuren.



Figuur 44: Palletgrijper met één cilinder

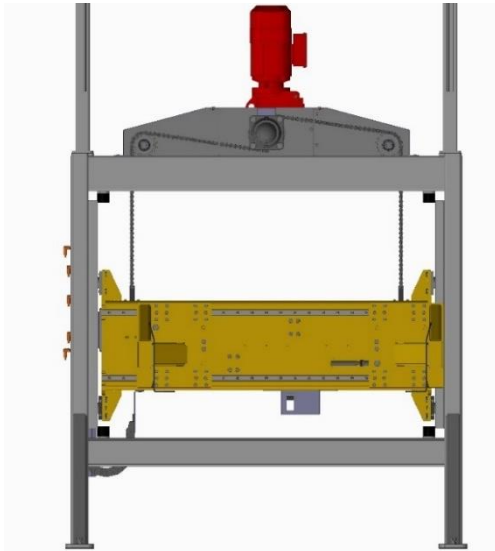


Figuur 45: Palletgrijper met één cilinder (achteraanzicht)

3.5.5.4 Hefmogelijkheden

Hefinrichting met kettingen en elektromotor

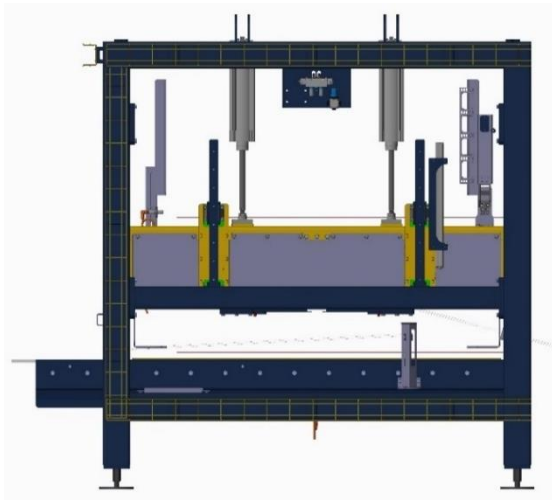
In dit systeem wordt een elektromotor gekoppeld aan een kettingwiel waarop een ketting bevestigd zit. Door het verdraaien van de motor wordt de ketting opgerold, waardoor de palletgrijpers naar boven bewegen. De motor die het systeem aandrijft moet voorzien worden van een reductie en een frequentieregelaar. Hierdoor kan de positie van het systeem nauwkeurig bepaald worden en is de regeling van de snelheid gemakkelijk.



Figuur 46: Hefinrichting met kettingen en elektromotor

Hefinrichting met pneumatische cilinders

In dit systeem wordt de palletgrijper opgeheven met behulp van twee pneumatische cilinders, die synchroon gestuurd worden. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door de leidingen naar de cilinders vanaf hetzelfde ventielblok te laten vertrekken. Dit heeft als voordeel dat de vorken van het vorkmechanisme vlak blijven tijdens het heffen of zakken.



Figuur 47: Hefinrichting met pneumatische cilinders

4 Het ontwerp

Voor we het definitief ontwerp konden afwerken zijn er veel probeersels en aanpassingen aan vooraf gegaan. In dit hoofdstuk wordt het verloop hiervan weergegeven. Eerst worden de voorontwerpen besproken. Hieruit hebben we de meest geschikte en best realiseerbare gekozen. Het gekozen ontwerp werd daarna verder uitgewerkt tot een functionerende machine.

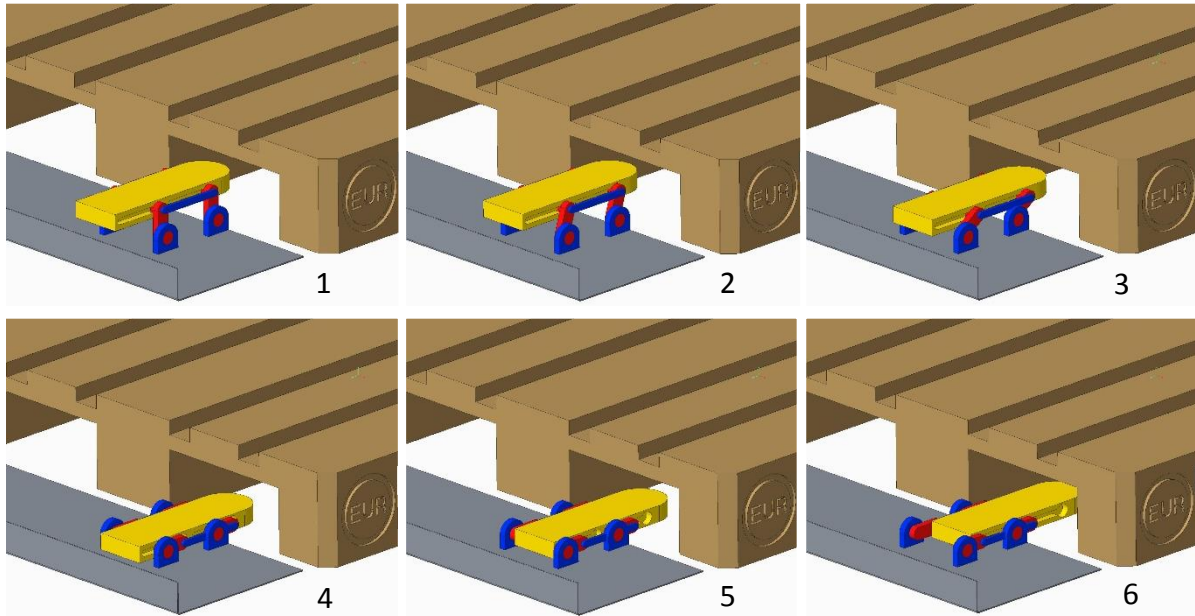
4.1 Voorontwerpen

In het begin van de ontwerpfase hebben we op papier gezocht naar mogelijke mechanismen om in de dispenser toe te passen. Enkele ideeën daarvan hebben we principieel uitgewerkt in Creo. De mechanismen die hieronder vermeld staan, zijn puur mechanisch uitgewerkt, er is dus nog geen rekening gehouden met eventuele aandrijvingsmogelijkheden.

4.1.1 Principe 1

De afbeeldingen hieronder stellen de werking van het mechanisme voor. Eerst wordt de vork van de hoogste stand naar de laagste gebracht volgens een cirkelvormige baan (1 – 4).

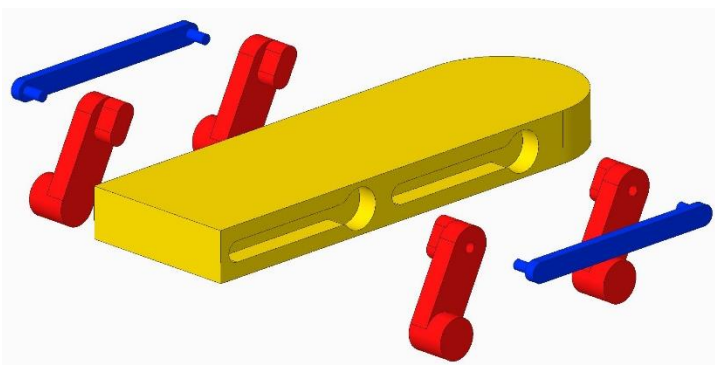
Daarna schuift de vork vooruit zodat ze verder onder de pallet gebracht kan worden (5 – 6).



Figuur 48: Verloop van de cyclus (principe 1)

De vork moet dus eerst volgens een cirkelvormige baan dalen, maar moet wel vlak blijven. Hiervoor zijn in de zijkanten van de vorken sleuven gemaakt die in een cirkelvorm beginnen en daarna overgaan in een smallere rechte sleuf.

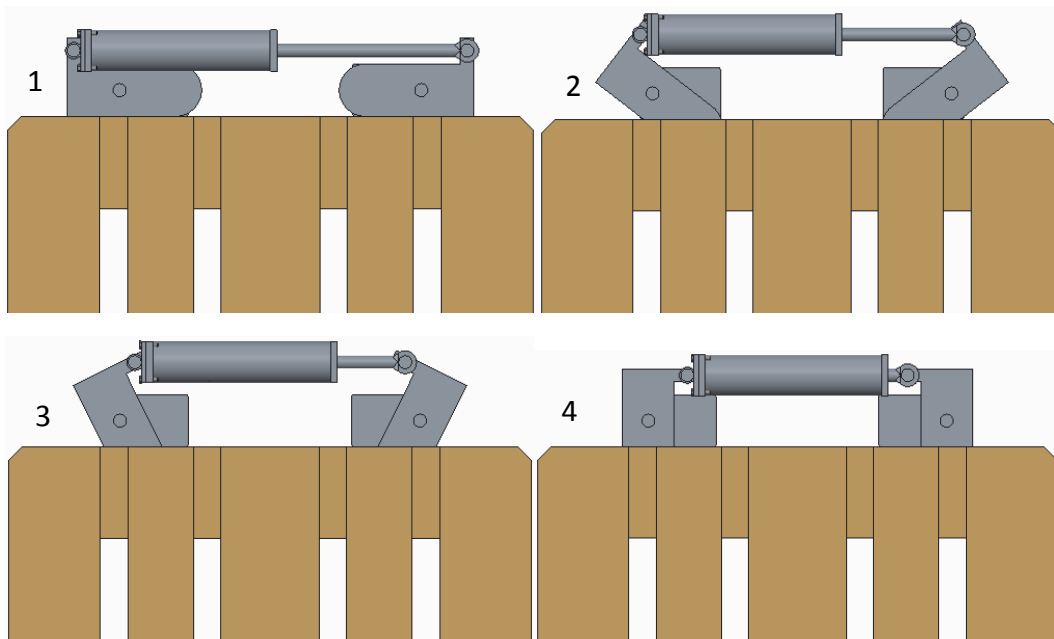
De draaiarmen zijn voorzien van blokjes die dezelfde lengte hebben als de diameter van de cirkelvorm in de sleuf. De breedte van het blokje is gelijk aan de dikte van de sleuf. Bij stap 1 tot 3 zit het blokje in die cirkelvorm en kan de vork enkel in dit punt scharnieren. Als de armen eenmaal plat liggen, passen ze in de sleuf van de vork zodat deze naar voor geschoven kan worden (stap 4 tot 6).



Figuur 49: Samenstelling vorkmechanisme (principe 1)

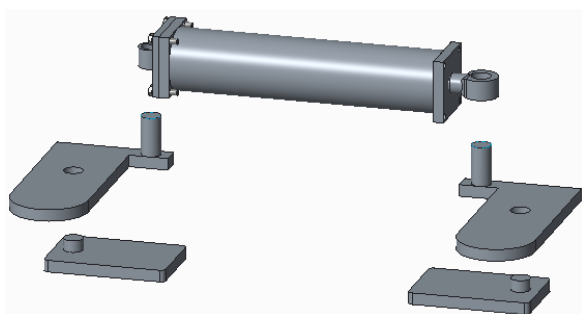
4.1.2 Principe 2

In het tweede principe worden de vorken in de pallet gedraaid. Zo kunnen de vorken op hun smalle kant opgesteld worden zodat ze niet veel plaats innemen (1). Daarna worden ze door een pneumatische cilinder gedraaid zodat ze in de holtes van de pallet komen (2 – 4). De werking van dit principe is hieronder voorgesteld.



Figuur 50: Verloop van de cyclus (principe 2)

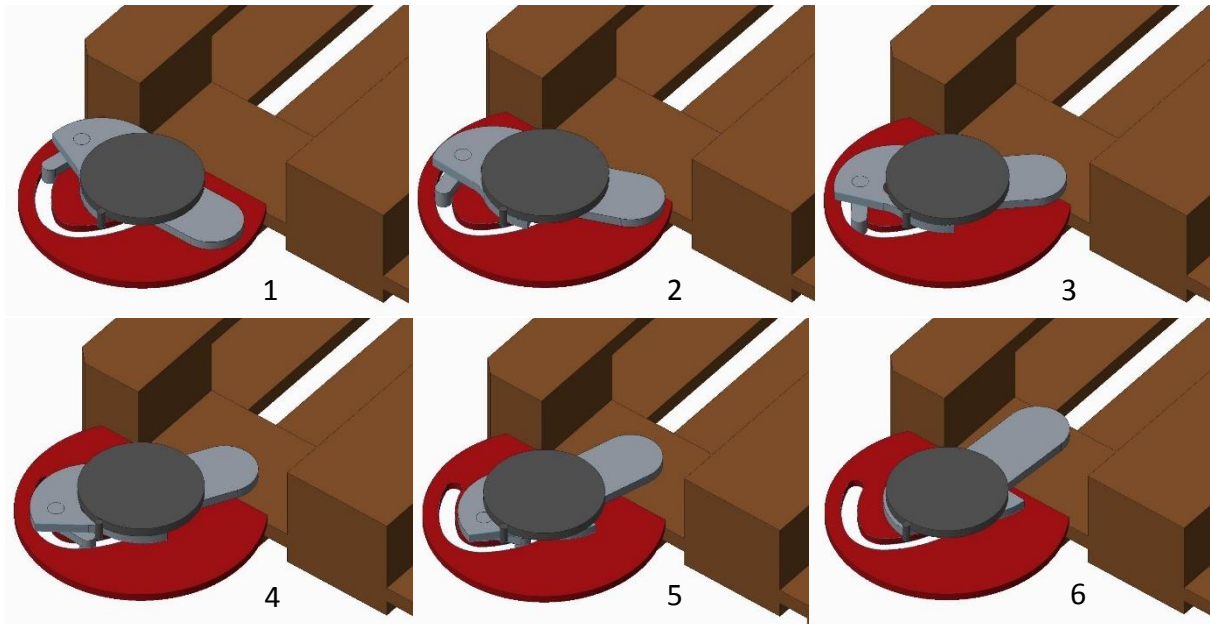
De vorken zijn voorzien van een gat en worden bevestigd op een plaat met een pin waarrond de vork kan draaien. Op de vork zit ook een pin waarmee hij kan bevestigd worden aan de cilinder. Bij het uit- en inschuiven van de cilinder zal de vork zich verdraaien op de plaat. Doordat de cilinder tussen de twee vorken is opgesteld, draaien de vorken tegenovergesteld aan elkaar. De onderdelen worden voorgesteld op onderstaande figuur.



Figuur 51: Samenstelling van draaimechanisme vorkbeweging

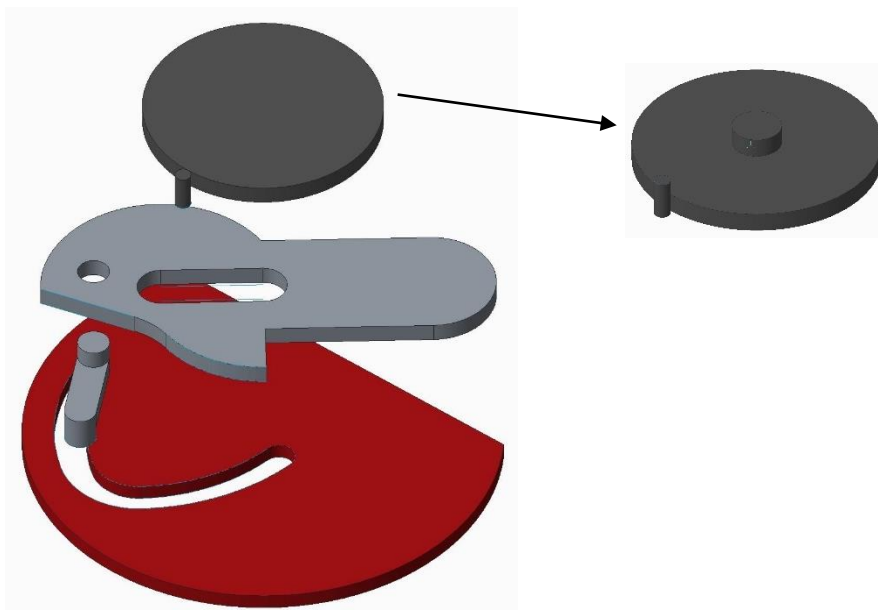
4.1.3 Principe 3

Het derde principe steunt ook op de draaibeweging van de vorken, in stap 1 tot 3 draait de vork rond zijn middelpunt. Tijdens de volgende stappen schuift de vork dieper in de pallet.



Figuur 52: Verloop van de cyclus (principe 3)

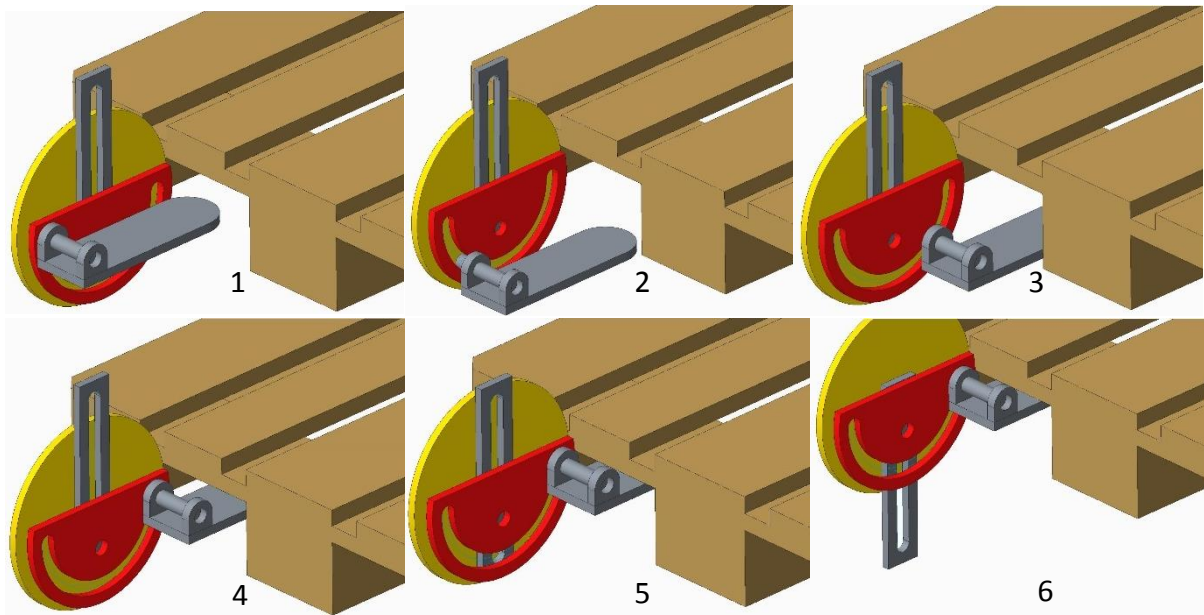
De sleuf in de vork loopt over de cirkelvormige uitstulping aan de onderkant van de bovenste plaat. De pen aan de rand van deze bovenste plaat loopt tegen het gegolfd oppervlak van de vork, hierdoor roteert de vork eerst, om vervolgens uitgeschoven te kunnen worden. De tussenarm loopt in de sleuf van de onderste plaat en drijft de vork aan.



Figuur 53: Samenstelling vorkmechanisme (principe 3)

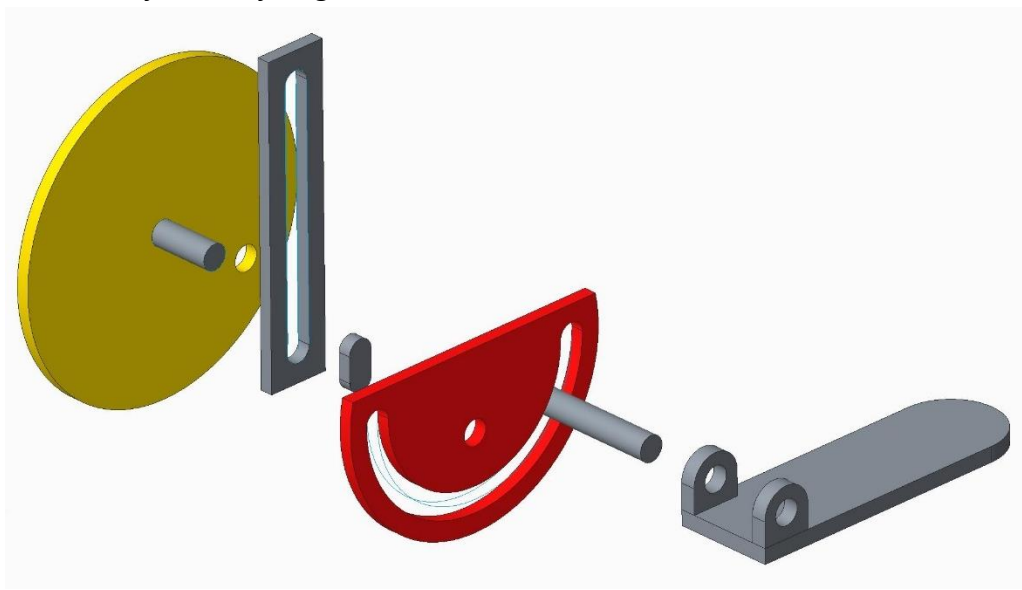
4.1.4 Principe 4

In dit principe beschrijft de vork eerst een cirkelvormige baan (stap 1 – 4), daarna wordt de volledige schijf opgeheven waardoor ook de pallet opgetild wordt (stap 5 – 6).



Figuur 54: Verloop van de cyclus (principe 4)

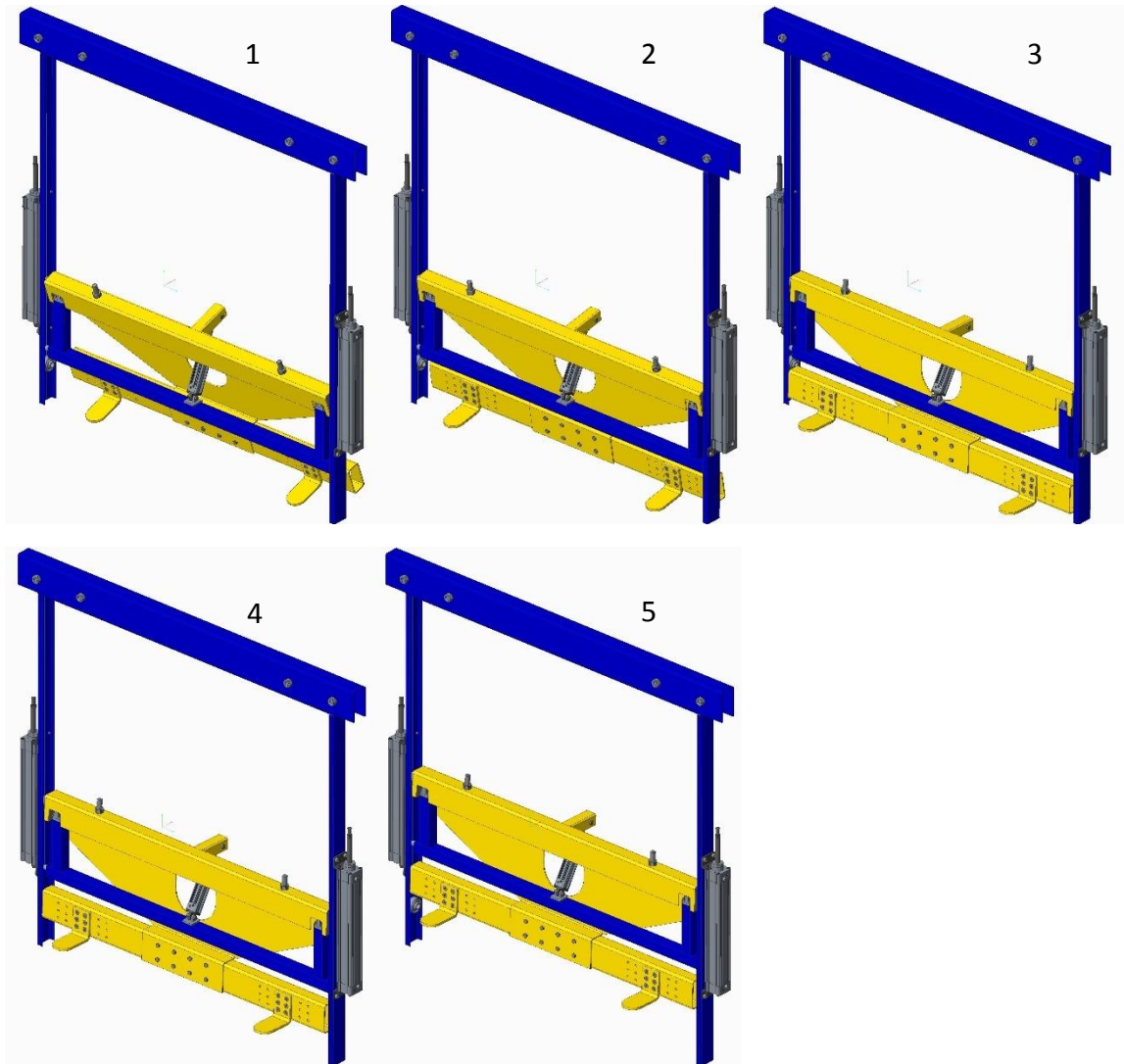
De vork loopt met een pen in de sleuf van de halfronde schijf. Eenmaal de pen op het einde van de sleuf gekomen is, duwt ze het hele mechanisme in de verticale sleuf omhoog. De halfronde schijf loopt met een langwerpige blokje in de verticale sleuf, zo wordt voorkomen dat de schijf rond zijn eigen as draait.



Figuur 55: Samenstelling vorkmechanisme (principe 4)

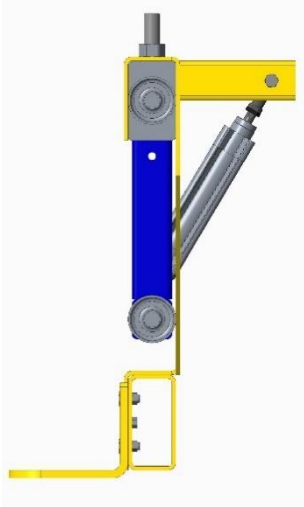
4.1.5 Principe 5

Volgens het laatste principe kantelen de vorken naar voor door het inschuiven van de cilinder die de hefboom bedient (stap 1 – 3). Vervolgens wordt het hele vorkmechanisme opgeheven zodat ook de pallet opgetild kan worden (stap 4 – 5). Het mechanisme wordt door rollen in de profielen geleid. Op de volgende afbeeldingen is de pallet niet afgebeeld omdat anders het mechanisme niet meer duidelijk zichtbaar zou zijn.

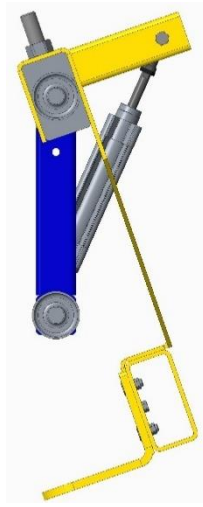


Figuur 56: Verloop van de cyclus (principe 5)

Op de onderstaande afbeeldingen is de hefboom duidelijker voorgesteld. Als de cilinder uitschuift worden de vorken naar achter gekanteld.



Figuur 57: Vorken vooruit, cilinder ingeschoven



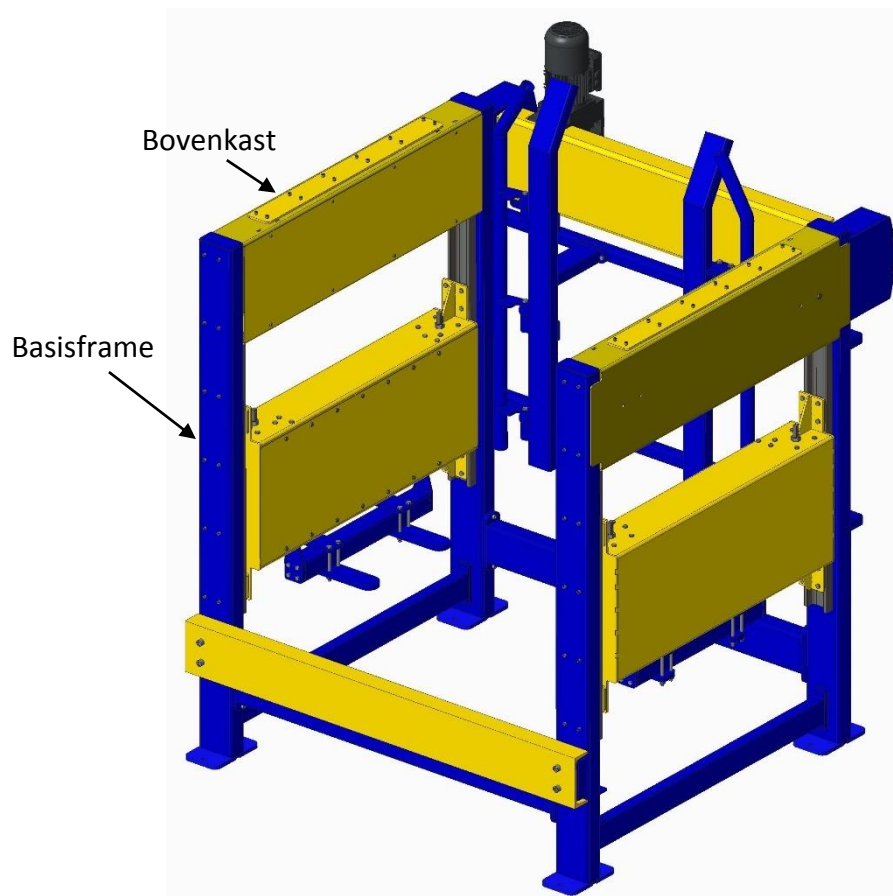
Figuur 58: Vorken achteruit, cilinder uitgeschoven

4.2 Definitief ontwerp

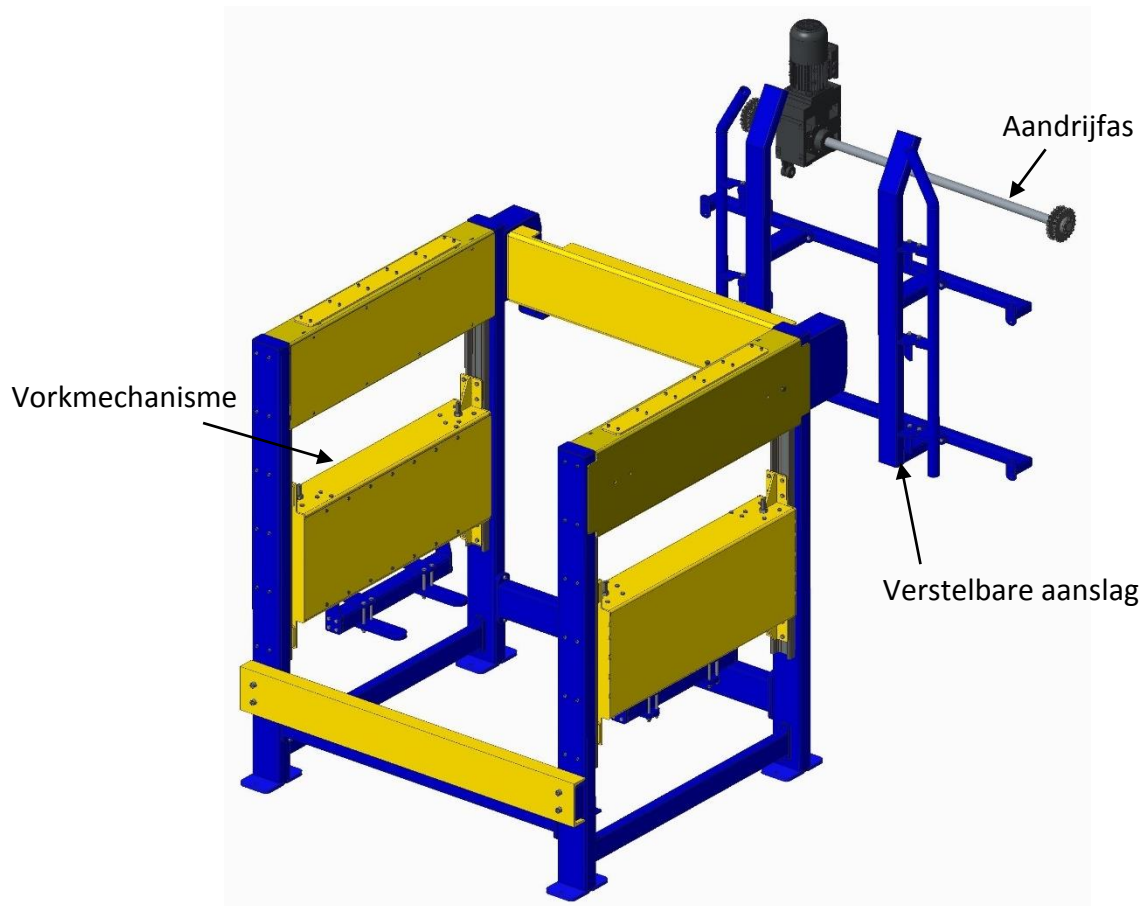
We hebben ervoor gekozen om met principe 5 verder te werken, dit is een simpel maar toch effectief mechanisme. Ook zagen we hier, meer dan bij de andere principes, de mogelijkheid om de vorken traploos te kunnen verstellen op de buis waar ze op bevestigd zitten. De open neergaande beweging kan hier ook makkelijk gerealiseerd worden door de geleidingswielen in een verticaal profiel te laten lopen. We kiezen ervoor om een ketting aan de bovenkant van het vorkmechanisme te bevestigen, het uiteinde van de ketting kan dan aan een cilinder bevestigd worden of over een kettingwiel lopen die aangedreven wordt door een elektromotor.

We hebben stap voor stap aanpassingen en verbeteringen aangebracht aan dit mechanisme, tot we een werkende en realiseerbare palletdispenser hadden. In dit hoofdstuk wordt het definitieve ontwerp uitgelegd. De detailtekeningen van dit ontwerp zijn bijgevoegd in de tekeningmap.

Op de afbeeldingen hieronder zijn de verschillende onderdelen van de dispenser te zien.



Figuur 59: Palletdispenser assembly



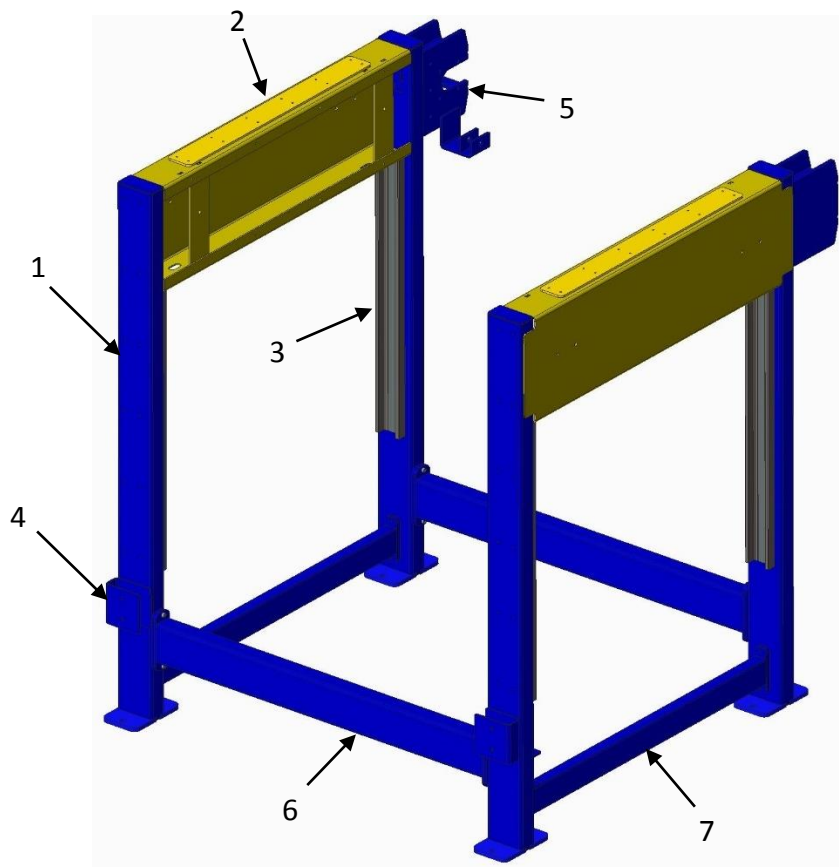
Figuur 60: Palletdispenser assembly plof-tekening

4.2.1 Basisframe

Het basisframe van de dispenser bestaat uit twee tegenover elkaar staande helften. Eén helft bestaat uit rechthoekige buizen (1) met daartussen de omkasting voor de bovenophanging (2) gelast. De rollenbaan die in de dispenser komt, ligt haaks t.o.v. de invoerriem. De afstand tussen de twee rechthoekige buizen moet dus groot genoeg zijn om over de rollenbaan te kunnen staan. Aan de binnenkant van het frame wordt tegen de buizen een Winkelprofiel (3) gelast, hierin zullen de Winkelrollen, die aan het vorkmechanisme bevestigd zijn, geleid worden. Aan de voorkant van het frame worden twee beugels (4) gelast waar later een bumper tegen komt. Achteraan worden platen (5) gelast waar de as van de motor door zal lopen. Aan deze platen is ook een support gelast om de momentarm van de motor vast te houden.

Nadat de frames gelast zijn, worden ze met elkaar verbonden door verbindingsbuizen (6), deze dienen om het geheel zo stabiel mogelijk te maken. De verbindingsbuizen worden met bouten bevestigd, zo kan bij latere veranderingen de afstand tussen de frames verkleind of vergroot worden.

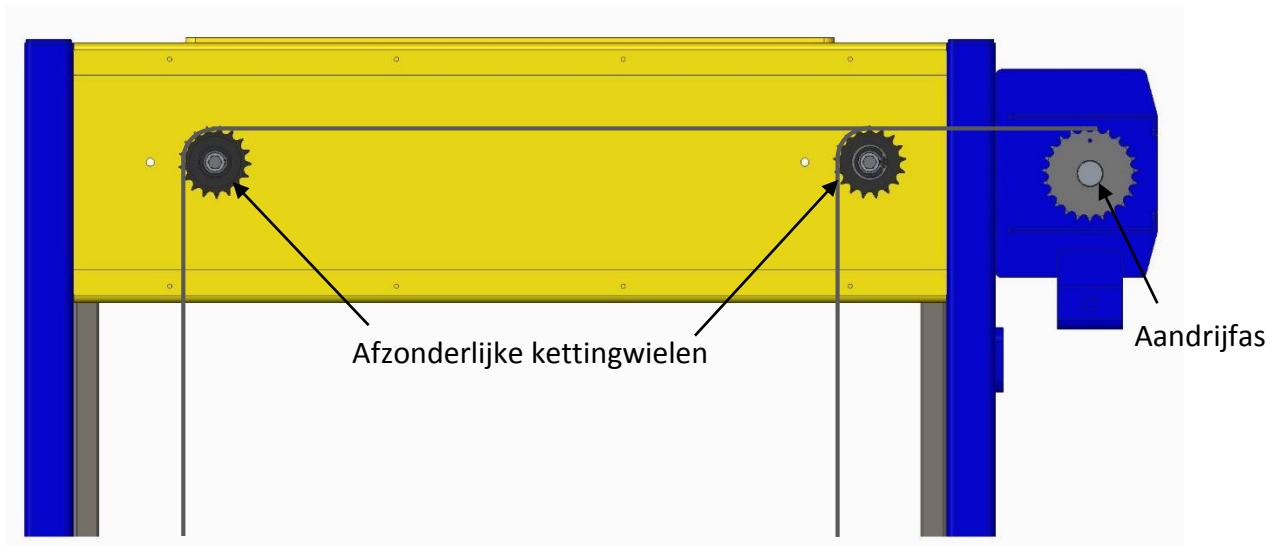
Per frame wordt er een dwarsbalk (7) voorzien, waar de rollenbaan op kan steunen. Zo is het niet nodig om aparte poten aan de rollenbaan te voorzien. Minder poten op de grond betekent ook het makkelijker vegen/reinigen van de ondergrond.



Figuur 61: Onderdelen van het basisframe

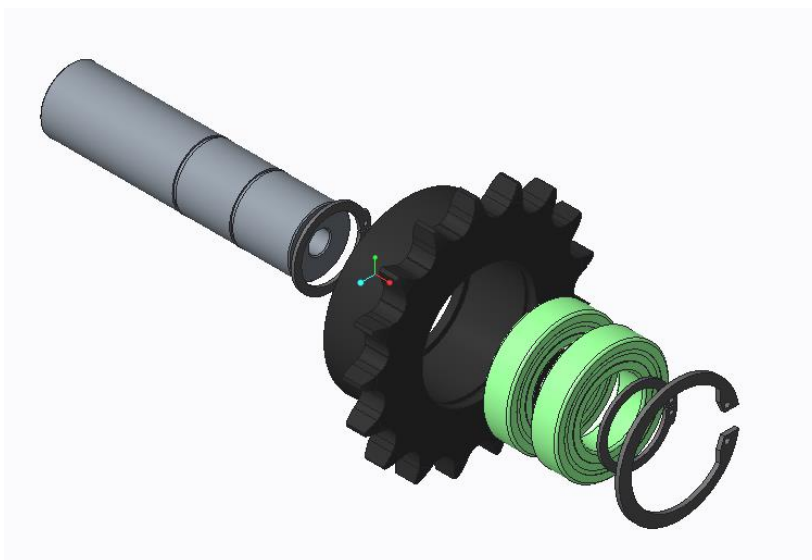
4.2.2 Bovenkast

De op- en neergaande beweging van het vorkmechanisme wordt mogelijk gemaakt door een elektromotor die een as met kettingwielen aandrijft. De kettingen die aan het vorkmechanisme bevestigd zijn, lopen door openingen in de bovenkast elk rond een afzonderlijk kettingwiel en gaan vervolgens door een opening in de buis van het frame naar de aandrijfas die voorzien is van een kettingwiel.



Figuur 62: Bovenkast

De afzonderlijke kettingwielen in de bovenkast zitten gelagerd op hun as. De binnenringen van de lagers worden geborgd op de as door twee circlipsen. Het kettingwiel wordt geborgd op de buitenringen van de lagers door een kraag aan het kettingwiel en een circlips.



Figuur 63: Assembly kettingwiel op as

4.2.3 Aandrijf-as

De aandrijf-as brengt de beweging van de motor over naar de twee helften van het frame. Op beide uiteinden van de as zit een duplex kettingwiel voor twee enkele kettingen. Een gewoon duplex kettingwiel kan namelijk enkel gebruikt worden voor een duplex ketting, het is dus niet mogelijk om twee afzonderlijke kettingen over een gewoon duplex wiel te laten lopen. Beide kettingwielen zitten op de as bevestigd door een klembus.



Figuur 64: Assembly aandrijf-as

4.2.4 Vorkmechanisme

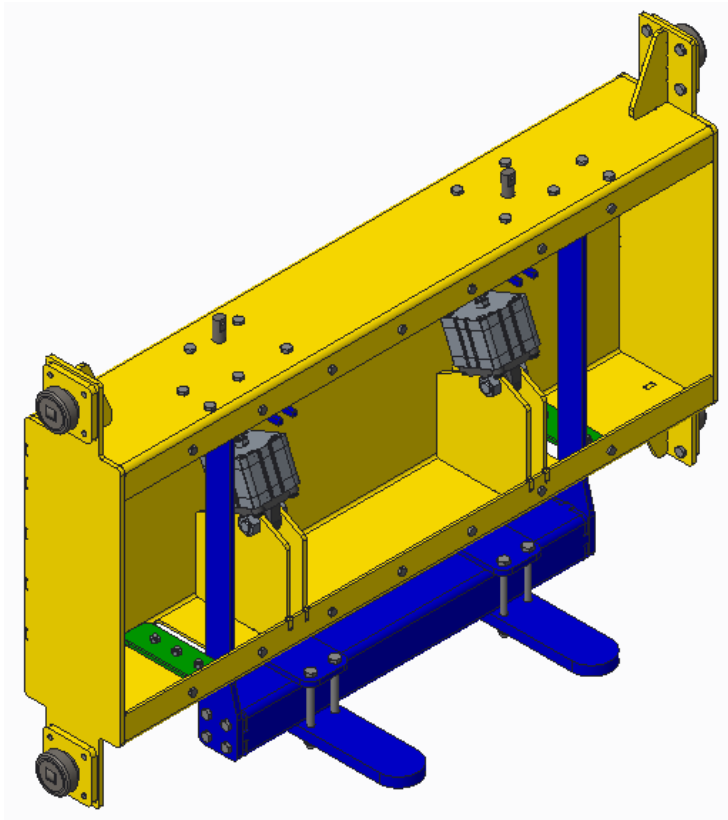
Het vorkmechanisme bestaat uit een kast waarin ribben zijn gelast om het huis van de cilinders op te bevestigen. De zuiger zelf is met een gaffel gekoppeld aan de armen op de as. De armen doen dienst als hefboom om de vorken te kantelen.

De vorken zelf zijn traploos te verstellen door de bouten te lossen en de vorken te verschuiven over de buis. Zo kunnen makkelijk andere palletten verwerkt worden.

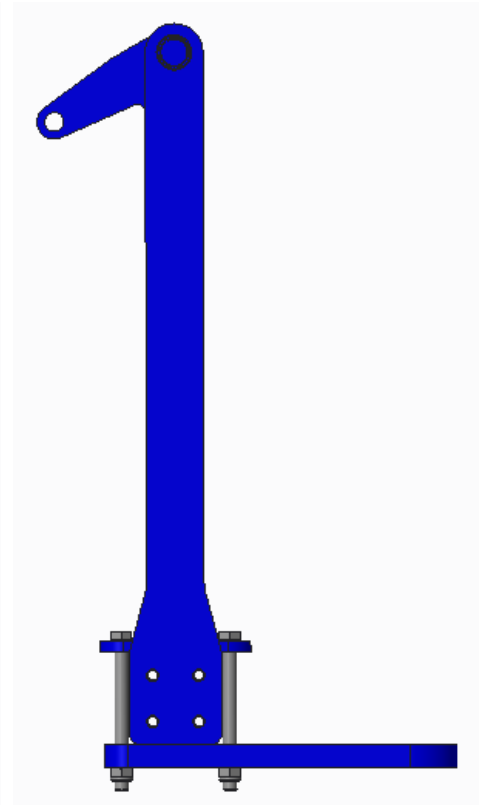
Aan elke zijkant van de kast zijn twee Winkelrollen bevestigd, deze lopen in de Winkelprofielen van het frame van de dispenser.

Aan de bovenkant van de kast zijn twee aanhechtpunten voorzien voor de kettingen. Hier is dit een draadstang van M20 waar er twee platte kanten aan gefreesd zijn zodat de laatste schakel van de ketting aan de draadstang bevestigd kan worden.

Naast de sleufgaten voor de zwaaibeweging zijn er nylon blokjes voorzien om de zijdelingse uitbuiging tegen te gaan.

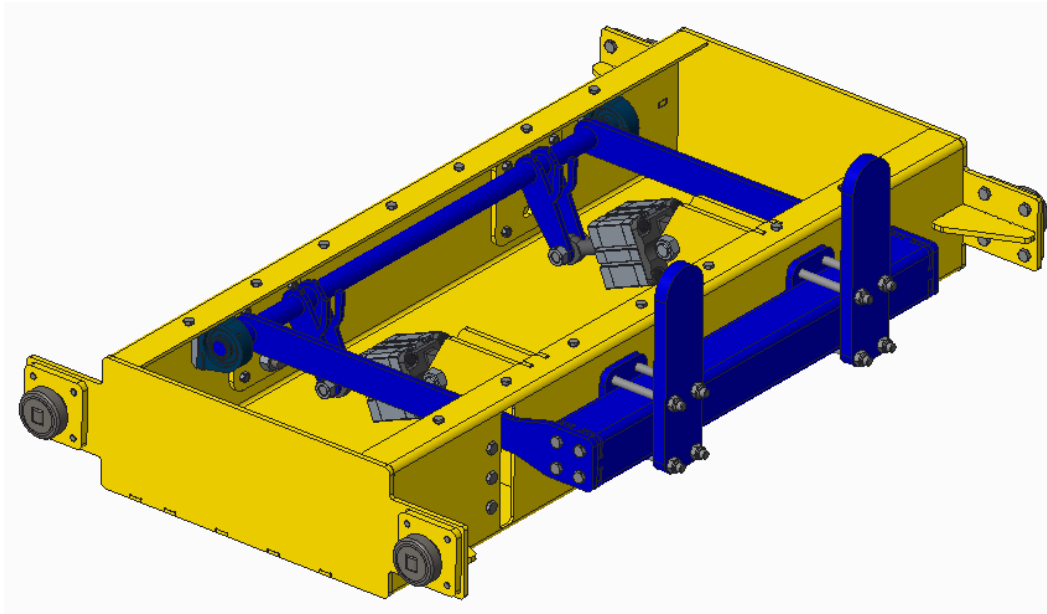


Figuur 65: Vorkmechanisme zonder voorplaat

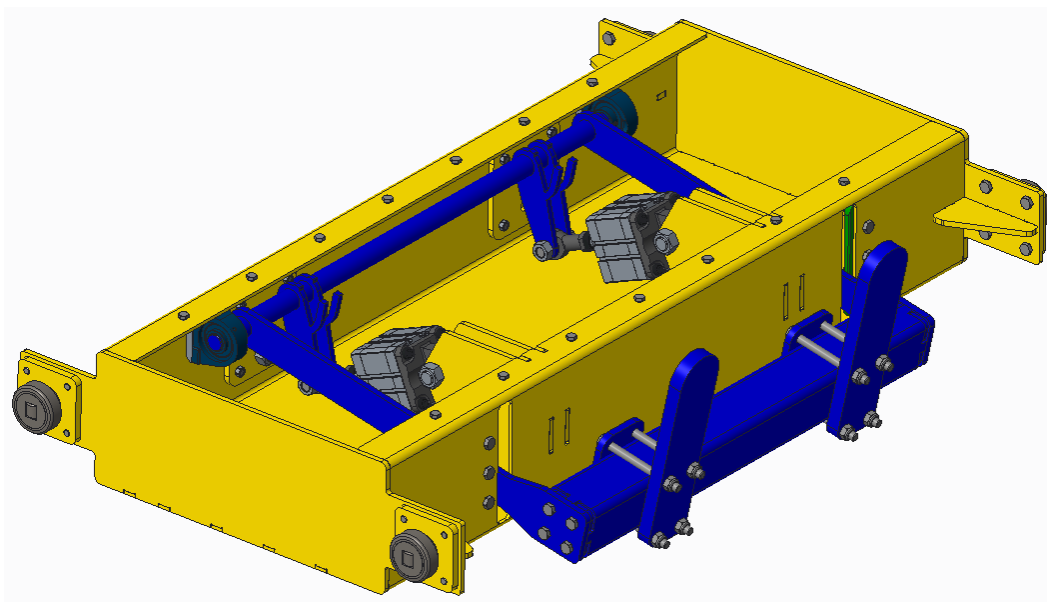


Figuur 66: Arm voor zwaaibeweging

Op onderstaand figuur staan de vorken eerst vooruit gekanteld, daarna worden de cilinders uitgeschoven zodat de vorken achteruit gekanteld worden. De as staat scharnierend opgesteld door twee lagerblokken die aan de binnenzijde van de kast bevestigd zijn. De open zijde van de kast is bewust aan dezelfde kant als de vorken gekozen. Dit omwille van de bereikbaarheid bij de montage, dit wordt later toegelicht.



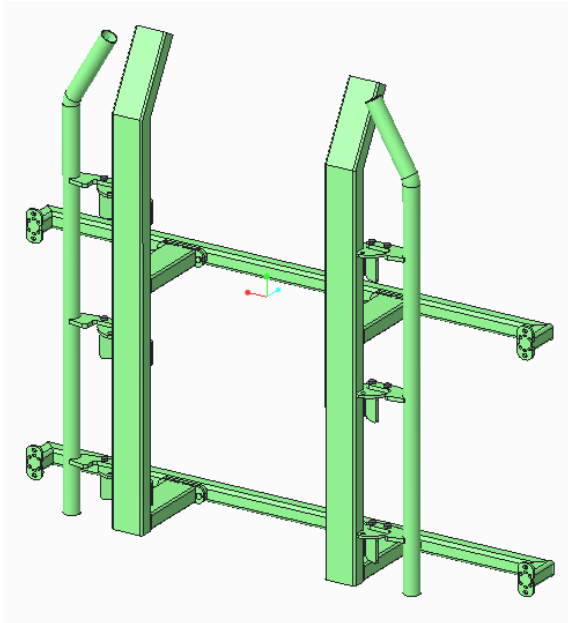
Figuur 67: Vorkmechanisme met vorken vooruit, cilinders ingeschoven



Figuur 68: Vorkmechanisme met vorken achteruit, cilinders uitgeschoven

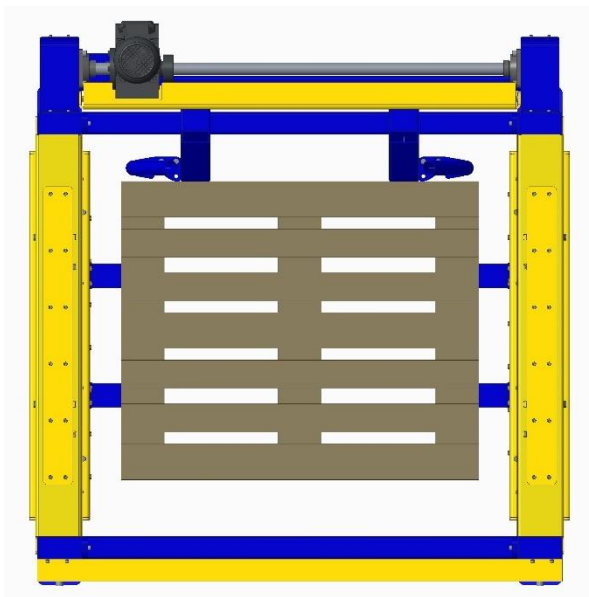
4.2.5 Verstelbare aanslag

De dispenser moet de mogelijkheid bieden om zowel europalletten als industriepalletten te kunnen verwerken. Hiervoor is er een verstelbare aanslag voorzien aan de achterzijde van de dispenser. Als de dispenser industriepalletten moet verwerken, blijven de ronde buizen ingeklapt. Bij het verwerken van europalletten moeten deze buizen manueel worden uitgeklaapt.

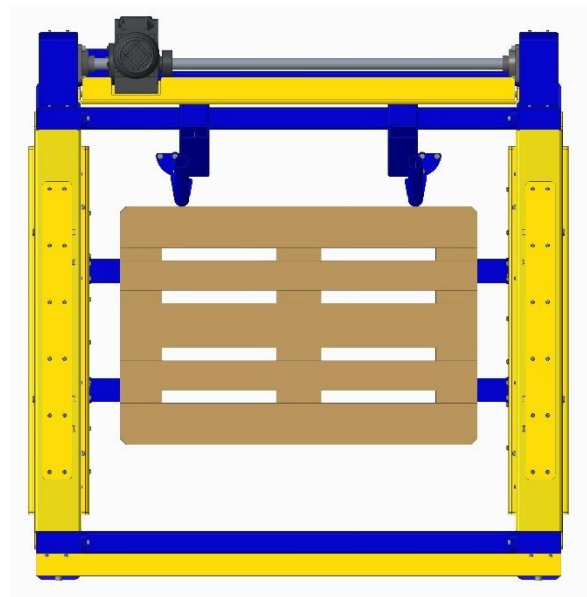


Figuur 69: Verstelbare aanslag

Op de afbeeldingen hieronder wordt de werking van de aanslag duidelijk. De stapel palletten wordt altijd tot tegen de aanslag in de dispenser geplaatst. De aanslag is zo gemaakt dat de palletten altijd in het midden van de dispenser komen te liggen. Op de linkse afbeelding zie je hoe de industriepallet tegen de vaste aanslag komt te liggen. Rechts zie je hoe de europallet tegen de verdraaibare aanslagen komt te liggen.



Figuur 70: Ingeklapte aanslag voor industriepallet

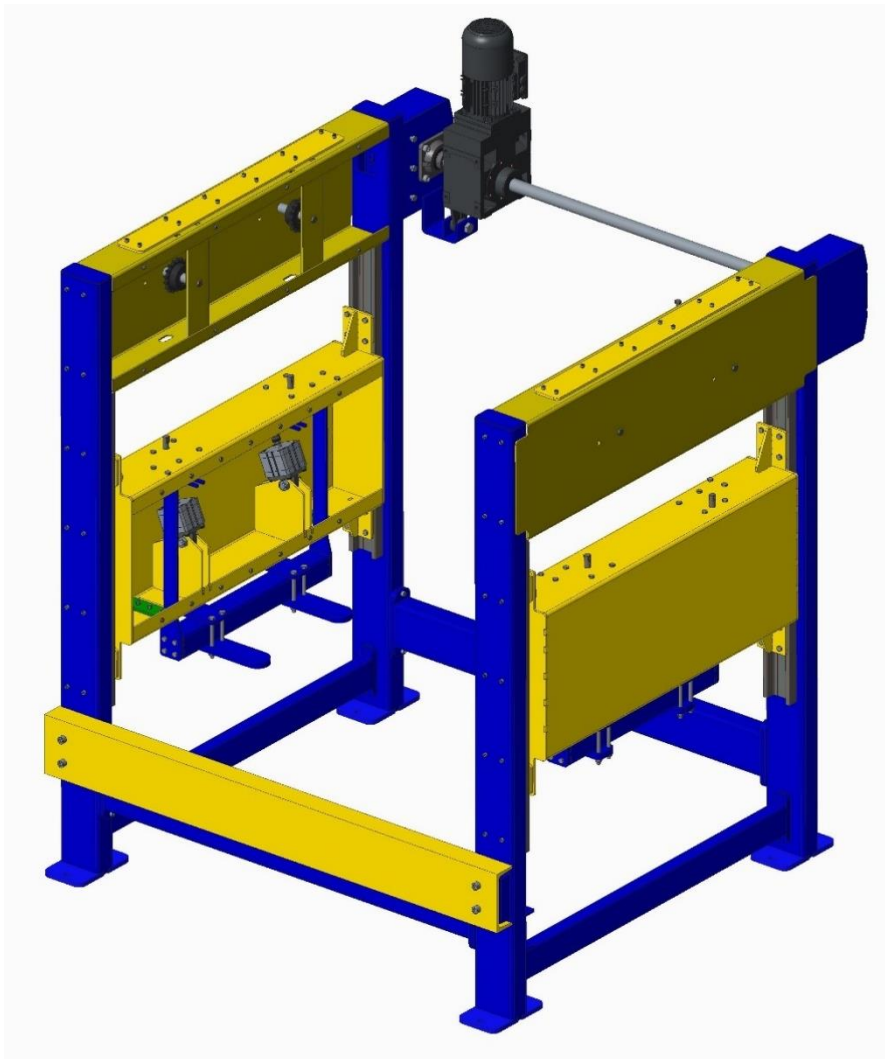


Figuur 71: Opengeklapte aanslag voor europallet

4.2.6 Assembly

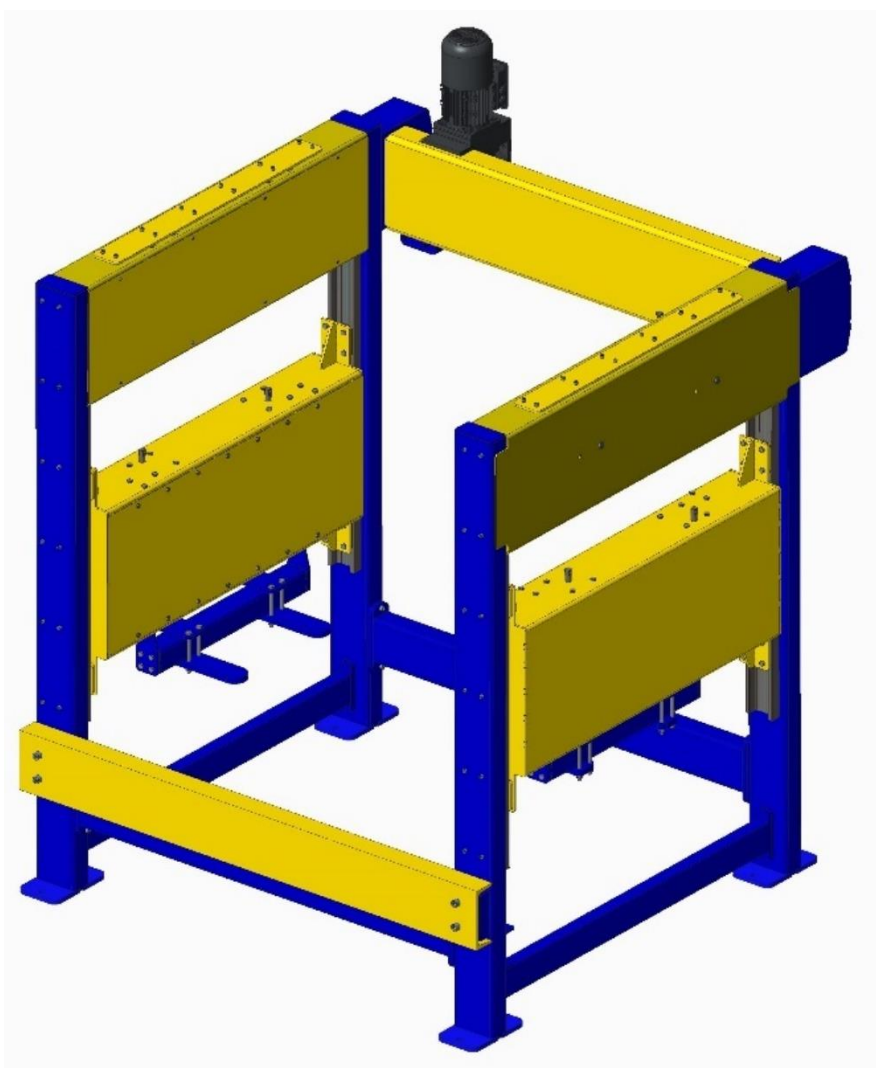
Op de volgende tekening is het vorkmechanisme in het frame geplaatst, ook de motor en aandrijfas zijn voorzien. Vooraan is er een bumper voorzien om de dispenser te beschermen tegen eventuele stoten van de heftruck.

Merk op dat de openingen van de bovenkast en van het vorkmechanisme aan de binnenzijde van de dispenser zitten. Bij dispensers die zij aan zij staan opgesteld, is het zo nog altijd mogelijk om de afdekplaten te verwijderen voor bijvoorbeeld onderhoud van de machine.



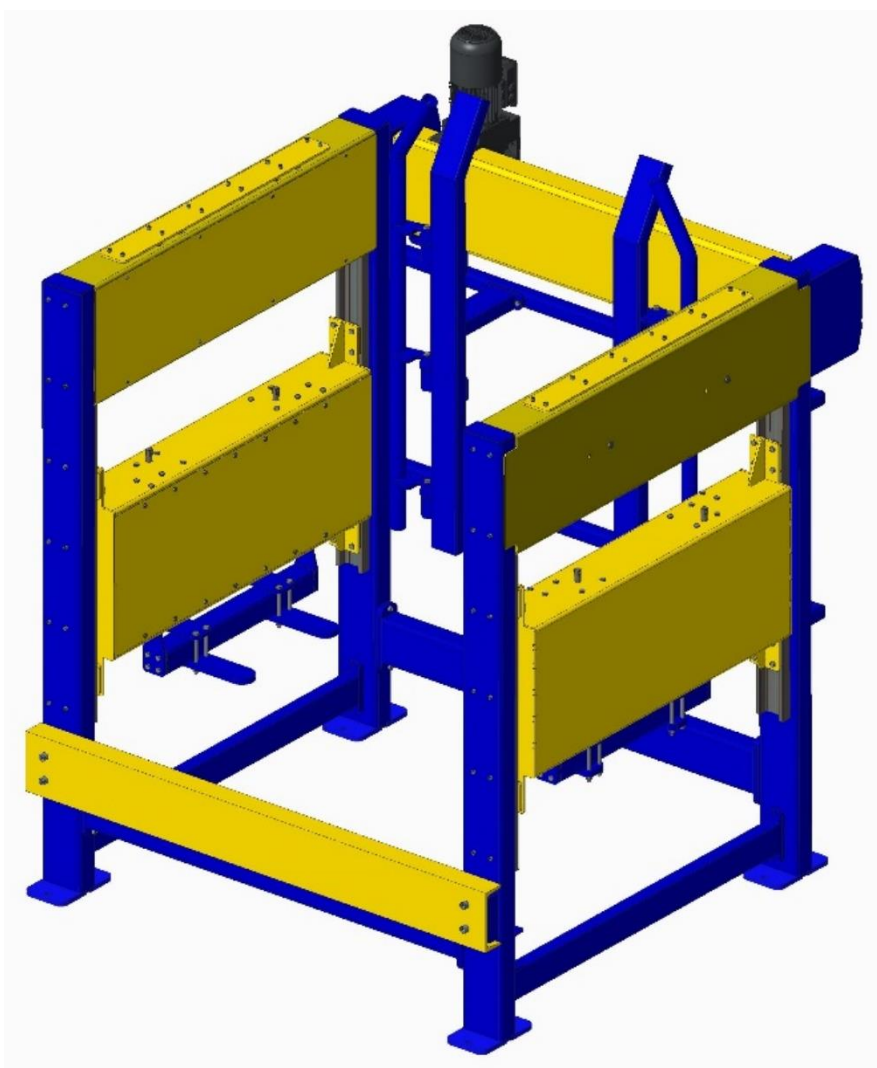
Figuur 72: Basisframe met vorkmechanisme, bumper, motor en aandrijfas

De open zijdes van de bovenkast en het vorkmechanisme worden afgedekt met een plaat. Ook de aandrijfjas wordt afgeschermd met een plaat zodat de palletten de as onmogelijk kunnen raken of beschadigen.



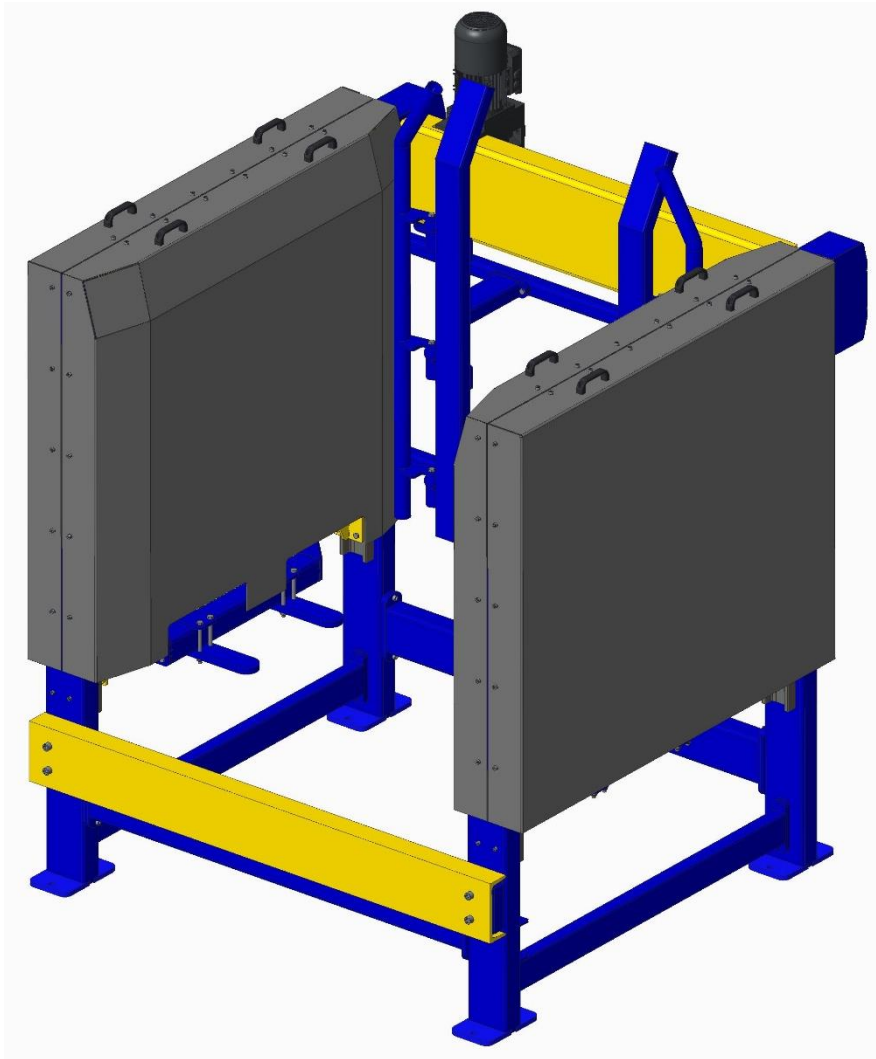
Figuur 73: Dispenser met afdekplaten bovenkast en vorkmechanisme + beschermplaat aandrijfjas

Hieronder is ook de verstelbare aanslag bevestigd aan de achterzijde van de dispenser. Merk op dat de verstelbare buizen naar buiten draaien, zo kan een heftruck met lange vorken de buizen niet beschadigen bij het inzetten van een stapel palletten.



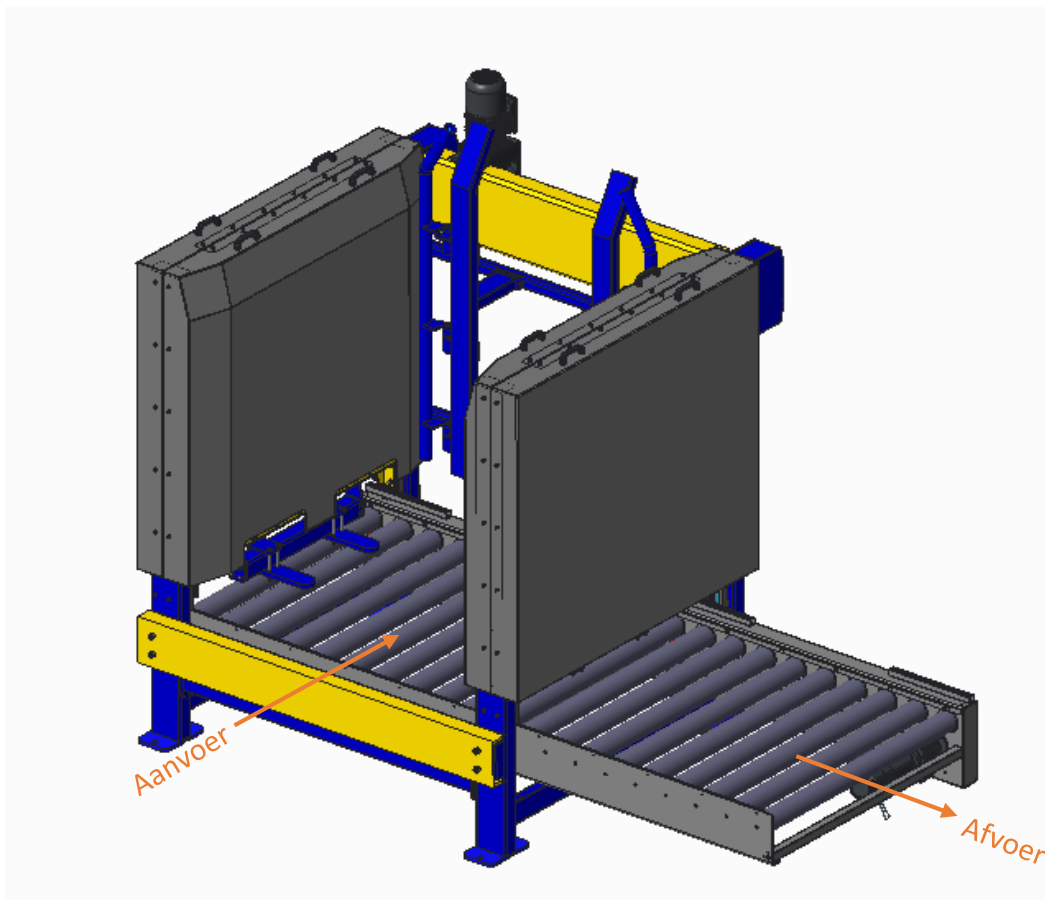
Figuur 74: Dispenser met verstelbare aanslag

Aangezien het vorkmechanisme voortdurend in beweging is, kiezen we ervoor om dit af te schermen. We doen dit door afneembare zijwanden aan de dispenser te bevestigen. In de binnenwand zijn onderaan uitsparingen voorzien voor de vorken. Deze mogen bij het op- en neergaan de plaat niet raken. Iedere plaat is voorzien van handvaten zodat ze makkelijk demonteerbaar zijn.



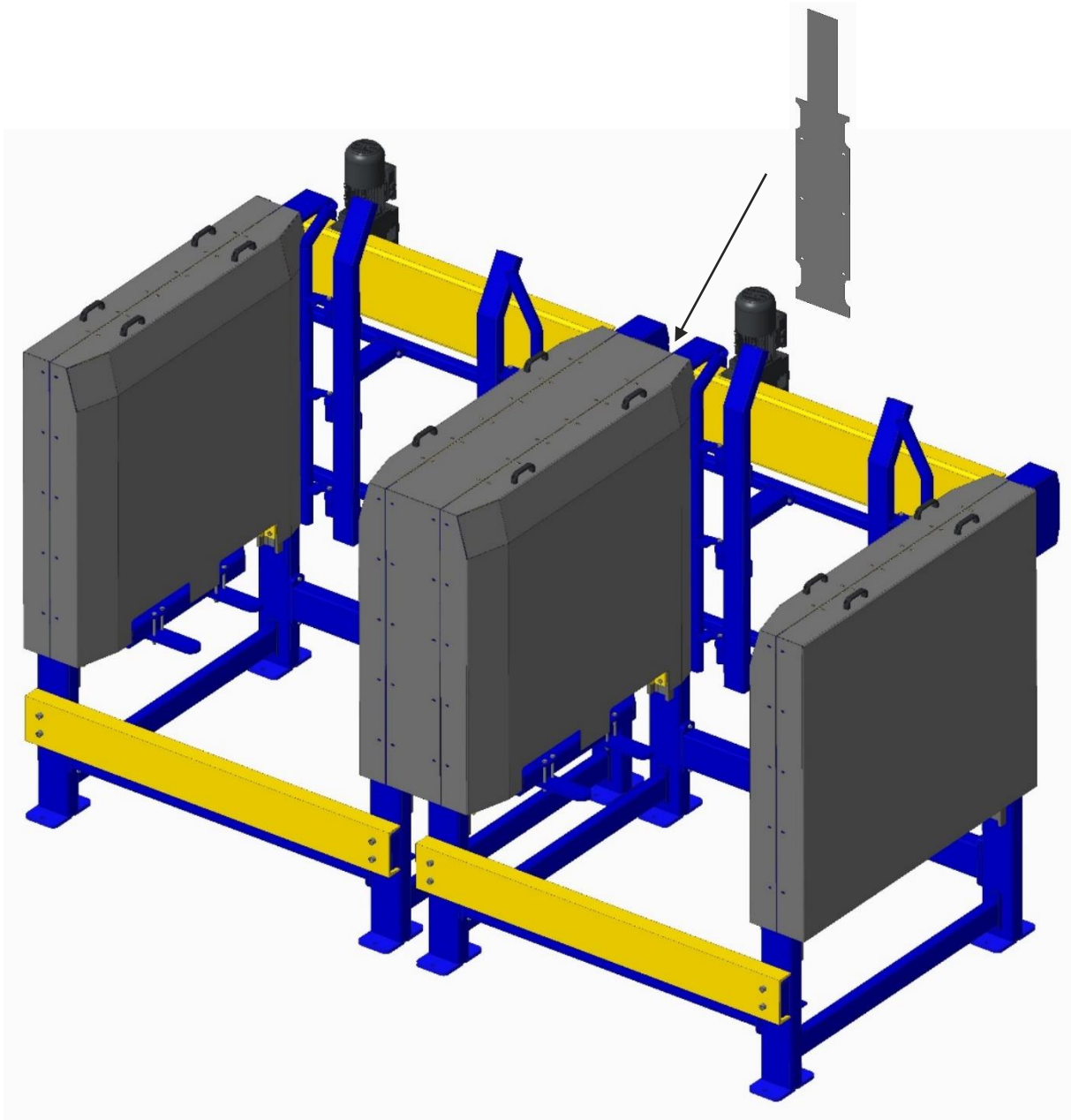
Figuur 75: Palletdispenser met beplating

Als laatste wordt er een rollenbaan op de dwarsbalken van de dispenser gemonteerd.



Figuur 76: Palletdispenser met rollenbaan

Bij palletdispensers die per twee of meer staan opgesteld hebben we de zijwand vervangen door drie aparte verbindingdelen, zoals te zien is op onderstaande afbeelding. Dit is nodig omdat anders de achterplaat niet kan worden afgenomen.



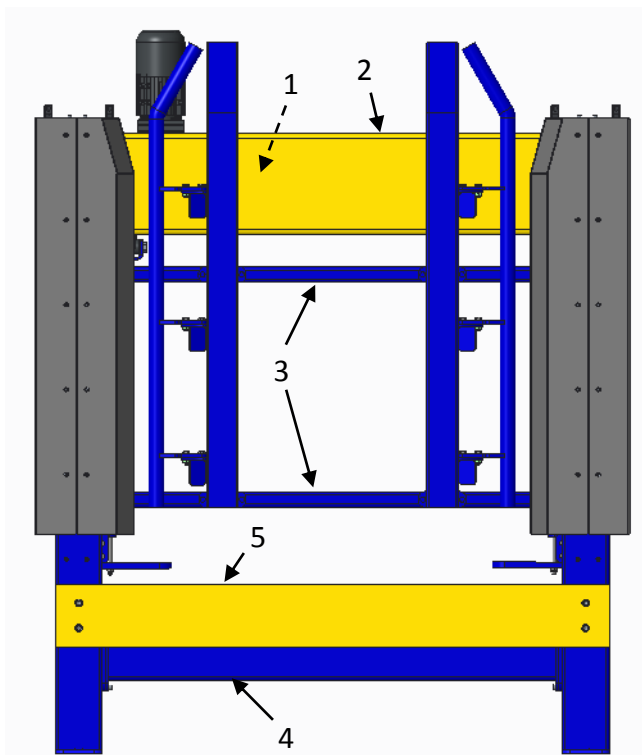
Figuur 77: Dubbele dispenser met verbindingplaten

4.2.7 Modulair systeem

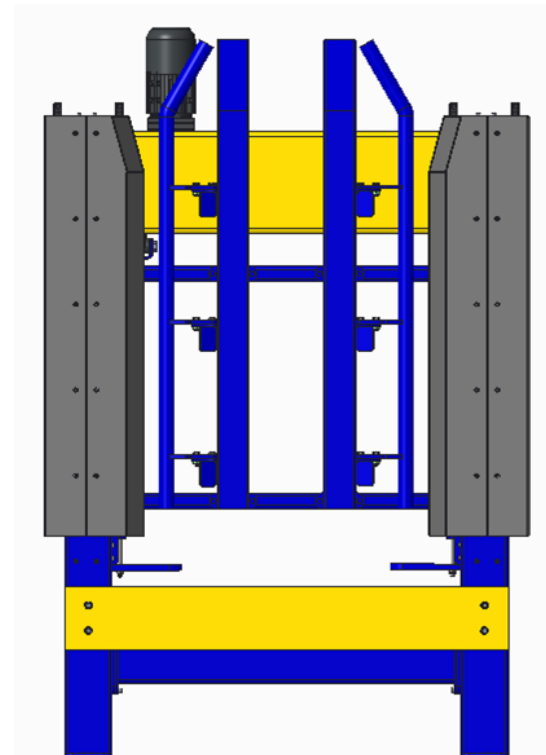
Tijdens het ontwerpen van de dispenser streefden we ernaar om een systeem te maken die zo modulair mogelijk is. Zo kan de klant bij een verandering in de lijn, of het verwerken van een ander soort palletten, dezelfde dispenser behouden. Mits enkele aanpassingen of vervangingen kan de dispenser voor een andere toepassing gebruikt worden.

4.2.7.1 Verstelbare breedte

De breedte van de dispenser kan aangepast worden mits de vervanging van de aangeduide onderdelen op de afbeeldingen hieronder. De aandrijfjas (1) en zijn beschermplaat (2) moeten vervangen worden. Van de verstelbare aanslag moeten enkel de achterste buizen (3) vervangen worden, de rest van de aanslag is op deze buizen met bouten bevestigd. De verbindingsbuizen (4) tussen de twee helften van het frame van de dispenser moeten vervangen worden alsook het UPN-profiel (5) dat dienst doet als bumper.



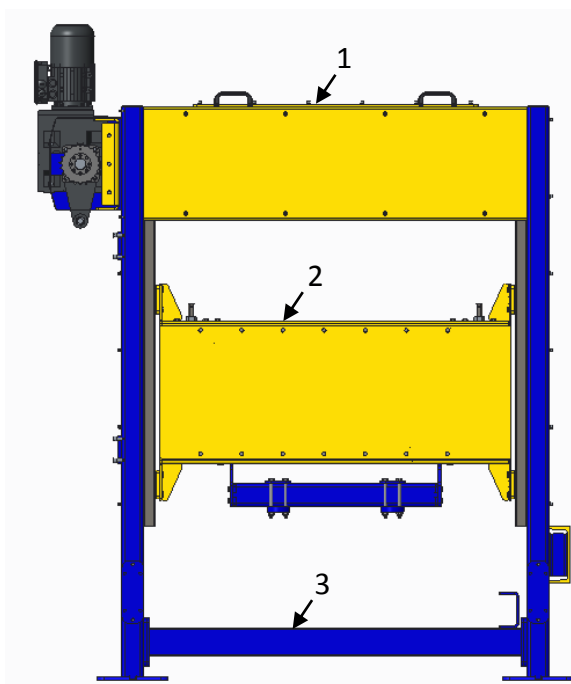
Figuur 78: Brede dispenser met te vervangen onderdelen



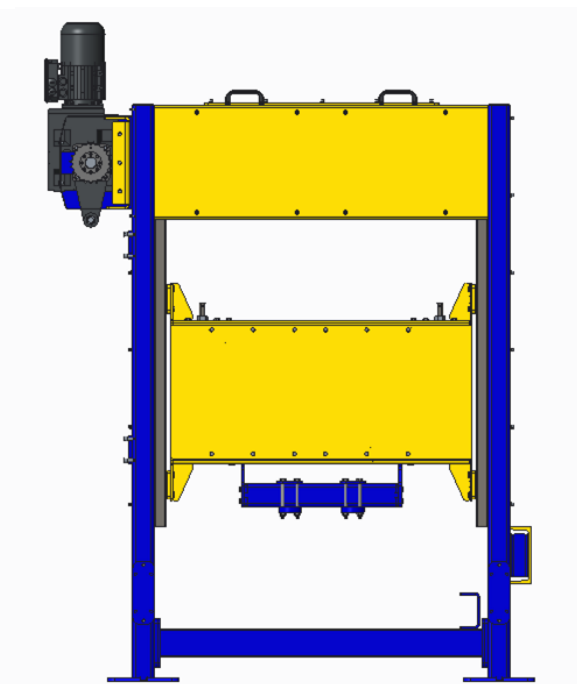
Figuur 79: Smalle dispenser

4.2.7.2 Verstelbare diepte

De diepte van de dispenser kan veranderd worden door de vervanging van de onderdelen die aangeduid staan op de onderstaande afbeeldingen. De bovenkast (1) moet vervangen worden, maar omdat deze gelast is aan de poten de dispenser, moet deze hele lasassembly vervangen worden. Het vorkmechanisme (2) moet vervangen worden. De buis (3) waarop de rollenbaan steunt moet ook vervangen worden, deze is gebout tussen de palen van de dispenser.



Figuur 80: Diepe dispenser met te vervangen onderdelen



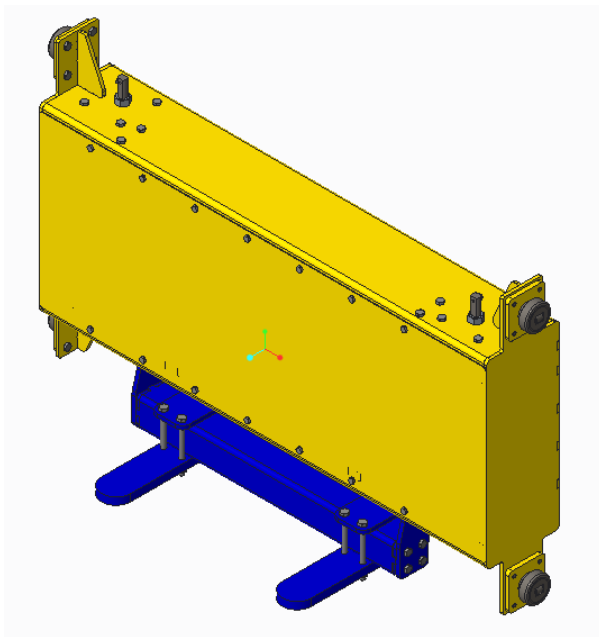
Figuur 81: Minder diepe dispenser

4.2.7.3 Verstelbare vorken

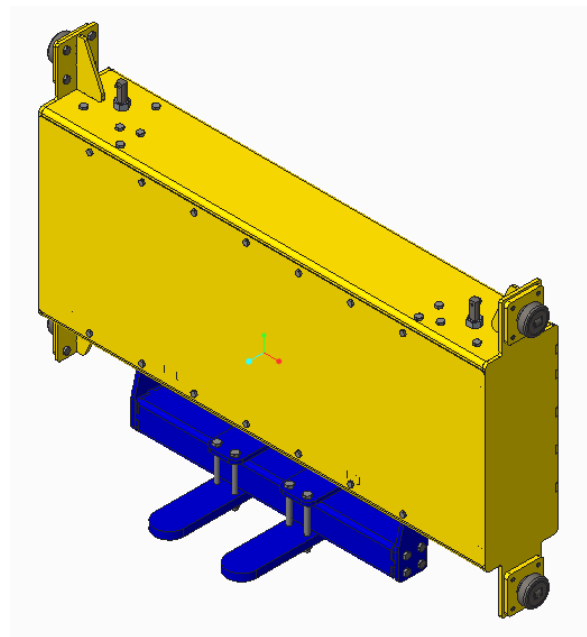
Omdat de diepte aanpassen veel onderdelen omvat, is het in sommige gevallen niet nodig om al deze onderdelen te vervangen. Het kan voldoende zijn om enkel de afstand tussen de vorken te verstellen zodat er een andere soort palletten verwerkt kan worden.

Om de afstand tussen de vorken te verstellen moeten er geen onderdelen vervangen worden. De vorken zijn op hun buis bevestigd met bouten. Door eenvoudigweg deze bouten te lossen kunnen de vorken traploos over de buis verschoven worden.

De onderstaande afbeeldingen tonen een vorkmechanisme waar de afstand tussen de vorken groot is, en een vorkmechanisme waar de afstand tussen de vorken kleiner is.



Figuur 82: Vorkmechanisme met vorken ver uit elkaar



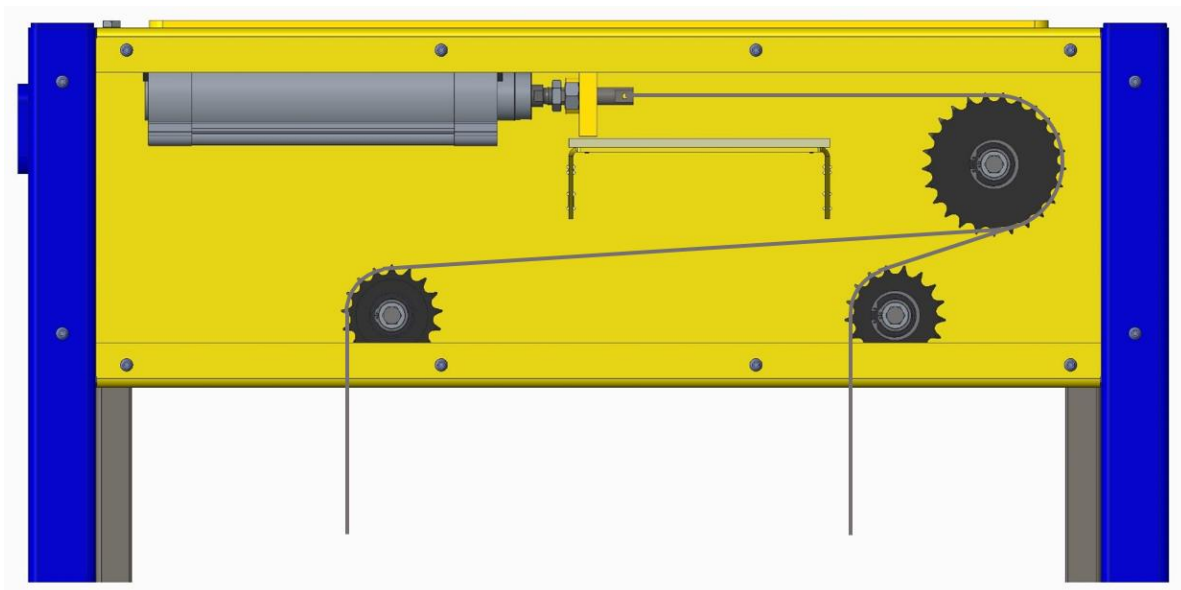
Figuur 83: Vorkmechanisme met vorken dicht bij elkaar

4.3 Varianten

4.3.1 Pneumatische hefbeweging

In plaats van het vorkmechanisme op te heffen door de ketting over een kettingwiel te laten lopen die aangedreven is door een elektromotor, kunnen we de hefbeweging ook pneumatisch laten gebeuren. De twee kettingen die aan het vorkmechanisme bevestigd zijn, lopen elk over een los kettingwiel, en gaan daarna naar een ander gemeenschappelijk kettingwiel. Het uiteinde van de ketting wordt niet meer aan dit kettingwiel bevestigd, maar wel aan een pneumatische cilinder. Als deze cilinder inschuift, trekt de ketting het vorkmechanisme omhoog. Als de cilinder uitschuift, wordt de ketting slapper en zakt het vorkmechanisme onder invloed van zijn eigen gewicht.

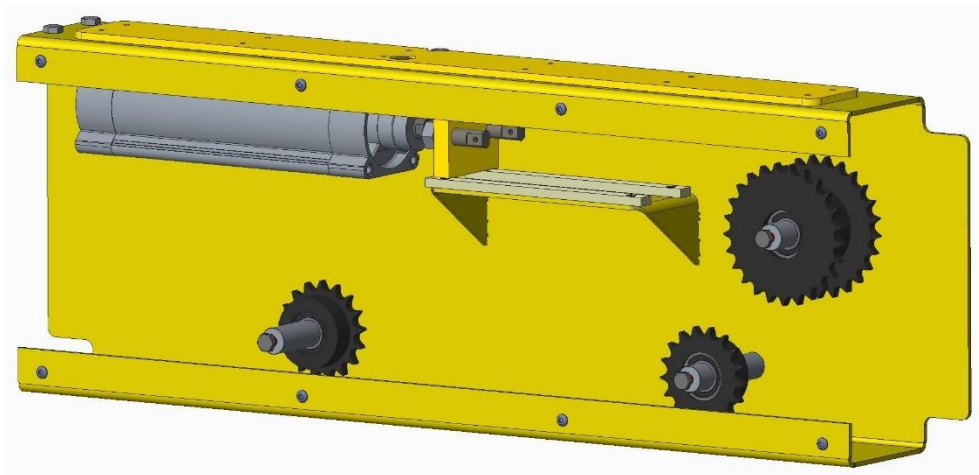
Op de afbeelding hieronder is het mechanisme voor de pneumatische hefbeweging voorgesteld. De kettingwielen en cilinder zitten weggewerkt in de bovenkast van het frame. Het aanhechtpunt van de ketting aan de cilinder is dezelfde als bij het vorkmechanisme, namelijk een draadstang M20 met platte vlakken aan gefreesd, en met een gat voor de aanhechting van de laatste schakel van de ketting.



Figuur 84: Baan van de ketting bij pneumatische hefbeweging

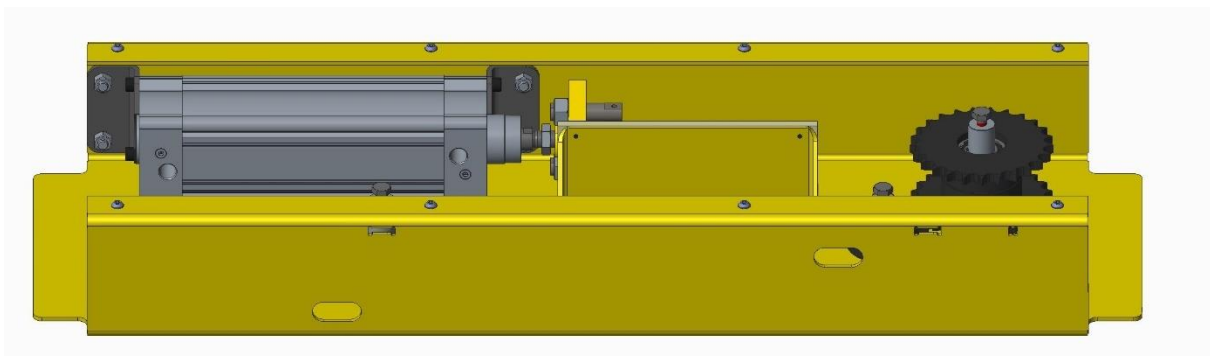
De twee enkele kettingwielen staan niet in dezelfde lijn, ze staan namelijk gespiegeld aan elkaar. Dit maakt het mogelijk om de twee kettingen naast elkaar op het grote kettingwiel te laten lopen. De kettingen hebben een afzonderlijke bevestiging op de trekplaat aan de cilinder. Doordat de zuiger van de cilinder kan roteren, is er een support met nylon rails voorzien, een paar millimeter onder de trekplaat. Dit houdt de rotatie van de zuiger tegen.

De gebruikte cilinder is een dubbelwerkende DSBC-cilinder met een zuigerdiameter van 100 mm en een slag van 250 mm.



Figuur 85: Positie kettingwielen bij pneumatische hefbeweging

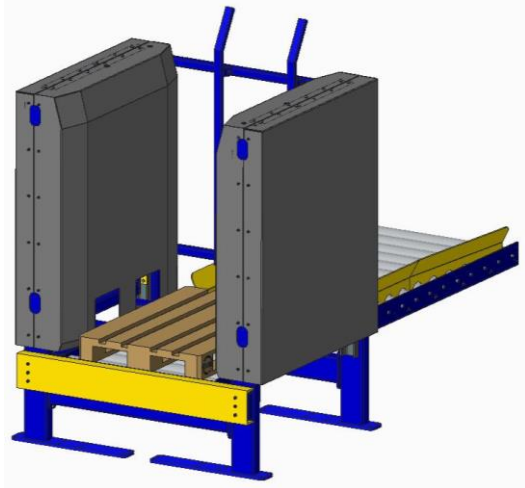
De cilinder is bevestigd met HNC 100-beugels aan de bovenkast.



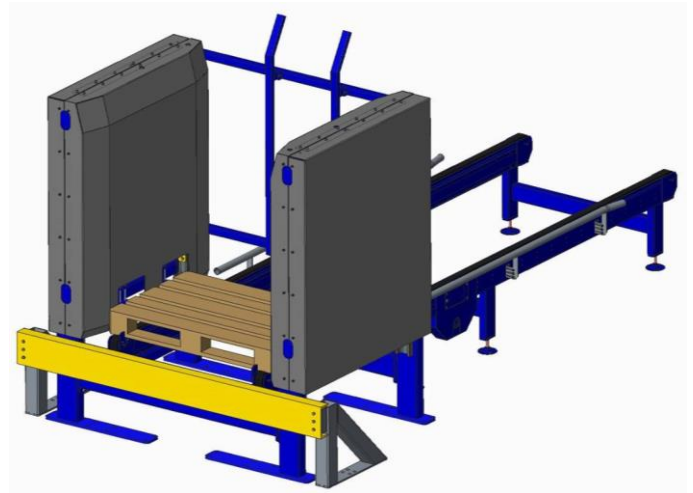
Figuur 86: Bevestiging van de cilinder bij pneumatische hefbeweging

4.3.2 Aan- en afvoerrichtingen

Als de aanvoer en afvoer in dezelfde richting gebeuren, moet ervoor gezorgd worden dat de aanslag achteraan hoog genoeg is bevestigd zodat de lege palletten er probleemloos onder door kunnen passeren.

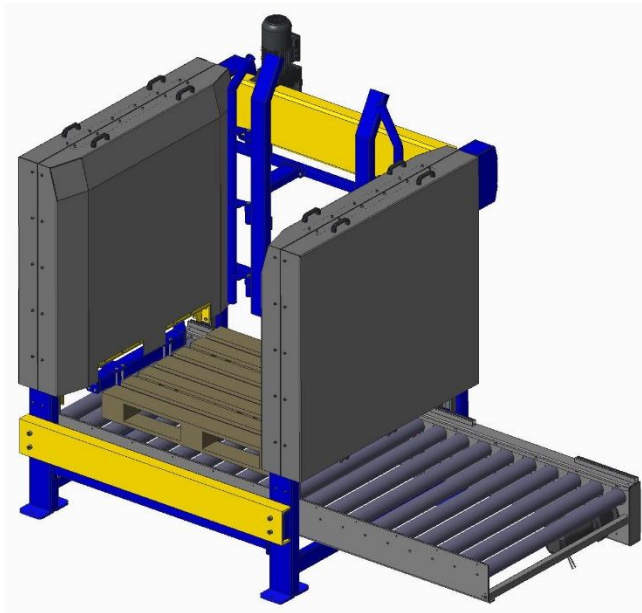


Figuur 87: Aan- en afvoer in lijn, met rollenbaan



Figuur 88: Aan- en afvoer in lijn, met kettingbaan

Staan de aan- en afvoerrichting haaks op elkaar, dan moet de beplating aan één kant van de dispenser worden ingekort zodat de lege pallet eronderdoor kan passeren. Als de dispenser in een lijn met nog andere dispensers staat, kan het gebeuren dat er een losse pallet door de dispenser moet passeren. In dit geval moet alle beplating van de dispenser ingekort worden. Dit is het geval op de onderstaande afbeelding.



Figuur 89: Aan- en afvoer haaks op elkaar, met ingekorte zijplaten

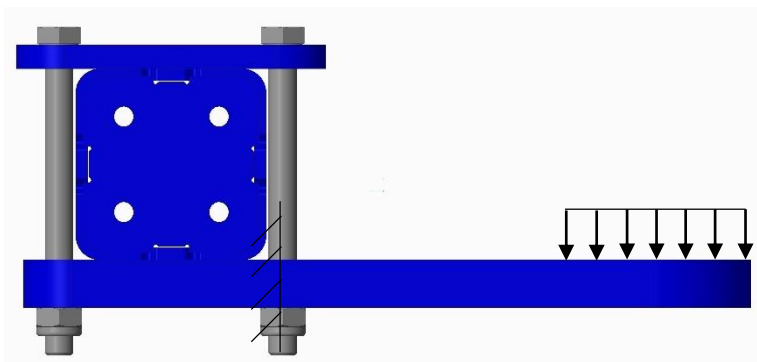
5 Sterkteberekeningen

De gemaakte sterkteberekeningen zijn allemaal controleberekeningen op het definitief ontwerp. Bij het ontwerpen van de dispenser, werden de afmetingen van cruciale onderdelen in overleg met Fraxinus of de klant gekozen. Deze afmetingen werden door hen proefondervindelijk of uit ervaring bepaald.

Alle berekeningen werden gemaakt in MathCad.

5.1 Berekeningen op buiging

5.1.1 Buiging van de vorken

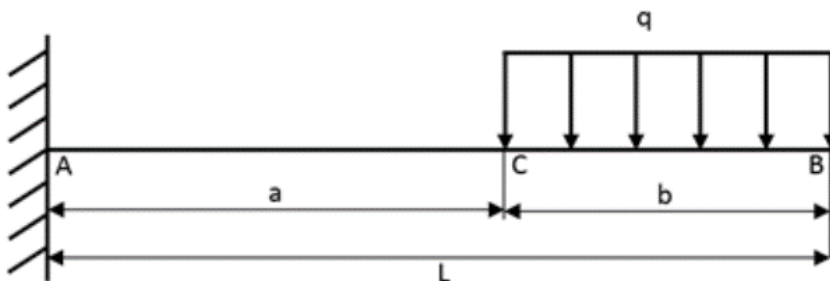


Figuur 90: Gelijktijdig verdeelde belasting op de vork

De hele palletlading heeft een massa van 500 kg, deze wordt verdeeld over 4 vorken. Iedere vork wordt dus belast met een massa van 125 kg.

$$m_{\text{palletlading}} := 500 \text{ kg} \qquad m_{\text{belasting}} := \frac{m_{\text{palletlading}}}{4} = 125 \text{ kg}$$

Deze belasting is gelijkmatig verdeeld over een afstand van 90,58 mm. De fictieve inklemming wordt gekozen op de aangeduide plaats op bovenstaande figuur.



$$a := 105.92 \text{ mm} = 0.106 \text{ m}$$

$$b := 90.58 \text{ mm} = 0.091 \text{ m}$$

$$q := \frac{m_{\text{belasting}} \cdot g}{b} = 13.533 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

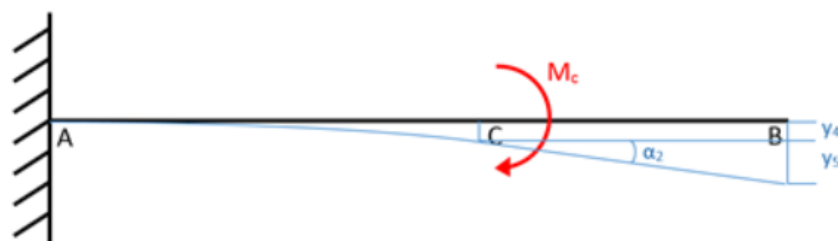
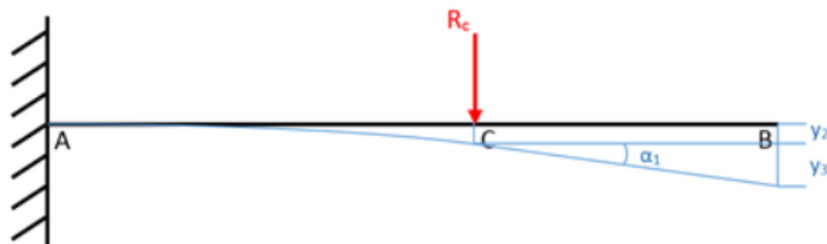
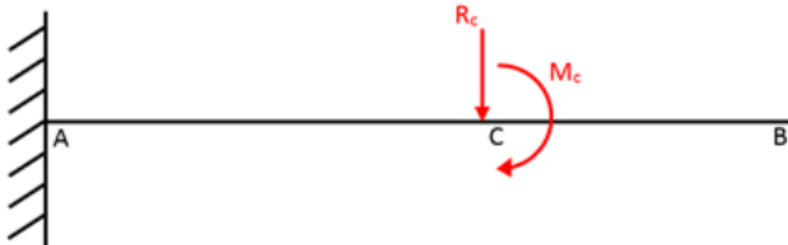
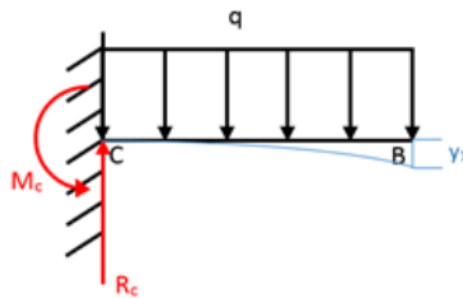
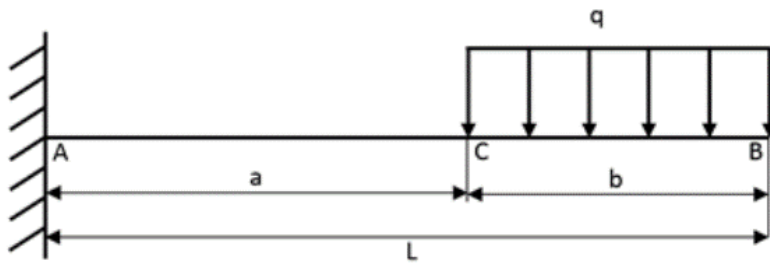
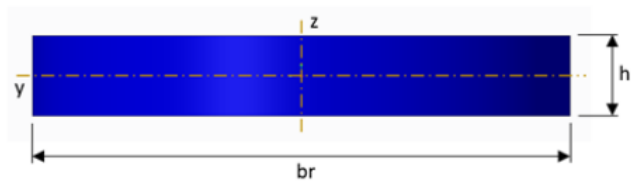
$$L := a + b = 0.197 \text{ m}$$

$$E := 21000 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = (2.1 \cdot 10^8) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$h := 20 \text{ mm}$$

$$br := 80 \text{ mm}$$

$$I_y := \frac{br \cdot h^3}{12} = 5.333 \text{ cm}^4$$



We bepalen de doorbuiging van het vrije uiteinde B van de vork met de formules van Myosotis, het eigen gewicht van de vorken wordt verwaarloosd.

$$R_c := q \cdot b = 1.226 \text{ kN}$$

$$M_c := \frac{q \cdot b^2}{2} = 0.056 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$y_1 := \frac{q \cdot b^4}{8 \cdot E \cdot I_y} = 0.01 \text{ mm}$$

$$y_2 := \frac{R_c \cdot a^3}{3 \cdot E \cdot I_y} = 0.043 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 := \frac{R_c \cdot a^2}{2 \cdot E \cdot I_y} = (6.14 \cdot 10^{-4}) \text{ rad}$$

$$y_3 := \alpha_1 \cdot b = 0.056 \text{ mm}$$

$$y_4 := \frac{M_c \cdot a^2}{2 \cdot E \cdot I_y} = 0.028 \text{ mm}$$

$$\alpha_2 := \frac{M_c \cdot a}{E \cdot I_y} = (5.25 \cdot 10^{-4}) \text{ rad}$$

$$y_5 := \alpha_2 \cdot b = 0.048 \text{ mm}$$

$$y_{tot} := y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 = 0.184 \text{ mm}$$

De totale buiging van een vork is 0,184 mm, dit is een heel geringe buiging. We behouden de afmetingen van de vork omdat er ook nog andere invloeden een rol kunnen spelen.

Bijvoorbeeld bij het inzetten van een nieuwe stapel palletten, kan het gebeuren dat het gewicht van het vorkenbord van de heftruck de stapel naar beneden drukt. Het gewicht op de vorken wordt dan groter. Een doorsnee vorkenbord weegt om en bij de 300 kg, maar dit varieert naargelang het type heftruck.

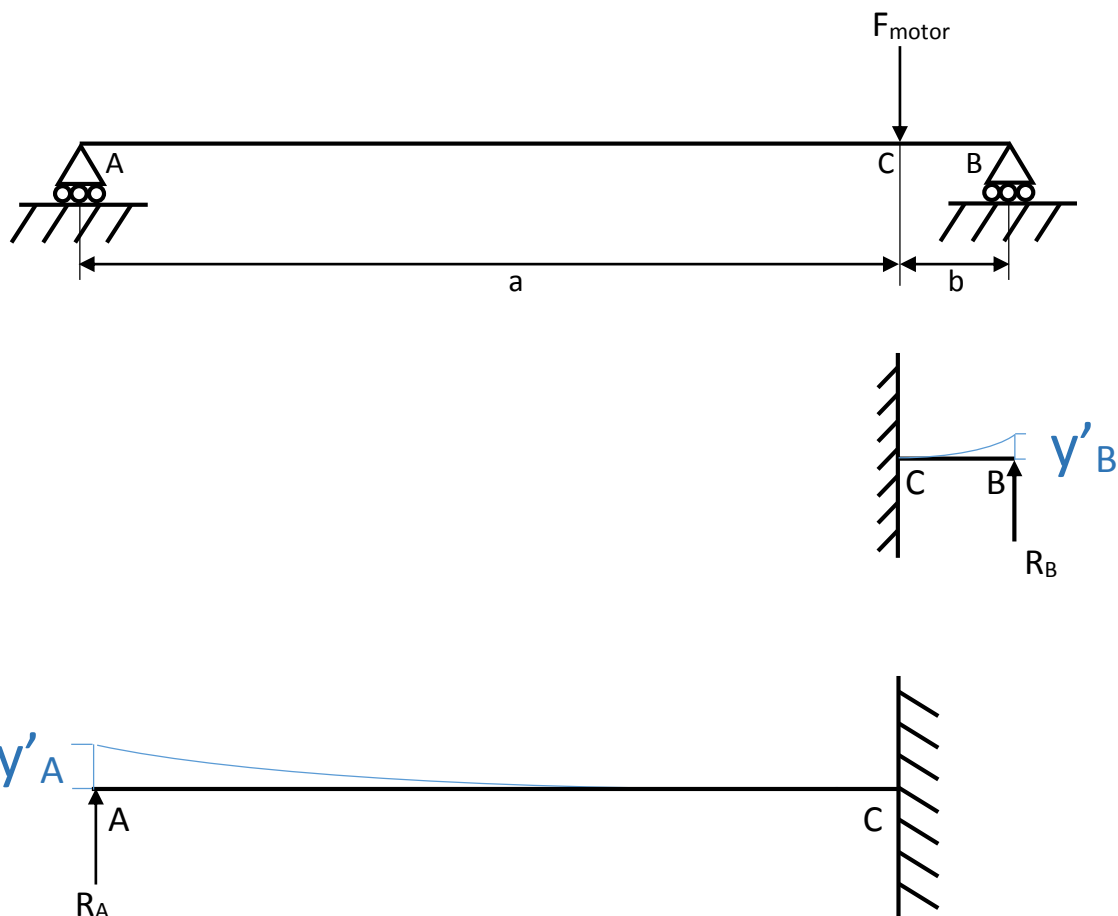
5.1.2 Buiging van de aandrijfjas

Door het gewicht van de motor is de aandrijfjas onderhevig aan buiging. Het volledige gewicht van de motor steunt op de as, de momentarm dient enkel als borging tegen het verdraaien van de motor.

De as is in beide uiteinden ondersteund door een lager. Om de doorbuiging te bepalen, wordt er op de plaats van de motor een fictieve inklemming beschouwd.



Figuur 91: Aandrijfjas met motor en lagers



$$a := 1286.5 \text{ mm}$$

$$E = (2.1 \cdot 10^4) \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$b := 195.5 \text{ mm}$$

$$d_{as} := 40 \text{ mm}$$

$$I := \frac{\pi \cdot d_{as}^4}{64} = 12.566 \text{ cm}^4$$

De massa van de motor werd opgezocht in de catalogus van Lenze. Dit blad is bijgevoegd in bijlage.

$$m_{motor} := 53 \text{ kg}$$

$$F_{motor} := m_{motor} \cdot g = 519.752 \text{ N}$$

Voor we de doorbuiging kunnen berekenen worden eerst de reactiekrachten in de steunpunten A en B bepaald.

$$\Sigma M_A := 0 \quad -F_{motor} \cdot a + R_B \cdot (a + b) = 0 \xrightarrow{\text{solve}, R_B} 451.18861465924426451 \cdot \text{N}$$

$$\Sigma M_B := 0 \quad F_{motor} \cdot b - R_A \cdot (a + b) = 0 \xrightarrow{\text{solve}, R_A} 68.563835340755735493 \cdot \text{N}$$

$$R_A := 68.56 \text{ N}$$

$$R_B := 451.19 \text{ N}$$

Daarna kan de doorbuiging bij A en B bepaald worden d.m.v. de formules van Myosotis.

$$y'_A := \frac{-R_A \cdot a^3}{3 \cdot E \cdot I} = -1.844 \text{ mm}$$

$$y'_B := \frac{-R_B \cdot b^3}{3 \cdot E \cdot I} = -0.043 \text{ mm}$$

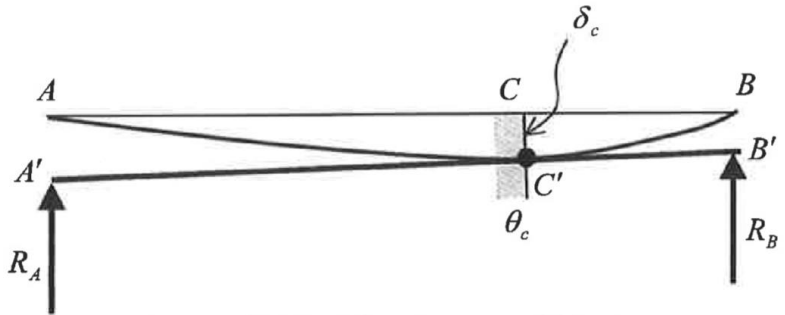
$$\text{Voor deel AC: } y_A = y_C + \theta_C \cdot a - y'_A = 0$$

$$\text{Voor deel CB: } y_B = y_C - \theta_C \cdot b - y'_B = 0$$

$$\begin{bmatrix} y_C + \theta_C \cdot a - y'_A = 0 \\ y_C - \theta_C \cdot b - y'_B = 0 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{solve}, \begin{bmatrix} y_C \\ \theta_C \end{bmatrix}} \begin{bmatrix} -0.2802141867554363745 \cdot \text{mm} \\ \frac{0.0012154982299679495729 \cdot \text{mm}}{\text{mm}} \end{bmatrix}$$

We bekommen een doorbuiging in punt C van 0,28 mm. Deze waarde is zeer klein en is dus bijna verwaarloosbaar.

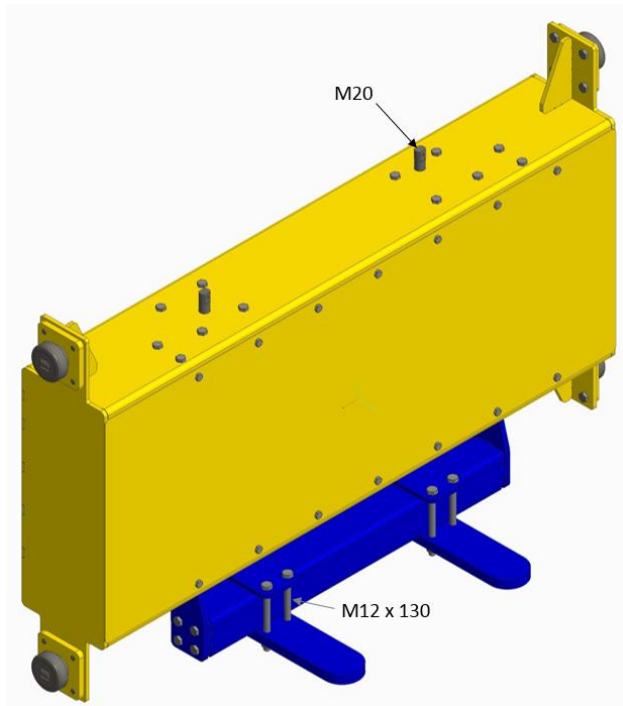
θ_c stelt de hellingshoek voor van de rechte A'B' en bedraagt 0,0012 rad. Dit komt overeen met 0,07 graden. Deze waarde is eveneens verwaarloosbaar.



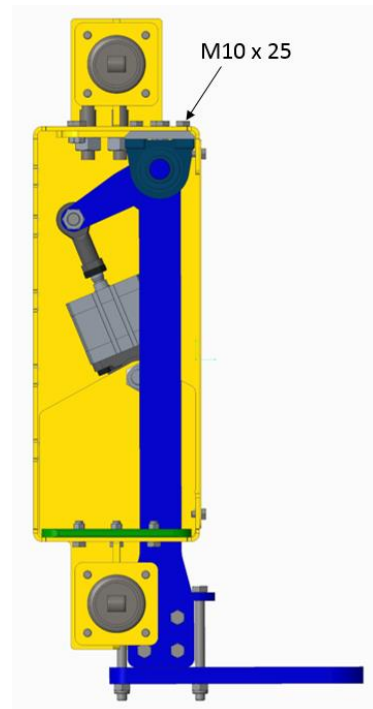
Figuur 92: Doorbuiging en hellingshoek bij een puntlast op een willekeurige plaats

5.2 Berekeningen op treksterkte

Op de onderstaande afbeeldingen zijn alle onderdelen aangeduid die op trek belast worden. We bepalen of de gekozen onderdelen de trekkrachten aankunnen.



Figuur 93: Aanduiding op trek belaste bouten (1)



Figuur 94: Aanduiding op trek belaste bouten (2)

5.2.1 ISO 4014 M12x130

De trekkracht op deze bout kan gevonden worden door het gewicht van de palletlading dat verdeeld wordt over de 4 vorken.

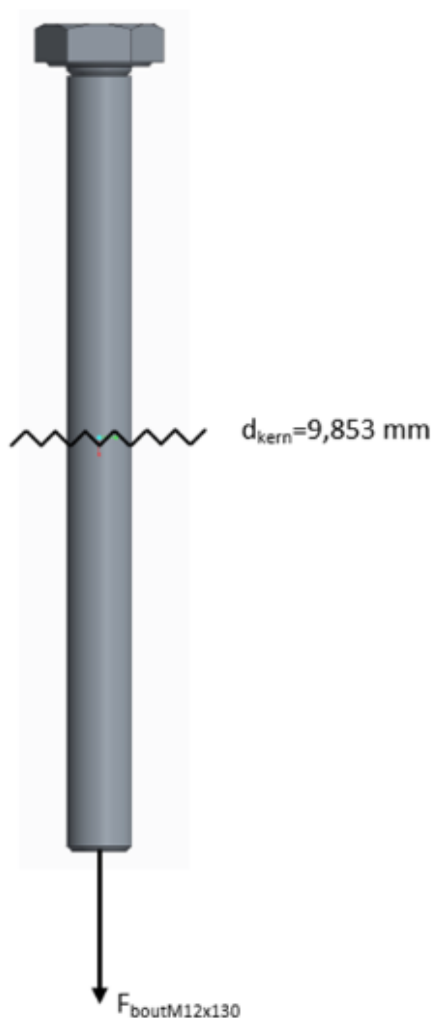
$$m_{\text{palletlading}} := 500 \text{ kg}$$

$$F_{\text{palletlading}} := m_{\text{palletlading}} \cdot g = (4.903 \cdot 10^3) \text{ N}$$

$$F_{\text{lepel}} := \frac{F_{\text{palletlading}}}{4} = (1.226 \cdot 10^3) \text{ N}$$

Omdat elke vork bevestigd is met 4 bouten waarvan er 2 op trek belast worden, delen we F_{vork} nog eens door 2. Het gewicht van de vorken zelf kan verwaarloosd worden.

$$F_{\text{boutM12x130}} := \frac{F_{\text{lepel}}}{2} = 612.916 \text{ N}$$



$$d_{\text{kern}} := 9.853 \text{ mm}$$

$$A := \frac{d_{\text{kern}}^2 \cdot \pi}{4} = 76.248 \text{ mm}^2$$

$$v := 4.5$$

We nemen een veiligheidsfactor van 4,5 omdat we hier met een dynamische (schokkende) belasting te maken hebben.

$$\sigma_t := \frac{F_{\text{boutM12x130}}}{A} \cdot v = 36.173 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

We vergelijken de berekende waarde met de treksterkte van een bout met kwaliteit 8.8.

$$\sigma_{\text{max.t}} := 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_t < \sigma_{\text{max.t}}$$

De gekozen bout voldoet aan de eisen.

5.2.2 DIN 933 M10x25

De bouten die de UCUP-lagers aan de omkasting bevestigen, moeten het eigen gewicht van het frame, waar de vorken op bevestigd zijn, en het halve gewicht van de palletlading kunnen dragen.

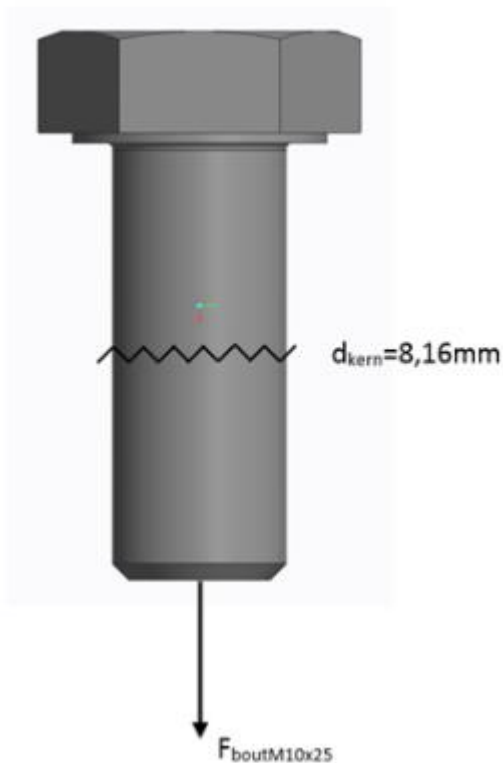
$$m_{\text{frame_lepels}} := 32.23 \text{ kg}$$

$$m_{\text{palletlading}} = 500 \text{ kg}$$

$$F_{\text{frame_en_palletlading}} := \left(m_{\text{frame_lepels}} + \frac{m_{\text{palletlading}}}{2} \right) \cdot g = (2.768 \cdot 10^3) \text{ N}$$

Het frame van de vorken is met 2 UCUP-lagers aan de omkasting bevestigd. Deze lagers zijn telkens met 2 bouten bevestigd, daarom delen we het vorige resultaat door 4.

$$F_{\text{boutM10x25}} := \frac{F_{\text{frame_en_palletlading}}}{4} = 691.933 \text{ N}$$



$$d_{\text{kern}} := 8.16 \text{ mm}$$

$$A := \frac{d_{\text{kern}}^2 \cdot \pi}{4} = 52.296 \text{ mm}^2$$

$$v := 4.5$$

Ook hier houden we dezelfde veiligheidsfactor van 4,5 aan.

$$\sigma_t := \frac{F_{\text{boutM10x25}}}{A} \cdot v = 59.54 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

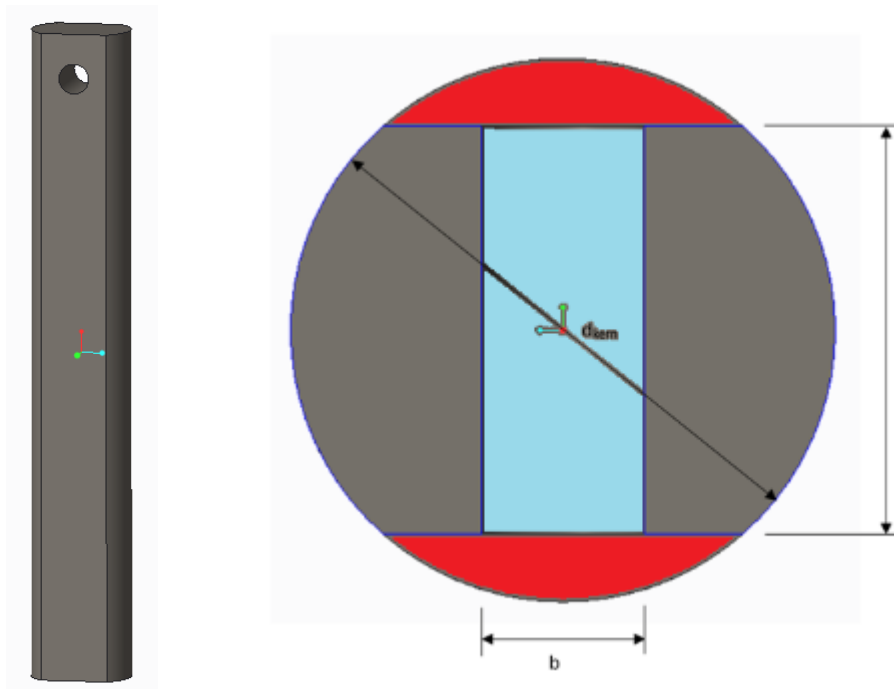
$$\sigma_{\text{max.t}} := 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_t < \sigma_{\text{max.t}}$$

De gekozen bout voldoet aan de eisen.

5.2.3 Draadstang M20

De draadstang van M20 heeft een gereduceerde dwarsdoorsnede op de plaats waar de ketting wordt aangehecht.



$$a := 15 \text{ mm}$$

$$b := 6 \text{ mm}$$

$$d_{kern} := 16.933 \text{ mm}$$

$$A_{tot} := \frac{d_{kern}^2 \cdot \pi}{4} = 225.194 \text{ mm}^2$$

$$A_{rood} := 45.33 \text{ mm}^2 \quad \text{Deze waarde werd gemeten in Creo.}$$

$$A_{blauw} := a \cdot b = 90 \text{ mm}^2$$

$$A := A_{tot} - A_{rood} - A_{blauw} = 89.864 \text{ mm}^2$$

$$m_{vorkmechanisme} := 130 \text{ kg}$$

De trekkracht op de draadstang kan bepaald worden door de massa van de palletlading en 2 maal de massa van het vorkmechanisme. Dit geheel is bevestigd aan de kettingen door 4 draadstangen.

$$F_{M20} := \frac{m_{palletlading} + 2 \cdot m_{vorkmechanisme}}{4} \cdot g = (1.863 \cdot 10^3) \text{ N}$$

$v := 4.5$ Ook hier houden we dezelfde veiligheidsfactor van 4,5 aan.

$$\sigma_t := \frac{F_{M20}}{A} \cdot v = 93.304 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{max.t} := 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_t < \sigma_{max.t}$$

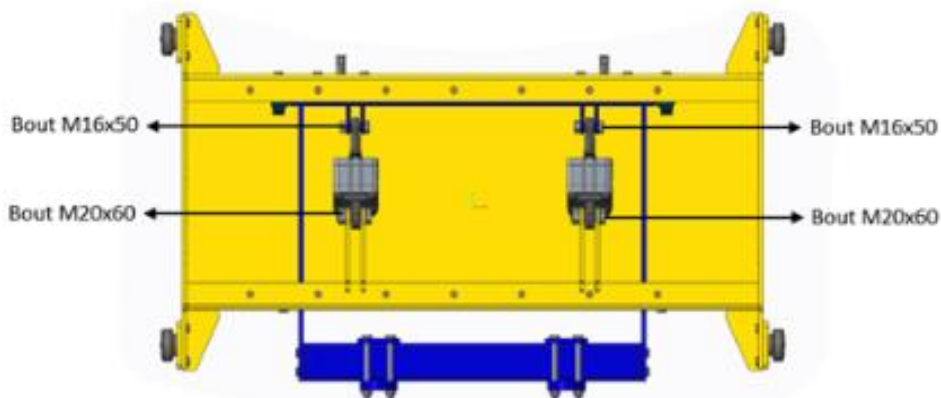
De gekozen draadstang voldoet aan de eisen.

5.3 Berekeningen op afschuiving

We hebben berekeningen op afschuiving uitgevoerd om te weten of onze gebruikte bouten en materiaal sterk genoeg zijn. We hebben alle elementen die op afschuiving belast worden gecontroleerd. De berekeningen worden hieronder voorgesteld.

5.3.1 Afschuiving van bouten door cilinder en zuiger

In het vorkmechanisme zitten twee cilinders die de kantelbeweging van de vorken realiseren. Deze cilinders zijn bevestigd met behulp van bouten. Een bout aan de zuiger en een bout onderaan de cilinder. De bouten hebben een verschillende doorsnede waarbij de bovenste bout de kleinste is. We beginnen onze berekening op de kleinste bout.



Figuur 95: Aanduiding op afschuiving belaste bouten

Gegevens:

Diameter bout: $d_{bout} := 16 \text{ mm}$

Kerndiameter bout: $d_{kern} := 13.546 \text{ mm}$

Sterkteklasse bout: 8.8

Treksterkte bout: $R_m := 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

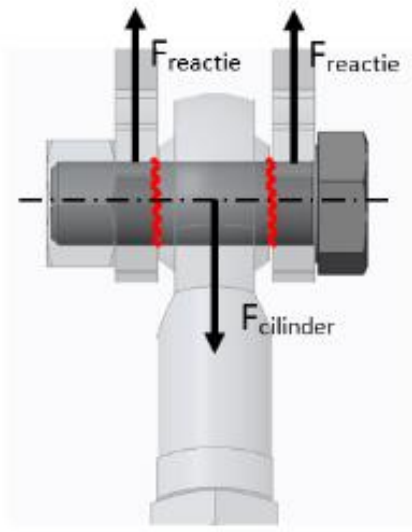
Uit bronnen hebben we een verband tussen de treksterkte en de afschuifspanning gevonden. Het verband tussen beide is een factor van $\frac{3}{4}$. Deze bron is te vinden in de bijlagen.

Totale afschuifspanning: $\tau_{toel_bout} := R_m \cdot \frac{3}{4} = 600 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Veiligheidscoëfficiënt: $v := 4.5$

Oppervlaktecoëfficiënt: $\xi_{rechthoek} := \frac{3}{2}$ $\xi_{cirkel} := \frac{4}{3}$

De bout wordt op 2 plaatsen afgeschoven. Dit wordt voorgesteld door het rode gedeelte op de principefiguur hieronder.



Aantal afgeschoven plaatsen: $i := 2$

De afschuifkracht is afkomstig van de cilinder. We zullen hierbij rekenen met de maximumkracht van de cilinder, deze is terug te vinden in de datasheet in de bijlage. Dit is ook de maximumkracht die op de bout kan inwerken.

$$F_{cilinder} := 3016 \text{ N}$$

Oplossing:

Berekenen van het oppervlak dat afgeschoven wordt.

$$A_{bout} := \frac{\pi \cdot d_{kern}^2}{4}$$

$$A_{bout} = 144.116 \text{ mm}^2$$

Berekenen van de optredende afschuiving in de bout. Doordat de bout op 2 plaatsen wordt afgeschoven moet de factor i meegerekend worden.

$$\tau_{gem_bout} := \frac{F_{cilinder}}{A_{bout} \cdot i}$$

$$\tau_{gem_bout} = 10.464 \frac{N}{mm^2}$$

Berekenen van de maximum afschuifspanning in de bout.

$$\tau_{max_bout} := \xi_{cirkel} \cdot \tau_{gem_bout} \cdot v$$

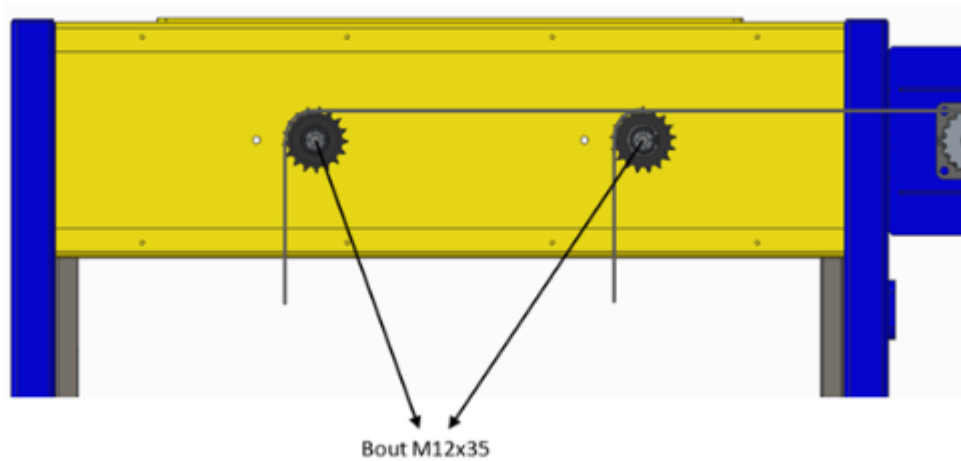
$$\tau_{max_bout} = 62.783 \frac{N}{mm^2} < \tau_{toel_bout} = 600 \frac{N}{mm^2}$$

De bout is sterk genoeg want de toelaatbare afschuifspanning wordt niet overschreden.

De berekening voor de grotere bout M20x60 onderaan de cilinder is dezelfde als bovenstaande. Hierbij is de kracht van de cilinder op de bout hetzelfde, enkel de kerndiameter van de bout is groter. Daardoor zal de afschuifspanning kleiner zijn dan bij de bovenstaande berekening, en ook ver onder de toelaatbare afschuifspanning liggen.

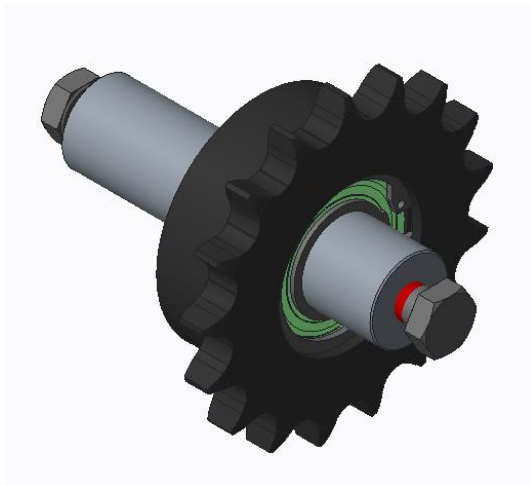
5.3.2 Afschuiving van bouten voor de kettingwielen

Hieronder berekenen we de afschuiving op de bouten die gebruikt worden om de as van de kettingwielen te bevestigen. Het vorkmechanisme is bevestigd aan twee kettingen die in de bovenkast elk over een afzonderlijk kettingwiel lopen en daarna naar de aandrijf-as gaan. Daar worden de kettingen opgewonden door de motor en wordt het vorkmechanisme opgeheven.



Figuur 96: Bovenkast, verloop kettingen

Ieder kettingwiel heeft twee bouten waarmee hij bevestigd is aan de bovenkast. De bouten die gebruikt worden zijn M12x35.



Figuur 97: Bevestiging kettingwiel in bovenkast

Gegevens:

We berekenen de afschuiving op het boutenpaar van één kettingwiel.

Massa vorkmechanisme: $m_{\text{vorkmechanisme}} := 130 \text{ kg}$

Massa stapel palletten: $m_{\text{stapel}} := 500 \text{ kg}$

Massa halve stapel palletten: $m_{\text{helftstapel}} := \frac{m_{\text{stapel}}}{2} = 250 \text{ kg}$

Diameter bout: $d_{\text{bout}} := 12 \text{ mm}$

Kerndiameter bout: $d_{\text{kern}} := 9.853 \text{ mm}$

Sterkteklasse bout: 8.8

Treksterkte bout: $R_m := 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Toelaatbare afschuifspanning: $\tau_{\text{toel_bout}} := R_m \cdot \frac{3}{4} = 600 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

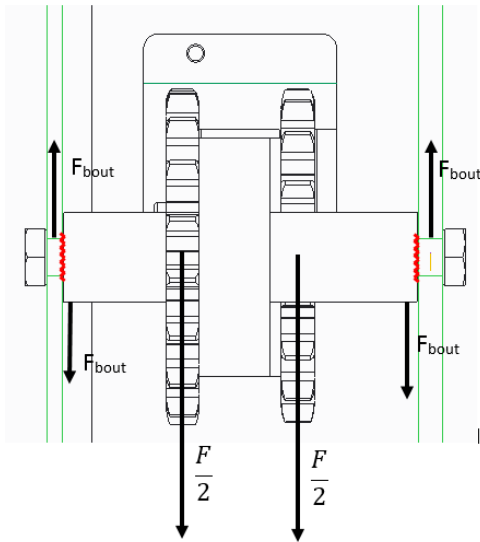
Aantal bouten per kettingwiel: $n_{\text{bouten}} := 2$

Veiligheidscoëfficiënt: $v := 4.5$

Oppervlaktecoëfficiënt: $\xi_{\text{rechthoek}} := \frac{3}{2}$ $\xi_{\text{cirkel}} := \frac{4}{3}$

Oplossing:

Onderstaande principefiguur toont de krachten op de as van het kettingwiel.



$$m_{\text{totaal}} := m_{\text{vorkmechandise}} + m_{\text{helftstapel}}$$

$$m_{\text{totaal}} = 380 \text{ kg}$$

$$F_{\text{totaal}} := m_{\text{totaal}} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{\text{totaal}} = 3.728 \text{ kN}$$

Er zitten 2 kettingwielen per helft.

$$F_{\text{tandwiel}} := \frac{F_{\text{totaal}}}{2} = 1.864 \text{ kN}$$

Per kettingwiel zitten 2 bouten. De bout wordt afgeschoven op de plaats die rood gemarkeerd is in bovenstaande principefiguur.

$$F_{\text{bout}} := \frac{F_{\text{tandwiel}}}{2} = 931.95 \text{ N}$$

Berekenen van het oppervlak dat onderworpen is aan afschuiving.

$$A_{\text{bout}} := \frac{\pi \cdot d_{\text{kern}}^2}{4}$$

$$A_{\text{bout}} = 76.248 \text{ mm}^2$$

Berekenen van de afschuifspanning.

$$\tau_{gem_bout} := \frac{F_{bout}}{A_{bout}} = 12.223 \frac{N}{mm^2}$$

Berekenen van de maximum afschuifspanning die optreedt in de bout.

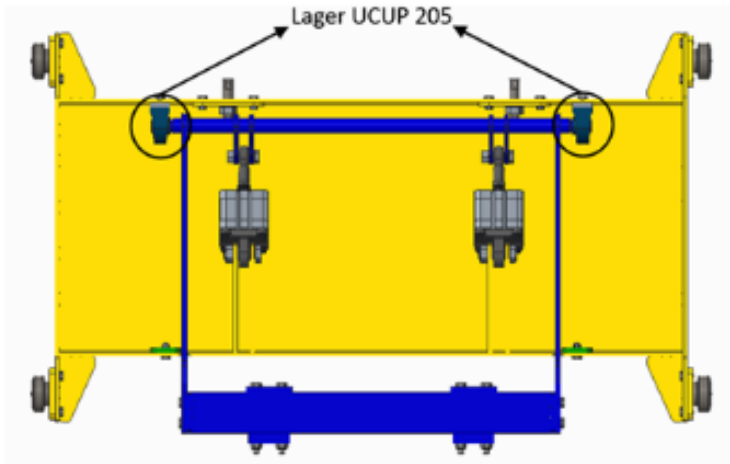
$$\tau_{max_bout} := \xi_{cirkel} \cdot \tau_{gem_bout} \cdot \nu$$

$$\tau_{max_bout} = 73.336 \frac{N}{mm^2} < \tau_{toel_bout} = 600 \frac{N}{mm^2}$$

De bout is sterk genoeg want de toelaatbare afschuifspanning wordt niet overschreden.

5.3.3 Afschuiving van de as voor de draaibeweging

In het vorkmechanisme zit een as die de draaibeweging van de armen, waaraan de vorken bevestigd zijn, mogelijk maakt. Deze as is bevestigd aan het vorkmechanisme met behulp van lagers. Daardoor wordt deze as op afschuiving belast in de twee lagerpunten.



Figuur 98: Aanduiding van de UCUP-lagers

Gegevens van het systeem:

Diameter as: $d_{as} := 25 \text{ mm}$

Materiaal as: S235

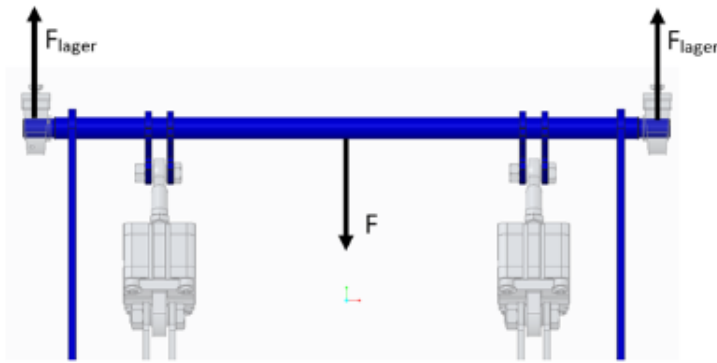
Toelaatbare afschuifspanning: $\tau_{toel_as} := 280 \frac{N}{mm^2}$

Veiligheidscoëfficiënt: $v := 4.5$

Oppervlaktecoëfficiënt: $\xi_{rechthoek} := \frac{3}{2}$ $\xi_{cirkel} := \frac{4}{3}$

Oplossing:

Om de afschuiving van de as te bepalen, worden alle krachten beschouwd die verticaal naar beneden werken. De eerste kracht die inwerkt is het gewicht van het draaimechanisme. De tweede kracht is de kracht die de cilinders uitoefenen op de as. Doordat de cilinders bijna een zuiver moment veroorzaken rond de as, is de verticale kracht die hieruit afgeleid kan worden, verwaarloosbaar klein.



Figuur 99: Krachten veroorzaakt door het eigen gewicht van het draaimechanisme

$$m_{palletten} := 500 \text{ kg}$$

$$F_{palletten} := 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot m_{palletten}$$

$$F_{palletten} = 4.905 \text{ kN}$$

Dit is de kracht die de volledige stapel palletten uitoefent op het draaimechanisme. De dispenser werkt met twee vorkmechanismen waardoor de massa van de palletstapel verdeeld wordt over deze twee mechanismen.

$$F_{helft_palletten} := \frac{F_{palletten}}{2}$$

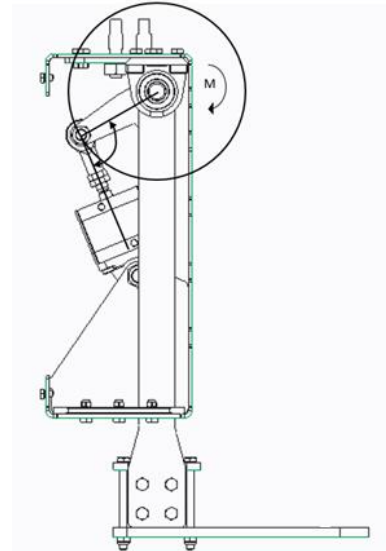
$$F_{helft_palletten} = 2.453 \text{ kN}$$

Massa van het draaimechanisme.

$$m_{draaimechanisme} := 30.269 \text{ kg}$$

$$F_{draaimechanisme} := m_{draaimechanisme} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{draaimechanisme} = 296.939 \text{ N}$$



Figuur 100: Verticale kracht veroorzaakt door de cilinder is verwaarloosbaar

De totale kracht die op de lagers inwerkt is een som van het eigen gewicht van het draaimechanisme en de helft stapel palletten.

$$F := F_{draaimechanisme} + F_{helft_palletten}$$

$$F = 2.749 \text{ kN}$$

Bepalen van de kracht die zorgt voor afschuiving van de as ter hoogte van de lagers.

$$F_{lager} := \frac{F}{2}$$

$$F_{lager} = 1.375 \text{ kN}$$

Berekenen van de afgeschoven oppervlakte.

$$A_{as} := \frac{\pi \cdot d_{as}^2}{4} = 490.874 \text{ mm}^2$$

Berekenen van de afschuifspanning.

$$\tau_{gem_as} := \frac{F_{lager}}{A_{as}} = 2.801 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

De maximum afschuifspanning van de as.

$$\tau_{max_as} := \xi_{cirkel} \cdot \tau_{gem_as} \cdot v$$

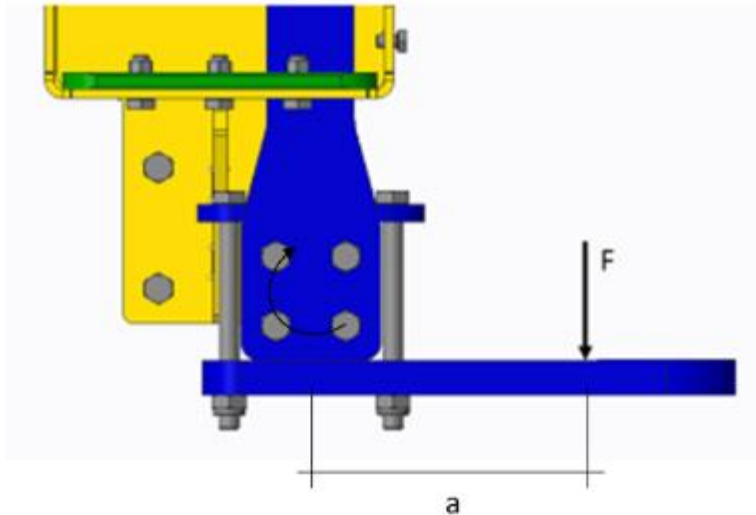
$$\tau_{max_as} = 16.803 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \tau_{toel_as} = 280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

De maximum afschuifspanning overschrijdt de toelaatbare afschuifspanning niet. Daardoor is de as sterk genoeg voor deze toepassing.

5.3.4 Afschuiving van de bouten in de buis van het vorkstelsel

In het vorkmechanisme zitten twee armen waaraan de vorken zijn bevestigd. Deze armen zorgen voor de kantelbeweging van de vorken. Deze vorken zijn bevestigd aan een buis. De buis zit bevestigd tussen de twee armen met behulp van bouten. Deze bouten worden hierbij op afschuiving belast. De figuur vindt u hieronder.

Gegevens van het systeem:



$$F_{stapel} := 500 \text{ kg} \cdot g = 4.903 \text{ kN}$$

$$F_{vork} := \frac{F_{stapel}}{4} = 1.226 \text{ kN}$$

$$a := 110.71 \text{ mm}$$

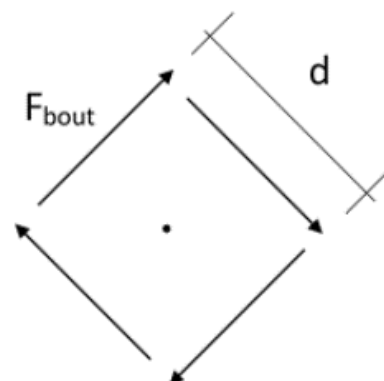
$$M_{bouten} := F_{vork} \cdot a = 13.571 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

Het moment op de bouten wordt ontbonden in 4 krachten op de bouten.

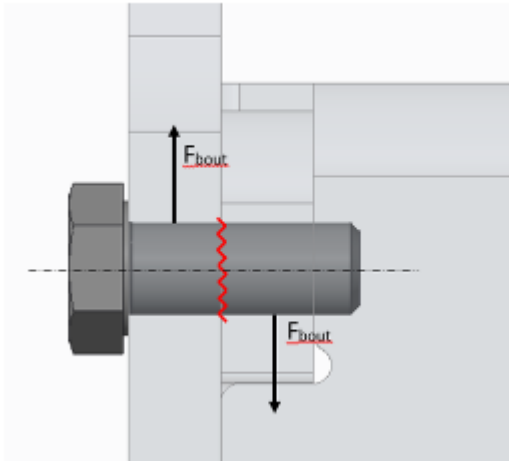
$$d := 79.196 \text{ mm}$$

$$M_{bouten} = 4 \cdot F_{bout} \cdot \frac{d}{2}$$

$$F_{bout} := \frac{M_{bouten}}{4 \cdot \frac{d}{2}} = 856.81 \text{ N}$$



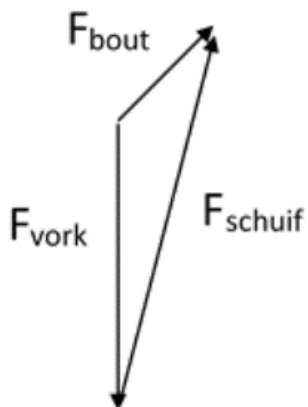
De bout wordt op afschuiving belast in het rode gedeelte op onderstaande figuur.



Nu we de kracht op elke bout weten kunnen we de afschuifkracht bepalen met behulp van de cosinusregel.

$$F_{schuif}^2 = F_{vork}^2 + F_{bout}^2 - 2 \cdot F_{vork} \cdot F_{bout} \cdot \cos(135^\circ)$$

$$F_{schuif} := \sqrt{F_{vork}^2 + F_{bout}^2 - 2 \cdot F_{vork} \cdot F_{bout} \cdot \cos(135^\circ)} = 1.929 \text{ kN}$$



Als de schuifkracht berekend is, kunnen we de afschuifspanning in de bout bepalen.

$$d_{bout} := 10 \text{ mm}$$

$$d_{kern} := 8.16 \text{ mm}$$

$$\tau_{toel_bout} := 600 \frac{N}{mm^2}$$

$$A_{bout} := \frac{d_{kern}^2 \cdot \pi}{4} = 52.296 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{gem_bout} := \frac{F_{bout}}{A_{bout}} = 16.384 \frac{N}{mm^2}$$

$$v := 4.5$$

$$\tau_{max_bout} := \frac{4}{3} \cdot \tau_{gem_bout} \cdot v = 98.303 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_{max_bout} < \tau_{toel_bout}$$

De maximum optredende afschuifspanning in de bout is kleiner dan de toelaatbare afschuifspanning. De bouten kunnen de belasting aan.

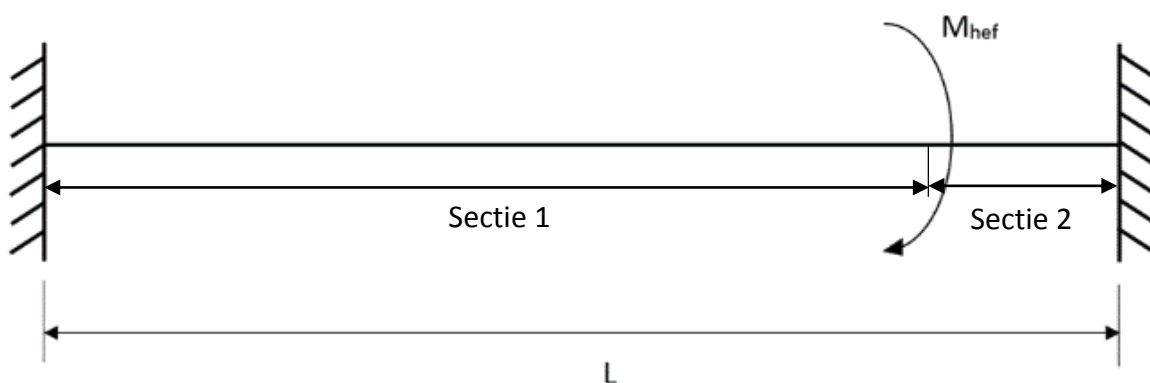
5.4 Berekeningen op wringing

5.4.1 Wringing van de aandrijfas

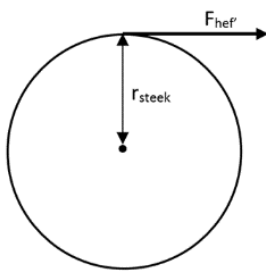
De wringing op de aandrijfas wordt bepaald door het moment die de motor levert, en door het tegengestelde moment dat veroorzaakt wordt door de kettingen over de kettingwielen. Om gemakkelijk te kunnen rekenen, wordt op de plaats van de twee kettingwielen een fictieve inklemming geplaatst.



Figuur 101: Aandrijfas met motor en lagers



Het moment dat de motor moet kunnen overbrengen, kan worden berekend uit de te heffen massa en de afmetingen van het kettingwiel 12B-1 z23.



$$d_{steek} := 139.9 \text{ mm}$$

$$r_{steek} := \frac{d_{steek}}{2} = 69.95 \text{ mm}$$

$$m_{hef} := m_{palletlading} + 2 \cdot m_{vorkmechanisme} = 760 \text{ kg}$$

We ronden deze waarde af naar 800 kg.

$$m_{hef'} := 800 \text{ kg}$$

$$F_{hef'} := \frac{m_{hef'} \cdot g}{2} = (3.923 \cdot 10^3) \text{ N}$$

$$M_{hef'} := F_{hef'} \cdot r_{steek} = 274.39 \text{ N} \cdot \text{m}$$

De as is vervaardigd uit S235JR en heeft volgende kenmerken:

$$d := 40 \text{ mm}$$

$$L_1 := 1352 \text{ mm}$$

$$L_2 := 261 \text{ mm}$$

$$R := \frac{d}{2} = 20 \text{ mm}$$

$$G := 8300 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$I_p := \frac{\pi \cdot d^4}{32} = 25.133 \text{ cm}^4$$

$$\tau_w := \frac{M_{hef'} \cdot R}{I_p} = 2.184 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_{w,max} := 28 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_w < \tau_{w,max}$$

De as zal niet afschuiven.

$$\varphi_1 := \frac{M_{hef'} \cdot L_1}{G \cdot I_p} = 0.018 \text{ rad}$$

$$\varphi_1 = 1.019 \text{ deg}$$

$$\varphi_2 := \frac{M_{hef'} \cdot L_2}{G \cdot I_p} = 0.003 \text{ rad}$$

$$\varphi_2 = 0.197 \text{ deg}$$

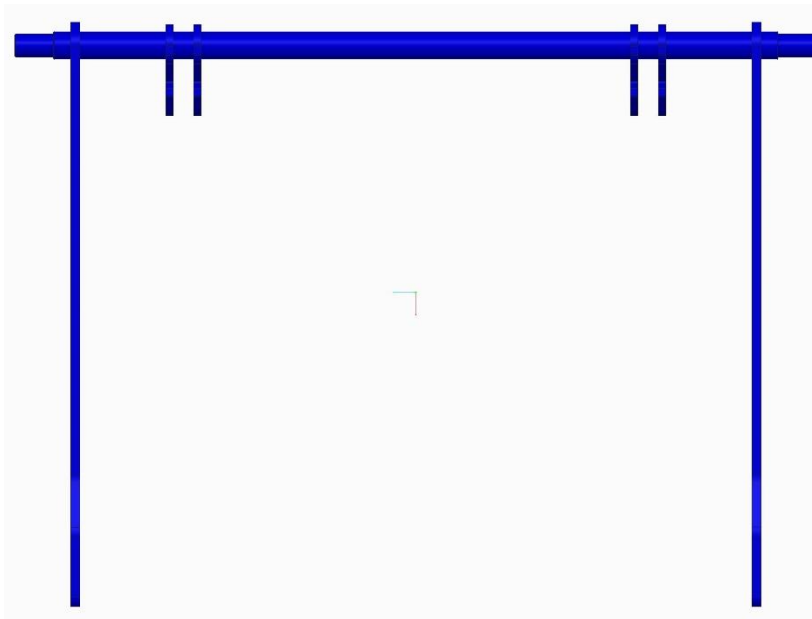
$$\Delta\varphi := \varphi_1 - \varphi_2 = 0.822 \text{ deg}$$

De as zal een zeer geringe verdraaiing vertonen.

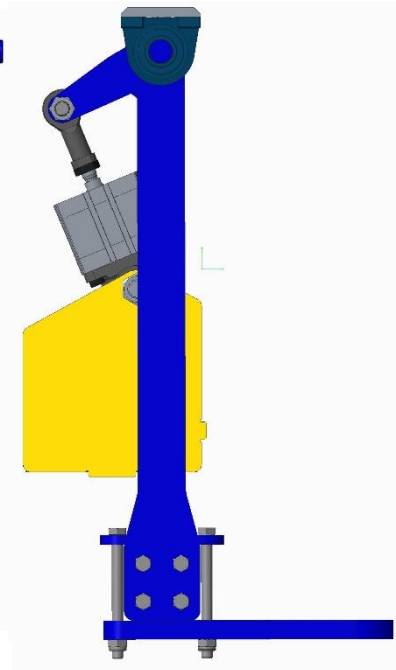
5.4.2 Wringing van de as voor zwaaibeweging

De as die voor de zwaaibeweging van de vorken zorgt wordt op wringing belast doordat de cilinders de armen aan de as naar beneden trekt. Hierdoor maakt de as een ronddraaiende beweging. De armen waar de vorken aan bevestigd zijn, veroorzaken een tegengesteld moment op de as. Door die twee tegengestelde momenten ontstaan er wringing in de as.

Doordat de twee cilinders onderling wel een moment in dezelfde richting veroorzaken, treedt er in de middelste sectie van de as geen wringing op. Er is enkel wringing in het stuk tussen de armen waar de cilinders aan bevestigd zijn en de armen voor de vorken. We stellen vast dat deze afstand 111 mm bedraagt. De wringing die op deze korte afstand zou ontstaan is verwaarloosbaar bij een as met diameter 30 mm.



Figuur 102: Draaimechanisme vorken



Figuur 103: zij aanzicht draaimechanisme

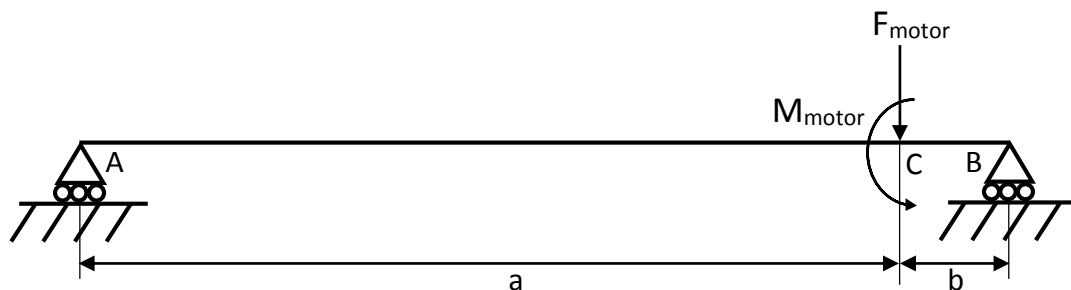


5.5 Gecombineerde belasting

Op de aandrijfjas vindt een gecombineerde belasting plaats. Door het eigen gewicht van de motor is de aandrijfjas onderhevig aan buiging. Door het moment dat de motor levert, en door het tegengesteld moment dat veroorzaakt wordt door de kettingen over de kettingwielen, ontstaat er wringing. De as is dus tegelijkertijd onderhevig aan buiging en wringing.



Figuur 104: Aandrijfjas met motor en lagers



$$F_{motor} := 519.752 \text{ N}$$

$$R_A := 84.10 \text{ N}$$

$$R_B := 435.65 \text{ N}$$

$$M_{motor} := 274.39 \text{ N} \cdot \text{m} = 27.439 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$D_{as} := 40 \text{ mm}$$

$$r_{as} := \frac{D_{as}}{2} = 20 \text{ mm}$$

$$I_z := \frac{D_{as}^4 \cdot \pi}{64} = 12.566 \text{ cm}^4 \quad I_y := I_z$$

$$I_p := \frac{D_{as}^4 \cdot \pi}{32} = 25.133 \text{ cm}^4$$

$$a := 1352 \text{ mm}$$

$$b := 261 \text{ mm}$$

$$e := 20 \text{ mm}$$

$$\sigma_{tb} := 36 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$v := 6$$

$$M_b := R_B \cdot b = 11.37 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$W_b := \frac{I_y}{e} = 6.283 \text{ cm}^3$$

$$M_w := M_{motor} = 27.439 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$W_w := \frac{I_p}{r_{as}} = 12.566 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{iHH} := \sqrt{\left(\frac{M_b}{W_b}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{M_w}{W_w}\right)^2} = 4.193 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{tb}' := \frac{\sigma_{tb}}{v} = 6 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{iHH} < \sigma_{tb}'$$

De berekende spanning volgens de formule van Huber en Hencky is lager dan de toelaatbare spanning. De as kan deze gecombineerde belasting aan.

6 Dimensioneringsberekeningen

6.1 Massa palletlading

Om de gebruikte elementen bij een palletdispenser te kunnen dimensioneren moeten we eerst bepalen hoe groot de palletlading is. De berekening staat hieronder.

Om de massa van een palletlading te kunnen bepalen hebben we de massa van een pallet nodig. In de palletdispenser worden er twee soorten palletten verhandeld, namelijk europalletten en industriepalletten. Onderstaande waarden voor de massa zijn te vinden op het internet.

Massa industriepallet droog: $m_{\text{industriepalletdroog}} := 28 \text{ kg}$

Massa europallet droog: $m_{\text{europalletdroog}} := 21 \text{ kg}$

Deze waardes wijken natuurlijk af van de realiteit. De bovenstaande massa's werden bepaald wanneer de pallet uit de fabriek rolt. De pallet is dan volledig droog en heeft de minimale massa.

Om een realistisch gewicht te bekomen hebben we een meting gedaan op enkele palletten bij ons thuis, deze palletten stonden buiten.



Figuur 105: Meting massa europalletten



Figuur 106: Stapels europalletten die buiten stonden

We hebben de gemiddelde massa genomen van alle gewogen europalletten.

Meting massa europalletten	
Pallet	Massa van pallet (kg)
Pallet 1	22,75
Pallet 2	24,5
Pallet 3	21
Pallet 4	25,5
Pallet 5	26,25
Pallet 6	24,75
Pallet 7	25
Pallet 8	25,5
Pallet 9	23
Pallet 10	21
Pallet 11	24,5
Pallet 12	26,5
Pallet 13	23,5
Pallet 14	23,75
Pallet 15	21,5
Pallet 16	25,25
Pallet 17	25,5
Pallet 18	26
Pallet 19	20,5
Pallet 20	23,25
Pallet 21	22,25
Pallet 22	23
Pallet 23	26,25
Pallet 24	23
Pallet 25	28
Pallet 26	24
Gemiddelde massa	24,07692308

Tabel 2: Meting massa europalletten

Gemiddelde massa europallet: $m_{\text{gemeuropallet}} := 24.08 \text{ kg}$

We doen nog een kleine toeslag in de massa zodat we zeker voldoende hebben.

Massa met toeslag: $m_{\text{europallet}} := 25 \text{ kg}$

Industriepalletten zijn groter en daarom ook zwaarder. Jammer genoeg hadden we geen industriepalletten, daardoor konden we geen meting doen om de gemiddelde massa van deze pallet te bepalen. We hebben bij de fabrieksmassa een toeslag gerekend die evenredig is met de toeslag bij de meting met de europalletten.

Gemiddelde massa industriepallet: $m_{\text{gemindustriepallet}} := 31 \text{ kg}$

Massa met toeslag: $m_{\text{industriepallet}} := 32 \text{ kg}$

Hoogte van de palletten:

$$h_{\text{industriepallet}} := 166 \text{ mm}$$

$$h_{\text{europallet}} := 144 \text{ mm}$$

Het aantal palletten dat gestapeld moeten worden in de palletdispenser moet de hoogte van een vrachtwagen bereiken. De hoogte van een vrachtwagen varieert tussen 2.50-2.70 m.

$$h_{\text{vrachtwagen}} := 2600 \text{ mm}$$

$$n_{\text{aantaleuropalletten}} := \frac{h_{\text{vrachtwagen}}}{h_{\text{europallet}}}$$

$$n_{\text{aantalindustriepalletten}} := \frac{h_{\text{vrachtwagen}}}{h_{\text{industriepallet}}}$$

$$n_{\text{aantaleuropalletten}} = 18.056$$

$$n_{\text{aantalindustriepalletten}} = 15.663$$

Het aantal palletten dat in een vrachtwagen kan gestapeld worden zal natuurlijk een gehele waarde zijn. We zullen dus de bovenstaande resultaten afronden.

$$n_{\text{europalletten}} := 18$$

$$n_{\text{industriepalletten}} := 15$$

Massa van een stapel europalletten:

$$m_{\text{europalletten}} := n_{\text{europalletten}} \cdot m_{\text{europallet}}$$

$$m_{\text{europalletten}} = 450 \text{ kg}$$

Massa van een stapel industriepalletten:

$$m_{\text{industriepalletten}} := n_{\text{industriepalletten}} \cdot m_{\text{industriepallet}}$$

$$m_{\text{industriepalletten}} = 480 \text{ kg}$$

Het verschil in massa tussen beide stapels palletten is slechts 30 kg. We zullen een gemeenschappelijke waarde nemen, namelijk 500 kg.

6.2 Koppel van de motor bepalen

De hefbeweging van de palletdispenser wordt mogelijk gemaakt door een motor. Daarvan moet het koppel bepaald worden aan de hand van de massa die moet worden opgeheven.

Daarvoor hebben we enkele gegevens nodig.

Het gebruikte kettingwiel is van het type 12B met 23 tanden.

Aantal tanden: $z := 23$

Steekcirkeldiameter: $d_{steek} := 139.9 \text{ mm}$

Samen met de palletlading moet het vorkmechanisme ook nog opgeheven worden.

Massa vorkmechanisme: $m_{vorkmechanisme} := 130 \text{ kg}$

Bij de elektrische versie maken we gebruik van één motor die de hefbeweging langs beide kanten mogelijk maakt. Daardoor is de totale massa die moet opgeheven worden twee keer de massa van het vorkmechanisme en het totaalgewicht van de stapel palletten.

$$m_{\text{totaalheffen}} := m_{\text{stapel}} + m_{\text{vorkmechanisme}} \cdot 2$$

$$m_{\text{totaalheffen}} = 760 \text{ kg}$$

Hier zullen we opnieuw wat marge rekenen zodat de motor voldoende zwaar wordt gekozen.

$$m_{\text{totaal}} := 800 \text{ kg}$$

Deze massa omzetten in een kracht.

$$F_{\text{moment}} := m_{\text{totaal}} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 7.848 \text{ kN}$$

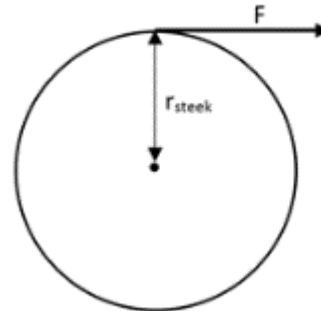
Op de as waarop de motor is bevestigd zitten twee dezelfde kettingwielen die elk een ketting aandrijven. Deze kettingen zijn bevestigd aan het vorkmechanisme. Daarom kunnen we de twee kettingwielen herleiden tot één kettingwiel met daarop de totale kracht van het volledige systeem. Daaruit bepalen we dan het koppel dat de motor moet leveren.

$$r_{steek} := \frac{d_{steek}}{2}$$

$$r_{steek} = 0.07 \text{ m}$$

$$M_{motor} := r_{steek} \cdot F_{moment}$$

$$M_{motor} = 548.968 \text{ N}\cdot\text{m}$$



Met dit koppel kunnen we het vermogen van de motor bepalen. Het benodigd toerental zal ook een rol spelen in de keuze van de motor.

6.3 Berekening van de hefcilinders

We hebben een elektrische en een pneumatische versie van de palletdispenser. Bij de elektrische versie gebeurt de hefbeweging met een elektrische motor. Bij de pneumatische versie gebeurt de hefbeweging door pneumatische cilinders. Hierbij zit er in iedere helft één cilinder.

We maken deze berekening voor een variant op de elektrische versie. Door deze berekening weten we welke cilinder we moeten intekenen.

De totale massa van het systeem blijft hetzelfde.

$$m_{\text{totaal}} = 800 \text{ kg}$$

In de pneumatische versie zit er één cilinder per helft. Daardoor moet de totale massa verdeeld worden over deze twee helften.

$$m_{\text{pneumatisch}} := \frac{m_{\text{totaal}}}{2}$$

$$m_{\text{pneumatisch}} = 400 \text{ kg}$$

Uit de bekomen massa die per helft moet opgeheven kunnen worden, kan de kracht van de cilinder berekend worden.

$$F_{\text{cilinder}} := m_{\text{pneumatisch}} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{\text{cilinder}} = 3.924 \text{ kN}$$

De kracht die we bekomen is de kracht die de cilinder moet uitoefenen om het systeem op te heffen. De cilinder moet daarbij een trekkracht uitoefenen. Als we de catalogoog van Festo erbij nemen, zien we dat een DSBC 100 met slaglengte 250 mm voldoet aan deze eis. Deze cilinder kan namelijk een theoretische kracht trekken van 4418 N. In onze toepassing is dit ruim voldoende.

De datasheets van de cilinders zijn terug te vinden in de bijlagen. Hierin zie je dat een cilinder met een zuigerdiameter van 100 mm moet toegepast worden. Wanneer er een kleinere cilinder wordt toegepast is de trekkracht van de cilinder te klein.

6.4 Berekening van kantelcilinder vorkmechanisme

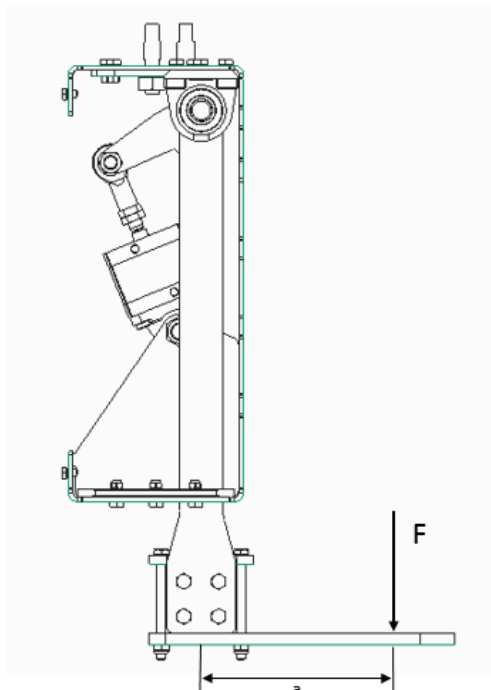
6.4.1 Kantelcilinder voor een enkele palletdispenser

De onderstaande berekening is voor een palletdispenser die alleen staat. De dispenser is voorzien om van buitenaf aan de pneumatische cilinders te kunnen.

In het vorkmechanisme zitten twee cilinders die de kantelbeweging van de vorken realiseren. Deze cilinders zijn vast bevestigd aan de achterplaat van het vorkmechanisme. De zuigerstang van deze cilinders is bevestigd aan een arm die vast op de as staat. Door het uitschuiven van de cilinders wordt de as over een bepaalde hoek verdraaid. Deze hoekverdraaiing zorgt ervoor dat de vorken gekanteld worden. De grootte van deze cilinders wordt hieronder bepaald.

We bepalen eerst de krachten die op de cilinders komen. De grootste kracht die op de cilinders komt is wanneer de vorken vooruit gekanteld staan en er een belasting op de vorken rust. De cilinders zijn ingeschoven en moeten een trekkracht leveren om de vorken op hun positie te houden. Deze stand wordt hieronder voorgesteld.

De kracht grijpt aan op de twee vorken van het vorkmechanisme. Om de optredende krachten te kunnen voorstellen zullen we de volledige massa herleiden naar één vork. Ook wordt de massa van de stapel palletten verdeeld over twee vorkmechanismen. Daardoor zullen we de massa voor 1 mechanisme bekijken. De massa van de vorken wordt verwaarloosd.



$$m_{\text{stapel}} := 500 \text{ kg}$$

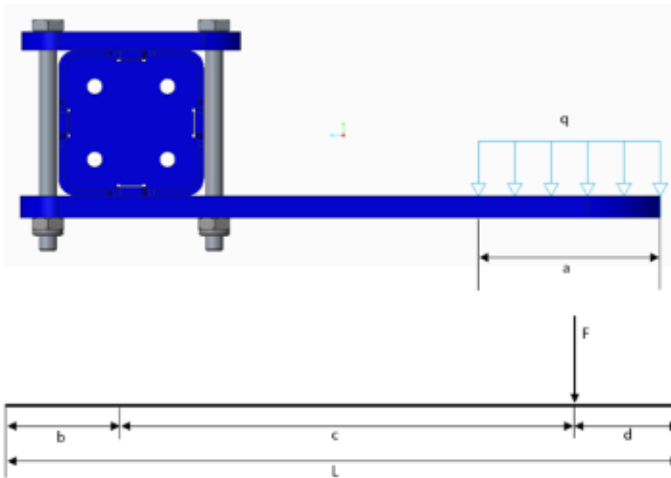
$$m_{\text{helftstapel}} := \frac{m_{\text{stapel}}}{2}$$

$$m_{\text{helftstapel}} = 250 \text{ kg}$$

Berekenen van de aangrijpende kracht.

$$F := m_{\text{helftstapel}} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2.453 \text{ kN}$$

De kracht die op de vorken inwerkt is een gelijkmatig verdeelde belasting. Deze belasting herleiden we tot een puntkracht.



Gegevens:

$$a := 89.57 \text{ mm}$$

$$L := 305.5 \text{ mm}$$

$$b := 62 \text{ mm}$$

$$d := \frac{a}{2} = 44.785 \text{ mm}$$

$$c := L - b - d = 198.715 \text{ mm}$$

De belasting q wordt herleid tot de puntkracht F .

$$F = 2.453 \text{ kN}$$

Berekenen van het moment rond de bovenste as.

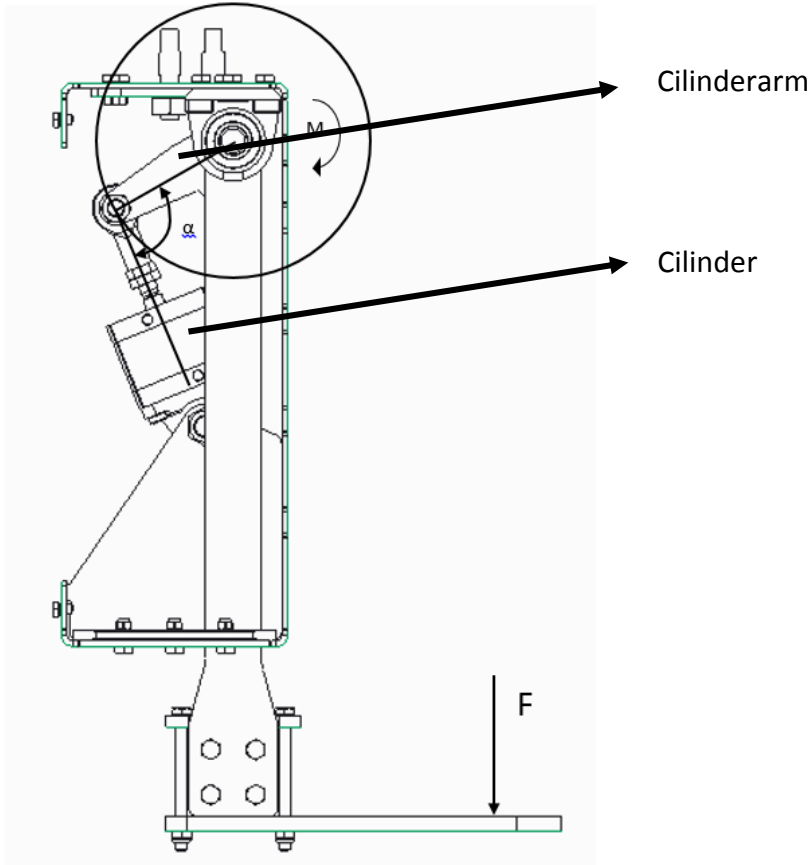
De kracht die op de top van de vorken wordt uitgeoefend gaat een moment in de bovenste as veroorzaken.

$$M_{\text{bovenste_as}} := F \cdot c$$

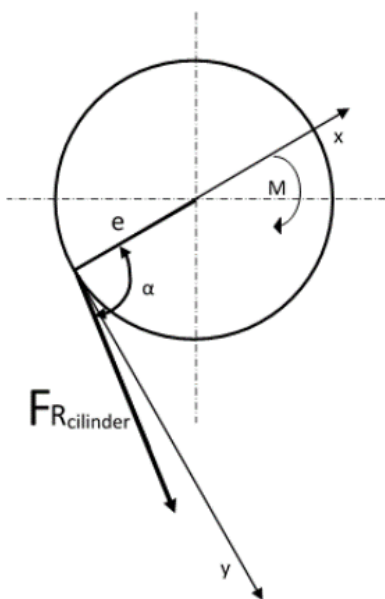
$$M_{\text{bovenste_as}} = 487.349 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Voorstelling van het moment rond de as.

Dit moment wordt via de cilinderarmen die bevestigd zijn aan de cilinder opgevangen. De cilinder moet een reactiekracht uitoefenen om het systeem in evenwicht te houden. We zullen deze kracht berekenen zodat we de cilinder kunnen dimensioneren.



Schematische voorstelling.



Gegevens van de schematische figuur.

De lengte van de cilinderarm:

$$e := 120 \text{ mm}$$

De hoek die de cilinderarm maakt met de cilinder (deze is opgemeten in Creo):

$$\alpha := 97.8505 \text{ deg}$$

De kracht $F_{r_{cilinder}}$ staat niet loodrecht op de cilinderarm. Daardoor moet deze kracht ontbonden worden in een x-component en een y-component.

Het moment rond de as is gekend. Daaruit kunnen we de y-component berekenen.

$$F_{r_y} := \frac{M_{bovenste_as}}{e}$$

$$F_{r_y} = 4.061 \text{ kN}$$

Uit deze y-component kan de cilinderkracht bepaald worden, namelijk $F_{r_{cilinder}}$.

$$F_{r_{cilinder}} := \frac{F_{r_y}}{\cos(\alpha - 90 \text{ deg})}$$

$$F_{r_{cilinder}} = 4.1 \text{ kN}$$

De cilinder die de vorken kantelt moet een trekkracht kunnen leveren van 5709 N. De cilinder heeft zijn hoogste belasting wanneer een palletstapel op de vorken komt te staan. Dit gebeurt wanneer de cilinder volledig is ingeschoven.

Door de grote kracht die de cilinder moet leveren, kiezen we hier voor twee parallelle cilinders. Dit laat ons toe om kleinere cilinders te gebruiken. De twee kleinere cilinders zijn ook goedkoper dan één grote cilinder.

Elke cilinder moet nu dus de helft van de trekkracht van de grote cilinder leveren.

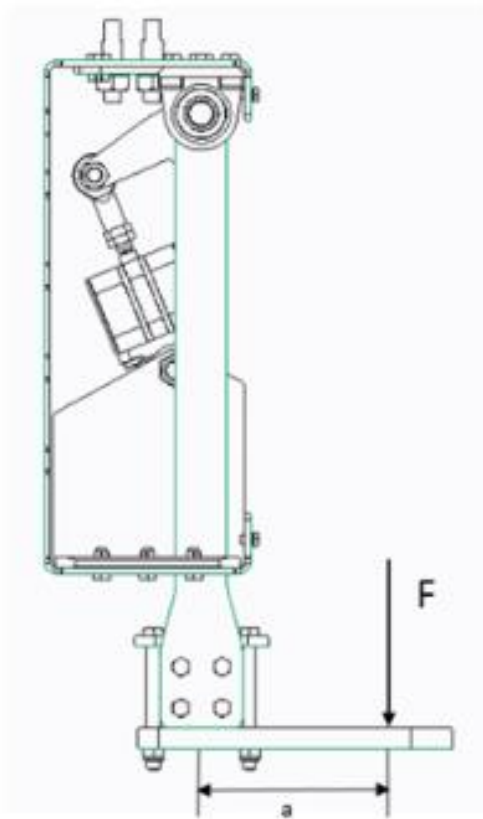
$$F_{cilinder} := \frac{F_{r_{cilinder}}}{2} = 2.05 \text{ kN}$$

De bepaling van de geschikte cilinder volgt in hoofdstuk 7 over de gestandaardiseerde onderdelen.

6.4.2 Kantelcilinder voor een palletdispenser in lijn

Bij een palletdispenser die in lijn staat, zijn er meerdere palletdispensers naast elkaar geplaatst. De dispenser is voorzien om van binnenuit aan de pneumatische cilinder te kunnen. Daarbij zitten de afdekplaten van het vorkmechanisme langs de binnenzijde van de dispenser. Dit heeft als gevolg dat de hoek tussen de cilinder en de cilinderarm anders is dan deze hoek bij een enkele palletdispenser. Daardoor verschilt ook de kracht die optreedt in de cilinder.

Bij de onderstaande berekening is de uitleg bij de tussenstappen weggelaten, aangezien dit gelijklopend is met de berekening voor een enkele palletdispenser.



$$m_{stapel} := 500 \text{ kg}$$

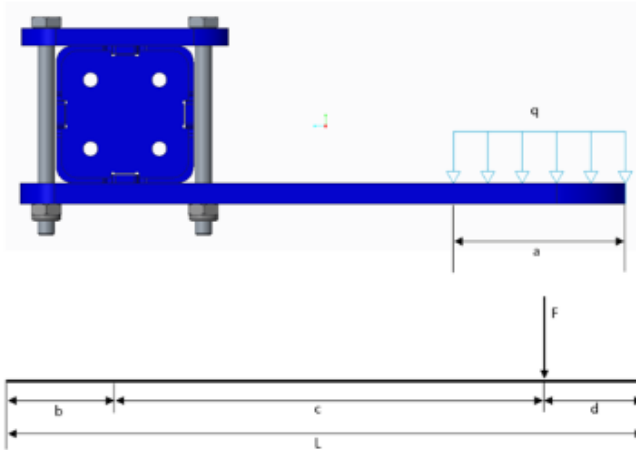
$$m_{helftstapel} := \frac{m_{stapel}}{2}$$

$$m_{helftstapel} = 250 \text{ kg}$$

$$F := m_{helftstapel} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2.453 \text{ kN}$$

De belasting die optreedt is een gelijkmatig verdeelde belasting. Deze zullen we herleiden tot een puntkracht.

Gegevens:



$$a := 89.57 \text{ mm}$$

$$L := 305.5 \text{ mm}$$

$$b := 62 \text{ mm}$$

$$d := \frac{a}{2} = 44.785 \text{ mm}$$

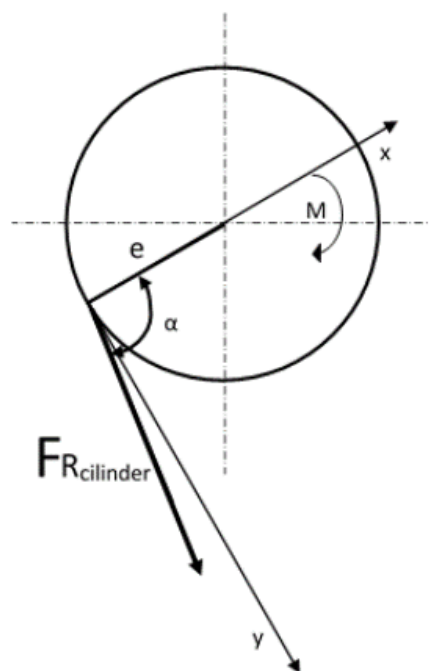
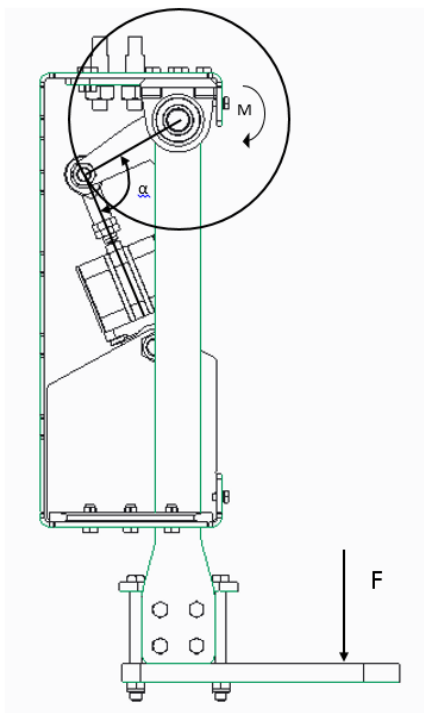
$$c := L - b - d = 198.715 \text{ mm}$$

$$F = 2.453 \text{ kN}$$

$$M_{\text{bovenste_as}} := F \cdot c$$

$$M_{\text{bovenste_as}} = 487.349 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Voorstelling van het moment rond de bovenste as.



$$e := 120 \text{ mm}$$

$$\alpha := 97.5486 \text{ deg}$$

Berekenen van de cilinderkracht.

$$Fr_y := \frac{M_{\text{bovenste_as}}}{e}$$

$$Fr_y = 4.061 \text{ kN}$$

$$Fr_{\text{cilinder}} := \frac{Fr_y}{\cos(\alpha - 90 \text{ deg})}$$

$$Fr_{\text{cilinder}} = 4.097 \text{ kN}$$

$$F_{\text{cilinder}} := \frac{Fr_{\text{cilinder}}}{2} = 2.048 \text{ kN}$$

Er is slechts een miniem verschil bij de kracht die door de cilinder uitgeoefend wordt. Daarbij kan de keuze van de cilinders bij een enkele dispenser behouden blijven bij de dispensers in lijn.

6.5 Winkelrollen en -profielen

Voor de op- en neergaande beweging van het vorkmechanisme maken we gebruik van Winkelrollen met de daarbij horende profielen. De grootte van de rollen kunnen we bepalen aan de hand van een berekening. Deze berekening is opgegeven door Winkel. Wanneer de rollen bepaald zijn kan daarbij ook het bijpassende profiel gekozen worden.

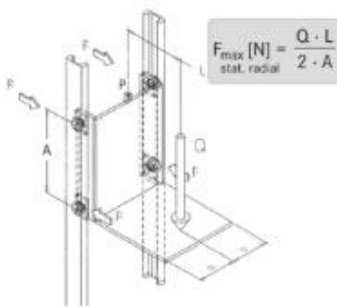
Gegevens:

$$m_{\text{stapel}} := 500 \text{ kg}$$

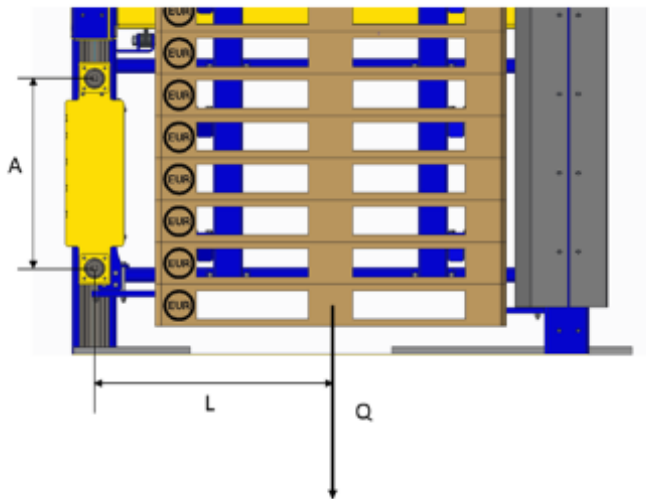
De volledige stapel palletten wordt opgeheven door beide vorkmechanismen. We zullen verder rekenen met de massa die op één vorkmechanisme rust.

$$m_{\text{helftstapel}} := \frac{m_{\text{stapel}}}{2}$$

$$m_{\text{helftstapel}} = 250 \text{ kg}$$



- Q = Laadcapaciteit (N)
- L = Afstand tussen ophangingspunt en zwaartepunt lading (mm)
- P = ophangingspunt
- A = Afstand tussen rollen (mm) aangeraden 500-1000 mm



$$Q := m_{\text{helftstapel}} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$Q = 2.453 \text{ kN}$$

$$L := 886.42 \text{ mm}$$

$$A := 650 \text{ mm}$$

Veiligheidscoëfficiënt: $v := 4.5$

Berekenen van de statische radiale kracht in de Winkelrollen

$$F_{\text{max_stat_rad}} := \frac{Q \cdot L}{2 \cdot A}$$

$$F_{\text{max_stat_rad}} = 1.672 \text{ kN}$$

Om de correcte Winkelrol te kunnen bepalen moeten we de veiligheidsfactor er nog bij rekenen.

$$F_{\text{rol}} := F_{\text{max_stat_rad}} \cdot v = 7.525 \text{ kN}$$

Met de bekomen belasting kunnen we de geschikte Winkelrol met bijhorend profiel bepalen.

6.6 Ketting en kettingwielen

6.6.1 Ketting

In de catalogoog van de gebruikte ketting vinden we dat de treksterkte van een ketting 12B-1 28900 N bedraagt.

$$F_B := 28900 \text{ N} = 28.9 \text{ kN}$$

De trekkracht op de ketting kan bepaald worden door de massa die eraan gehangen wordt. Die massa kan bepaald worden door de massa van de palletlading en 2 maal de massa van het vorkmechanisme. Dit geheel is bevestigd aan 4 kettingen.

$$F_t := \frac{m_{\text{palletlading}} + 2 \cdot m_{\text{vorkmechanisme}}}{4} \cdot g = (1.863 \cdot 10^3) \text{ N}$$

$$v = 4.5$$

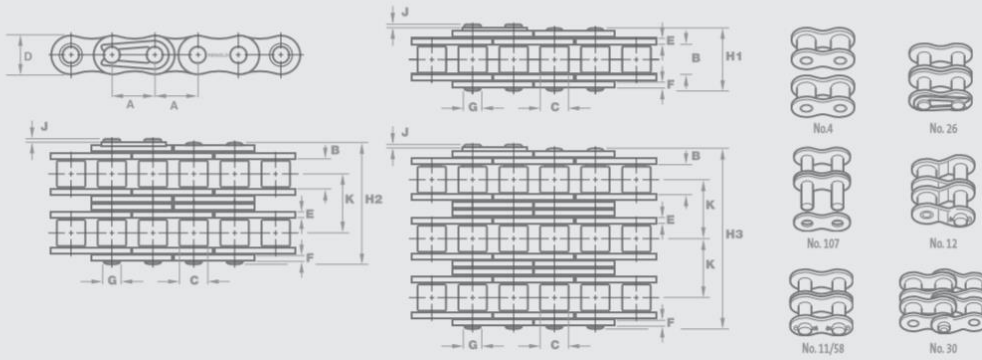
$$F_t' := F_t \cdot v = 8.385 \text{ kN}$$

$$F_t' < F_B$$

De ketting is sterk genoeg om het gewicht van de vorkmechanismen en de palletlading te dragen.

Renold Roller Chain

Premier standard chain



Chain Ref.		Technical Details (mm)													Connecting Links	
Renold Chain No.	ISO Ref.	Pitch (inch)	Pitch (mm)	Inside Width	Roller Diam.	Plate Height	Plate Width Inner	Plate Width Outer	Pin Diam.	Pin Length	Conn. Link Extension	Transverse Pitch	ISO606 Tensile Strength (NEWTONS)	Weight		
					MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	NOM	MIN	kg/m		

European (BS) Standard - Simplex

		A	B	C	D	E	F	G	H1	J	K					
1141	-	0.157	4.000	2.70	2.50	4.10	0.57	0.57	1.65	6.8	1.2	-	1800	0.07	4	107 11
1151	03	0.197	5.000	2.50	3.20	4.10	0.60	0.60	1.49	7.4	1.3	-	2200	0.08	4	107 26 30
1161	04	0.236	6.000	2.80	4.00	5.00	0.60	0.60	1.85	7.4	1.0	-	3000	0.12	4	107 26 30
05B1	05B-1	0.315	8.000	3.00	5.00	7.11	0.76	0.76	2.31	8.6	1.5	-	4400	0.18	4	107 26 30
06B1*	06B-1	0.375	9.525	5.72	6.35	8.20	1.29	1.04	3.28	12.5	1.3	-	8900	0.39	4	107 26 30
08B1	08B-1	0.500	12.700	7.75	8.51	11.70	1.55	1.55	4.45	16.5	2.0	-	17800	0.70	4	107 26 30
111043	-	0.500	12.700	4.88	7.75	9.60	1.13	0.98	4.09	11.4	2.0	-	8900	0.35	4	107 26 30
111041	-	0.500	12.700	3.30	7.75	9.60	1.13	0.98	4.09	9.8	2.0	-	8900	0.30	4	107 26 30
08B1NA	-	0.500	12.700	5.21	8.51	11.70	1.55	1.55	4.45	14.5	2.0	-	17800	0.70	4	107 26 30
10B1	10B-1	0.625	15.875	9.65	10.16	14.60	1.55	1.55	5.08	18.8	2.5	-	22200	0.96	4	107 26 30
10B1NA	-	0.625	15.875	6.48	10.16	14.60	1.55	1.55	5.08	16.0	2.5	-	22200	0.81	4	107 26 30
12B1	12B-1	0.750	19.050	11.68	12.07	16.00	1.81	1.81	5.72	21.9	2.6	-	28900	1.22	4	107 26 30
16B1	16B-1	1.000	25.400	17.02	15.88	21.08	4.12	3.10	8.28	34.9	2.2	-	60000	2.80	4	107 26 12
20B1	20B-1	1.250	31.750	19.56	19.05	26.42	4.62	3.61	10.19	39.8	2.7	-	95000	3.85	4	107 26 12
24B1	24B-1	1.500	38.100	25.40	25.40	33.40	6.10	5.08	14.63	52.6	6.8	-	160000	7.45	4	107 11 12
28B1	28B-1	1.750	44.450	30.99	27.94	37.08	7.62	6.35	15.90	64.2	6.8	-	200000	9.35	4	107 11 12
32B1	32B-1	2.000	50.800	30.99	29.21	42.29	7.11	6.35	17.81	63.4	8.0	-	250000	10.10	4	107 11 12
40B1	40B-1	2.500	63.500	39.30	39.37	52.96	8.13	8.13	22.89	78.2	9.5	-	355000	16.50	4	107 11 12
180709	-	3.000	76.200	45.72	48.26	66.04	12.19	10.16	29.24	99.1	10.5	-	560000	25.80	4	107 11 69 87
180781	-	3.500	88.900	53.34	53.98	80.52	13.72	12.70	34.30	114.6	11.7	-	778435	35.20	4	107 11 211
110325	-	4.000	101.600	60.96	63.50	90.17	15.24	13.72	39.40	130.9	13.0	-	711800	49.30	4	107

* Straight side plates

For the use of roller or bush chains in lifting applications, it is necessary to specify this in the order to ensure the specific CE mark will be given.

For further information:

t: +44 (0) 161 498 4600

f: +44 (0) 161 498 4565

e: enquiry@renold.com

w: www.renold.com

Also available from Renold

Chain Selector Page 85
The right chain for the job

Roll-Ring Page 65
Chain tensioner

Pin Extractor Page 85
Cut chain by hand

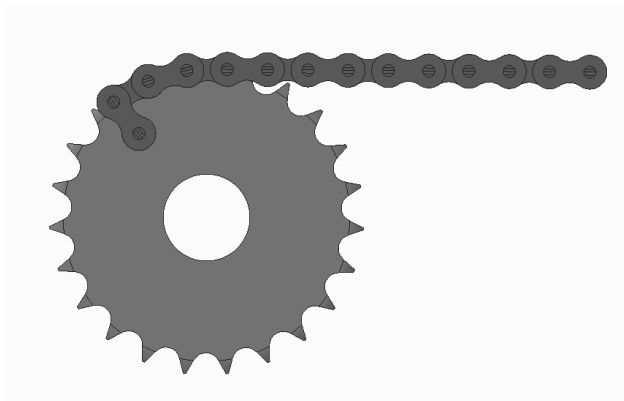
RENOLD | Transmission Chain Catalogue

Tabel 3: Pagina uit catalogo van Renold Chains: treksterkte van de ketting

6.6.2 Kettingwiel op aandrijfjas

We hebben ervoor gekozen om het uiteinde van de ketting aan het kettingwiel op de aandrijfjas te bevestigen zoals hieronder voorgesteld. De motor mag dan maximum één toer draaien, anders zal de ketting over zichzelf worden gelegd. We zorgen voor een veilige waarde en nemen aan dat de ketting maximum over $\frac{3}{4}$ van het kettingwiel mag worden opgerold. Zo blijven er ook altijd minimum drie tanden van het kettingwiel in aangrijping met de ketting.

Om de cyclus mogelijk te maken moet het vorkmechanisme een koers hebben van 250 mm. We kiezen dus de diameter van het kettingwiel in functie van de koers.



Figuur 107: Bevestiging ketting aan kettingwiel

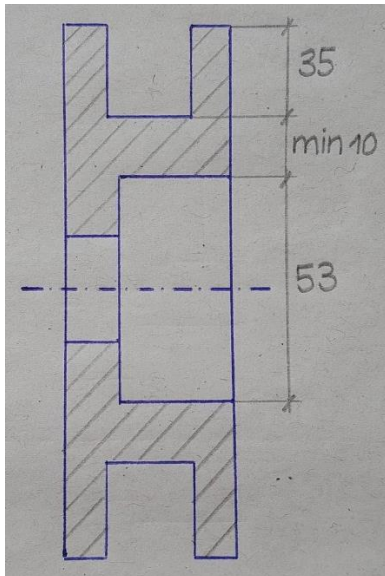
$$koers := 250 \text{ mm}$$

$$n_{toer} := \frac{3}{4}$$

$$koers = n_{toer} \cdot d_{kettingwiel} \cdot \pi \xrightarrow{\text{solve, } d_{kettingwiel}} \frac{1000 \cdot \text{mm}}{3 \cdot \pi} = 106.103 \text{ mm}$$

We vinden voor de minimumdiameter van het kettingwiel een waarde van 106,103 mm. Het kettingwiel dat het dichtst bij deze waarde aanleunt is er een met een steekcirkeldiameter van 109,71 mm. Dit is een kettingwiel van het type 12B met 18 tanden.

Als we rekening houden met de bevestiging van het kettingwiel met een klembus BTK 80 – 40x53, stellen we vast dat de binnendiameter van het kettingwiel moet worden uitgedraaid naar een diameter van 53 mm. Voor de bevestiging van de ketting aan het wiel hebben we 35 mm nodig en voor de overblijvende wand nemen we een minimumdikte van 10 mm. Onderstaande schets maakt dit duidelijk.



Figuur 108: Schets doorsnede kettingwiel

$bevestigingsafstand := 35 \text{ mm}$

$d_{uitdraai} := 53 \text{ mm}$

$wanddikte_{min} := 10 \text{ mm}$

$d_{kettingwiel} := d_{uitdraai} + 2 \cdot (bevestigingsafstand + wanddikte_{min}) = 143 \text{ mm}$

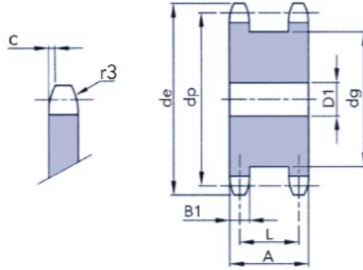
Met deze resultaten zoeken we verder naar een kettingwiel met een minimum buitendiameter van 143 mm.

Uit onderstaande tabel kunnen we afleiden dat een kettingwiel met 23 tanden en een steekcirkeldiameter van 139,90 mm voldoet aan deze eisen.

Onderaan tabel 6 staan de passingen aangegeven voor de as die door de klembus gaat en voor de uitgedraaide diameter van het kettingwiel.

- As: h8
- Binnendiameter kettingwiel: H8

duplex kettingwielen voor simplex kettingen
pignons duplex pour chaînes simplex
 3/4" x 7/16" 12B-1



voor rollenketting pour chaînes à rouleaux DIN 8187 ISO/R 606	
19,05 x 11,68	
12B - 1	
stap / pas	19,05
inw br. / largeur int.	11,68
rol-ø / ø du rouleau	12,07
tandbreedtes / largeur de dents	
B1	11,1
C	2
r3	19
materiaal / matériau	C 43

05

Z*	de	dp	D1	dg	A	L	Kg
12	81,8	73,60	20	53	44	33,4	0,91
13	87,8	49,59	20	59	44	33,4	1,12
14	93,8	85,61	20	65	44	33,4	1,33
15	99,8	91,63	20	71	44	33,4	1,57
16	105,8	97,65	20	77	44	33,4	1,84
17	111,9	103,67	20	83	44	33,4	2,12
18	117,9	109,71	20	89	44	33,4	2,42
19	123,9	115,75	20	95	44	33,4	2,75
20	130,0	121,75	20	101	44	33,4	3,09
21	136,0	127,82	20	107	44	33,4	3,42
23	148,1	139,90	20	119	44	33,4	4,24
25	160,2	152,00	20	131	44	33,4	5,07

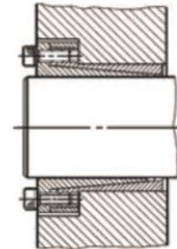
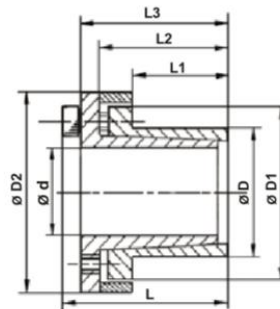
© Aandrijvingen Gallon NV 100510

Tel: +32 51 200602 | Fax: +32 51 225968 | e-mail: sales@gallon.be | www.gallon.be 05.45

Tabel 5: Duplex ketting wiel voor simplex kettingen

LOCKING DEVICES TYPE
SPANBUSSEN - SPANNSÄTZE
MOYEUX DE SERRAGE

BTK 80



BTK	Dimensions of locking devices					Transmitted Axial Force kN	Transmitted Torque Nm	Contact pressure		Locking screws		Locking Torque Nm
	ø d x ø D	ø D1 x ø D2	L1	L2	L3			L	Shaft h8 N/mm ²	Hub H8 N/mm ²	DIN 912 - Mat. 12.9 N°	
6 x 14	23 x 25	10	18,5	22,5	25,5		12	182	78	3	M3 x 10	2,2
8 x 15	24 x 27	12	21,5	25,5	29,5	10	28	198	104	3	M4 x 10	4,8
9 x 16	25 x 28	14	23,5	27,5	31,5	10	31	150	85	3	M4 x 12	5,2
10 x 16	25 x 28	14	23,5	27,5	31,5	10	35	135	85	3	M4 x 12	5,2
11 x 18	28 x 32	14	23,5	27,5	31,5	10	51	163	100	4	M4 x 12	5,2
12 x 18	28 x 32	14	23,5	27,5	31,5	10	56	151	100	4	M4 x 12	5,2
14 x 23	35 x 39	14	23,5	27,5	31,5	10	66	129	78	4	M4 x 12	5,2
15 x 24	40 x 45	16	29,5	35,6	42,5	16	175	189	135	4	M6 x 18	17
16 x 24	40 x 45	16	29,5	35,6	42,5	16	175	202	135	4	M6 x 18	17
18 x 26	42 x 47	19	32,5	39,5	45,5	21	196	180	124	4	M6 x 18	17
19 x 27	43 x 49	19	32,5	39,5	45,5	21	207	170	119	4	M6 x 18	17
20 x 28	44 x 50	19	32,5	39,5	45,5	21	219	161	115	4	M6 x 18	17
22 x 32	48 x 54	26	39,5	46,5	52,5	21	226	99	67	4	M6 x 18	17
24 x 34	50 x 56	26	39,5	46,5	52,5	21	392	146	102	6	M6 x 18	17
25 x 34	50 x 56	26	39,5	46,5	52,5	21	411	140	102	6	M6 x 18	17
28 x 39	55 x 61	25,5	39,5	46,5	52,5	27	460	125	90	6	M6 x 18	17
30 x 41	57 x 63	25,5	39,5	46,5	52,5	32	490	116	85	6	M6 x 18	17
32 x 43	59 x 65	25,5	39,5	46,5	52,5	32	701	146	108	8	M6 x 18	17
35 x 47	62 x 69	31,5	45,5	52,5	58,5	43	720	97	72	8	M6 x 18	17
38 x 50	66 x 72	31,5	45,5	52,5	58,5	43	781	90	68	8	M6 x 18	17
40 x 53	69 x 75	31,5	45,5	52,5	58,5	48	768	85	64	8	M6 x 18	17
42 x 55	71 x 78	31,5	45,5	52,5	58,5	48	863	80	64	8	M6 x 18	17
45 x 59	80 x 86	45	62,5	71	79	79	1711	100	76	8	M8 x 22	41
48 x 62	81 x 87	45	62,5	71	79	79	1824	93	72	8	M8 x 22	41
50 x 65	86 x 92	45	62,5	71	79	99	1902	90	68	8	M8 x 22	41
55 x 71	92 x 98	55	72,5	81	89	99	2353	75	58	9	M8 x 22	41
60 x 77	98 x 104	55	72,5	81	89	99	2569	68	53	9	M8 x 22	41
65 x 84	105 x 111	55	72,5	81	89	99	2786	63	53	9	M8 x 22	41
70 x 90	113 x 119	65	86,5	96,5	106,5	127	4755	79	61	9	M10 x 25	83
75 x 95	119 x 126	65	86,5	96,5	106,5	142	5100	73	57	9	M10 x 25	83
80 x 100	125 x 131	65	86,5	96,5	106,5	190	7250	92	57	12	M10 x 25	83
85 x 106	131 x 137	65	86,5	96,5	106,5	190	7700	86	57	12	M10 x 25	83
90 x 112	137 x 144	65	86,5	96,5	106,5	222	8160	81	57	12	M10 x 25	83
95 x 120	142 x 149	65	86,5	96,5	106,5	222	10800	98	80	14	M10 x 25	83
100 x 125	147 x 154	65	86,5	96,5	106,5	273	14800	118	93	18	M10 x 25	83

Sizes from ø110 - ø150 also in production but on request.

Recommended machining tolerances for pressure surfaces : **H8** for Hub and **h8** for Shaft.

Tabel 6: Spanbus BTK 80

6.7 Lagers

6.7.1 UCUP 205

Doordat dit lager met een zeer kleine snelheid roteert, gebruiken we voor de volgende berekeningen het statisch draaggetal i.p.v. het dynamisch draaggetal.

$$C_{0r} := 7850 \text{ N}$$

De UCUP 205 wordt belast met 2 maal de massa van het frame waar de vorken aan hangen, en met de massa van de palletlading. De totale massa hiervan wordt verdeeld over 4 lagers.

$$m_{\text{palletlading}} = 500 \text{ kg}$$

$$m_{\text{frame_lepels}} = 32.23 \text{ kg}$$

$$F_{\text{last}} := \frac{2 \cdot m_{\text{frame_lepels}} + m_{\text{palletlading}}}{4} \cdot g = (1.384 \cdot 10^3) \text{ N}$$

$$F_{\text{last}} < C_{0r}$$

De UCUP 205 kan de belasting van de dispenser aan.

6.7.2 6006 2RSR

Doordat dit lager met een zeer kleine snelheid roteert, gebruiken we voor de volgende berekeningen het statisch draaggetal i.p.v. het dynamisch draaggetal.

$$C_{0r} := 8000 \text{ N}$$

De 6006 2RSR wordt belast met 2 maal de massa van het vorkmechanisme en met de massa van de palletlading. De totale massa hiervan wordt verdeeld over 8 lagers.

$$m_{\text{vorkmechanisme}} = 130 \text{ kg}$$

$$m_{\text{palletlading}} = 500 \text{ kg}$$

$$F_{\text{last}} := \frac{2 \cdot m_{\text{vorkmechanisme}} + m_{\text{palletlading}}}{8} \cdot g = 931.632 \text{ N}$$

$$F_{\text{last}} < C_{0r}$$

De 6006 2RSR kan de belasting van de dispenser aan.

7 Gestandaardiseerde onderdelen

In het ontwerp van de palletdispenser wordt er gebruik gemaakt van gestandaardiseerde onderdelen. De gestandaardiseerde onderdelen worden gebruikt om elementen aan te drijven, te voorzien van een beweging of aan elkaar te bevestigen. Daarbij is het voordelig om deze onderdelen te gebruiken. Hieronder wordt opgesomd welke verschillende onderdelen er gebruikt worden. We zullen de bouten en moeren buiten beschouwing laten.

7.1 Winkelprofielen en Winkelrollen

In de palletdispenser worden Winkelprofielen en -rollen gebruikt om de stijgende en dalende beweging van het vorkmechanisme mogelijk te maken.

7.1.1 Winkelrol

Bij de keuze van deze rollen hebben we besloten om een gecombineerde Winkelrol te gebruiken. Dit zijn rollen die zowel een radiale als axiale kracht kunnen opnemen. De rollen zijn uitermate geschikt voor een heffende beweging, daarom zijn ze vooral terug te vinden in de mast van een heftruck. Ook de kostprijs van deze rollen en profielen valt mee. Waardoor we met een goed en niet al te duur systeem de hefbeweging van het vorkmechanisme kunnen realiseren.

7.1.1.1 Opbouw van de Winkelrol

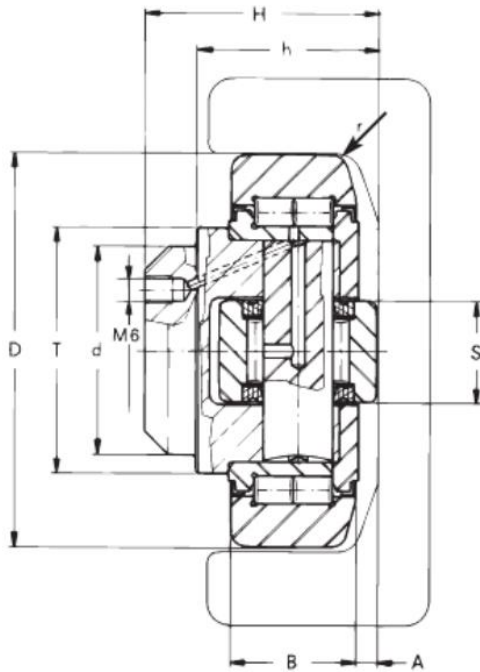
De Winkelrollen kunnen zowel axiale als radiale krachten opnemen. Dit komt door de bouwwijze van de rollen. Op de buitenkant van de rol zit een cilinderlager met geharde buitenring. Deze geharde buitenring maakt het mogelijk dat de rol op het profiel kan lopen. Door het lager worden de radiale krachten opgenomen. Ook zit er centraal in de rol een middenrol die loodrecht op de buitenring staat. Deze rol heeft als functie om de axiale krachten op te nemen. De bouwwijze van de gecombineerde rol zie je op onderstaande figuur.



Figuur 109: Opbouw Winkelrol

7.1.1.2 Afmetingen van de Winkelrol

De codering die aan de Winkelrollen wordt gegeven slaat niet enkel op de krachten die de Winkelrol kan opnemen. Dit geeft ook de grootte van Winkelrollen weer. Hoe groter de codering van de rol hoe groter de rol wordt. De afmetingen van deze rollen kan je op onderstaande figuur met bijhorende tabel vinden.



Figuur 110: Afmetingen Winkelrol

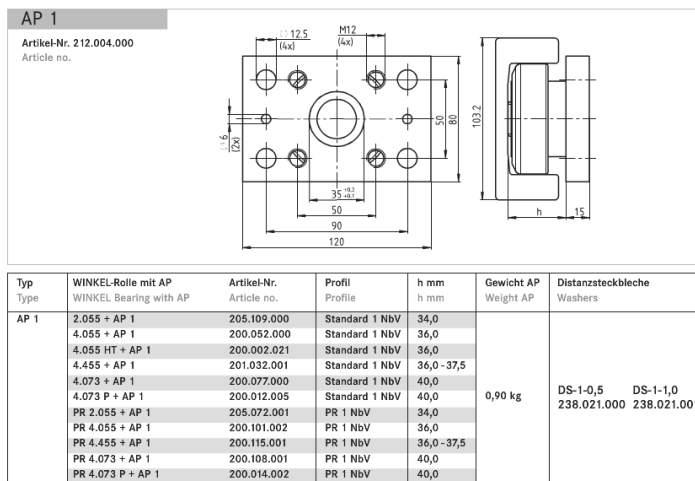
Typ	Artikel-Nr.	D mm	T mm	d -0.05 mm	H mm	h mm	B mm	A mm	S mm	r mm
Type	Article no.	D mm	T mm	d -0.05 mm	H mm	h mm	B mm	A mm	S mm	r mm
4.053	200.024.000	52,5	40	30	33,0	27,0	17	5,0	15	2
4.054	200.001.000	62,5	42	30	37,5	30,5	20	2,5	20	3
4.055	200.002.000	70,1	48	35	44,0	36,0	23	2,5	22	4
4.056	200.003.000	77,7	54	40	48,0	36,5	23	3,0	26	4
4.057	200.004.002	77,7	53	40	40,0	29,0	23	3,0	26	4
4.058	200.005.000	88,4	59	45	57,0	44,0	30	3,5	26	3
4.059	200.006.000	101,2	67	50	46,0	33,0	28	3,0	30	3
4.060	200.007.000	107,7	71	55	53,0	39,0	31	3,0	34	5
4.061	200.008.000	107,7	71	60	69,0	55,0	31	4,0	34	5
4.062	200.009.000	123,0	80	60	72,3	56,0	37	5,0	40	5
4.063	200.010.000	149,0	103	60	77,5	58,5	45	5,5	50	3

Tabel 7: Afmetingen Winkelrol

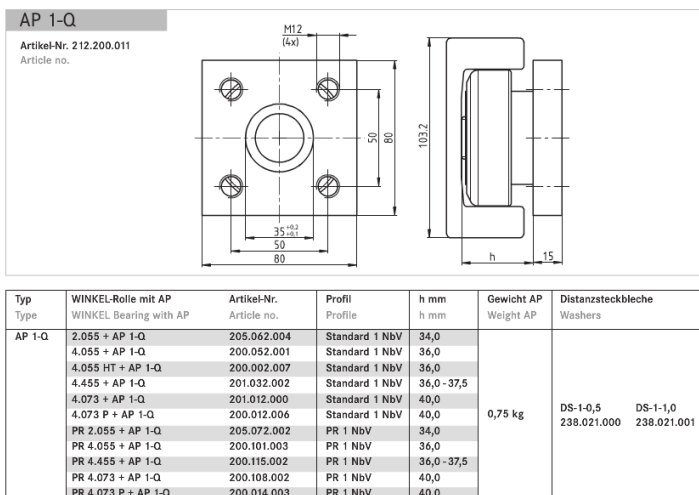
7.1.1.3 Montage van de Winkelrol

De Winkelrol zit bevestigd op een plaat. Deze plaat is voorzien van een gat waar de achterkant van de rol in past. De rol wordt dan vast in de plaat gelast. In de plaat zijn gaten voorzien voor de bevestiging van het geheel.

De achterkant van de rol is aangepast zodat deze vlot kan gepositioneerd worden in het gat van de plaat en daarna kan worden ingelast. Winkel levert deze platen a.d.h.v. de grootte van de rollen. Daarbij bestaan er twee varianten van de platen; de AP- platen en de AP-Q platen. De platen met vier schroefdraadgaten zijn de AP-Q platen en de platen met vier schroefdraadgaten en 4 blanke gaten zijn de AP-platen. Fraxinus gebruikt deze platen niet maar maakt deze zelf. Dit om de kostprijs van deze stukken te kunnen drukken. Het type platen dat wij kunnen gebruiken zijn de AP1 en de AP1-Q platen. De afmetingen van deze platen worden hieronder weergegeven.



Figuur 111: Afmetingen bevestigingsplaten Winkelrollen AP1



Figuur 112: Afmetingen bevestigingsplaten Winkelrollen AP1-Q

7.1.2 Keuze van de Winkelrol met bijhorend profiel

We hebben een berekening gebruikt om de grootte van de Winkelrollen en -profielen te bepalen. De kracht die de rollen moeten opvangen is 7.525 kN. Om de juiste rol te kunnen bepalen die deze belasting aankan gebruiken we de onderstaande tabel.

Typ Type	Artikel-Nr. Article no.	F _a kN F _a kN	F _b kN F _b kN	C kN C kN	C ₀ kN C ₀ kN	C _s kN C _s kN	C _{0s} kN C _{0s} kN	u/min max. r/pm max.	Gewicht kg Weight kg	Anschrubplatten Flange plates	Profile Standard Profiles standard
4.054	200.001.000	10,30	3,20	31,0	35,5	11	11	900	0,53	AP0 AP0-Q	0 NbV
4.055	200.002.000	12,40	3,87	45,5	51,0	13	14	900	0,80	AP1 AP1-Q	1 NbV/3018 NbV
4.056	200.003.000	12,90	4,00	48,0	56,8	18	18	800	1,00	AP2 AP2-Q	2 NbV
4.057	200.004.002	12,90	4,00	48,0	56,8	18	18	800	0,87	-	3019 NbV
4.058	200.005.000	22,40	7,00	68,0	72,0	23	23	750	1,62	AP3.1 AP3-Q	3 NbV/3020 NbV
4.059	200.006.000	22,00	7,00	73,0	82,0	25	27	700	1,74	-	2912 NbV
4.060	200.007.000	23,80	7,44	81,0	95,0	31	36	650	2,27	-	3100 NbV
4.061	200.008.000	23,80	7,44	81,0	95,0	31	36	650	2,82	AP4 AP4-Q	4 NbV
4.062	200.009.000	33,90 (26,00)	10,60	110,0	132,0	43	50	550	3,89	AP4 AP4-Q	5 NbV (3353 NbV)
4.063	200.010.000	59,20	18,50	151,0	192,0	68	71	450	6,52	AP6 AP6-Q	6 NbV

Tabel 8: technische eigenschappen voor Winkelrollen

We hebben voor de Winkelrol 4.055 gekozen. Deze voldoet aan de belasting die erop komt. De kleinere rol die erboven staat hebben we niet gekozen met als reden dat deze niet frequent voorkomt. Ook het gebruikte profiel die bij de kleinere rol staat komt minder frequent voor, wat het geheel wat duurder maakt. Daardoor de keuze voor de rollen 4.055 en het profiel 1NbV.

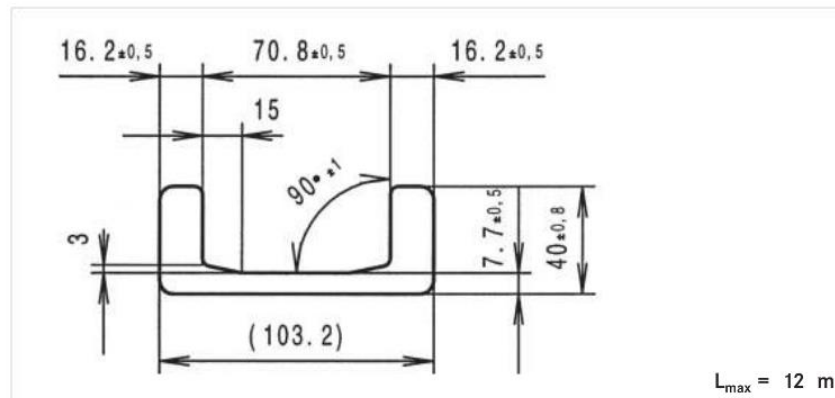
7.1.3 Profiel voor de Winkelrol

Bij iedere Winkelrol hoort een passend profiel waarin de rol loopt. De grootte van het profiel is afhankelijk van de gebruikte rol. Dit profiel heeft specifieke afmetingen zodat de rol er optimaal in kan bewegen. Bij de profielen bestaan er ook verschillende soorten uitvoeringsvormen. Daarbij heb je de C-vorm en de I-vorm. Bij de C-vorm wordt de benaming Nb gebruikt, voorafgegaan door een cijfer. Bij de I-vorm wordt er enkel gebruik gemaakt van een cijfercombinatie. Het profiel dat wij gebruiken is van het type 1Nb. De specifieke afmetingen en eigenschappen van dit profiel staat hieronder voorgesteld.

Standard 1 NbV

Artikel-Nr. 113.011.000
Article no.

m	14,8	kg/m
A	18,8	cm ²
I _x	272,9	cm ⁴
W _x	52,9	cm ³
I _y	27,3	cm ⁴
W _y	10,9	cm ³
e _y	1,5	cm



Figuur 113: Afmetingen en eigenschappen Winkelprofiel 1Nb

7.1.4 Voordelen en eigenschappen van Winkelrollen en -profielen

Het gebruik van deze Winkelrollen met bijhorende profielen heeft zijn specifieke voordelen en technische karakteristieken. Deze worden hieronder voorgesteld.

7.1.4.1 Voordelen van het gebruik van Winkelrollen en -profielen

- De Winkelrollen verminderen de ontwerp- en productiekost.
- Kan hoge radiale en axiale krachten opnemen.
- Sterk profiel voor grote statische en dynamische belastingen
- Beste verdeling van de krachten in de profielen.
- Lange levensduur van de rollen en profielen.
- Makkelijk samen te stellen door lassen.
- De lagercomponenten zijn makkelijk uitwisselbaar.

7.1.4.2 Technische karakteristieken van de Winkelrollen en -profielen

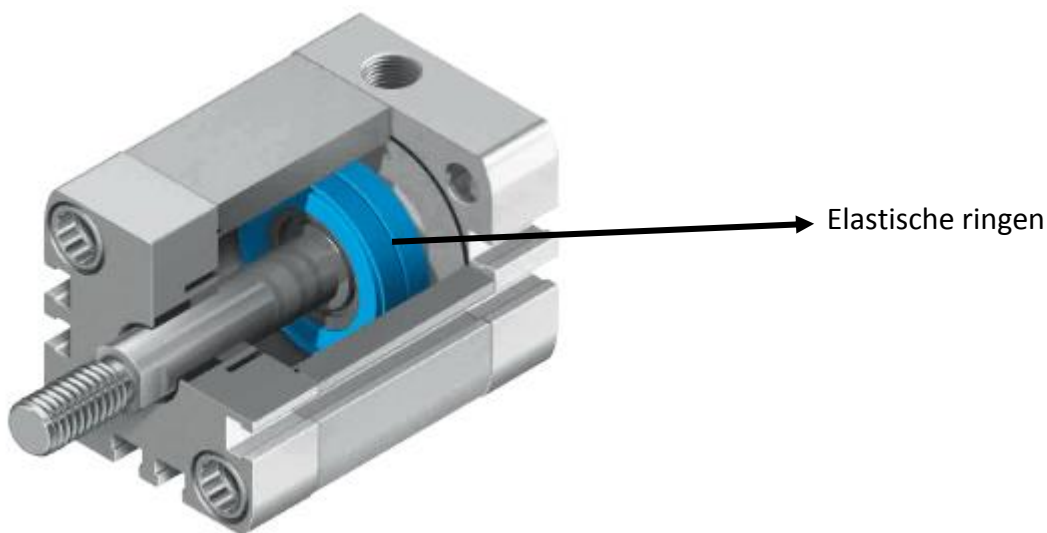
- De buitenringen zijn gemaakt van gehard staal UNI 16CrNi4 op 62+2 HRC.
- De binnenringen zijn gemaakt van lagerstaal EN 31-SAE 52100 gehard op 62+2 HRC.
- Bouttolerantie bedraagt -0.05mm
- De rollen zijn voorzien van een vetnippel.
- De rollen zijn gesmeerd met vet van graad 3.
- De rollen zijn bestand tegen een temperatuur van -20 tot 80°C.

7.2 Festo ADN-persluchtcilinder

In het vorkmechanisme maken we gebruik van ADN-compactcilinders. Deze cilinder bedient het kantelen van de vorken. Dit is een cilinder waarbij een korte slag mogelijk is. Deze korte slag is nodig omdat de vorken zich over een kleine afstand moeten verplaatsen. De cilinder is ook heel compact, wat noodzakelijk is voor de montage in het vorkmechanisme. De specifieke voordelen en technische info van deze cilinder worden hieronder beschreven.

7.2.1 Opbouw van de ADN-persluchtcilinder

De cilinder heeft een vierkante bouwvorm. De behuizing bestaat uit drie delen, namelijk het vierkante buisprofiel en twee flenzen. Je hebt de achterflens waar de zuiger ten einde loopt. De flens vooraan zorgt voor de zuigerstanggeleiding. Het geheel is samengetrokken door bouten die in het vierkanten profiel zijn geschroefd. Binnenin de cilinder zit de zuiger met daaraan bevestigd de zuigerstang. In ons geval kan de zuiger zich verplaatsen over een afstand van 25 mm.



Figuur 114: Opbouw ADN-cilinder

In onze toepassing was het niet mogelijk om een normale cilinder toe te passen vanwege de inbouwruimte. Een gewone DSBC-cilinder kon ook een slaglengte van 25 mm uitoefenen maar hierbij was de inbouw lengte van de cilinder veel groter. Dit kwam ook door de pneumatische buffer die in DSBC-cilinders verwerkt zit. In de ADN-cilinder is deze buffering helemaal anders. Dit wordt in de kenmerken van de ADN-cilinder beschreven.

7.2.2 Kenmerken ADN-cilinder

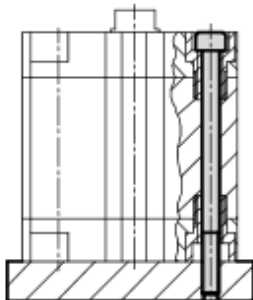
De compacte cilinder heeft veel bevestigingsmogelijkheden om in een systeem opgenomen te kunnen worden. Er worden hieronder enkele mogelijkheden beschreven.

- De zuigerstang kan van in- of uitwendige schroefdraad voorzien zijn. Wij hebben de keuze gemaakt om met uitwendige schroefdraad te werken. Zo kan er gemakkelijk een scharnierkop opgeschroefd worden. Deze schroefdraad heeft een grootte van M16x1,5. De verschillende beschikbare schroefdraden op de zuigerstang zijn in onderstaande tabel vermeld.

Technical data – Basic version and variants					
Piston ∅	50	63	80	100	125
Pneumatic connection					
–	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{4}$
S1	–	G $\frac{1}{8}$	–	G $\frac{1}{8}$	–
Female piston rod thread					
–	M10	M10	M12	M12	M16
KS	M8	M8	M10	M10	–
S1	–	M12	–	M16	–
KS-S1	–	M10	–	–	–
Male piston rod thread					
–	M12x1.25	M12x1.25	M16x1.5	M16x1.5	M20x1.5
KS	M12, M16	M12, M16	M16, M20	M16, M20, M20x1.5	M20
S1	–	M16x1.5	–	M20x1.5	–
KS-S1	–	M12x1.25, M16	–	M16x1.5, M20	–
Max. torsional backlash of piston rod [°]					
Q	1	1	0.8	0.8	0.8

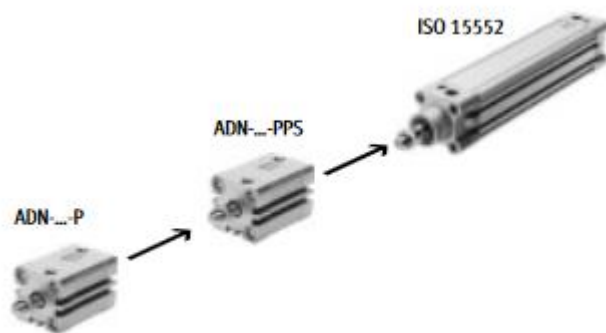
Tabel 9: ADN-cilinder schroefdraad zuigerstang

- De achterkant van de cilinder kan op verschillende manieren bevestigd worden. Zo kan je met behulp van toebehoren de cilinder op het systeem bevestigen of er kan een doorlopend gat in de behuizing voorzien worden. Bij deze laatste mogelijkheid wordt de cilinder door lange bouten samengehouden en vastgeschroefd op het systeem. Een voorbeeld hiervan wordt hieronder voorgesteld.



Figuur 115: Cilinderbevestiging met lange bout

- In de behuizing van de cilinder zijn groeven voorzien voor de detectie van de stand van de zuiger. De detecties kunnen direct in deze groeven bevestigd worden.
 - Je kan twee soorten buffering kiezen bij deze cilinders. Een elastische buffering en een pneumatische buffering. Bij de elastische buffering worden de cilinderdeksels en zuiger uitgerust met elastische ringen. Dit is geschikt voor lage snelheden en kleine belastingen. Het dempingsgebied is hier relatief klein. Deze demping is voorgesteld in figuur 113. Bij de pneumatische buffering kunnen grotere krachten en snelheden worden opgevangen. Deze buffering wordt automatisch ingesteld. Wij hebben voor de elastische buffering gekozen omdat de snelheid niet hoog is en omdat deze buffering economisch voordeliger is.
- De pneumatische buffering van deze cilinder is niet te vergelijken met een gewone pneumatische cilinder. Hieronder volgt een overzicht van de verhouding van de grootte van de demping bij verschillende soorten cilinders. De naamgeving van de soort demping die gebruikt wordt staat na het type cilinder. De ADN-P is de elastische buffering, de ADN-PPS is de pneumatische buffering.

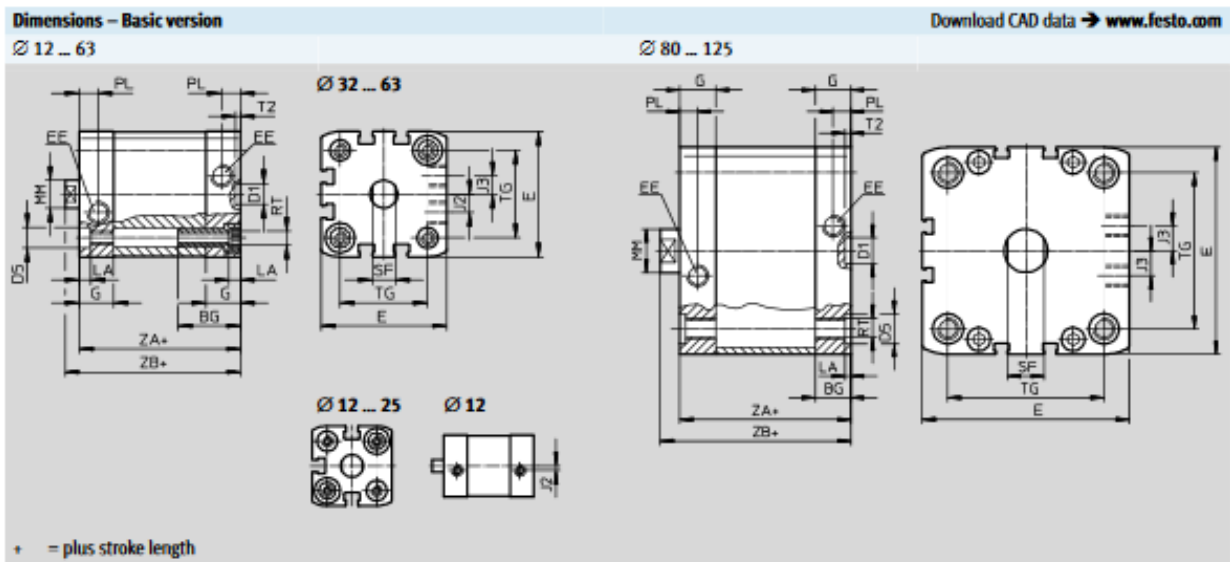


Figuur 116: Verhouding demping ADN-cilinders

- Er bestaan bij de ADN-cilinders veel verschillende bouwvormen en varianten. Zo kunnen de cilinders behandeld zijn tegen corrosie of tegen hoge/lage temperaturen. Je kunt ook cilinders hebben met een holle zuigerstang, doorlopende zuigerstang of twee cilinders met verschillende slaglengtes die aan elkaar gemonteerd zijn. Een overzicht van al deze cilinders vindt u in de bijlagen.

7.2.3 Afmetingen van de cilinder

De compacte ADN-cilinders hebben vastgelegde afmetingen. De diameter van de cilinder en de slaglengte hebben een invloed op de afmetingen van de cilinder. Dit staat hieronder voorgesteld.



Ø	BG	D1	D5	E	EE	G	J2	J3	IA
[mm]	min.	Ø H9	Ø						+0.2
12	17	9	6 ^{F9}	27.5 ^{+0.3}	M5	10.5	2	-	3.5
16				29 ^{+0.3}		11			
20	19.5		9 ^{F9}	35.5 ^{+0.3}		12	2.6		
25				39.5 ^{+0.3}	6				
32	26		12	12 ^{F9}	47 ^{+0.3}	15	8	5	
40					54.5 ^{+0.3}		11.5		
50	27	15		15	65.5 ^{+0.3}	16.5	20	2.6	
63			75.5 ^{+0.3}		21.5				
80	17	12	-	95.5 ^{+0.6}	G ^{1/4}	20	21.15	-	
100	21.5			113.5 ^{+0.6}					
125	20			134.6 ^{+0.3}					

Ø	MM	PL	RT	SF	T2	TG	ZA	ZB	
[mm]	Ø	+0.2		h13	+0.1	±0.2	±0.3	+1.2	PPS +1.3
12	6	6	M4	5	2.1	16	35	39.2	-
16	8			7		18		39.7	
20	10		M5	9		22	37	42.5	42.5
25						26	39	44.5	45.3
32	12	8.2	M6	10	2.6	32.5	44	50	50.6
40						38	45	51.1	51.7
50	16		M8	13	46.5	49	52.7	53.2	
63					56.5	54	56.5	57	
80	20		M10	17	72	67	62.9	63.4	
100					89	76	76.8		
125	25	10.5	M12	21	110	81	92	-	

Tabel 10: Afmetingen ADN-cilinder

7.2.4 Toebehoren van een ADN-cilinder

Er bestaan veel verschillende toebehoren voor een ADN-cilinder, en ze zijn op veel manieren te bevestigen. Zo zijn er de bevestigingen voor op de achterflens. Deze bevestigingsmiddelen zijn te zien op de onderstaande figuur. (nummer 1 t.e.m. 10)

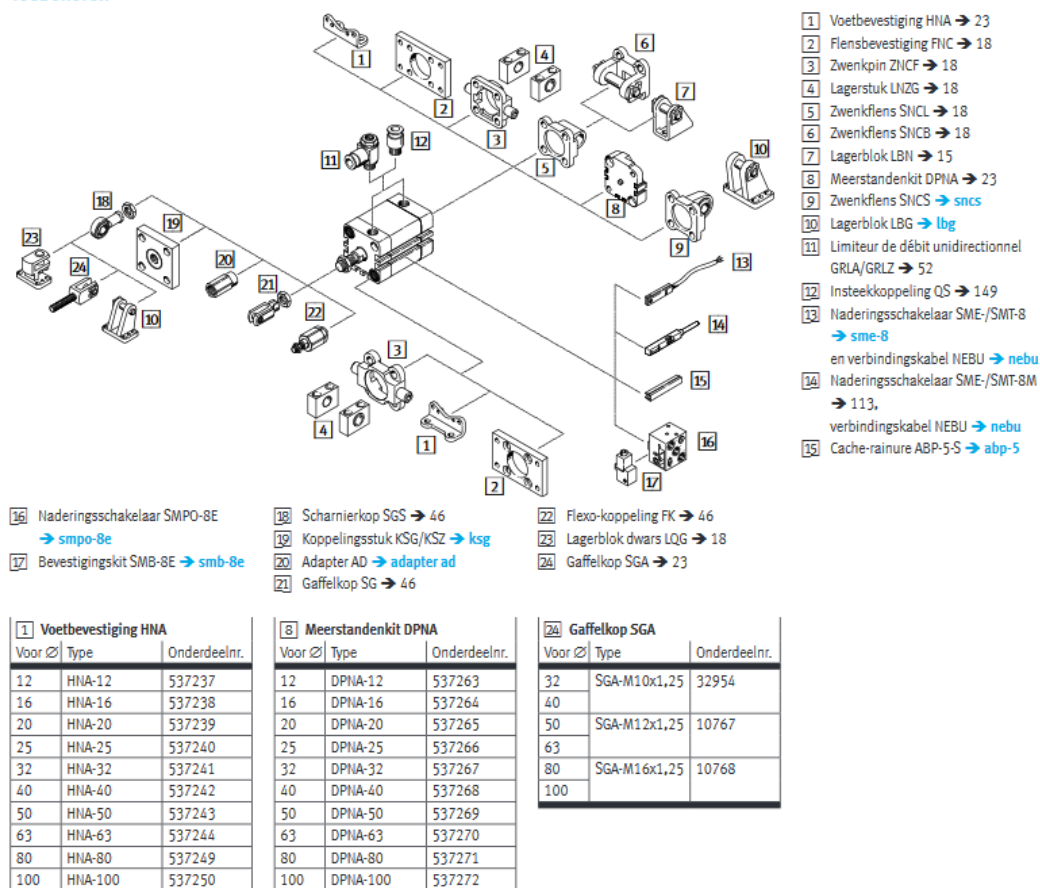
Er zijn ook toebehoren voor bevestiging aan de zuigerstang. Deze toebehoren vindt u op de onderstaande figuur. (nummer 18 t.e.m. 22)

Op de voorflens van de cilinder kunnen hulpmiddelen worden bevestigd waarmee de cilinder kan vast gezet worden op bijvoorbeeld een plaat. De bevestigingsmiddelen op de voorflens zijn gelijkaardig aan deze op de achterflens. Daardoor hebben ze dan dezelfde nummers gekregen op de onderstaande figuur. (nummer 1 t.e.m. 4 onderaan rechts)

Om de positie van de zuiger te detecteren zijn er in de behuizing groeven voorzien waar naderingschakelaars (reedcontacten) op geplaatst kunnen worden. Deze contacten zijn op onderstaande figuur te vinden. (nummer 13 t.e.m. 17)

Ook moet er perslucht kunnen worden aangesloten op de cilinder. Daarvoor bestaan verschillende aansluitingen. Enkele aansluitingen zijn weergegeven op onderstaande figuur. (nummer 11 en 12)

Toebehoren

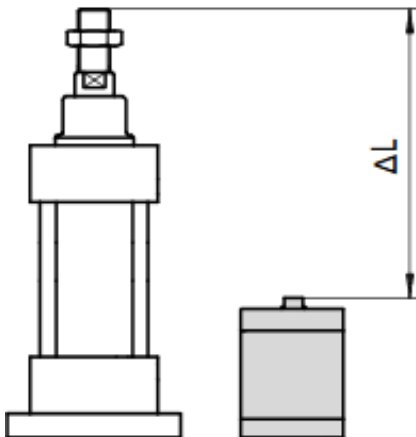


Figuur 117: Toebehoren van een ADN-cilinder

7.2.5 Voordelen van een ADN-cilinder

We hebben de beslissing voor het gebruik van deze cilinder sterk afgewogen t.o.v. een gewone cilinder. Hieronder volgen de voordelen van een ADN-cilinder die aangeven waarom we voor deze cilinder hebben gekozen.

- De cilinder is genormeerd volgens ISO 21287. Daaruit kunnen we besluiten dat de cilinder kwalitatief gemaakt is.
- De cilinder is compact gebouwd en is met al zijn varianten breed inzetbaar.
- De cilinder is sterk en robuust uitgevoerd.
- Duurzame elastische dichtingen in de cilinder.
- Lange levensduur door efficiënte einddemping en minimale wrijving.
- De elastische bufferringen zijn gemaakt uit een polymeer, dit zorgt voor een laag gewicht.
- Gebruiksvriendelijk door de grote keuze aan bevestigingsmiddelen voor deze cilinder.
- Gemakkelijke montage van positiesensoren op de cilinder.
- Zeer betrouwbaar door geoptimaliseerde productiewijzen, gepatenteerde technologie en meer dan 40 jaar ervaring.
- Tot 50% kleiner dan normcilinder.



Figuur 118: Verschil normcilinder met ADN-cilinder

7.2.6 Keuze van de ADN-cilinder

Uit de berekening van deze cilinder weten we welke kracht de cilinder moet kunnen trekken. Deze kracht bedraagt 2,05 kN. We bekijken de datasheets van de ADN-cilinders met verschillende zuigerdiameters. Deze datasheets kunnen gevonden worden in de bijlagen. Hieronder volgt een kort overzicht van de ADN-cilinders met verschillende zuigerdiameters met bijhorende krachten.

Overzicht bereikbare theoretische kracht ADN-cilinder bij 6bar		
Zuigerdiameter ADN-cilinder	Drukkracht (N)	Trekkracht (N)
ADN-12	68	51
ADN-16	121	90
ADN-20	188	141
ADN-25	295	247
ADN-32	483	415
ADN-40	754	686
ADN-50	1178	1057
ADN-63	1870	1750
ADN-80	3016	2827
ADN-100	4712	4524
ADN-125	7363	7069

Tabel 11: Krachten ADN-cilinder

We kiezen de ADN-80 cilinder omdat deze de nodige kracht van 2,05 kN met enige overschot aankan. De kracht die hierboven vermeld wordt, is de theoretische kracht. De praktische kracht waarmee rekening genomen wordt is 10% kleiner dan de theoretische kracht. Dit verlies in kracht is te wijten aan de wrijvingsweerstand in de cilinder. Deze waarde hebben we gevonden in de technische handleiding van de ADN-cilinder. Dit blad is te vinden in de bijlage.

De praktische kracht die de cilinder kan trekken is 10% kleiner dan 2827 N, dus 2544 N. De praktische kracht is ruimschoots voldoende om in deze toepassing te kunnen werken.

7.2.7 Keuze van de toebehoren bij de ADN-cilinder

Om de gekozen cilinder te kunnen bevestigen in het vorkmechanisme hebben we enkele toebehoren nodig. We maken gebruik van een scharnierkop M16x1.5 die we kunnen bevestigen op de zuigerstang. De scharnierkop kan gevonden worden op figuur 116 met nummer 18. Op de onderste flens van de cilinder maken we gebruik van een zwenkflens. Deze zwenkflens is te vinden op figuur 116 nummer 9. Door het gebruik van deze toebehoren kan de cilinder gemakkelijker bevestigd worden in het vorkmechanisme.

7.2.7.1 Scharnierkop M16x1.5

Hieronder worden de gegevens van de scharnierkop weergegeven.



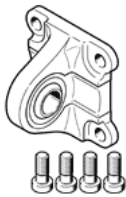
Informatieblad

Kenmerk	Waarde
Grootte	M16x1,5
Corrosiebestendigheidsklasse KBK	2
Omgevingstemperatuur	-40 ... 150 °C
Productgewicht	259 g
Materiaal - opmerking	RoHS conform
Informatie materiaal scharnierkop	Staal verzinkt
Informatie materiaal, scharnierlager	Staal PTFE
Informatie materiaal moer	Staal verzinkt

Tabel 12: Scharnierkop SGS M16x1.5

7.2.7.2 Zwenkflens

Hieronder worden de gegevens van de zwenkflens weergegeven.



Informatieblad

Kenmerk	Waarde
Verzenddatum + Nettoprijs	→ tonen
Grootte	80
Gebaseerd op norm	ISO 15552 (tot nu toe ook VDMA 24652, ISO 6431, NF E49 003.1, UNI 10290)
Corrosiebestendigheidsklasse KBK	2
Omgevingstemperatuur	-40 ... 150 °C
Productgewicht	557 g
Materiaal - opmerking	RoHS conform
Informatie materiaal bevestiging	gespuitgiet aluminium
Informatie materiaal, scharnierlager	Staal PTFE
Informatie materiaal schroeven	Staal verzinkt

Tabel 13: Zwenkflens SNCS-80

7.3 Lenze motor

Er wordt in onze palletdispenser gebruik gemaakt van een motor met reductiekast. Deze motor zorgt voor de op- en neergaande beweging van het vorkmechanisme. We gebruiken hierbij een Lenze motor met bijhorende reductiekast. Een reductiekast is uiteraard vereist door het lage toerental met hoog koppel. Door de ervaring van Fraxinus werden we erop gewezen dat we best een reductiekast van het soort GKS met 3 trappen gebruikten. Dit om economische en praktische redenen. De keuze van het type reductiekast en de motor volgen hieronder. Ook worden nog enkele kenmerken, afmetingen, eigenschappen en voordelen van de motor met reductiekast vermeld.

7.3.1 Bepalen van de reductiekast met bijhorende motor

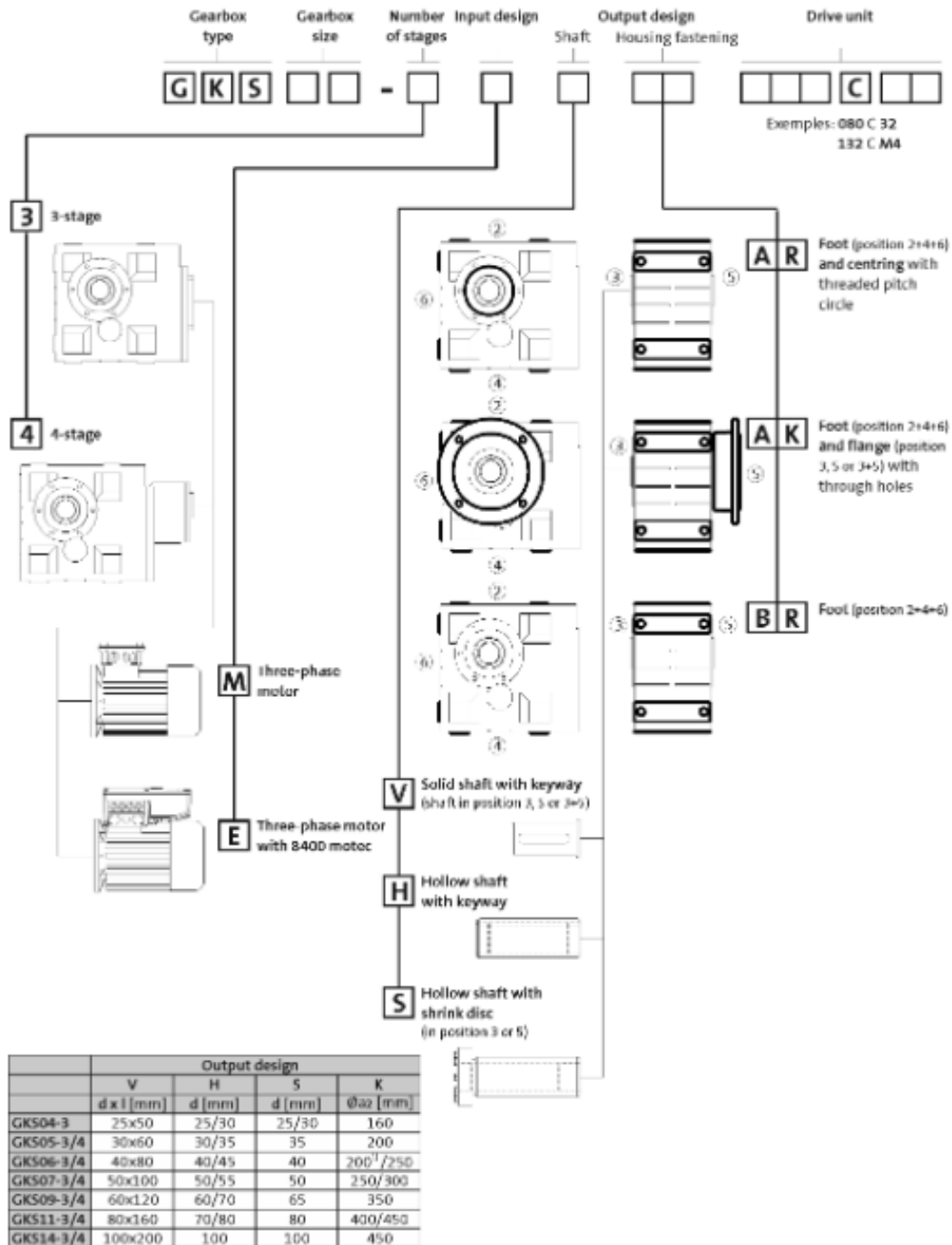
Aan de hand van voorgaande dimensioneringsberekeningen hebben we berekend welk koppel door de motor moet uitgeoefend worden. Het koppel dat uitgeoefend moet worden is 548,968 Nm. Met dit moment kunnen we de reductiekast en de motor gaan bepalen, maar bij de keuze van de motor spelen nog enkele andere elementen een rol, namelijk:

- Het toerental van de uitgaande as. Dit bekomen we door de cyclustijd van de machine na te gaan. We hebben ervoor gekozen dat de palletdispenser iedere halve minuut een pallet kan verwerken. Daarvoor moet de uitgaande as een minimum toerental van 10 toeren per minuut hebben.
- De frequentie waarop de motor werkt is 50 Hz.
- De spanning voor de motor is 230/400V
- Het uitgaand toerental voor de motor is 1500 toeren per minuut.
- Het moet een 4polige motor zijn. Dit is het gevolg van het nodige toerental van de motor.

Bij het bepalen van de motor en reductie spelen het koppel en het benodigde toerental een grote rol. Is het toerental klein, dan zal er een motor met een klein vermogen kunnen genomen worden. Is het toerental groter, dan zal het vermogen van de motor sterk stijgen.

7.3.1.1 Bepalen van de reductiekast

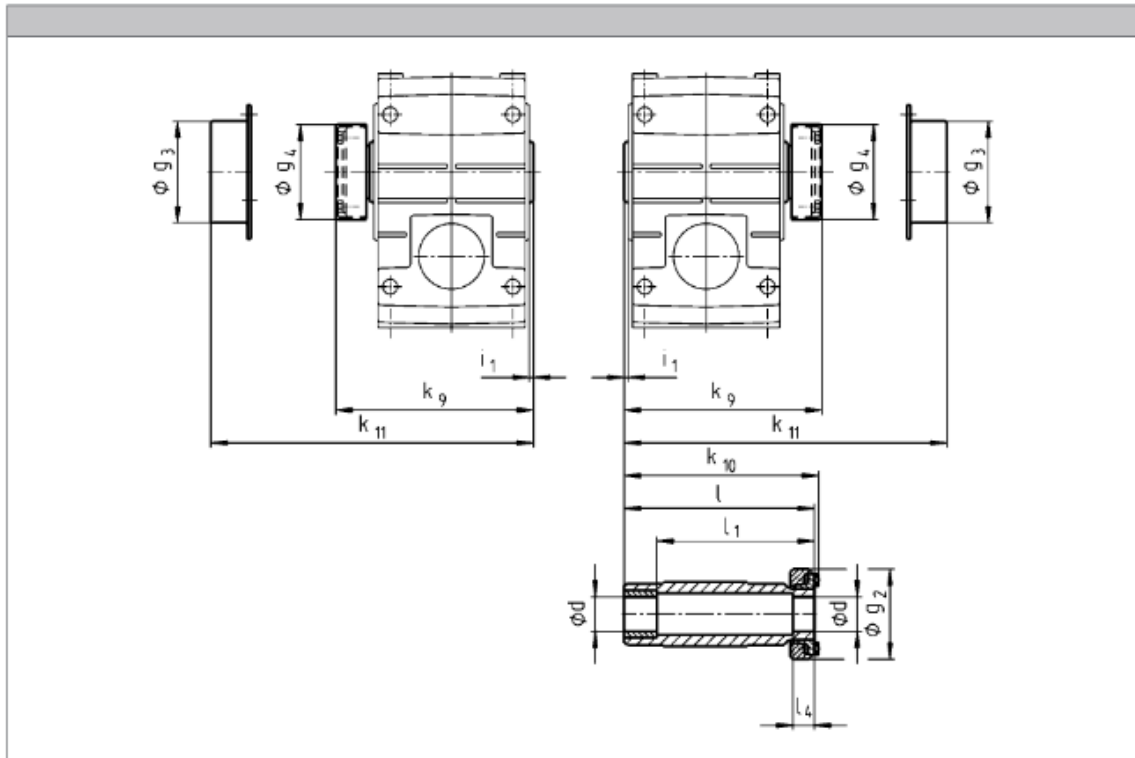
De reductiekast die we gebruiken werd min of meer al vastgelegd door Fraxinus. De reductiekast moet van het soort GKS zijn en 3 trappen bevatten. Hieronder wordt een schema voorgesteld met de bouw mogelijkheden van de reductiekast.



Figuur 119: Methode voor bepalen bouwvorm van reductiekast

De bepaling van de bouwvorm van de reductiekast volgt hieronder:

- Het type reductiekast:
Een GKS-reductiekast. Deze was al vastgelegd.
- De grootte van de reductiekast:
De grootte van de reductiekast hangt af van de keuze van de uitgaande as. Deze uitgaande as heeft een diameter van 40 mm. Uit onderstaande tabel kunnen we de grootte van de reductie bepalen. Deze tabel is voor een reductie met holle as. In onze toepassing zijn we genoodzaakt om deze reductiekast te nemen.



	d	g ₂	g ₃	g ₄	i ₁	k ₉	k ₁₀	k ₁₁	l	l ₁	l ₄
	h6										
GKS04	25 30	72	79	76	2.5	150	148	154	142	122	26
GKS05	35	80	90	84	4.0	176	174	179	168	148	28
GKS06	40	90	100	94	5.0	202	200	204	194	164	30
GKS07	50	110	124	116		241	238	244	232	192	26
GKS09	65	141	159	147		288	285	287	278	228	30
GKS11	80	170	191	176	6.0	347	344	349	338	238	42
GKS14	100	215	253	221	7.0	418	415	421	407	307	55

Tabel 14: Bepalen grootte van de reductiekast

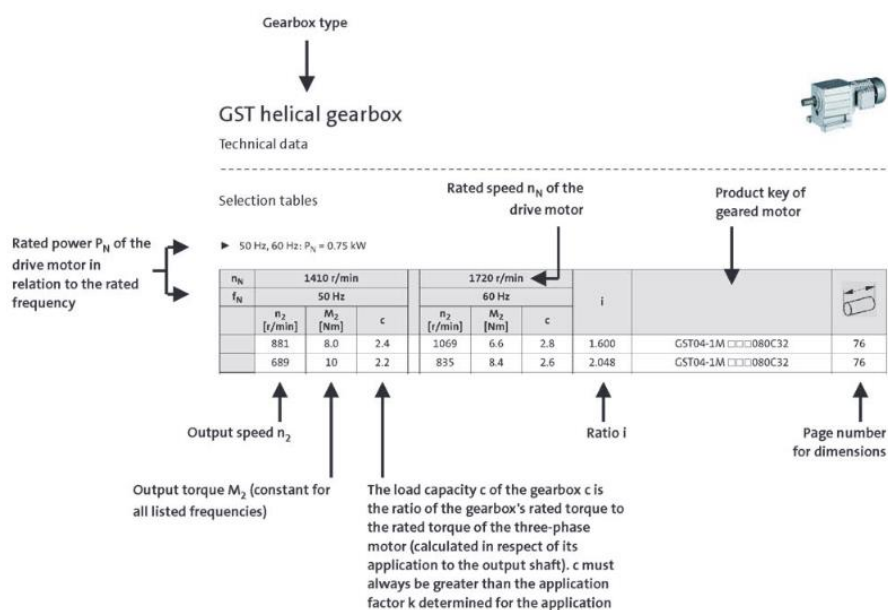
- Het aantal trappen in de reductiekast:
De reductiekast heeft drie trappen, dit lag vast om economische redenen. De drietraps reductiekasten zijn goedkoper dan de viertraps reductiekasten.

- De motor die we aan de reductiekast koppelen wordt een 3 fase asynchrone motor.
- De uitgaande as van de reductiekast:
Als uitgaande as hebben we gekozen voor een holle as met daarop een klembus. In onze toepassing kan de motor met reductiekast gemakkelijk op de as met de kettingwielen geplaatst worden.
- Bevestiging van de behuizing:
In ons geval gebeurt de bevestiging van de reductiekast met motor op de as. Om te voorkomen dat de motor rond de as draait maken we gebruik van een momentarm. Deze momentarm moet bevestigd worden op de reductiekast die voorzien is van draadgaten op de steekcirkel. Daarvoor gebruiken we de AR-opstelling. Bij deze opstelling zijn de draadgaten voorzien voor de momentarm.

Na het overlopen van de verschillende bouwvormen komen we tot een volledige beschrijving van de reductiekast. Als we de code voluit schrijven bekommen we een GKS06-3MS AR-reductiekast. Daarna kiezen we de motor die geschikt is voor onze toepassing.


7.3.1.2 Bepalen van de motor

We bepalen de motor aan de hand van het nodige toerental en koppel. Het toerental is gekend uit de bepaling van de cyclustijd en het koppel uit de dimensioneringberekeningen. Om de bijhorende motor te bepalen nemen we de tabellen van Lenze erbij. In deze tabellen wordt per motorvermogen en reductiekast het toerental met bijhorend koppel vermeld. Het toerental dat wij nodig hebben is minimum 10 toeren per minuut met een koppel van 548,968 Nm. Hieronder staat enkel de tabel waaruit we keuze van de motor gemaakt hebben.



Figuur 120: Uitleg voor selectietabel bij motor met reductie

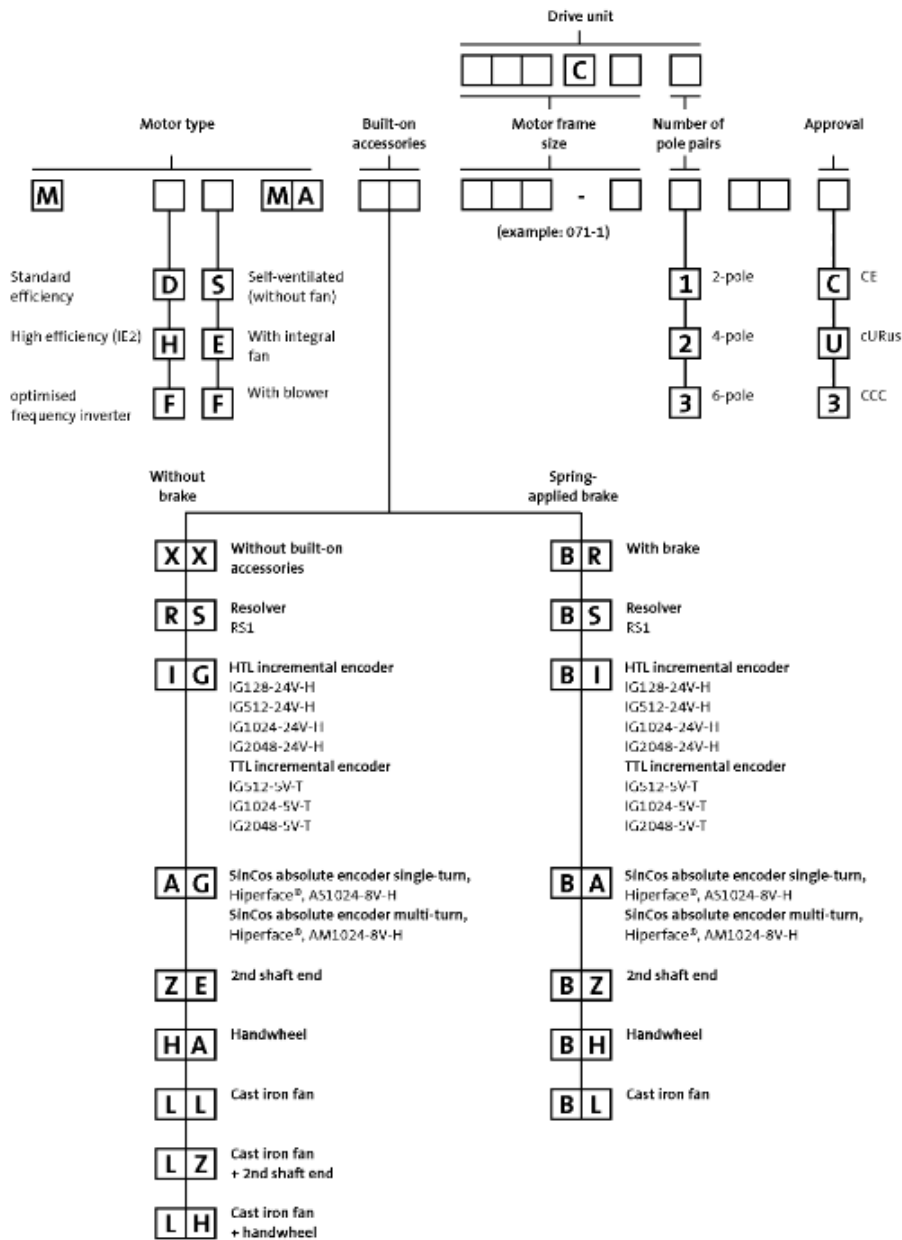
50 Hz, 60 Hz: $P_N = 1.1 \text{ kW}$

n_N	1430 r/min			1740 r/min			i		
	50 Hz			60 Hz					
	n_2 [r/min]	M_2 [Nm]	c	n_2 [r/min]	M_2 [Nm]	c			
	18	554	2.2	22	455	2.6	79.407	GKS07-3M □□□090C12	74
	18	566	1.1	21	465	1.4	81.111	GKS06-3M □□□090C12	74
	15	646	2.1	19	531	2.5	92.563	GKS07-3M □□□090C12	74
	15	650	1.1	19	534	1.3	93.176	GKS06-3M □□□090C12	74
	14	707	1.8	17	581	2.2	103.039	GKS07-4M □□□090C12	82
	14	711	1.0	17	585	1.2	103.721	GKS06-4M □□□090C12	82
	14	728	1.7	17	598	2.0	104.296	GKS07-3M □□□090C12	74
	14	732	0.9	17	602	1.1	104.967	GKS06-3M □□□090C12	74
	13	784	1.7	15	644	2.1	112.338	GKS07-3M □□□090C12	74
	13	771	1.4	15	634	1.7	112.391	GKS07-4M □□□090C12	82
	13	789	0.9	15	648	1.1	113.082	GKS06-3M □□□090C12	74
	11	866	1.5	14	711	1.8	126.222	GKS07-4M □□□090C12	82
	11	883	1.4	14	726	1.7	126.578	GKS07-3M □□□090C12	74
	10	945	1.1	13	776	1.4	137.748	GKS07-4M □□□090C12	82
	10	953	3.2	13	783	3.9	138.929	GKS09-4M □□□090C12	82
	10	981	1.4	12	806	1.7	140.548	GKS07-3M □□□090C12	74
	10	983	2.7	12	808	3.3	140.921	GKS09-3M □□□090C12	74
	9.5	1036	2.9	12	851	3.6	151.012	GKS09-4M □□□090C12	82
	9.3	1061	1.2	11	872	1.5	154.622	GKS07-4M □□□090C12	82
	9.0	1105	1.1	11	908	1.3	158.364	GKS07-3M □□□090C12	74
	9.0	1108	2.7	11	911	3.3	158.816	GKS09-3M □□□090C12	74
	8.4	1167	2.6	10	959	3.1	170.188	GKS09-4M □□□090C12	82
	8.0	1229	0.9	9.7	1010	1.0	179.201	GKS07-4M □□□090C12	82
	7.9	1270	2.4	9.5	1044	2.9	182.000	GKS09-3M □□□090C12	74
	7.8	1288	1.0	9.4	1059	1.3	184.600	GKS07-3M □□□090C12	74
	7.1	1380	0.9	8.6	1134	1.2	201.254	GKS07-4M □□□090C12	82
	7.0	1403	2.2	8.5	1153	2.6	204.596	GKS09-4M □□□090C12	82
	7.0	1431	2.2	8.4	1176	2.6	205.111	GKS09-3M □□□090C12	74
	6.9	1451	0.8	8.3	1193	1.0	208.000	GKS07-3M □□□090C12	74
	6.5	1541	2.0	7.8	1267	2.4	220.882	GKS09-3M □□□090C12	74
	6.4	1563	0.9	7.7	1285	1.0	224.037	GKS07-3M □□□090C12	74
	6.2	1581	1.9	7.5	1300	2.3	230.577	GKS09-4M □□□090C12	82
	5.8	1704	1.8	7.0	1400	2.2	248.439	GKS09-4M □□□090C12	82
	5.7	1737	1.8	7.0	1427	2.2	248.930	GKS09-3M □□□090C12	74
	5.1	1948	1.6	6.2	1601	1.9	279.205	GKS09-3M □□□090C12	74
	5.1	1920	1.6	6.2	1578	1.9	279.986	GKS09-4M □□□090C12	82
	4.5	2195	1.4	5.5	1804	1.7	314.659	GKS09-3M □□□090C12	74
	4.4	2215	2.7	5.4	1820	3.3	322.931	GKS11-4M □□□090C12	82
	4.4	2218	1.4	5.4	1823	1.7	323.365	GKS09-4M □□□090C12	82
	3.9	2496	2.4	4.8	2051	2.9	363.866	GKS11-4M □□□090C12	82

Tabel 15: Bepalen vermogen motor

We hebben gekozen voor een motor van 1,1 kW, de reductiekast die al eerder bepaald werd, hebben we gezocht in de tabel. Dan kwamen we bij de GKS06-3M 090C12. Deze combinatie heeft een toerental van 13 toeren per minuut en een koppel van 789 Nm. Dit voldoet met een ruim overschot aan de eisen van onze toepassing.

We hebben uit bovenstaande tabel het vermogen van de motor bepaald. Daarna kunnen we de bouwwijze van de motor bepalen. Dit is een gelijkaardige methode als voor de reductiekast. Deze methode wordt hieronder voorgesteld.



Figuur 121: Methode voor bepalen bouwvorm motor

De bepaling van de bouwvorm van de motor volgt hieronder.

- Efficiëntie van de motor: H
Onze motor heeft een efficiëntie IE2. Door de hogere motorefficiëntie is de bedrijfsfactor van de motor hoger. Wat goed is voor het systeem.
- Koeling van de motor: E
De motor heeft een geïntegreerde ventilator die zorgt voor de koeling.
- Accessoires voor de motor: BR
De motor heeft voor onze toepassing een rem nodig. Zodat de stapel palletten kan opgehouden worden wanneer de motor niet bekrachtigd is of onder spanning staat. Doordat onze motor gebruikt wordt voor een lifttoepassing, moet voor de veiligheid de motor uitgerust zijn met een rem.
- Een drive unit hebben we niet nodig, deze moet dan ook niet bepaald worden.
- De grootte van de motor: 090-11
Deze grootte hebben we aan de hand van voorgaande tabel bepaald.
- Aantal poolparen: 2
Het uitgaande toerental van de motor was al op voorhand bepaald. Daardoor zijn het aantal poolparen al gekend. Door het toerental van 1500 toeren per minuut wordt er gebruik gemaakt van vier polen.
- Keuring van de motor: C
De motor moet CE gekeurd zijn voor het verhandelen in Europa.

Na het doorlopen van deze stappen hebben we de bouwvorm van de motor vastgelegd. Daardoor komen we aan een motor met code MH E MA BR 090C12 2 C.

7.3.1.3 Service factor c van de motor en reductiekast

De motor die wij hebben gekozen heeft een servicefactor van 0,9. Deze factor moet altijd zo hoog mogelijk gekozen worden. Daardoor hebben we ook geopteerd om een motor te kiezen met een efficiëntie van IE2. De motor met efficiëntie IE1 heeft een servicefactor van 0,8. Deze factor wordt door veel zaken beïnvloed. Meer uitleg over de servicefactor volgt hieronder.

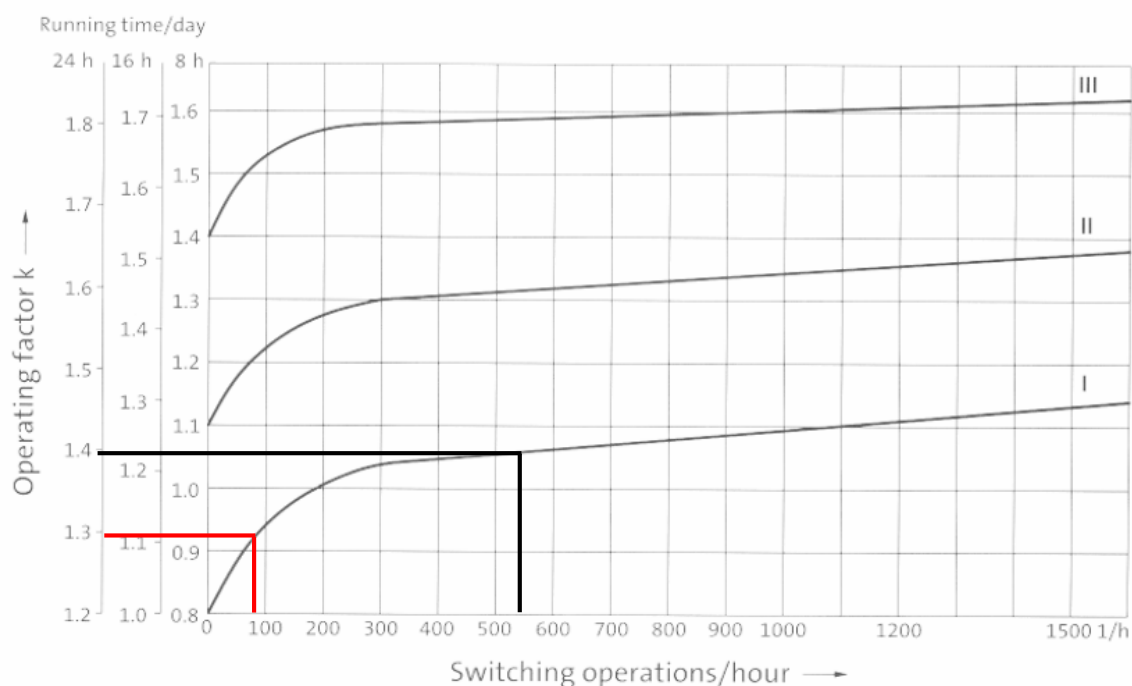
7.3.1.4 Wat is de servicefactor c ?

De servicefactor is een factor die bij reductiekasten en motorreductoren wordt toegepast. De factor is een verhouding tussen het toelaatbaar ontwikkelde koppel van de reductiekast en het actuele ontwikkelde koppel van de motor. Deze factor geeft aan hoeveel de overbelasting van de motor mag bedragen voor een korte periode zonder dat de motor beschadigd wordt.

7.3.1.5 Wat is de bedrijfsfactor k ?

Dit is een factor die de bedrijfsomstandigheden van de aandrijving in rekening brengt. De invloeden van verschillende bedrijfsomstandigheden worden verwerkt in de bedrijfsfactor. De bedrijfsfactor houdt rekening met het belastingstype (belastingsgraad), aantal bedrijfsuren per dag en het aantal schakelingen per uur.

Reductoren zijn altijd berekend voor een gelijkmatige belasting en een gering aantal inschakelingen. Bij afwijkingen van deze condities is het noodzakelijk om het berekende theoretische aandrijfkoppel te vermenigvuldigen met een bedrijfsfactor. Door deze methode toe te passen bekomt men een langere levensduur en een voldoende sterke motorreductor. Om de bedrijfsfactor te bepalen wordt beroep gedaan op onderstaande grafiek.



Grafiek 3: Bepalen van de bedrijfsfactor

7.3.1.6 Bedrijfsfactor van de palletdispenser

Er is een verband tussen de servicefactor van de motor met reductie en de bedrijfsfactor van de machine. De servicefactor moet altijd groter of gelijk zijn aan de bedrijfsfactor, zodat de motor geen beperkende factor in het systeem wordt. De bedrijfsfactor van ons systeem wordt bepaald door de toepassing van de klant.

Bepalen van het belastingstype:

Onze palletdispenser wordt niet onderworpen aan hevig stotende belastingen of plotse krachtpieken. In ons systeem treden ook geen grote versnellingen op. Daardoor kunnen we besluiten dat het belastingstype voor onze dispenser categorie 1 zal bedragen.

Aantal bedrijfsuren per dag:

In het bedrijf waar de dispenser zal terechtkomen draaien de machines 24/24 uur. Daardoor zullen we op de meest linkse schaal van de bovenstaande grafiek moeten kijken.

De schakelfrequentie:

De schakelfrequentie van onze palletdispenser kan gemakkelijk bepaald worden. Uit onze cyclustijd kunnen we afleiden hoeveel keer de motor aanslaat om een volledige cyclus te voltooien. De berekening volgt hieronder:

- Op volle capaciteit zonder bijvullen draait de motor 3 keer per cyclus.
- Iedere cyclus duurt 20 seconden.
- De motor slaat 9 keer aan in 1 minuut.
- Dat komt neer op 540 keer per uur.

De bekomen waarden zullen we op de grafiek uitzetten. Dit is te zien op bovenstaande grafiek. We bekomen een bedrijfsfactor van 1,4.

Om een correcte motorreductor te bepalen moet de c-waarde groter of gelijk zijn aan de bedrijfsfactor. In ons geval is dit niet zo want de c-waarde van onze motorreductor is 0,9.

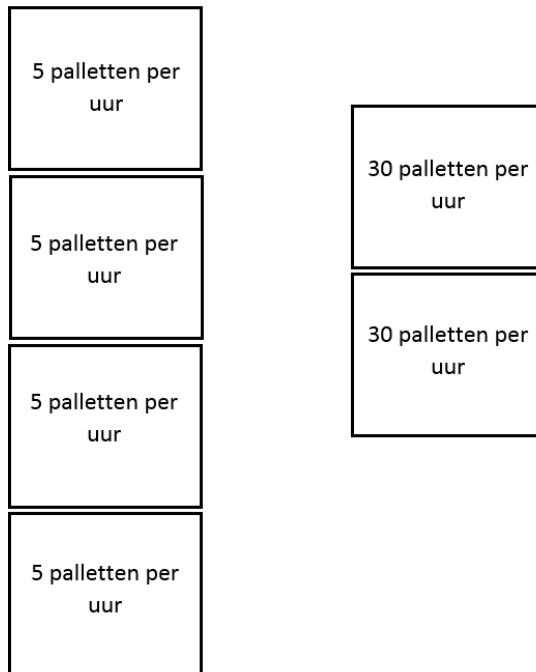
Om de keuze van onze motorreductor te verantwoorden moeten we de bedrijfsfactor en servicefactor eens herbekijken volgens de belasting en bedrijfssituatie.

We zullen eerst de servicefactor van de motor bekijken volgens de belasting:

- De motor heeft een vermogen van 789 Nm. Het koppel dat we nodig hebben volgens de berekeningen is 549 Nm.
De servicefactor is bepaald wanneer de motor op vollast draait. In ons geval is dit niet zo. De motor wordt slechts (549/789) voor 70% belast. De servicefactor mag hierbij met 30% vermeerderd worden. Dit komt dan op 1,17. Wat al veel dichter komt bij de huidige bedrijfsfactor.

De bedrijfsfactor bekijken volgens bedrijfssituatie:

Bij de klant worden er zes palletdispensers geplaatst. De productie van de klant heeft een vraag van 80 palletten per uur die niet gelijk verdeeld wordt over de dispensers. Een overzicht van de verdeling van de palletten over de dispensers volgt hieronder.



Het aantal palletten per uur ligt lager dan de dispenser aankan. Daardoor daalt de schakelfrequentie. De nieuwe schakelfrequentie wordt hieronder berekend.

30 palletten per uur wordt gezien als 30 cyclussen per uur. Na 15 palletten zal de palletdispenser één keer moeten bijgevuld worden. Daarna kan de dispenser opnieuw 15 palletten verwerken. Daardoor zal de motor in de inzetcyclus 4 keer aanslaan i.p.v. 3 keer. De motor zal dan 29 van de 30 cyclussen 3 keer aanslaan en dan in 1 cyclus 4 keer. Daarbij bekomen we een schakelfrequentie van $91 ((29 \times 3) + (4 \times 1))$ keer per uur.

Door de verandering in schakelfrequentie zal de bedrijfsfactor dalen. De bedrijfsfactor zullen we opnieuw aflezen in bovenstaande grafiek.

De nieuwe bedrijfsfactor bedraagt nu 1,3 en is aangeduid met de rode lijnen in bovenstaande grafiek.

Bepalen van de effectieve belasting van de motor.

Het berekende koppel van de motor is bepaald wanneer er een volle stapel van 15 palletten ingebracht wordt. Wanneer de dispenser in werking treedt zal deze een voor een palletten afgeven. Daardoor zal het gewicht van de stapel steeds verminderen waardoor het benodigde koppel ook zal verminderen. Doordat het koppel daalt zal de service factor van de motor opnieuw stijgen. De stijging van deze factor zullen we hieronder bepalen.

Doordat bij het ontstapelen de massa van een stapel palletten varieert zullen we met de gemiddelde massa rekenen voor de belasting van de motor. We weten dat een volle pak palletten 500 kg weegt. Wanneer de palletdispenser leeg is zijn er geen palletten aanwezig en zal de massa van de palletten 0 kg bedragen. De gemiddelde waarde is dus 250 kg. De berekening van het koppel van de motor volgt hieronder.

$$m_{\text{stapel}} := 250 \text{ kg}$$

De massa van het vorkmechanisme verandert niet. Deze wordt ook meegerekend.

$$m_{\text{vorkmechanisme}} := 130 \text{ kg}$$

$$m_{\text{totaalheffen}} := m_{\text{stapel}} + m_{\text{vorkmechanisme}} \cdot 2$$

$$m_{\text{totaalheffen}} = 510 \text{ kg}$$

Kracht bepalen die het moment veroorzaakt.

$$F_{\text{moment}} := m_{\text{totaal}} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 5.003 \text{ kN}$$

Hierbij blijft het kettingwiel op de as van de motor hetzelfde. Met de gegevens van het kettingwiel en de kracht kunnen we het moment van de motor bepalen.

$$d_{\text{steek}} := 139.9 \text{ mm}$$

$$r_{\text{steek}} := \frac{d_{\text{steek}}}{2}$$

$$r_{\text{steek}} = 0.07 \text{ m}$$

$$M_{\text{motor}} := r_{\text{steek}} \cdot F_{\text{moment}}$$

$$M_{\text{motor}} = 349.967 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Het moment waarmee er gemiddeld zal gerekend worden bedraagt 350 Nm.

Bepalen van de effectieve service factor:

Het gemiddelde moment van de motor is veel lager dan het beschikbare vermogen. Hierdoor zal de servicefactor aanzienlijk stijgen. Er wordt met het gemiddeld vermogen slechts 45% ($350 \text{ Nm} / 789 \text{ Nm} = 0,4436$) gebruikt van het totaal beschikbare vermogen. De servicefactor is bepaald op het volledige vermogen van de motorreductor. Bij het gemiddeld vermogen wordt er slechts 45% van het totale vermogen gebruikt. De service factor mag hierbij dan met 55% vermeerderd worden. De effectieve service factor komt dan op 1,4 ($0,9 \times 1,55 = 1,395$).

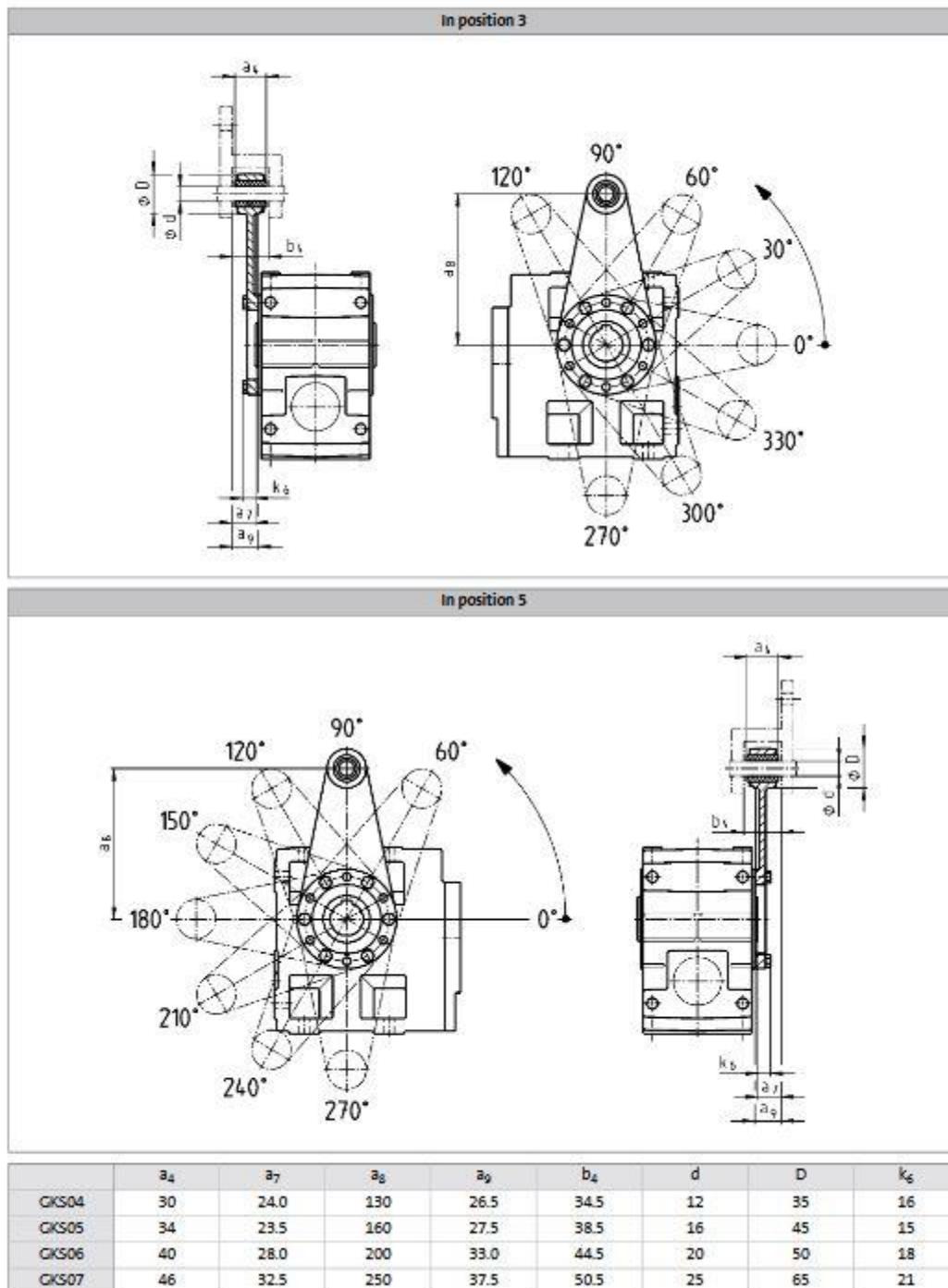
Na het bepalen van de bedrijfsfactor en de servicefactor volgens de bedrijfssituatie van de klant en de machine, bekommen we dat de servicefactor voor de motorreductor 1,4 is. En de bedrijfsfactor volgens de bedrijfssituatie van de klant 1,3 bedraagt.

De servicefactor voor de motorreductor moet gelijk of hoger zijn dan de bedrijfsfactor. Door het systeem uit te lichten bekommen we dat de motorreductor goed gekozen is. Daarbij is de servicefactor namelijk hoger dan de bedrijfsfactor.

7.3.2 Plaatsing van de momentarm

Om te voorkomen dat motor rond de as draait wordt er een momentarm voorzien. Deze is bevestigd aan de reductiekast. De positie van de momentarm kan vrij gekozen worden uit de mogelijkheden die in onderstaande afbeelding weergegeven zijn.

Torque plate on threaded pitch circle



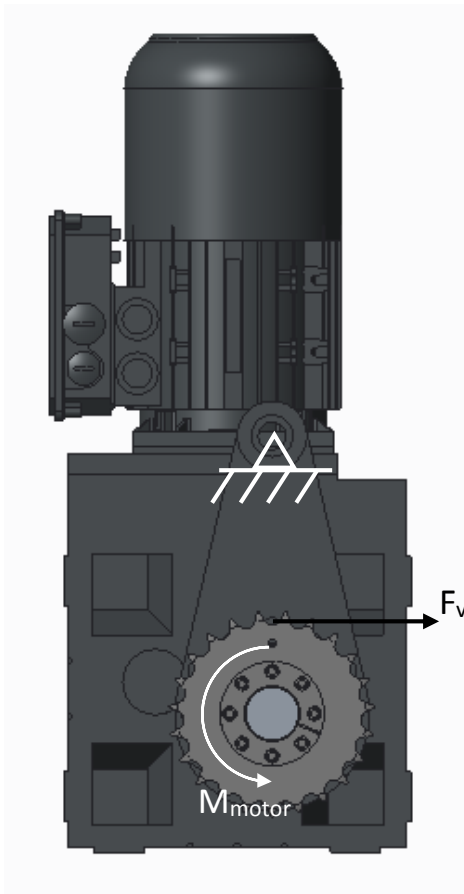
Figuur 122: Mogelijke posities van de momentarm

Omdat de as waarop de motor staat een zijwaartse kracht ondervindt, door de kettingen waar het vorkmechanisme aanhangt, kiezen we de momentarm in functie van deze kracht.

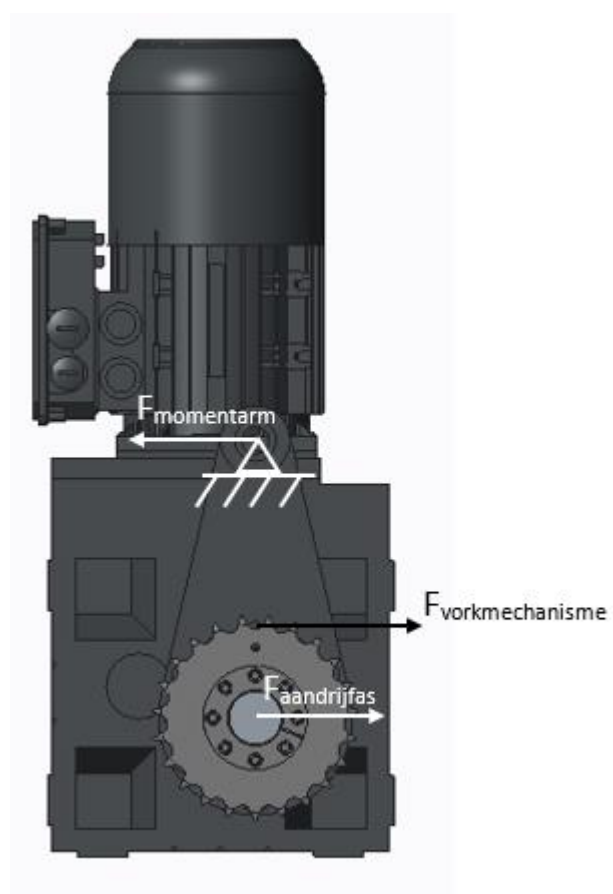
De motor moet een moment leveren om het vorkmechanisme op te heffen. De motor is hierbij eigenlijk geneigd om rond de aandrijf-as te draaien. Als we deze beweging tegengaan door een momentarm te voorzien, zal dit resulteren in een kracht op de aandrijf-as. In functie van deze kracht kiezen we de positie van de momentarm.

Het ontwerp van de dispenser laat twee mogelijke posities van de momentarm toe. De eerste positie die wordt besproken is deze met de momentarm naar boven gericht. Op de linkse afbeelding staat de kracht die het vorkmechanisme uitoefent op het kettingwiel en dus op de aandrijf-as. Ook het moment die de motor uitoefent is aangeduid. Op de rechtse afbeelding is het moment van de motor omgezet in horizontale krachten op de aandrijf-as en op de momentarm.

We zien dat de kracht van het vorkmechanisme en de kracht op de aandrijf-as in dezelfde richting werken, wat nadelig is voor de krachtenverdeling in de as.

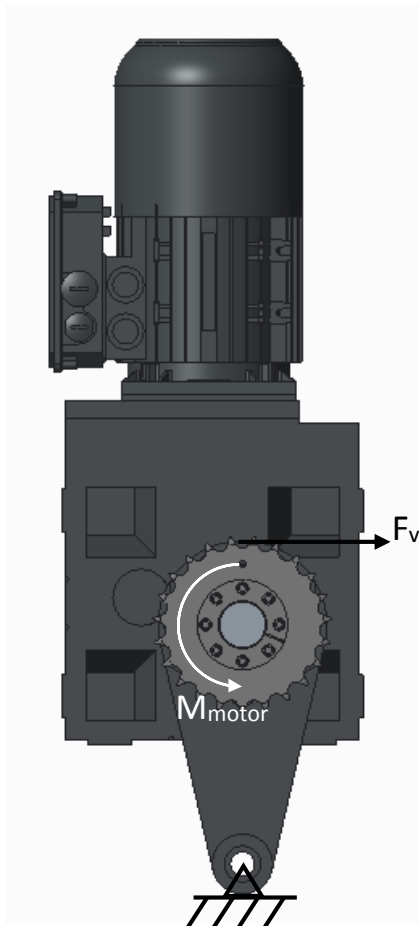


Figuur 123: Momentarm in positie 1

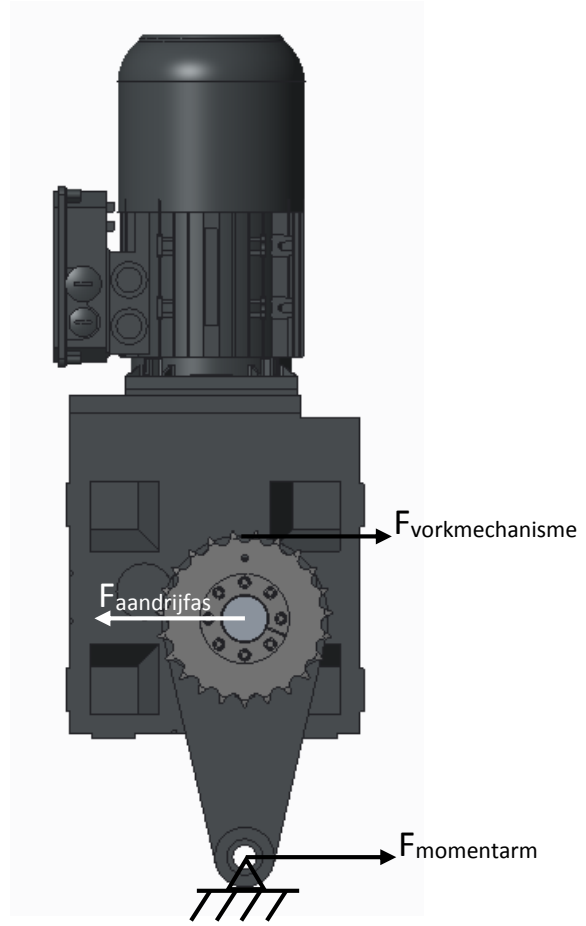


Figuur 124: Krachtverdeling bij momentarm in positie 1

De tweede mogelijke positie van de momentarm is naar beneden gericht. In de onderstaande afbeeldingen volgen we dezelfde redenering als hierboven en zien dat de kracht van het vorkmechanisme en de kracht op de aandrijfas in tegengestelde richting werken. Dit geeft een betere krachtverdeling in de aandrijfas. We kiezen dus voor deze positie van de momentarm.



Figuur 125: Momentarm in positie 2

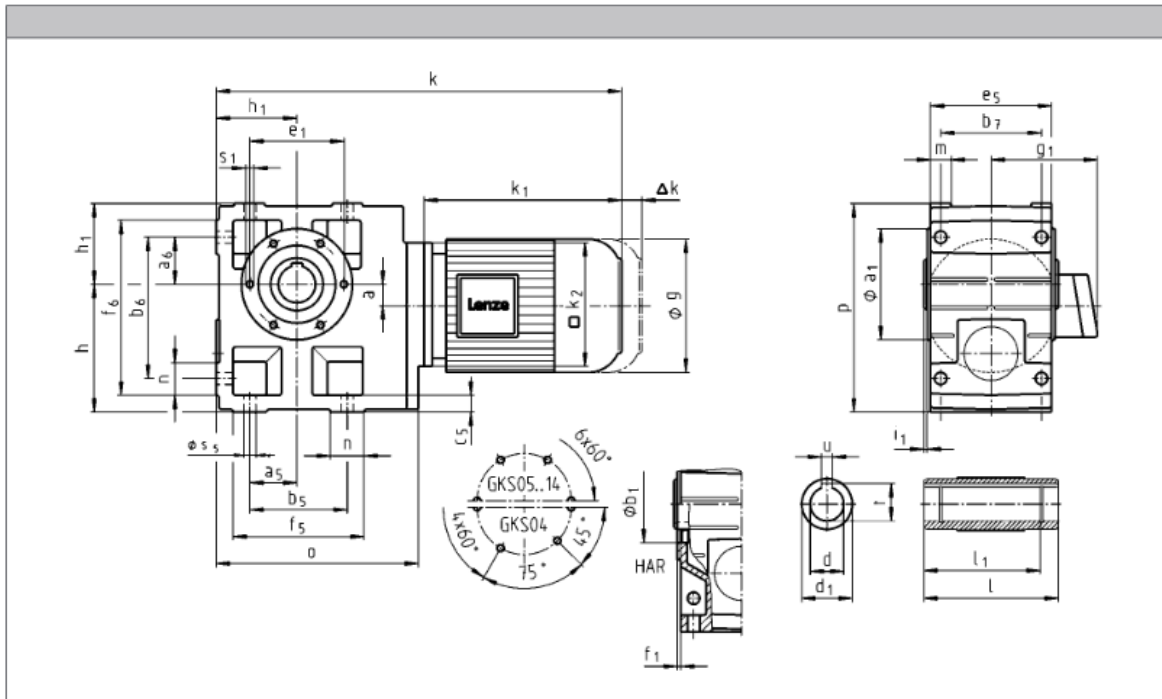


Figuur 126: Krachtverdeling bij momentarm in positie 2

7.3.3 Afmetingen van de motorreductor

De afmetingen van de motorreductor zijn afhankelijk van de grootte van de reductiekast en de motor. Deze afmetingen worden hieronder voorgesteld. Aan de hand van de codes van de motor en reductie die hierboven bepaald werden kan uit onderstaande tabellen de afmetingen van de motor met reductie bepaald worden.

GKS□□-3M H□R



		080C32	090C12	090C32	100C12	100C32	112C22
g		156		176		194	218
g ₁	MHEMAXX	150	152	157		166	176
	MHEMABR	132		137		147	158
k ₁	MHEMAXX	224,5		274	309	324	363
k ₂		145			180		222
Δ k	MHEMABR	73		68		76	90
	MHFMAXX		128			109	102
	MHFMABR	183		181		170	183
k							
	GKS04	441		501			
	GKS05	461		521	556	571	
	GKS06	517		577	612	627	672
	GKS07	573		633	668	683	728
	GKS09			704	739	754	799
	GKS11				830	845	890
	GKS14						989

	a	h ²⁾	h ₁	o	p ³⁾
GKS04	20	100	71	203	171
GKS05	23	125	80	232	205
GKS06	28	150	100	291	250
GKS07	34	190	120	354	310
GKS09	41	236	150	429	386
GKS11	54	300	185	527	485
GKS14	67	375	230	636	605

	d	d ₁	l ¹⁾	l ₁	u	t	i ₁	a ₁	b ₁	e ₁	f ₁	s ₁
	H7				J59	+0,2			H7			
GKS04	25 30	45 45	115 115	100 100	8 8	28.3 33.3	2.5 2.5	104	75	90	3	M6x12
GKS05	30 35	50 50	140 140	124 124	8 10	33.3 38.3	4 4	118	80	100	4	M8x15
GKS06	40 45	65 65	160 160	140 140	12 14	43.3 48.8	5 5	140	100	120	4	M10x16
GKS07	50 55	75 75	200 200	175 175	14 16	53.8 59.3	5 5	165	115	140	5	M12x18
GKS09	60 70	95 95	240 240	210 210	18 20	64.4 74.9	5 5	205	145	175	6	M16x24
GKS11	70 80	108 108	290 290	250 250	20 22	74.9 85.4	6 6	240	170	205	4	M20x32
GKS14	100	135	350	305	28	106.4	7	290	170	250	6	M24x35

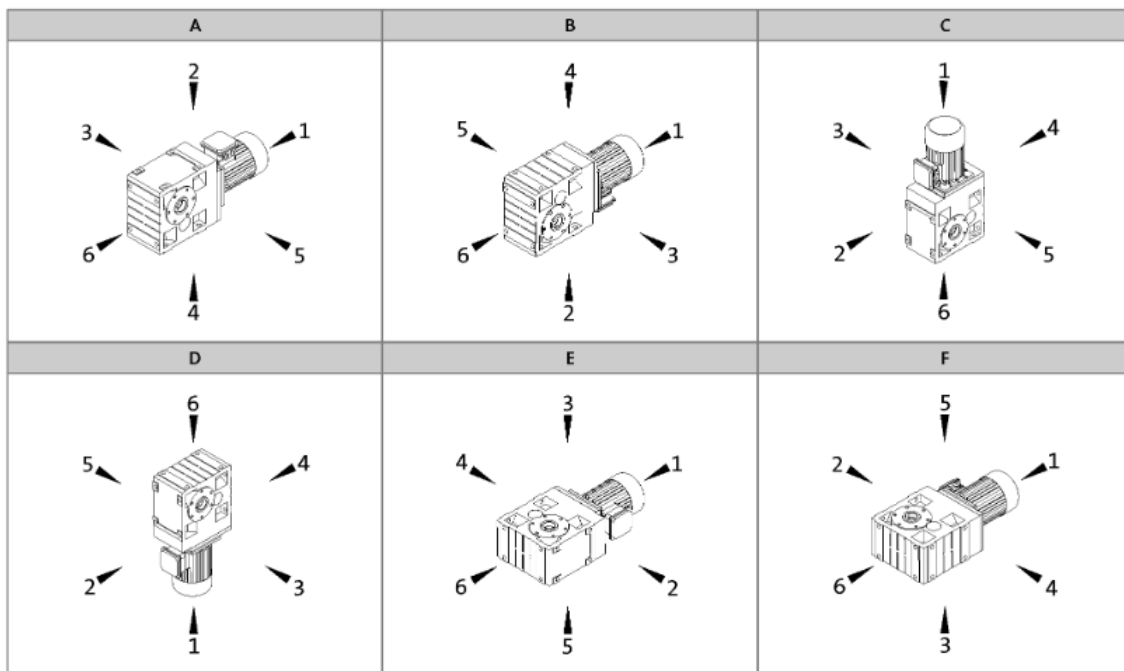
	a ₅	a ₆	b ₅	b ₆	b ₇	c ₅	e ₅	f ₅	f ₆	m	n	s ₅
GKS04	45	45	110	119	85	14	105	132	141	21	22	9
GKS05	47.5	47.5	115	140	105	17	115	144	169	21	29	11
GKS06	60	60	155	170	120	20	145	191	206	23	36	14
GKS07	70	70	190	210	150	25	180	235	255	28	45	18
GKS09	90	90	240	266	185	30	222	300	326	37	60	22
GKS11	105	105	290	325	225	40	270	363	398	43	73	26
GKS14	135	135	360	415	275	50	328	442	497	52	82	33

Figuur 127: Afmetingen van motor met reductie

7.3.4 Positionering van de motor met reductiekast

De motor en reductiekast kunnen op verschillende manieren geplaatst worden. De verschillende manieren worden hieronder voorgesteld. Dit zijn de mogelijkheden voor de motor met reductie met een holle as zonder flens. De positionering die wij hebben gekozen is positie C met de klembus op positie 5.

Mounting position (A to F) and position of system blocks (1 to 6)



Hollow shaft: 0
 Solid shaft: 3, 5, 8 (3+5)
 Hollow shaft with shrink disc: 3, 5

Without flange: 0
 Flange: 3, 5, 8 (3+5)
 Terminal box / motec: 2, 3, 4, 5

Figuur 128: Positionering van de motor met reductiekast

7.3.5 Eigenschappen van de motor

De keuze voor een GKS-reductiekast met bijhorende motor is gemaakt op basis van ervaring van Fraxinus. Ook hebben deze motorreductoren goede eigenschappen:

- Een grote precisie.
- De motorreductoren hebben het grote voordeel dat ze heel precies zijn en daarom een hoge positioneernauwkeurigheid met hoge repeteerbaarheid mogelijk is.
- Een hoge weerstand tegen wringing.
- Kleine speling op de reductiekast.
- De reductiekast kan gecombineerd worden met een asynchrone motor maar ook met een synchrone motor.
- Verkrijgbaar in drie- en viertraps reductiekast.
- Hoge koppels tot 11 639 Nm.
- Hoge overbrengingsverhouding tot 1 936.

Rendement van de drietraps reductiekasten is 0,95.

Dit en nog andere eigenschappen zijn te vinden in de bijlagen.

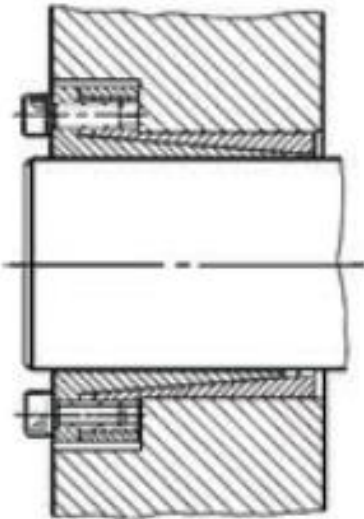
7.4 Klembus BTK 80 40-53

Er wordt een klembus gebruikt om het kettingwiel op de aandrijfas vast te zetten. Het gebruik van deze klembussen is gebruiksvriendelijk. Dit is ook goedkoper dan de bevestiging met spie en spiebaan. De keuze voor de geschikte klembus gebeurt volgens de inbouwmogelijkheden, kostprijs en beschikbare klemkracht. De verschillende types klembussen vindt u in de bijlage. De keuze voor de klembus in onze toepassing wordt er vooral gekeken naar de kostprijs en mogelijke inbouwmogelijkheden. Zo is er een klembus van het type BTK 80 gekozen. Deze klembus is goedkoop met een groot spanoppervlak op de as. Door de kraag kan de klembus goed gepositioneerd worden tegen het kettingwiel.

7.4.1 Eigenschappen en voordelen van de klembus BTK 80

De klembussen zijn handige hulpmiddelen om stukken vast te zetten op een as of in een gat. De klembussen hebben een grote klemkracht en kunnen grote koppels overzetten zonder te slippen. De klembussen zijn gemakkelijk te monteren met behulp van de schroeven. Dit aanspannen moet gebeuren met een momentsleutel. Het aandraaimoment is te vinden in de tabel bij de afmetingen.

De klemmende werking van deze klembussen wordt gerealiseerd door 2 conische elementen die door de schroeven op elkaar worden getrokken. Dit is te zien op onderstaande figuur. Om deze klembus te demonteren zijn er gaten voorzien waarin enkel in het eerste conische deel draad voorzien is. Deze gaten komen uit op het vlak van de andere conus. Door de schroef in deze gaten te draaien druk je de 2 conussen uit elkaar en wordt de klembus gedemonteerd.



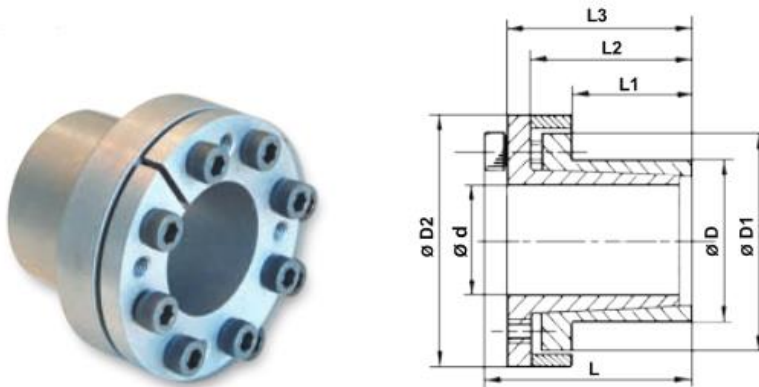
Voordelen van de klembus:

- Makkelijk te assembleren en demonteren.
- Grote uitwisselbaarheid van stukken.
- De as en de boring moeten geen hoge tolerantie hebben.
- Positionering van de elementen is gemakkelijk en bespaart veel tijd.
- Bij overbelasting of vastlopen van de machine zal de klembus slippen en de elementen van de machine beveiligen tegen breuk.
- Materiaalbesparing door kleinere boring en as afmetingen.
- Zowel voor draaiende bewegingen in beide richtingen.

Figuur 129: Principefiguur werking klembus

7.4.2 Afmetingen van de klembus

De afmetingen van de klembussen ligt ook vast. De aandrijfas heeft een diameter van 40 mm. Daardoor was er maar één klembus mogelijk met deze binnendiameter namelijk de BTK 80 40-53. Deze klembus heeft een binnendiameter van 40 mm en buitendiameter van 53 mm. De rest van de afmetingen vindt u in de onderstaande tabel.

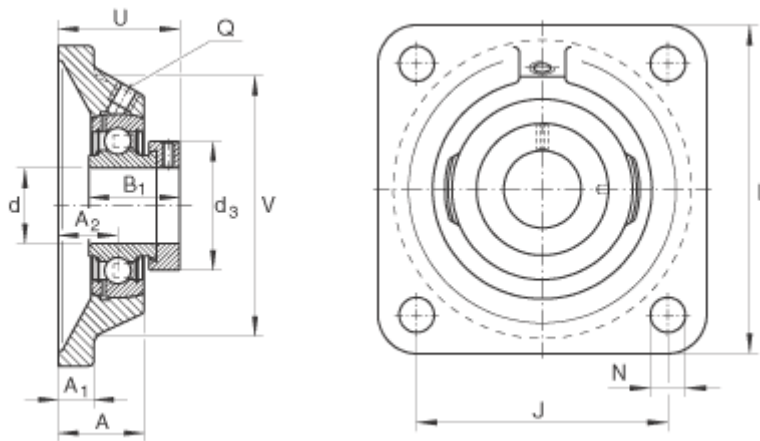


BTK $\varnothing d \times \varnothing D$	Dimensions of locking devices					Transmitted Axial Force kN	Transmitted Torque Nm	Contact pressure		Locking screws		Locking Torque Nm
	$\varnothing D1 \times \varnothing D2$	L1	L2	L3	L			Shaft h8 N/mm ²	Hub H8 N/mm ²	DIN 912 - Mat. 12.9 N°	Size	
6 x 14	23 x 25	10	18,5	22,5	25,5		12	182	78	3	M3 x 10	2,2
8 x 15	24 x 27	12	21,5	25,5	29,5	10	28	198	104	3	M4 x 10	4,8
9 x 16	25 x 28	14	23,5	27,5	31,5	10	31	150	85	3	M4 x 12	5,2
10 x 16	25 x 28	14	23,5	27,5	31,5	10	35	135	85	3	M4 x 12	5,2
11 x 18	28 x 32	14	23,5	27,5	31,5	10	51	163	100	4	M4 x 12	5,2
12 x 18	28 x 32	14	23,5	27,5	31,5	10	56	151	100	4	M4 x 12	5,2
14 x 23	35 x 39	14	23,5	27,5	31,5	10	66	129	78	4	M4 x 12	5,2
15 x 24	40 x 45	16	29,5	35,6	42,5	16	175	189	135	4	M6 x 18	17
16 x 24	40 x 45	16	29,5	35,6	42,5	16	175	202	135	4	M6 x 18	17
18 x 26	42 x 47	19	32,5	39,5	45,5	21	196	180	124	4	M6 x 18	17
19 x 27	43 x 49	19	32,5	39,5	45,5	21	207	170	119	4	M6 x 18	17
20 x 28	44 x 50	19	32,5	39,5	45,5	21	219	161	115	4	M6 x 18	17
22 x 32	48 x 54	26	39,5	46,5	52,5	21	226	99	67	4	M6 x 18	17
24 x 34	50 x 56	26	39,5	46,5	52,5	21	392	146	102	6	M6 x 18	17
25 x 34	50 x 56	26	39,5	46,5	52,5	21	411	140	102	6	M6 x 18	17
28 x 39	55 x 61	25,5	39,5	46,5	52,5	27	460	125	90	6	M6 x 18	17
30 x 41	57 x 63	25,5	39,5	46,5	52,5	32	490	116	85	6	M6 x 18	17
32 x 43	59 x 65	25,5	39,5	46,5	52,5	32	701	146	108	8	M6 x 18	17
35 x 47	62 x 69	31,5	45,5	52,5	58,5	43	720	97	72	8	M6 x 18	17
38 x 50	66 x 72	31,5	45,5	52,5	58,5	43	781	90	68	8	M6 x 18	17
40 x 53	69 x 75	31,5	45,5	52,5	58,5	48	768	85	64	8	M6 x 18	17
42 x 55	71 x 78	31,5	45,5	52,5	58,5	48	863	80	64	8	M6 x 18	17
45 x 59	80 x 86	45	62,5	71	79	79	1711	100	76	8	M8 x 22	41
48 x 62	81 x 87	45	62,5	71	79	79	1824	93	72	8	M8 x 22	41
50 x 65	86 x 92	45	62,5	71	79	99	1902	90	68	8	M8 x 22	41
55 x 71	92 x 98	55	72,5	81	89	99	2353	75	58	9	M8 x 22	41
60 x 77	98 x 104	55	72,5	81	89	99	2569	68	53	9	M8 x 22	41
65 x 84	105 x 111	55	72,5	81	89	99	2786	63	53	9	M8 x 22	41
70 x 90	113 x 119	65	86,5	96,5	106,5	127	4755	79	61	9	M10 x 25	83
75 x 95	119 x 126	65	86,5	96,5	106,5	142	5100	73	57	9	M10 x 25	83
80 x 100	125 x 131	65	86,5	96,5	106,5	190	7250	92	57	12	M10 x 25	83
85 x 106	131 x 137	65	86,5	96,5	106,5	190	7700	86	57	12	M10 x 25	83
90 x 112	137 x 144	65	86,5	96,5	106,5	222	8160	81	57	12	M10 x 25	83
95 x 120	142 x 149	65	86,5	96,5	106,5	222	10800	98	80	14	M10 x 25	83
100 x 125	147 x 154	65	86,5	96,5	106,5	273	14800	118	93	18	M10 x 25	83

Tabel 16: Afmetingen klembus BTK 80

7.5 Lagerblok INAFAG PCJ 40

Dit is het lagerblok dat gebruikt wordt om de aandrijfas te ondersteunen. De aandrijfas heeft een diameter van 40 mm. Daardoor maken we gebruik van de PCJ 40 met binnendiameter van 40 mm. De afmetingen van dit lagerblok vindt u hieronder.

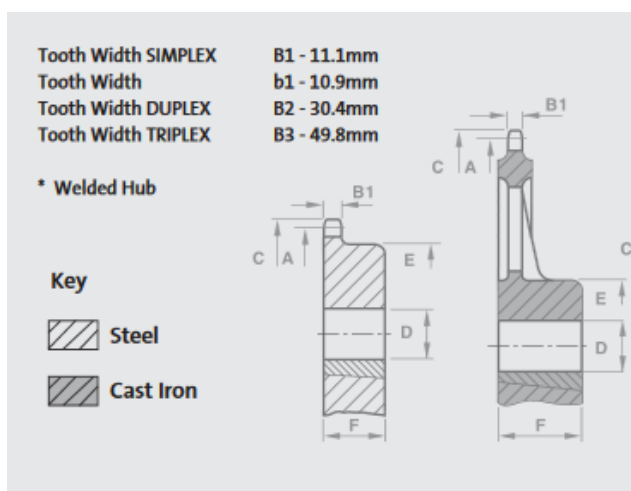


d	40 mm	
L	130 mm	
U	56,8 mm	
A	34,5 mm	
A₁	13 mm	
A₂	24 mm	
B₁	43,8 mm	
d_{3 max}	58 mm	
J	101,5 mm	
N	14 mm	
Q	M6	
V	110 mm	
m	1,89 kg	Mass
C_r	34500 N	Basic dynamic load rating, radial
C_{0r}	19800 N	Basic static load rating, radial
	CJ08	Designation of housing
	GRAE40-XL-NPP-B	Designation of bearing
	KASK08	Bearing end cap, closed design. To be ordered separately.
		Slot for bearing end cap

Tabel 17: Afmetingen en eigenschappen INAFAG PCJ 40

7.6 Kettingwielen Renold 12B

In onze dispenser wordt er gebruik gemaakt van 12B kettingwielen. De keuze voor een 12B kettingwiel is gekomen doordat Fraxinus op deze maat gestandaardiseerd is. In de dispenser gebruiken we 2 soorten kettingwielen met een ander tandenaantal. Er wordt een dubbel kettingwiel met 23 tanden gebruikt, niet te verwarren met een duplex kettingwiel. Dit voor de aandrijving van de ketting. Bij een dubbel kettingwiel staan de kettingwielen verder van elkaar dan bij een duplex kettingwiel. Dit dubbel kettingwiel bestaat uit 2 enkele tandwielen die in 1 stuk zijn gemaakt. Het ander kettingwiel is met 17 tanden. Deze kettingwielen geleiden de kettingen in de bovenkasten naar de vorkmechanismen. De afmetingen van beide kettingwielen staan hieronder vermeld. Deze kettingwielen zijn uit staal gemaakt. De afmetingen van het dubbele kettingwiel staat vermeld in de bijlagen.



Technical Details (mm)			Simplex				
No. of Teeth	PCD	Top Diam.	Part No.	Bore MIN	Bore MAX	Boss Diam.	Dist. Thro.

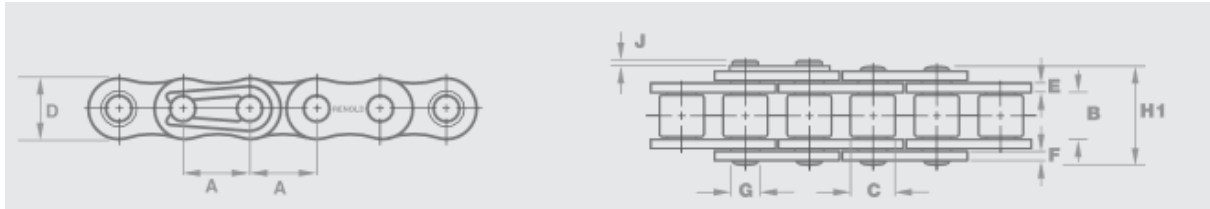
Plain Bore - steel

	A	C		D	D	E	F
11	67.62	75.8	12B1/11T	16.0	30.0	46.0	35.0
12	73.60	81.8	12B1/12T	16.0	32.0	52.0	35.0
13	79.59	87.8	12B1/13T	16.0	38.0	58.0	35.0
14	85.61	93.8	12B1/14T	16.0	42.0	64.0	35.0
15	91.63	99.8	12B1/15T	16.0	48.0	70.0	35.0
16	97.65	105.8	12B1/16T	16.0	50.0	75.0	35.0
17	103.67	111.9	12B1/17T	16.0	53.0	80.0	35.0
18	109.71	117.9	12B1/18T	16.0	53.0	80.0	35.0
19	115.74	123.9	12B1/19T	16.0	53.0	80.0	35.0
20	121.78	130.0	12B1/20T	16.0	53.0	80.0	35.0
21	127.82	136.1	12B1/21T	20.0	55.0	90.0	40.0
22	133.86	142.1	12B1/22T	20.0	55.0	90.0	40.0
23	139.90	148.1	12B1/23T	20.0	55.0	90.0	40.0
24	145.94	154.1	12B1/24T	20.0	55.0	90.0	40.0
25	152.00	160.2	12B1/25T	20.0	55.0	90.0	40.0
26	158.04	166.2	12B1/26T	20.0	55.0	95.0	40.0
27	164.09	172.3	12B1/27T	20.0	55.0	95.0	40.0
30	182.25	190.4	12B1/30T	20.0	55.0	95.0	40.0
38	230.69	238.9	12B1/38T	25.0	60.0	100.0	40.0

Tabel 18: Afmetingen 12B kettingwiel

7.7 Renold 12B ketting

Door het gebruik van 12B kettingwielen, wordt er gebruik gemaakt van een 12B ketting. De ketting wordt gebruikt voor de hefbeweging van de vorkmechanismen. De ketting is bevestigd aan het kettingwiel op de aandrijfas en wordt op deze kettingwielen opgewonden. De 12B ketting is de kettingmaat waarop Fraxinus gestandaardiseerd is. De afmetingen en de eigenschappen van deze ketting worden in de onderstaande tabel voorgesteld.



Chain Ref.		Technical Details (mm)												
Renold Chain No.	ISO Ref.	Pitch (inch)	Pitch (mm)	Inside Width	Roller Diam.	Plate Height	Plate Width Inner	Plate Width Outer	Pin Diam.	Pin Length	Conn. Link Extension	Transverse Pitch	ISO606 Tensile Strength (NEWTONS)	Weight kg/m
					MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	NOM	MIN	

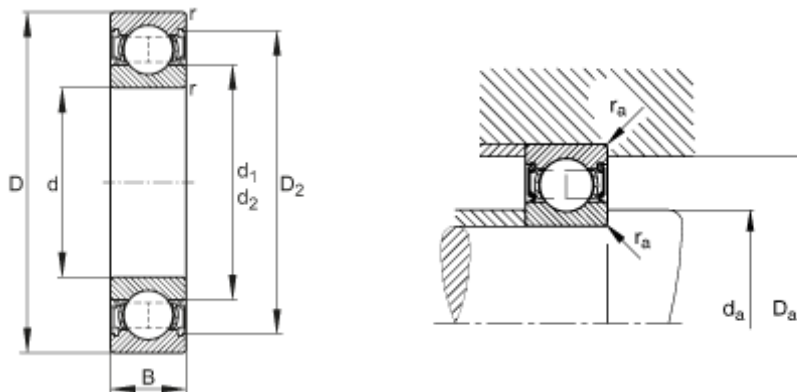
European (BS) Standard - Simplex

		A	A	B	C	D	E	F	G	H1	J	K		
1141	-	0.157	4.000	2.70	2.50	4.10	0.57	0.57	1.65	6.8	1.2	-	1800	0.07
1151	03	0.197	5.000	2.50	3.20	4.10	0.60	0.60	1.49	7.4	1.3	-	2200	0.08
1161	04	0.236	6.000	2.80	4.00	5.00	0.60	0.60	1.85	7.4	1.0	-	3000	0.12
0581	05B-1	0.315	8.000	3.00	5.00	7.11	0.76	0.76	2.31	8.6	1.5	-	4400	0.18
0681*	06B-1	0.375	9.525	5.72	6.35	8.20	1.29	1.04	3.28	12.5	1.3	-	8900	0.39
0881	08B-1	0.500	12.700	7.75	8.51	11.70	1.55	1.55	4.45	16.5	2.0	-	17800	0.70
111043	-	0.500	12.700	4.88	7.75	9.60	1.13	0.98	4.09	11.4	2.0	-	8900	0.35
111041	-	0.500	12.700	3.30	7.75	9.60	1.13	0.98	4.09	9.8	2.0	-	8900	0.30
0881NA	-	0.500	12.700	5.21	8.51	11.70	1.55	1.55	4.45	14.5	2.0	-	17800	0.70
1081	10B-1	0.625	15.875	9.65	10.16	14.60	1.55	1.55	5.08	18.8	2.5	-	22200	0.96
1081NA	-	0.625	15.875	6.48	10.16	14.60	1.55	1.55	5.08	16.0	2.5	-	22200	0.81
1281	12B-1	0.750	19.050	11.68	12.07	16.00	1.81	1.81	5.72	21.9	2.6	-	28900	1.22
1681	16B-1	1.000	25.400	17.02	15.88	21.08	4.12	3.10	8.28	34.9	2.2	-	60000	2.80
2081	20B-1	1.250	31.750	19.56	19.05	26.42	4.62	3.61	10.19	39.8	2.7	-	95000	3.85
2481	24B-1	1.500	38.100	25.40	25.40	33.40	6.10	5.08	14.63	52.6	6.8	-	160000	7.45
2881	28B-1	1.750	44.450	30.99	27.94	37.08	7.62	6.35	15.90	64.2	6.8	-	200000	9.35
3281	32B-1	2.000	50.800	30.99	29.21	42.29	7.11	6.35	17.81	63.4	8.0	-	250000	10.10
4081	40B-1	2.500	63.500	39.30	39.37	52.96	8.13	8.13	22.89	78.2	9.5	-	355000	16.50
180709	-	3.000	76.200	45.72	48.26	66.04	12.19	10.16	29.24	99.1	10.5	-	560000	25.80
180781	-	3.500	88.900	53.34	53.98	80.52	13.72	12.70	34.30	114.6	11.7	-	778435	35.20
110325	-	4.000	101.600	60.96	63.50	90.17	15.24	13.72	39.40	130.9	13.0	-	711800	49.30

Tabel 19: Afmetingen 12B ketting

7.8 Lager 6006 2RSR

De kettingwielen die in de bovenkast zijn bevestigd worden niet aangedreven. De kettingwielen zorgen voor de geleiding van de ketting naar het vorkmechanisme. In deze kettingwielen worden lagers gebruikt. De lagers die gebruikt worden zijn 6006 2RSR lagers. Het lager heeft een binnendiameter van 30 mm voor de as waarop de kettingwielen zijn bevestigd. Dit lager is ook langs beide zijden voorzien van een afdichting. De afmetingen en eigenschappen van dit lager zijn voorgesteld in onderstaande tabel.

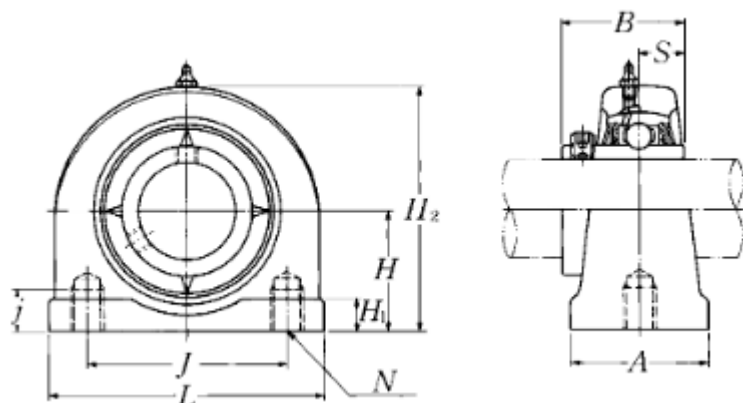


d	30 mm	
D	55 mm	
B	13 mm	
D₂	49,2 mm	
D_{a max}	50,4 mm	
d₁	38,3 mm	
d_{a min}	34,6 mm	
r_{a max}	1 mm	
r_{min}	1 mm	
m	0,126 kg	Mass
C_r	13500 N	Basic dynamic load rating, radial
C_{0r}	8000 N	Basic static load rating, radial
n_G	7000 1/min	Limiting speed
C_{ur}	390 N	Fatigue limit load, radial

Tabel 20: Afmetingen lager 6006 2RSR

7.9 Lagerblok UCUP 205

De as waaraan de vorken bevestigd zijn wordt voorzien van een lagerblok om de as te kunnen bevestigen aan het vorkmechanisme. Door dit lagerblok kan de as nog steeds ronddraaien, wat nodig is voor de beweging van de vorken. Dit lagerblok heeft een binnendiameter van 25 mm. De afmetingen van dit lagerblok worden hieronder voorgesteld.



Shaft dia. mm inch	Unit number ¹⁾	Nominal dimensions										Bearing number
		mm					inch					
		H	L	J	A	j	H ₁	H ₂	B	S	N	
12 ½	UCUP201D1 UCUP201-008D1	30.2 1 3/16	76 3	52 2 1/16	38 1 1/2	13 ½	11 7/16	62 2 7/16	31 1.2205	12.7 0.500	M10 × 1.5	UC201D1 UC201-008D1
15 9/16 5/8	UCUP202D1 UCUP202-009D1 UCUP202-010D1	30.2 1 3/16	76 3	52 2 1/16	38 1 1/2	13 ½	11 7/16	62 2 7/16	31 1.2205	12.7 0.500	M10 × 1.5	UC202D1 UC202-009D1 UC202-010D1
17 1 1/16	UCUP203D1 UCUP203-011D1	30.2 1 3/16	76 3	52 2 1/16	38 1 1/2	13 ½	11 7/16	62 2 7/16	31 1.2205	12.7 0.500	M10 × 1.5	UC203D1 UC203-011D1
20 ¾	UCUP204D1 UCUP204-012D1	30.2 1 3/16	76 3	52 2 1/16	38 1 1/2	13 ½	11 7/16	62 2 7/16	31 1.2205	12.7 0.500	M10 × 1.5	UC204D1 UC204-012D1
25 1 3/16 7/8 1 5/16 1	UCUP205D1 UCUP205-013D1 UCUP205-014D1 UCUP205-015D1 UCUP205-100D1	36.5 1 7/16	84 3 5/16	56 2 7/32	38 1 1/2	15 1 9/32	12 15/32	72 2 27/32	34.1 1.3425	14.3 0.563	M10 × 1.5	UC205D1 UC205-013D1 UC205-014D1 UC205-015D1 UC205-100D1
30 1 1/16 1 1/8 1 3/16 1 1/4	UCUP206D1 UCUP206-101D1 UCUP206-102D1 UCUP206-103D1 UCUP206-104D1	42.9 1 11/16	94 3 11/16	66 2 19/32	48 1 7/8	18 23/32	12 15/32	84 3 5/16	38.1 1.5000	15.9 0.629	M14 × 2	UC206D1 UC206-101D1 UC206-102D1 UC206-103D1 UC206-104D1
35 1 1/4 1 5/16 1 3/8 1 7/16	UCUP207D1 UCUP207-104D1 UCUP207-105D1 UCUP207-106D1 UCUP207-107D1	47.6 1 7/8	110 4 11/32	80 3 5/32	48 1 7/8	20 2 5/32	13 ½	95 3 3/4	42.9 1.6890	17.5 0.689	M14 × 2	UC207D1 UC207-104D1 UC207-105D1 UC207-106D1 UC207-107D1

Tabel 21: Afmetingen lagerblok UCUP 205

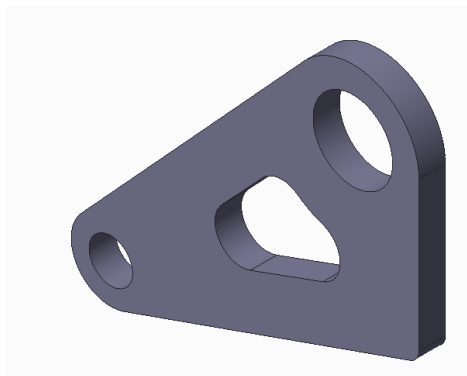
8 Ontwerp voor productie

Vooraleer ons ontwerp in productie gestoken werd, heeft Fraxinus enkele aanpassingen gedaan zodat de dispenser ook aansluit bij hun huisstijl en hun manier van werken. De aanpassingen worden hieronder beschreven. Ook werden de nodige voorzieningen voor een lichtscherm, sensoren, fotocellen en kabels aangebracht. Dit ontwerp is de dispenser die uiteindelijk ook gerealiseerd werd.

De arm aan de as waar de zuigerstang in aangrijpt werd aangepast. Links staat ons ontwerp, we maakten een pootje aan de arm zodat de positionering voor het lassen makkelijk zou verlopen. Fraxinus maakte de arm steviger en trok het pootje door zodat het een geheel werd met de arm zelf.

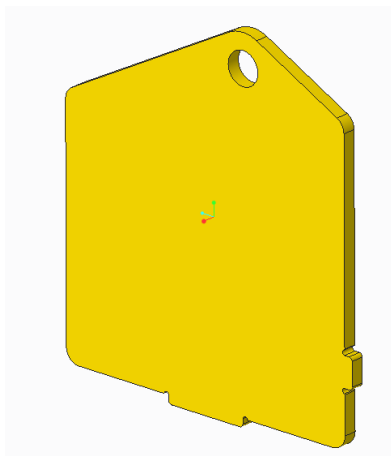


Figuur 130: Arm voor cilinder, ons ontwerp

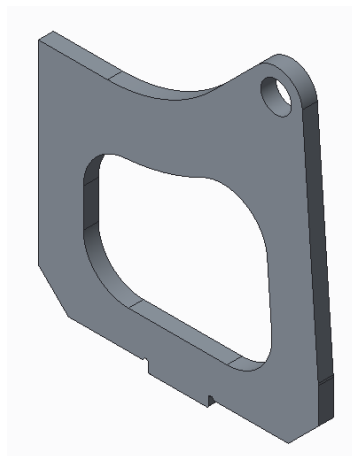


Figuur 131: Vernieuwde arm voor cilinder

De plaat waar de andere kant van de cilinder op bevestigd is, werd ook aangepast met het oog op gewichtsbesparing.

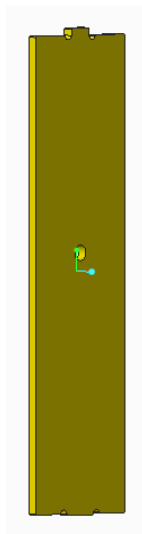


Figuur 132: Plaat voor cilinderbevestiging, ons ontwerp

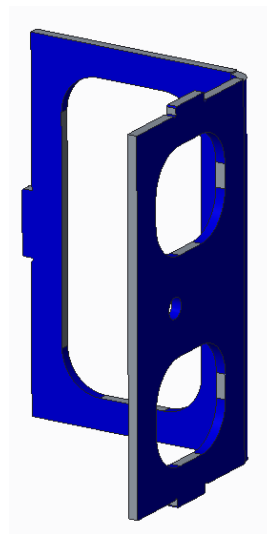


Figuur 133: Lichtere plaat

In de bovenkast zijn platen gelast voor de bevestiging van de assen met de losse kettingwielen. De vernieuwde platen zijn gebaseerd op een gewichtsvermindering en tegelijkertijd dragen ze bij tot de versterking van de bovenkast.

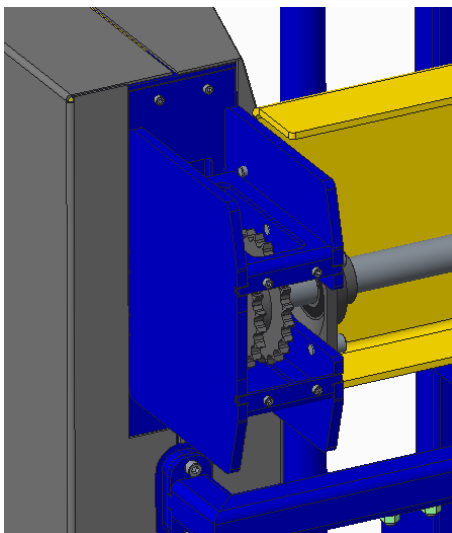


Figuur 134: Plaat voor bovenkast, ons ontwerp

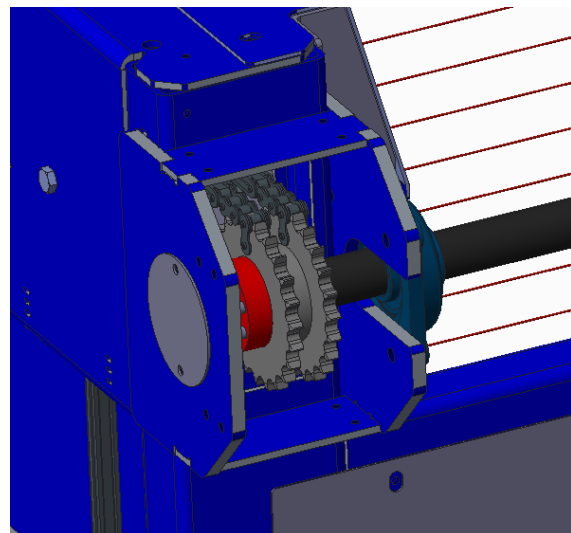


Figuur 135: Vernieuwde plaat

In de platen aan de achterkant van de dispenser is een gat voorzien. Dit maakt de bevestiging van de kettingwielen op de aandrijffas makkelijker. De klembus kan vanuit dat gat gemonteerd of gedemonteerd worden. Dit is handig bij het uitlijnen van het kettingwiel ten opzichte van de losse kettingwielen in de bovenkast. De nieuwe platen laten het toe om bij de klembus te komen door enkel het dekplaatje te verwijderen.

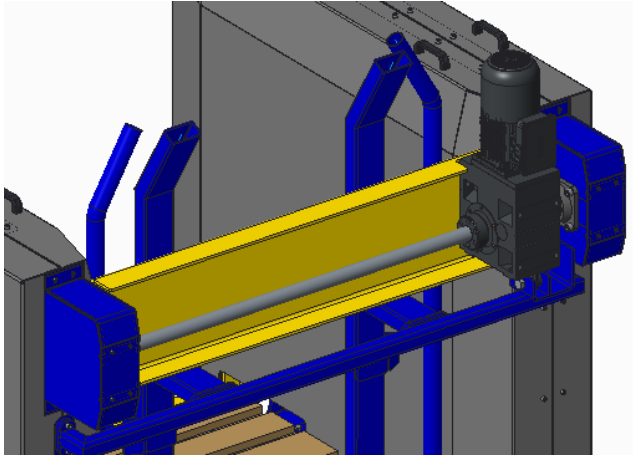


Figuur 136: Zijplaat kettingwiel, ons ontwerp

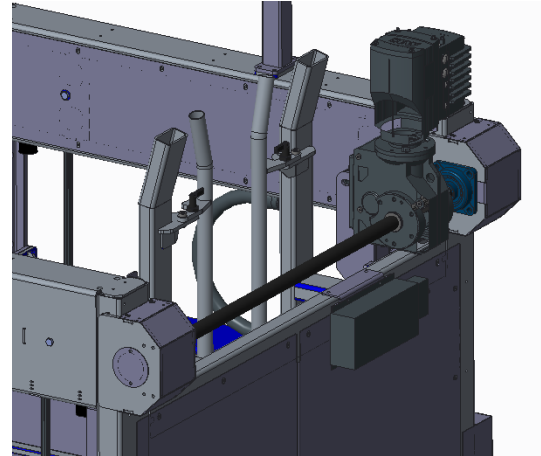


Figuur 137: Vernieuwde zijplaat

De dispenser voor de klant moest in de diepte 30 cm kleiner gemaakt worden om ze in de bestaande lijn te kunnen inplanten. Fraxinus paste hiervoor de bevestiging van de aandrijfas en de motor aan. De aandrijfas wordt dicht bij de hoekpalen bevestigd. De motor wordt gedraaid zodat het grootste deel ervan binnen het chassis zit. Ook de momentarm wordt langs de binnenkant van het chassis gekozen.

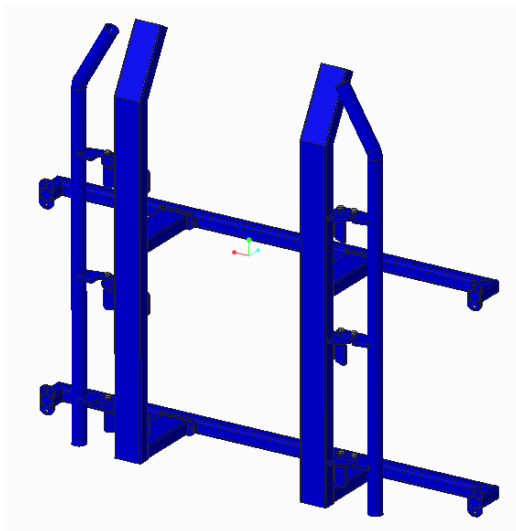


Figuur 138: Bevestiging aandrijfas en motor, ons ontwerp

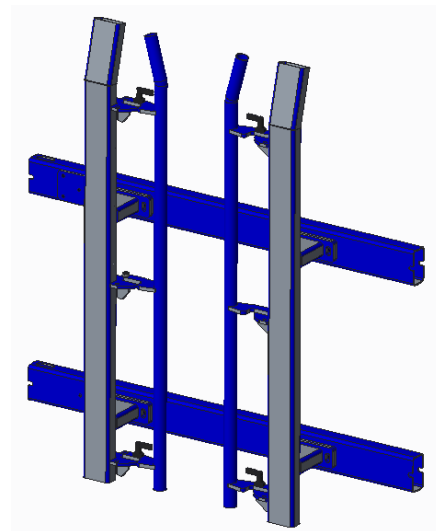


Figuur 139: Compactere bevestiging

Wegens de plaatsbesparing werd ook de verstelbare aanslag aangepast, deze is nu tussen de hoekpalen van het chassis bevestigd i.p.v. erachter. De ronde buizen draaien in de nieuwe versie naar binnen omdat ze anders tegen de momentarm van de motor zouden stoten.

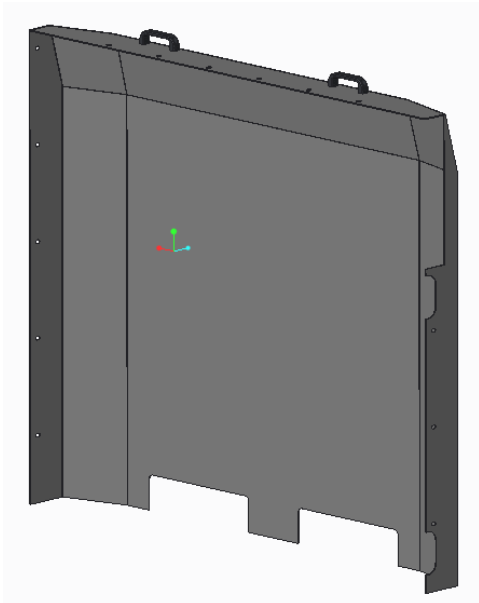


Figuur 140: Verstelbare aanslag, ons ontwerp

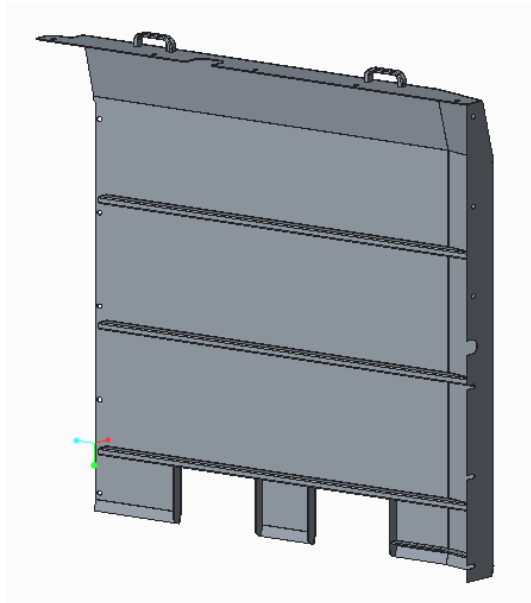


Figuur 141: Compactere verstelbare aanslag

De zijwanden zijn grote geplooide platen, omdat er in het middenvlak geen plooien zijn aangebracht, is de kast daar slap. Om de kast te verstevigen werden dwarsbuizen in de wand gelast, ook bij de uitsparingen onderaan werd de plaat verstevigd.

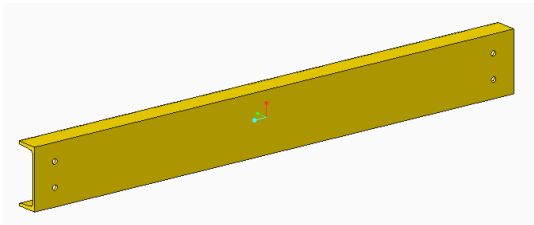


Figuur 142: Zijwand, ons ontwerp

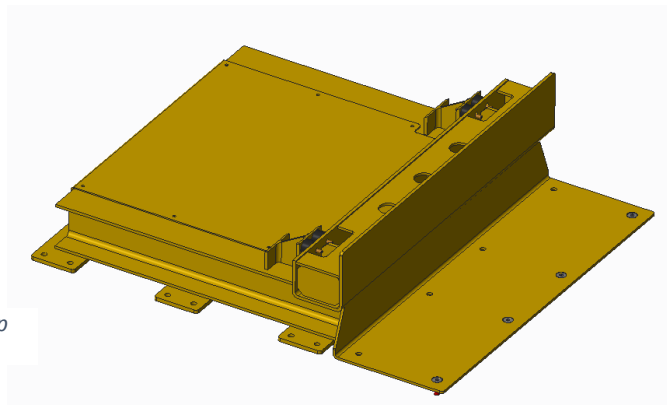


Figuur 143: Verstevigde zijwand

De bumper was aan het frame van de dispenser bevestigd. De klant opteerde voor een robuuste bumper, los van de constructie van de dispenser.

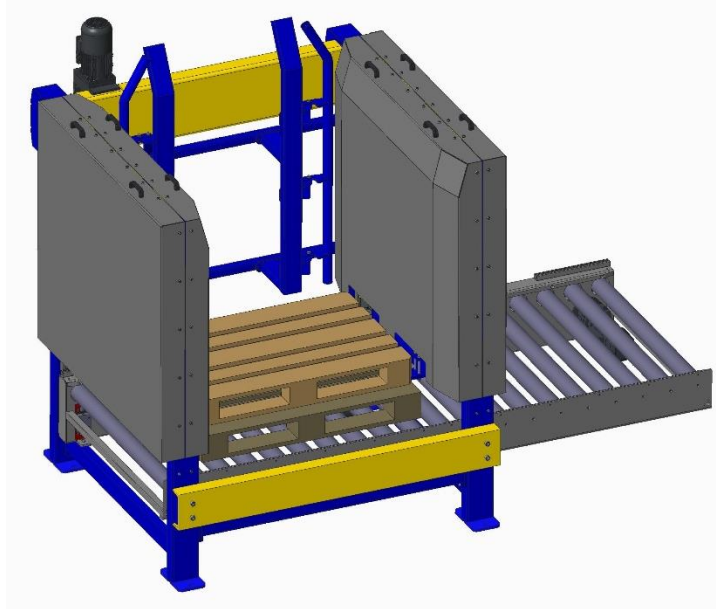


Figuur 144: Bumper voor vaste bevestiging, ons ontwerp

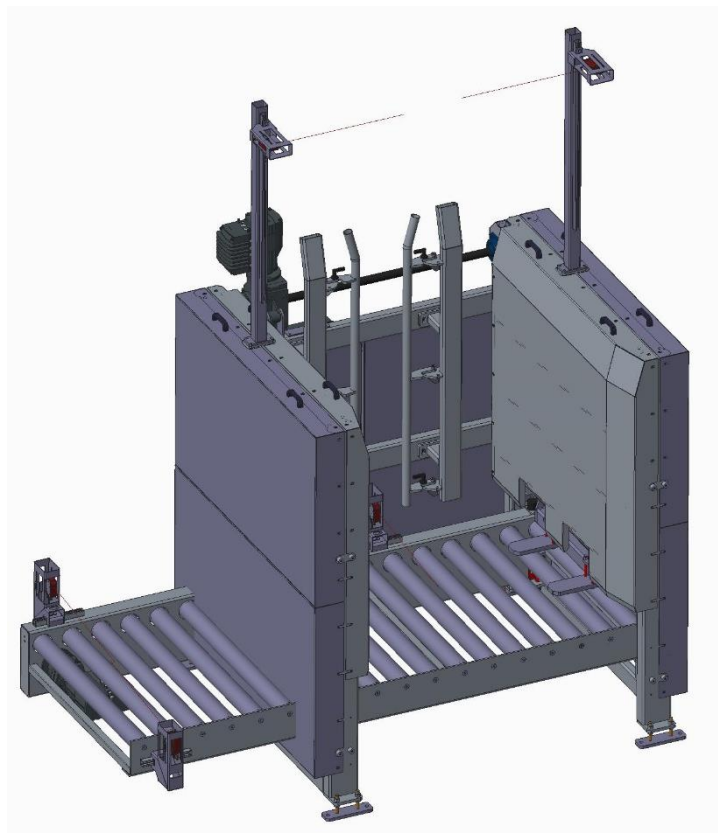


Figuur 145: Robuuste alleenstaande bumper

De afbeeldingen hieronder geven de volledige dispenser weer. Bovenaan staat ons ontwerp, onderaan het verbeterde ontwerp door Fraxinus. De dispenser die werd bekeken door Fraxinus werd in productie gestoken en gerealiseerd. We mochten de assemblage ervan volledig op ons nemen. Daarna richtten we ons op de bekabeling en de automatisering van de dispenser, dit wordt in het volgende hoofdstuk besproken.



Figuur 146: Volledige dispenser, ons ontwerp



Figuur 147: Volledige dispenser, verbeterd ontwerp door Fraxinus

9 Automatisering

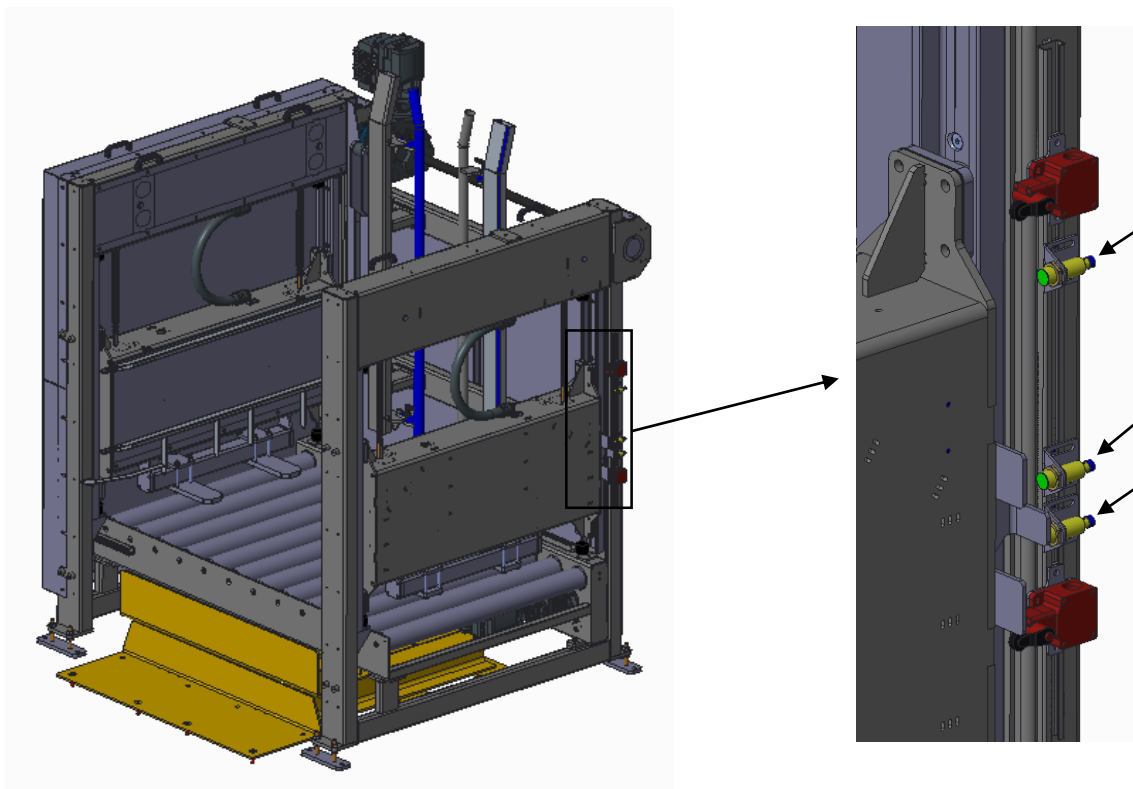
De sensoren, eindeloopschakelaars, fotocellen en lichtschermen worden voorzien door de klant, hieronder bespreken we de gebruikte types. Fraxinus voorziet enkel de bevestigingsmogelijkheden. Voor onze demo-opstelling mochten we de nodige onderdelen van de klant gebruiken.

9.1 Sensoren

9.1.1 Positie van het vorkmechanisme

De positie van het vorkmechanisme wordt gedetecteerd door drie inductieve sensoren. Aan de zijkant van het vorkmechanisme wordt een plaatje bevestigd. Als het vorkmechanisme bijvoorbeeld in de bovenste positie staat, komt het plaatje voor de bovenste sensor te staan. De sensor geeft dan een '1'-signaal waardoor het vorkmechanisme gestopt wordt en de volgende beweging kan beginnen. Hetzelfde geldt voor de andere twee posities van het vorkmechanisme.

De inductieve sensoren worden in een c-profiel gemonteerd zodat de positie achteraf nog kan bijgesteld worden bij de klant.

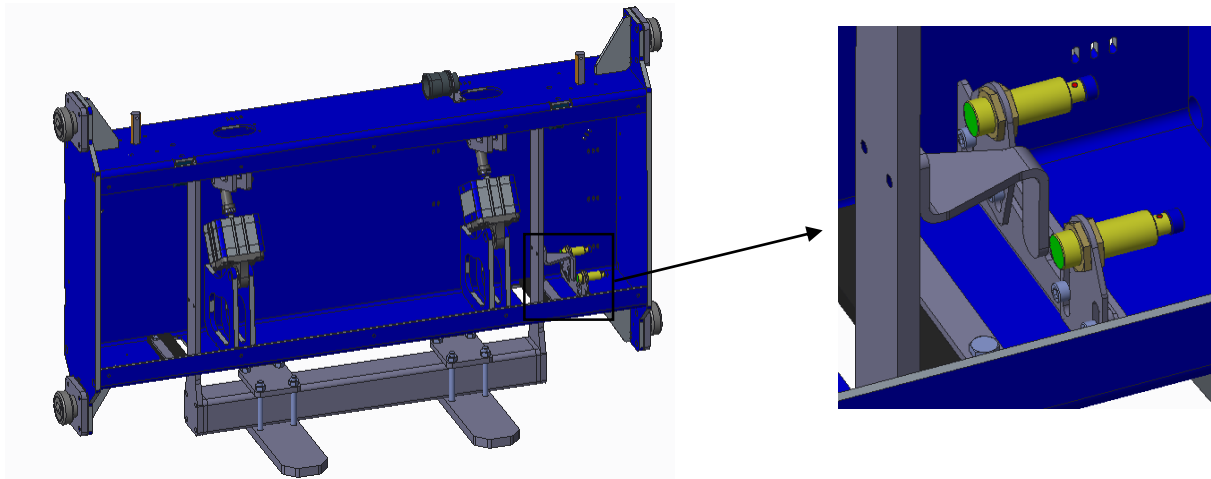


Figuur 148: Situering van de sensoren voor positie vorkmechanisme + detailtekening van de sensoren.

9.1.2 Positie van de vorken

De positie van de vorken wordt op dezelfde manier gedetecteerd als het vorkmechanisme. Aan de arm waar de vorken aanhangen, wordt een plaatje bevestigd. In het vorkmechanisme zijn twee inductieve sensoren voorzien. Wanneer de vorken bijvoorbeeld vooruit gekanteld staan, bevindt het plaatje zich voor de eerste sensor. De sensor geeft dan een '1'-signaal zodat de volgende stap in de sturing kan beginnen.

De twee inductieve sensoren worden in een gleuf gemonteerd. Zo kan de positie achteraf nog afgeregeld worden bij de klant.



Figuur 149: Situering van de sensoren voor positie van de vorken + detailtekening van de sensoren

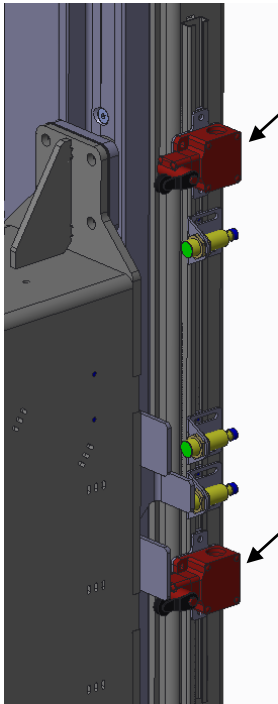
9.1.3 Werking inductieve sensor

Een inductieve sensor steunt op het principe van verandering van de toestand van een resonantiecircuit dat veroorzaakt wordt door wervelstroomverliezen in geleidende materialen. De inductieve sensor genereert een hoogfrequent elektromagnetisch veld. Wanneer een geleidend materiaal dit veld binnenkomt, zullen er wervelstromen gevormd worden. Deze verandering wordt omgezet in een schakelsignaal zodat de PLC van de nodige informatie voorzien kan worden.

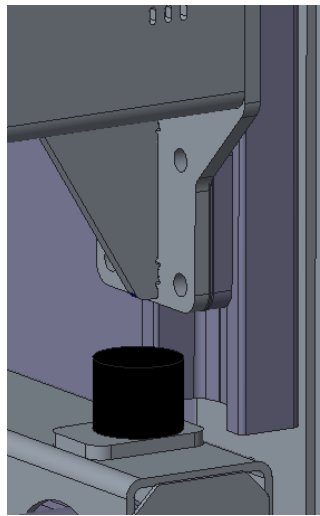
Deze sensoren bieden het voordeel dat ze ongevoelig zijn voor vibratie, stof en vuil. Bovendien detecteren ze alle metalen contactloos waardoor ze vrij zijn van slijtage. Ze hebben een hoge schakelfrequentie en zijn erg nauwkeurig. De datasheet van de gebruikte sensoren is bijgevoegd in bijlage.

9.2 Beveiliging

Naast de sensoren wordt de beweging van het vorkmechanisme beveiligd. Dit gebeurt enerzijds door twee eindloopschakelaars die de uiterste positie van het mechanisme beperken. Deze zijn afgebeeld op de linkse afbeelding. Anderzijds zijn er stootdempers voorzien op het einde van de Winkelprofielen voor het geval er iets mis gaat in de sturing.

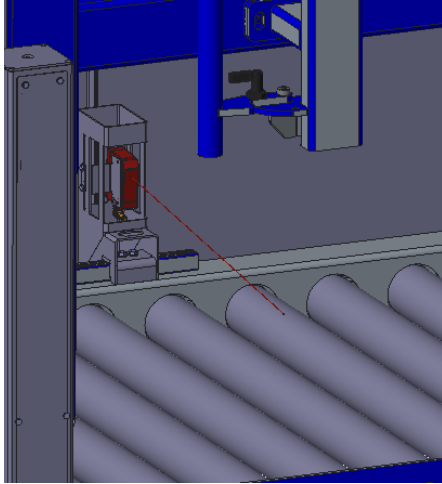


Figuur 150: Eindloopschakelaars voor koersbeperking



Figuur 151: Stootdemper voor bescherming van de constructie

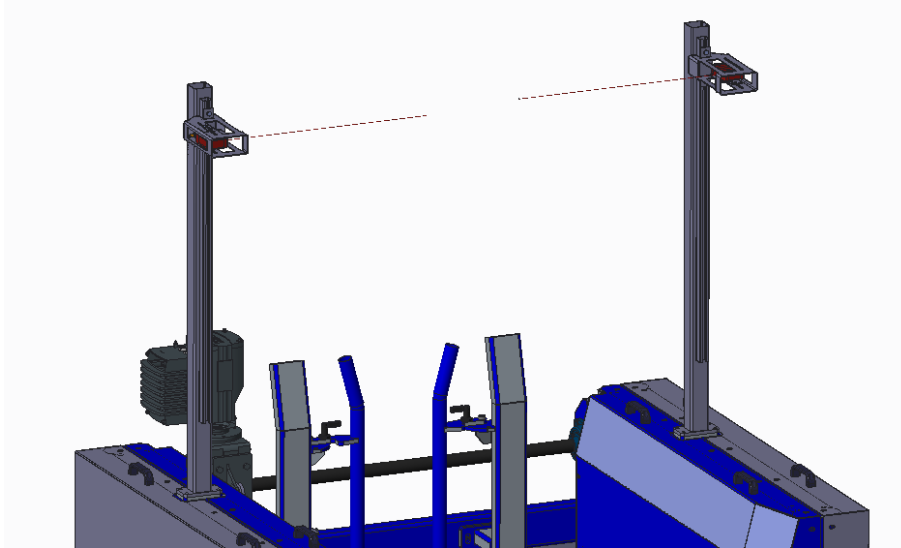
De rollenbaan wordt voorzien van een tasterfotocel die detecteert of er een pallet op de rollenbaan ligt. Stel dat dit het geval is, mag het vorkmechanisme niet naar de laagste stand kunnen gaan. De fotocel is zo gepositioneerd zodat ze altijd op de middenblok van de pallet kijkt.



Figuur 152: Tasterfotocel voor palletdetectie op rollenbaan

Een tasterfotocel wordt gebruikt voor het direct detecteren van objecten. De zender en ontvanger zijn hier in één behuizing geplaatst. De zender zendt licht uit en dit wordt gereflecteerd door het object en gedetecteerd door de ontvanger. Dit systeem registreert niet de onderbreking van de lichtstraal, maar het gereflecteerde licht van het object. De datasheet van de gebruikte tasterfotocel is bijgevoegd in bijlage.

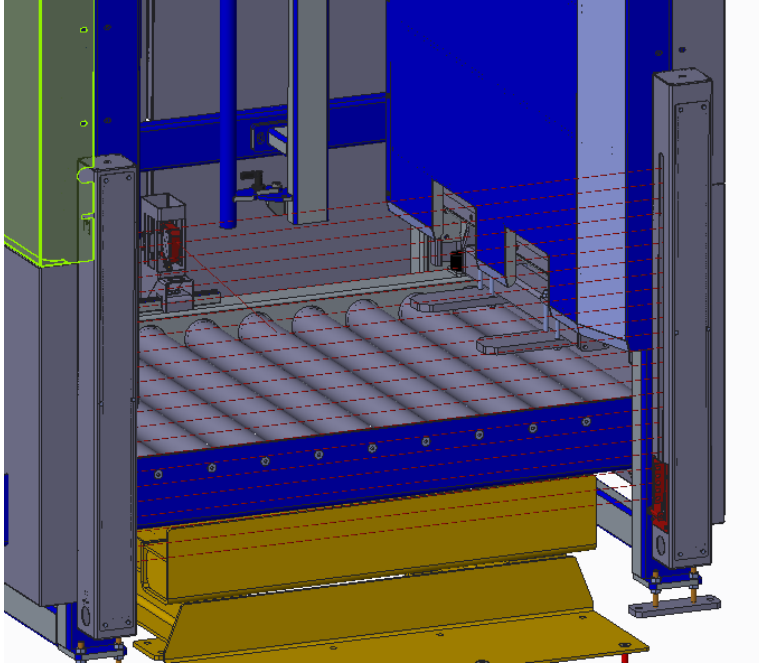
De dispenser is gemaakt voor een stapel palletten van maximum 15 stuks hoog. Om het overladen van de dispenser tegen te gaan worden er bovenop de dispenser twee fotocellen gemonteerd. Zolang de fotocellen naar elkaar kunnen kijken, kan de dispenser palletten verwerken, wordt dit signaal onderbroken, dan valt de dispenser stil en moeten de overtollige palletten verwijderd worden.



Figuur 153: Fotocellen voor hoogtebeperking van de stapel palletten

De zender zendt een pulserend infrarood of roodlicht signaal uit. De ontvanger detecteert de lichtbron en zet een onderbreking van het signaal, door een object, direct om in een schakeluitgang. De datasheets van de zender en ontvanger zijn bijgevoegd in bijlage.

De dispenser heeft nu nog één open kant die een mogelijk gevaar kan zijn voor de omgeving. Dit gevaar wordt weggenomen door een handveilig lichtscherm. Het lichtscherm wordt over de volledige breedte van de opening geplaatst. Zodra het signaal onderbroken wordt, valt de dispenser stil. Hierna kan de dispenser enkel terug gestart worden door een manuele resetknop te bedienen. De werking van het lichtscherm is gelijklopend met de werking van de fotocellen met zender en ontvanger. De datasheet van het gebruikte lichtscherm is bijgevoegd in bijlage.

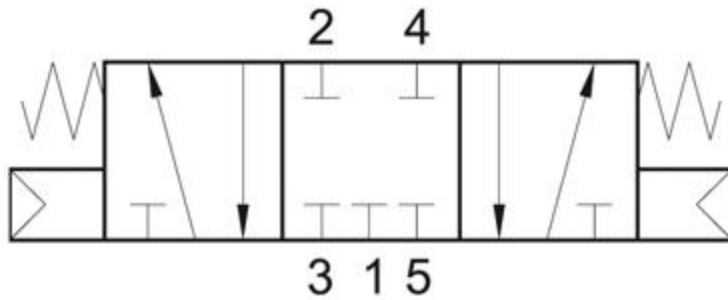


Figuur 154: Lichtscherm voor de opening van de dispenser

9.3 Ventiel

De pneumatische aansturing bij de klant zal gebeuren door een ventiel in een centrale kast te monteren en van daaruit te vertrekken met persluchtleidingen naar de palletdispensers.

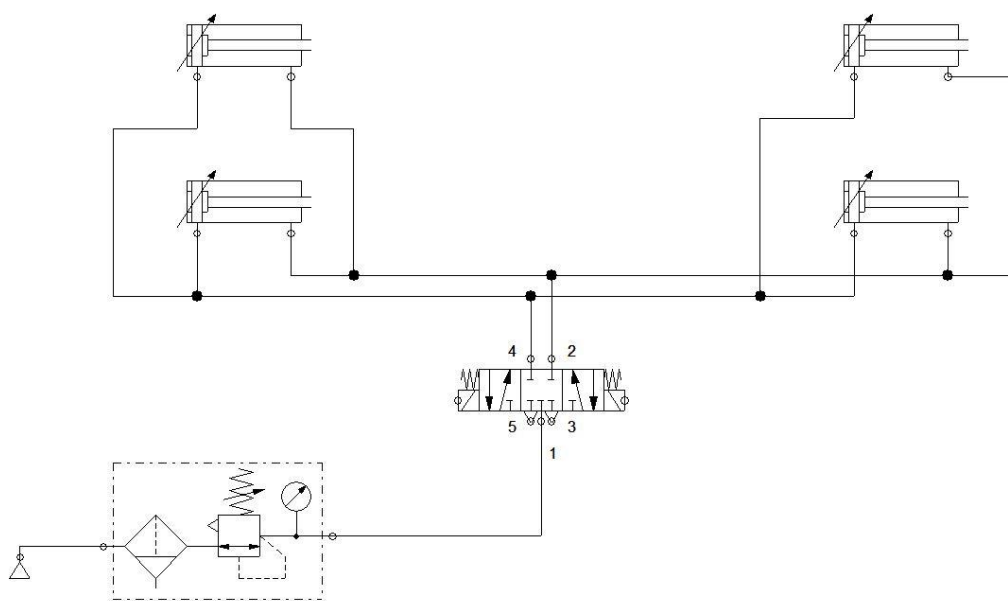
Voor het bedienen van de cilinders wordt er gebruik gemaakt van een monostabiel 5/3-ventiel met een gesloten middenstand. Het ventiel wordt elektrisch bediend. Bij het ontbreken van de sturing, wordt het ventiel terug naar de middenpositie gebracht door de veerkracht. De gesloten middenstand is nodig omdat bij belasting de vorken dan niet open kunnen worden geduwd. Zo is er geen gevaar dat de stapel palletten naar beneden valt.



Figuur 155: Monostabiel 5/3-ventiel met gesloten middenstand

9.4 Pneumatisch schema

Dit is het pneumatische schema voor onze palletdispenser. Hier wordt de beweging van de vorken gerealiseerd. De perslucht wordt voorzien door de compressor en wordt verzorgd door de luchtverzorgingseenheid. Daarbij worden de pneumatische cilinders aangestuurd door een 5/3 ventiel met gesloten middenstand. Dit ventiel wordt elektrisch aangestuurd door de PLC.



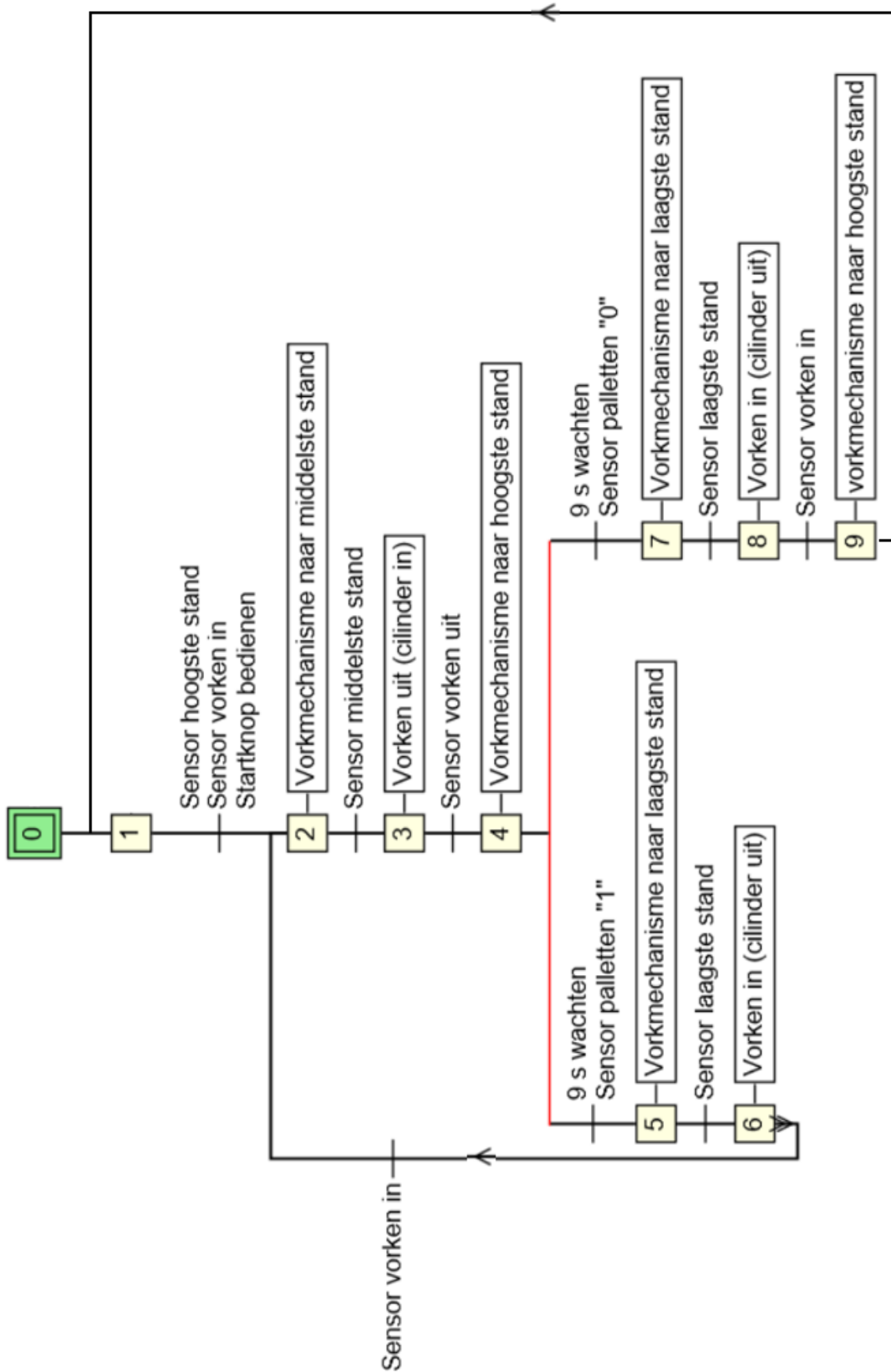
Figuur 156: Pneumatisch schema

9.5 Cyclustijden

Voor we de cyclustijd konden bepalen, hadden we eerst een stappenplan nodig waaruit duidelijk af te lezen was welke stappen er gebeuren tijdens één cyclus van de dispenser. We maakten hierbij een onderscheid tussen een cyclus waarin nog een stapel palletten in de dispenser moet gezet worden en een cyclus waarin er nog palletten in de dispenser aanwezig zijn.

Om de cyclus in kaart te brengen hebben we een graficet gemaakt met daarin alle stappen die in één cyclus doorlopen worden. Deze graficet is te vinden op de volgende pagina.

De cyclustijd hebben we bepaald aan de hand van een sjabloon in Excel waarin we aan alle bewegingen een snelheid en een afstand toekennen. Hieruit wordt de tijd per beweging berekend. Als we alle bewegingen na elkaar zetten, vinden we de totale cyclustijd. Ook hier maakten we een onderscheid tussen een cyclus waar nog een stapel palletten moet ingezet worden, en een cyclus tijdens het continubedrijf van de dispenser. De afdruk van de Excel-bestanden zijn bijgevoegd in de tekeningenmap.



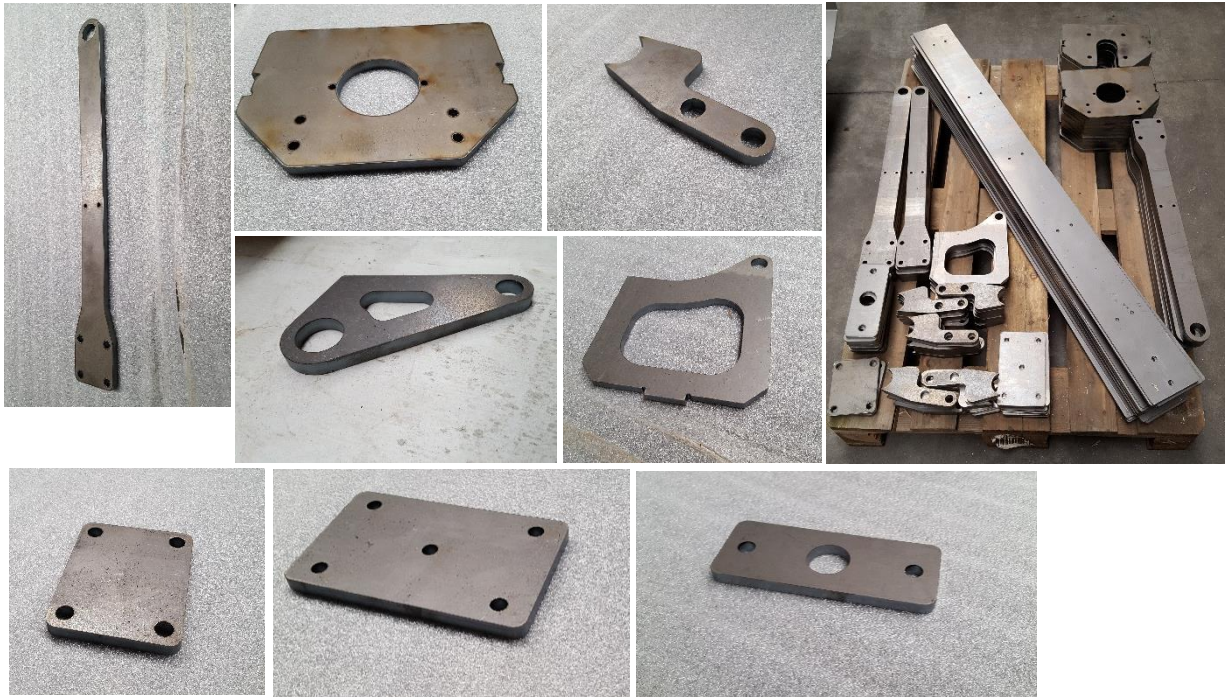
Figuur 157: Grafcet

10 Realisatie palletdispenser

10.1 Werkvoorbereiding

10.1.1 Laserwerken

Nadat het ontwerp gecontroleerd werd door Fraxinus konden de laserstukken besteld worden. Hieronder staan enkele afbeeldingen van de gelaserde onderdelen



Figuur 158: Verzameling gelaserde onderdelen

Ook in het plaatwerk werden de uitsparingen en sleuvgaten gelaserd.



Figuur 159: Verzameling gelaserd plaatwerk

10.1.2 Draaien

De as voor de kantelbeweging van de vorken werd aan beide uiteinden afgedraaid zodat ze in de UCUP-lagers past.



Figuur 160: Gedraaide as

De kettingwielen 12B-1 z17 werden uitgedraaid zodat ze over de lagers passen.

De dubbele kettingwielen 12B-1 z23 werden uitgedraaid zodat ze kunnen bevestigd worden met een klembus.

10.1.3 Frezen

In de Winkelprofielen werden de verzonken bevestigingsgaten gefreesd.



Figuur 161: Opgespannen profielen in freesbank



Figuur 162: Gefreesde profielen

10.2 Lassen

Nadat alle onderdelen geproduceerd werden, konden de deelassembly's worden samengelast.

De zijwanden worden versterkt met dwarsliggers.



Figuur 163: Lassen van dwarsliggers in zijwand



Figuur 164: Versterkte zijwand

In de bovenkast worden de platen voor de bevestiging van de kettingwielen gelast. Daarna worden de naden vlak geslepen.



Figuur 165: Inzetstukken lassen in bovenkast



Figuur 166: Vlakslijpen van de lasnaden



Figuur 167: Afgewerkte bovenkast

De onderdelen voor de verstelbare aanslag worden aan elkaar gelast.



Figuur 168: Onderdelen verstelbare aanslag lassen

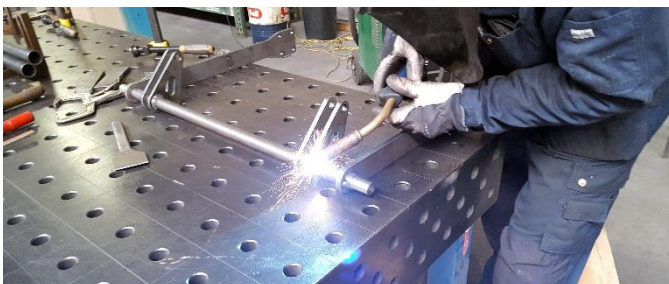


Figuur 169: Afgewerkte onderdelen

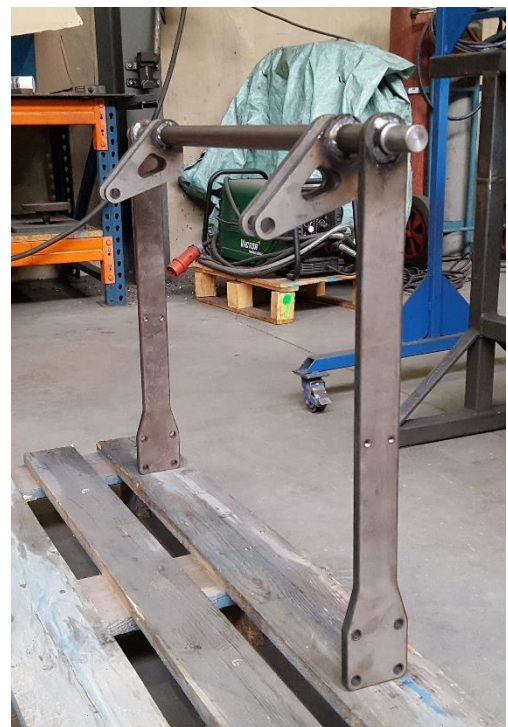
Het frame voor het kantelen van de vorken wordt eerst correct opgespannen, zodat alle onderdelen aan elkaar getikt kunnen worden. Daarna worden de opspanmiddelen verwijderd zodat het frame definitief gelast kan worden.



Figuur 170: Opspannen van de onderdelen



Figuur 171: Lassen van de onderdelen



Figuur 172: Afgewerkt frame

Alle deelassembly's worden samen gelast tot één chassis. Eerst worden de twee helften van het chassis gelast, daarna worden deze verbonden met dwarsliggers.



Figuur 173: Deelassembly's aan elkaar lassen



Figuur 174: Gelaste chassishelft



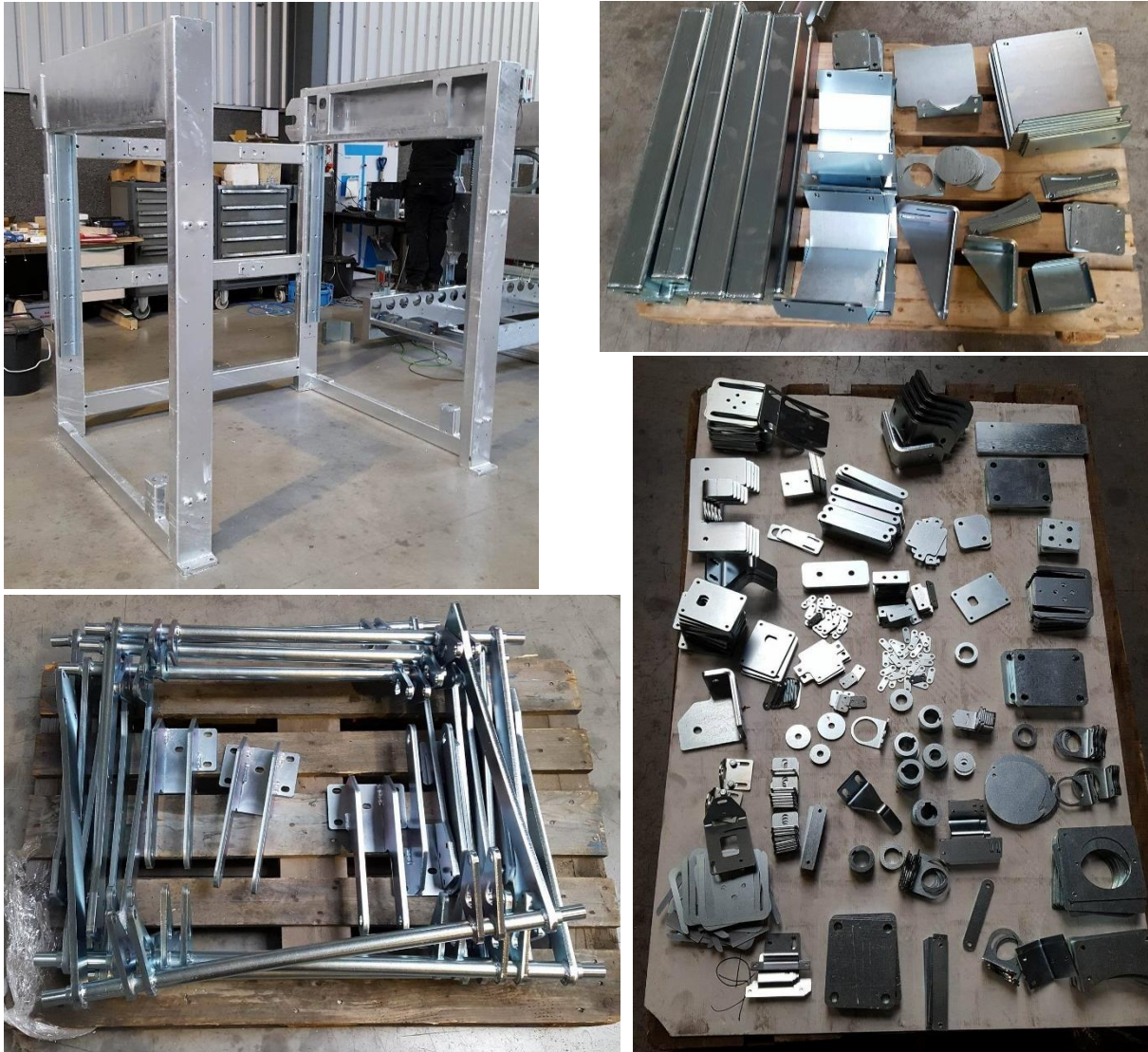
Figuur 175: Volledig gelast chassis (1)



Figuur 176: Volledig gelast chassis (2)

10.3 Verzinken

Alle losse onderdelen en de gelaste samenstellingen werden verzinken. Er werd gekozen voor het koudverzinken van de dispenser door de klant.



Figuur 177: Verzameling verzinken onderdelen

10.4 Montage

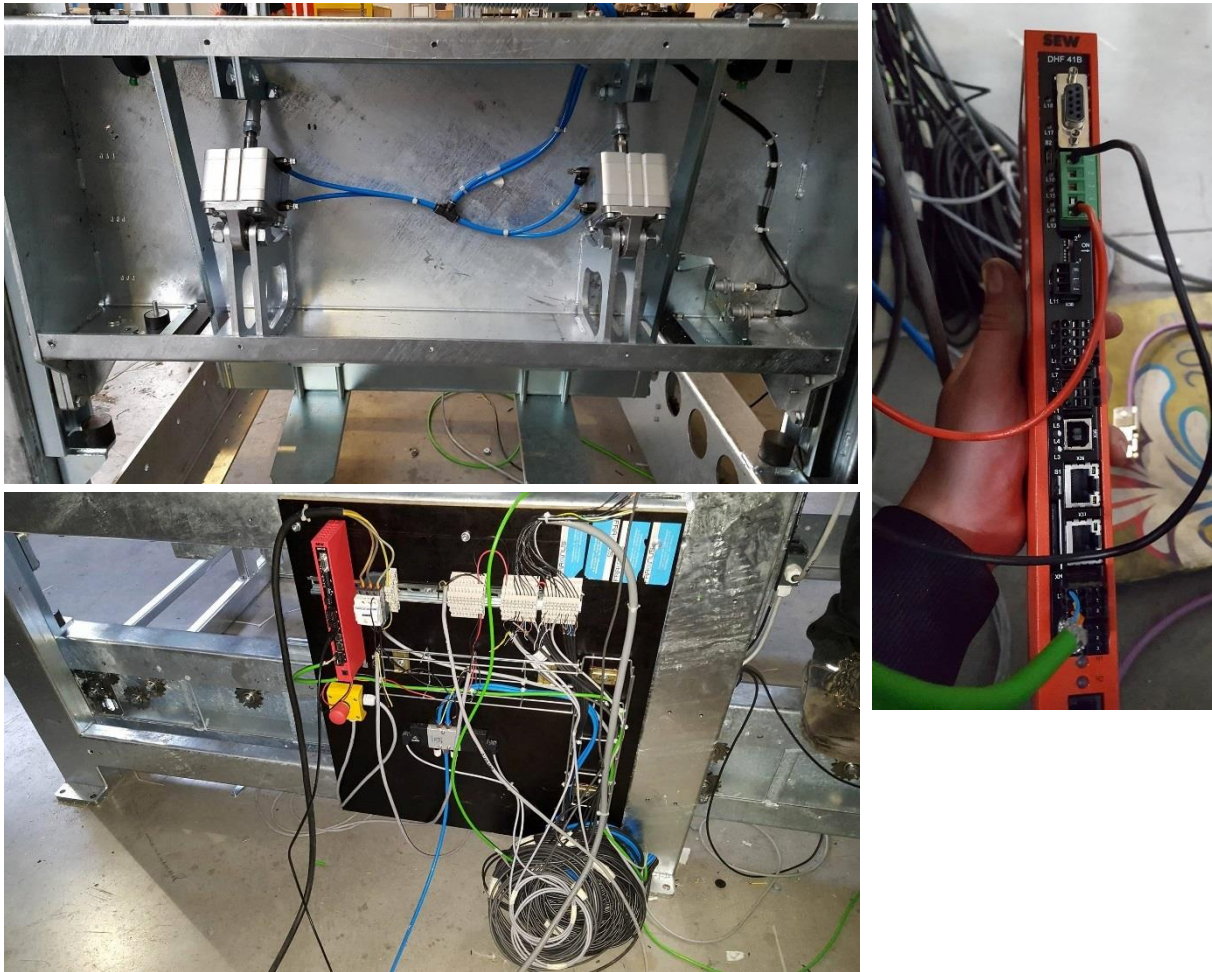
Als alle onderdelen verzonden waren, konden we beginnen met de montage van de dispenser.



Figuur 178: Verzameling gemonteerde onderdelen

10.5 Bekabeling

Na de montage van de dispenser volgde de bekabeling en de programmering. Bij de programmering van de PLC kregen we hulp van DD-Automation.



Figuur 179: Verzameling bekabelde onderdelen

11 Kostprijsberekening

Om de weten of onze dispenser voldoet aan de eis van de kostprijs maakten we een vergelijking van de kostprijs van onze dispenser met die van een vorig ontwerp van Fraxinus. Hieronder staan de tabellen waarin de kostprijs van de onderdelen per categorie wordt weergegeven.

Aangekochte onderdelen					
OUD			NIEUW		
product	aantal	kostprijs (€)	product	aantal	kostprijs (€)
LENZE			LENZE		
GKS06-3M 090c12	1		GKS06-3M 090c12	1	
tandlat	2		BTK80 40-53	2	
tandwiel	2		INAFAG PCJ 40	2	
klembus	2		ketting 12B-1	4	
lager UCFL206	2		kettingwiel 12B-1 z17	4	
			dubbel kettingwiel 12B-1 z23	2	
DSBC 63 80	1		lager 6006 2RSR	8	
SNCS 63	1		ADN 80 25	4	
SNCS 100	2		SNCS 80	4	
KSG M20x1,5	2		SGS M16x1,5	4	
SGS M16x1,5	1		UCUP 205	4	
UCFC 204	2		Winkelprofiel standard 1NBV L1075	4	
INA RAIL T1 L720	2		Kombiroll 4.055 Ø70,1	8	
INA RAIL T1 L420	2		handvat	8	
INA RAIL T1 L340	2				
INA WAGEN KWVE 25	8		bouten/moeren algemeen	1	
INA WAGEN KWVE 30	4				
Gaffel M16	4				
Bouten/moeren algemeen	1				
TOTAAL		3073	TOTAAL		3140

Tabel 22: Kostprijsvergelijking aangekochte onderdelen

Gelaserde onderdelen					
OUD			NIEUW		
gelaserde onderdelen	aantal	kostprijs (€)	gelaserde onderdelen	aantal	kostprijs (€)
Basisframe	3		Plaatlaserwerk	3	
op/neer frame + vingers	3		Buislaserwerk	3	
buislaserwerk	3				
TOTAAL		2451	TOTAAL		2586

Tabel 23: Kostprijsvergelijking gelaserde onderdelen

Handelsprofielen					
OUD			NIEUW		
onderdeel	aantal	kostprijs (€)	onderdeel	aantal	kostprijs (€)
Buizen	1		Buizen	1	
TOTAAL		296	TOTAAL		50

Tabel 24: Kostprijsvergelijking Handelsprofielen

Atelier werk/prestaties				
OUD		NIEUW		
Bewerkingen	kostprijs (€)	Bewerkingen	kostprijs (€)	
zagen		zagen		
plooien = bij laser		plooien = bij laser		
sorteren en tappen		sorteren en tappen		
Draaien		Draaien		
Frezen		Frezen		
Lassen		Lassen		
Assembleren		Assembleren		
Engineering		Engineering		
TOTAAL		3140	TOTAAL 1502	

Tabel 25: Kostprijsvergelijking atelier werk/prestaties

Algemene kosten					
OUD			NIEUW		
Bewerking	aantal	kostprijs (€)	Bewerking	Aantal	kostprijs (€)
Lakken	1		Lakken	1	
Koud verzinken	1		Koud verzinken	1	
Zwarten	1		Zwarten	1	
TOTAAL		305	TOTAAL		305

Tabel 26: Kostprijsvergelijking algemene kosten

Als we alle totaalprijzen van de oude palletdispenser bij elkaar optellen, komen we op een totaal van €9265. Doen we hetzelfde voor de nieuwe dispenser, dan komen we op een totaal van €7583. We kunnen dus besluiten dat we een besparing hebben van €1682 of 18,15%.

12 Risicoanalyse

Op het definitief ontwerp hebben we een risicoanalyse uitgevoerd. Deze is te vinden in de tekeningmap.

13 Besluit

De nieuwe dispenser is modulair en dezelfde machine kan makkelijk aangepast worden aan de wensen van de klant. Ook de vergelijking van de kostprijs had een positief resultaat.

Tijdens onze stageperiode konden we zelfstandig aan het project werken, maar indien er vragen waren, konden we steeds terecht bij onze begeleiders. Van hun kennis hebben wij veel opgestoken. Ook de samenwerking onderling verliep prima, we hebben steeds de taken verdeeld, maar bleven overleggen over de werkwijze en inhoud.

Bij de productie van de dispenser werd door klant beslist om gebruik te maken van synchrone motoren voor de aansturing van de rollenbaan en de dispenser. Hiervoor mochten we een dag op opleiding naar SEW. We leerden de motor bekabelen, aansturen en gebruiken. Dit was een unieke en leerrijke ervaring.

14 Dankwoord

Dit eindwerk was een goede aanvulling op de geziene leerstof, we hebben veel bijgeleerd van de kennis en ervaring van de medewerkers van Fraxinus. Door onze stage in het atelier wisten we waarop we moesten letten tijdens het ontwerp, en waar er eventueel moeilijkheden konden ontstaan bij de productie of assemblage.

We willen dan ook graag Hans Van Essche bedanken voor de stage die we mochten lopen in zijn bedrijf. Onze bedrijfscoach Ryan Debacker stond altijd klaar om ons verder te helpen. Het project voor de klant werd opgevolgd door Bart Barbier en Jasper Lapiere, bij hun konden we ook altijd terecht voor vragen of uitleg.

Voor de programmatie van de synchrone motor nodigde Kobe Kops van de firma SEW ons uit voor een opleiding in hun vestiging in Leuven. Hij begeleidde ons daarna verder om de finale programmatie te doen slagen. Daarna konden we de PLC programmeren met de hulp van Tom van DD Automation.

We willen ook de klant bedanken die ons de kans gaf ons ontwerp aan hun voor te stellen en uiteindelijk besliste om zes van deze dispensers in hun bedrijf te plaatsen. Ook gaven ze ons de middelen om één dispenser te voorzien van sensoren en fotocellen voor de demo-opstelling op school.

Ook willen we onze VIVES-mentor Geert Furniere bedanken voor zijn hulp en raad tijdens ons eindwerk.

Als laatste willen we graag alle medewerkers van het atelier bedanken om ons met raad en daad bij te staan tijdens onze stageperiode.

15 Bibliografie

15.1 Websites

<https://en.wikipedia.org/wiki/EUR-pallet>

<http://pallet.nl/info/pallet.html>

<http://gojs.net/latest/samples/grafcet.html>

https://www.festo.com/cms/nl-be_be/index.htm

<http://www.renold.com/>

<http://www.bogaert-transmission.com/en/producten/catalogi/spanbussen-btk>

<http://www.eschgroup.nl>

<http://www.werktuigbouw.nl/calculators/uts.htm#shear>

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Oplegger>

<http://www.lenze.com/nl-be/home/>

<http://www.seweurodrive.com/>

15.2 Catalogen

Catalogo transportrollen esch group

Catalogo Lenze L-force geared motors

Catalogo Winkel

Catalogo Bogaert transmission

15.3 Cursussen

Tabellen en formules in verband met mechanica en sterkteleer

Cursus Sterkteleer

16 Afbeeldingen

16.1 Figuurlijst

Figuur 1: Lay-out van unit voor sleevepalletten	10
Figuur 2: Automatisch hoogbouwmagazijn	11
Figuur 3: Tijdlijn van het project	13
Figuur 4: Afmetingen europallet	15
Figuur 5: Afmetingen CHEP-pallet.....	16
Figuur 6: Voorbeeld rollenbaan	17
Figuur 7: Poot en regelbare voet bepalen de hoogte van de rollenbaan	18
Figuur 8: Regelbare voet	18
Figuur 9: Formule voor het bepalen van de kettinglengte	22
Figuur 10: Opbouw aangedreven rol	24
Figuur 11: Aandrijving met kettinglussen	25
Figuur 12: Aandrijving tangentiële rollenbaan.....	26
Figuur 13: Ophefbare rollenbaan zonder voorplaat en rollen	28
Figuur 14: Principeschets arm-drijfstang-stang-mechanisme	28
Figuur 15: Ophefbare rollenbaan	29
Figuur 16: Hoekovergave	29
Figuur 17: Kettinglus in kettingbaan	30
Figuur 18: Verstelbaar kettingwiel, vooraanzicht	30
Figuur 19: Verstelbaar kettingwiel, achteraanzicht	30
Figuur 20: Zijaanzicht aandrijfketting.....	31
Figuur 21: Zijaanzicht transportketting.....	31
Figuur 22: Transportketting met bevestigingslippen	31
Figuur 23: Aandrijfketting met rechte zijplaten	32
Figuur 24: Geleidingsrail voor duplex ketting	32
Figuur 25: Kettingbaan met drie kettingen	33
Figuur 26: Horizontale motoropstelling	33
Figuur 27: Verticale opstelling, motor bovenaan.....	33
Figuur 28: Aanvoer en afvoer in lijn	34
Figuur 29: Hoekovergave	35
Figuur 30: x- en y-richting van een europallet	36
Figuur 31: Rollenbaan met meerdere inschakelbare stopplaten	37
Figuur 32: Principefiguur rollenbaan met inschakelbare stopplaten	37
Figuur 33: Inschakelbare stopplaat	38
Figuur 34: Vaste stopplaat	38
Figuur 35: Kettingbaan met vaste- en inschakelbare stophaak.....	39
Figuur 36: Inschakelbare stophaak	39
Figuur 37: Vaste stophaak.....	39
Figuur 38: Vaste geleidingsplaten	40
Figuur 39: Beweegbare aanslag	41
Figuur 40: Principefiguur beweegbare aanslag.....	41

Figuur 41: Centrerings door geleidingswielen	42
Figuur 42: Palletgrijper met twee cilinders	43
Figuur 43: Palletgrijper met twee cilinders (achteraanzicht).....	43
Figuur 44: Palletgrijper met één cilinder	44
Figuur 45: Palletgrijper met één cilinder (achteraanzicht)	44
Figuur 46: Hefinrichting met kettingen en elektromotor	45
Figuur 47: Hefinrichting met pneumatische cilinders.....	45
Figuur 48: Verloop van de cyclus (principe 1)	47
Figuur 49: Samenstelling vorkmechanisme (principe 1).....	47
Figuur 50: Verloop van de cyclus (principe 2)	48
Figuur 51: Samenstelling van draaimechanisme vorkbeweging.....	48
Figuur 52: Verloop van de cyclus (principe 3)	49
Figuur 53: Samenstelling vorkmechanisme (principe 3).....	49
Figuur 54: Verloop van de cyclus (principe 4)	50
Figuur 55: Samenstelling vorkmechanisme (principe 4).....	50
Figuur 56: Verloop van de cyclus (principe 5)	51
Figuur 57: Vorken vooruit, cilinder ingeschoven	52
Figuur 58: Vorken achteruit, cilinder uitgeschoven	52
Figuur 59: Palletdispenser assembly.....	53
Figuur 60: Palletdispenser assembly plof-tekening	54
Figuur 61: Onderdelen van het basisframe.....	55
Figuur 62: Bovenkast.....	56
Figuur 63: Assembly ketting wiel op as.....	56
Figuur 64: Assembly aandrijf as	57
Figuur 65: Vorkmechanisme zonder voorplaat.....	58
Figuur 66: Arm voor zwaibeweging.....	58
Figuur 67: Vorkmechanisme met vorken vooruit, cilinders ingeschoven.....	59
Figuur 68: Vorkmechanisme met vorken achteruit, cilinders uitgeschoven	59
Figuur 69: Verstelbare aanslag.....	60
Figuur 70: Ingeklapte aanslag voor industriepallet.....	60
Figuur 71: Opende klapte aanslag voor europallet.....	60
Figuur 72: Basisframe met vorkmechanisme, bumper, motor en aandrijf as	61
Figuur 73: Dispenser met afdekplaten bovenkast en vorkmechanisme + beschermplaat aandrijf as.....	62
Figuur 74: Dispenser met verstelbare aanslag.....	63
Figuur 75: Palletdispenser met beplating	64
Figuur 76: Palletdispenser met rollenbaan	65
Figuur 77: Dubbele dispenser met verbindingsplaten.....	66
Figuur 78: Brede dispenser met te vervangen onderdelen	67
Figuur 79: Smalle dispenser	67
Figuur 80: Diepe dispenser met te vervangen onderdelen	68
Figuur 81: Minder diepe dispenser	68
Figuur 82: Vorkmechanisme met vorken ver uit elkaar.....	69
Figuur 83: Vorkmechanisme met vorken dicht bij elkaar	69

Figuur 84: Baan van de ketting bij pneumatische hefbeweging	70
Figuur 85: Positie kettingwielen bij pneumatische hefbeweging	71
Figuur 86: Bevestiging van de cilinder bij pneumatische hefbeweging	71
Figuur 87: Aan- en afvoer in lijn, met rollenbaan	72
Figuur 88: Aan- en afvoer in lijn, met kettingbaan	72
Figuur 89: Aan- en afvoer haaks op elkaar, met ingekorte zijplaten	72
Figuur 90: Gelijkmatic verdelde belasting op de vork	73
Figuur 91: Aandrijfas met motor en lagers	76
Figuur 92: Doorbuiging en hellingshoek bij een puntlast op een willekeurige plaats	78
Figuur 93: Aanduiding op trek belaste bouten (1)	79
Figuur 94: Aanduiding op trek belaste bouten (2)	79
Figuur 95: Aanduiding op afschuiving belaste bouten	84
Figuur 96: Bovenkast, verloop kettingen	87
Figuur 97: Bevestiging kettingwiel in bovenkast	87
Figuur 98: Aanduiding van de UCUP-lagers	91
Figuur 99: Krachten veroorzaakt door het eigen gewicht van het draaimechanisme	92
Figuur 100: Verticale kracht veroorzaakt door de cilinder is verwaarloosbaar	92
Figuur 101: Aandrijfas met motor en lagers	97
Figuur 102: Draaimechanisme vorken	99
Figuur 103: zijaanzicht draaimechanisme	99
Figuur 104: Aandrijfas met motor en lagers	100
Figuur 105: Meting massa europalletten	102
Figuur 106: Stapels europalletten die buiten stonden	102
Figuur 107: Bevestiging ketting aan kettingwiel	119
Figuur 108: Schets doorsnede kettingwiel	120
Figuur 109: Opbouw Winkelrol	124
Figuur 110: Afmetingen Winkelrol	125
Figuur 111: Afmetingen bevestigingsplaten Winkelrollen AP1	126
Figuur 112: Afmetingen bevestigingsplaten Winkelrollen AP1-Q	126
Figuur 113: Afmetingen en eigenschappen Winkelprofiel 1Nb	128
Figuur 114: Opbouw ADN-cilinder	130
Figuur 115: Cilinderbevestiging met lange bout	131
Figuur 116: Verhouding demping ADN-cilinders	132
Figuur 117: Toebehoren van een ADN-cilinder	134
Figuur 118: Verschil normcilinder met ADN-cilinder	135
Figuur 119: Methode voor bepalen bouwvorm van reductiekast	139
Figuur 120: Uitleg voor selectietabel bij motor met reductie	141
Figuur 121: Methode voor bepalen bouwvorm motor	143
Figuur 122: Mogelijke posities van de momentarm	150
Figuur 123: Momentarm in positie 1	151
Figuur 124: Krachtverdeling bij momentarm in positie 1	151
Figuur 125: Momentarm in positie 2	152
Figuur 126: Krachtverdeling bij momentarm in positie 2	152
Figuur 127: Afmetingen van motor met reductie	154

Figuur 128: Positionering van de motor met reductiekast	155
Figuur 129: Principefiguur werking klembus	157
Figuur 130: Arm voor cilinder, ons ontwerp	164
Figuur 131: Vernieuwde arm voor cilinder	164
Figuur 132: Plaat voor cilinderbevestiging, ons ontwerp	164
Figuur 133: Lichtere plaat	164
Figuur 134: Plaat voor bovenkast, ons ontwerp	165
Figuur 135: Vernieuwde plaat.....	165
Figuur 136: Zijplaat kettingwiel, ons ontwerp	165
Figuur 137: Vernieuwde zijplaat	165
Figuur 138: Bevestiging aandrijf-as en motor, ons ontwerp.....	166
Figuur 139: Compactere bevestiging	166
Figuur 140: Verstelbare aanslag, ons ontwerp	166
Figuur 141: Compactere verstelbare aanslag	166
Figuur 142: Zijwand, ons ontwerp	167
Figuur 143: Verstevigde zijwand	167
Figuur 144: Bumper voor vaste bevestiging, ons ontwerp	167
Figuur 145: Robuuste alleenstaande bumper.....	167
Figuur 146: Volledige dispenser, ons ontwerp	168
Figuur 147: Volledige dispenser, verbeterd ontwerp door Fraxinus.....	168
Figuur 148: Situering van de sensoren voor positie vorkmechanisme + detailtekening van de sensoren.	169
Figuur 149: Situering van de sensoren voor positie van de vorken + detailtekening van de sensoren	170
Figuur 150: Eindeloopschakelaars voor koersbeperking	171
Figuur 151: Stootdemper voor bescherming van de constructie	171
Figuur 152: Tasterfotocel voor palletdetectie op rollenbaan.....	172
Figuur 153: Fotocellen voor hoogtebeperking van de stapel palletten.....	173
Figuur 154: Lichtscherm voor de opening van de dispenser	174
Figuur 155: Monostabiel 5/3-ventiel met gesloten middenstand.....	175
Figuur 156: Pneumatisch schema	176
Figuur 157: Grafcet.....	178
Figuur 158: Verzameling gelaserde onderdelen	179
Figuur 159: Verzameling gelaserd plaatwerk.....	179
Figuur 160: Gedraaide as	180
Figuur 161: Opgespannen profielen in freesbank.....	180
Figuur 162: Gefreesde profielen	180
Figuur 163: Lassen van dwarsliggers in zijwand.....	181
Figuur 164: Verstevigde zijwand	181
Figuur 165: Inzetstukken lassen in bovenkast	181
Figuur 166: Vlaklijpen van de lasnaden	181
Figuur 167: Afgewerkte bovenkast	181
Figuur 168: Onderdelen verstelbare aanslag lassen	182
Figuur 169: Afgewerkte onderdelen	182

Figuur 170: Opspannen van de onderdelen.....	182
Figuur 171: Lassen van de onderdelen	182
Figuur 172: Afgewerkt frame	182
Figuur 173: Deelassembly's aan elkaar lassen	183
Figuur 174: Gelaste chassishelft.....	183
Figuur 175: Volledig gelast chassis (1)	183
Figuur 176: Volledig gelast chassis (2)	183
Figuur 177: Verzameling verzonken onderdelen	184
Figuur 178: Verzameling gemonteerde onderdelen	185
Figuur 179: Verzameling bekabelde onderdelen	186
Figuur 180: datasheet DSBC 100.....	201
Figuur 181: datasheet DSBC 80	202
Figuur 182: datasheet DSBC 50	203
Figuur 183: Datasheet ADN 100.....	204
Figuur 184: Datasheet ADN 80.....	205
Figuur 185: Datasheet ADN 63	206
Figuur 186: bouwwijzen ADN-cilinder.....	207
Figuur 187: Bouwwijzen ADN-cilinder.....	208
Figuur 188: Varianten ADN-cilinder	209
Figuur 189: Lenze catalogus, gewicht van GKS06-3M 090C32	211
Figuur 190: Datasheet inductieve sensor.....	214
Figuur 191: overzicht verschillende types klembussen	215
Figuur 192: Datasheet fotocel Leuze ontvanger	216
Figuur 193: Datasheet fotocel Leuze zender	217
Grafiek 1: Draagvermogen van de rol	20
Grafiek 2: Aantal rollen bij in midden geplaatste motor	27
Grafiek 3: Bepalen van de bedrijfsfactor	145
Grafiek 4: praktische trekkracht bij ADN-cilinders.....	210

16.2 Tabellijst

Tabel 1: Centerafstand i.f.v. grootte tandwiel	23
Tabel 2: Meting massa europalletten	103
Tabel 3: Pagina uit catalogoog van Renold Chains: treksterkte van de ketting.....	118
Tabel 4: Kettingwielen 12B-1-2-3.....	120
Tabel 5: Duplex kettingwiel voor simplex kettingen	121
Tabel 6: Spanbus BTK 80	122
Tabel 7: Afmetingen Winkelrol	125
Tabel 8: technische eigenschappen voor Winkelrollen	127
Tabel 9: ADN-cilinder schroefdraad zuigerstang	131
Tabel 10: Afmetingen ADN-cilinder	133
Tabel 11: Krachten ADN-cilinder	136
Tabel 12: Scharnierkop SGS M16x1.5	137
Tabel 13: Zwenkflens SNCS-80	137
Tabel 14: Bepalen grootte van de reductiekast	140
Tabel 15: Bepalen vermogen motor	142
Tabel 16: Afmetingen klembus BTK 80	158
Tabel 17: afmetingen en eigenschappen INAFAG PCJ 40:	159
Tabel 18: Afmetingen 12B kettingwiel	160
Tabel 19: afmetingen 12B ketting	161
Tabel 20: Afmetingen lager 6006 2RSR	162
Tabel 21: Afmetingen lagerblok UCUP 205	163
Tabel 22: Eigenschappen van Lenze reductiekast.....	212

17 Bijlagen

17.1 Normen en toleranties van een Europallet

- [ISO 445](#) Pallets for materials handling - Vocabulary (ISO 445:2008)
- [ISO 3676](#) Packaging—Unit Load Sizes—Dimensions
- [ISO 3394](#) Dimensions of Rigid Rectangular Packages, Transport Packages.
- [ISO 8611-1](#) Pallets for materials handling
 - [ISO 8611-1](#) Pallets for materials handling—Flat pallets—Part 1: Test methods
 - [ISO 8611-2](#) Pallets for materials handling—Flat pallets—Part 2: Performance requirements and selection of tests
- [ISO 12776](#) Pallets—Slip sheets
- [ISO 12777-1](#) Methods of test for pallet joints
 - [ISO 12777-1](#) Methods of test for pallet joints - Part 1: Determination of bending resistance of pallet nails, other dowel-type fasteners and staples
 - [ISO 12777-2](#) Methods of test for pallet joints - Part 2: Determination of withdrawal and head pull-through resistance of pallet nails and staples
 - [ISO 12777-3](#) Methods of test for pallet joints - Part 3: Determination of strength of pallet joints
- [ISO 15629](#) Pallets for materials handling—Quality of fasteners for assembly of new and repair of used, flat, wooden pallets
- [ISO 18334](#) Pallets for materials handling—Quality of assembly of new wooden pallets
- [ISO 18613](#) Repair of flat wooden pallets
- [EN 13626](#) Packaging - Box pallets - General requirements and test methods
- [EN 13382](#) Flat pallets for materials handling - Principal dimensions
- [EN 13698-1](#) Pallet production specification
 - [EN 13698-1](#) Pallet production specification - Part 1: Construction specification for 800 mm x 1200 mm flat wooden pallets
 - [EN 13698-2](#) Pallet production specification - Part 2: Construction specification for 1 000 mm x 1 200 mm flat wooden pallets
- [EN 15512](#) Steel static storage systems - Adjustable pallet racking systems - Principles for structural design
- [EN 15620](#) Steel static storage systems - Adjustable pallet racking - Tolerances, deformations and clearances

- **Size Tolerance**

Length 1200 mm -0/+3 mm

Width 800 mm -0/+3 mm

Height 144 mm -0/+2 mm

17.2 Afmetingen van een CHEP-pallet

Product Code	Product name	L x W x H (in millimetres)	Major Countries Available
B4840A	Timber Block Pallet North American Standard (48 x 40 inches)	1219 x 1016 x 141	USA, Italy, New Zealand
B1210A	Wooden Pallet	1200 x 1000 x 162	Most European countries, Latin America, United Kingdom, India, New Zealand
B0806A	Wooden & Metal Pallet	800 x 600 x 163	Most European countries, United Kingdom, South Africa
B1210M	Wooden Pallet - 3 Runner	1200 x 1200 x 154	India, China
160001	Wooden Pallet - New Zealand standard	1200 x 1000 x 140	New Zealand
B1210L	Perimeter Wooden Pallet	1200 x 1000 x 154	India, China
B4820A	Timber Half Pallet	1220 x 508 x 128	Canada
S1210A	Bearer Pallet	1200 x 1200 x 150	Namibia, South Africa
S1512A	Bearer Pallet	1500 x 1200 x 176	Namibia, South Africa
B1208A	Wooden Pallet	1200 x 800 x 144	Most European countries, United Kingdom, South Africa, India
S1165A	Wooden Pallet - Australian Standard	1165 x 1165 x 150	Australia, New Zealand
B1210C	Pallet Mercosur	1200 x 1000 x 145	USA, Argentina
B1060B	Wooden Pallet	1000 x 600 x 162	France
06040	Plastic Dolly	600 x 400 x 173	Austria, Switzerland
16517	Plastic Pallet - New Zealand standard	1219 x 1016 x 144	New Zealand
P0604A	Plastic Display Pallet	600 x 400 x 145	Most European countries
P1208B	Plastic Display Pallet	1200 x 800 x 160	Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Ireland, Netherlands, Portugal, Spain, Sweden, United Kingdom
P1210B	Plastic Pallet	1200 x 1000 x 160	Belgium, France, Germany, Ireland, Netherlands, Spain, United Kingdom
P1208A	Plastic Pallet	1200 x 800 x 160	Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Ireland, Netherlands, Portugal, Spain, Sweden, United Kingdom
P1210C	Blue Shield Plastic Pallet	1200 x 1000 x 150	China, Thailand, South Africa
P1210D	Plastic Pallet - 3 Runner	1200 x 1000 x 150	China
P1165A	Plastic Pallet	1165 x 1165 x 150	Australia
HHT06508	Automotive Pallet - US Standard	1166 x 1242 x 152	USA, Canada, Mexico
B1006C	Automotive Half Pallet	100 x 600 x 144	Most European Countries, Brazil, Argentina
B1210E	Automotive Pallet	1200 x 1000 x 144	Most European Countries, Brazil, Argentina

17.3 Datasheet pneumatische cilinders

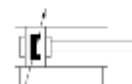
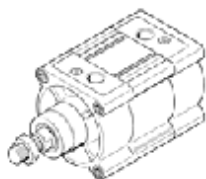
17.3.1 Festo pneumatische normcilinder DSBC 100

Normcilinder DSBC-100-250-PPVA-N3

Artikelnummer: 1384812

FESTO

met aan beide zijden in te stellen eindpositiedemping.



Informatieblad

Kenmerk	Waarde
Slag	250 mm
Zuigerdiameter	100 mm
Zuigerstangschroefdraad	M20x1,5
Demping	PPV: pneumatische demping aan beide zijden instelbaar
Inbouwpositie	willekeurig
Volgens norm	ISO 15552
Zuigerstangeinde	Uitwendige schroefdraad
Constructieve opbouw	Zuiger Zuigerstang Profielbuis
Positiedetectie	voor naderingsschakelaar
Varianten	eenzijdige zuigerstangen
Werkdruk	0,4 ... 12 bar
Werking	dubbelwerkend
Bedrijfsmedium	Perslucht volgens ISO8673-1:2010 [7:4:4]
Opmerking over werkings- en stuurmedium	Geoliede werking mogelijk (vereist in verdere werking)
Corrosiebestendigheidsklasse KBK	2
Omgevingstemperatuur	-20 ... 80 °C
Impactenergie in de eindposities	2,6 J
Dempingslengte	31 mm
Theoretische kracht bij 6 bar, terugloop	4.418 N
Theoretische kracht bij 6 bar, voorwaartse slag	4.712 N
te verplaatsen massa bij 0 mm slag	1.000 g
Gewichtstoeslag per 10 mm slag	101 g
Basisgewicht bij 0 mm slag	3.666 g
Toeslag massafactor per 10 mm slag	39 g
Soort bevestiging	met inwendige schroefdraad met toebehoren naar keuze:
Pneumatische aansluiting	G1/2
Materiaal - opmerking	RoHS conform
Informatie materiaal deksel	gespuitsgiet aluminium gecoat
Informatie materiaal dichtingen	TPE-U(PU)
Informatie materiaal zuigerstang	hooggelegeerd staal
Informatie materiaal cilinderbuis	aluminiumlegering glad geanodiseerd

Figuur 180: datasheet DSBC 100

17.3.2 Festo pneumatische normcilinder DSBC 80

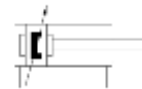
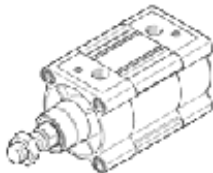
Normcilinder DSBC-80-250-PPVA-N3

Artikelnummer: 1383341

★ Kernprogramma

met aan beide zijden in te stellen eindpositiedemping.

FESTO



Informatieblad

Kenmerk	Waarde
Slag	250 mm
Zuigerdiameter	80 mm
Zuigerstangschroefdraad	M20x1,6
Demping	PPV: pneumatische demping aan beide zijden instelbaar
Inbouwpositie	willekeurig
Volgens norm	ISO 15562
Zuigerstangeinde	Uitwendige schroefdraad
Constructieve opbouw	Zuiger Zuigerstang Profielbuis
Positiedetectie	voor naderingsschakelaar
Varianten	eenzijdige zuigerstangen
Werkdruk	0,4 ... 12 bar
Werking	dubbelwerkend
Bedrijfsmedium	Perslucht volgens ISO8573-1:2010 [7:4:4]
Opmerking over werkings- en stuurmedium	Geoliede werking mogelijk (vereist in verdere werking)
Corrosiebestendigheidsklasse KBK	2
Omgevingstemperatuur	-20 ... 80 °C
Impactenergie in de eindposities	1,8 J
Dempingslengte	31 mm
Theoretische kracht bij 6 bar, terugloop	2.721 N
Theoretische kracht bij 6 bar, voorwaartse slag	3.016 N
te verplaatsen massa bij 0 mm slag	810 g
Gewichtstoetslag per 10 mm slag	92 g
Basisegewicht bij 0 mm slag	2.660 g
Toetslag massafactor per 10 mm slag	39 g
Soort bevestiging	met inwendige schroefdraad met toebehoren naar keuze:
Pneumatische aansluiting	G3/8
Materiaal - opmerking	RoHS conform
Informatie materiaal deksel	gespuitgiet aluminium gecoat
Informatie materiaal dichtingen	TPE-U(PU)
Informatie materiaal zuigerstang	hooggelegeerd staal
Informatie materiaal cilinderbuis	aluminiumlegering glad geanodiseerd

Figuur 181: datasheet DSBC 80

17.3.3 Festo pneumatische normcilinder DSBC 50

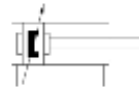
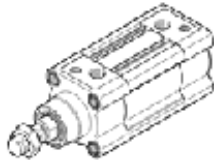
Normcilinder DSBC-50-25-PPVA-N3

Artikelnummer: 1366948

★ Kernprogramma

met aan beide zijden in te stellen eindpositiedemping.

FESTO



Informatieblad

Kenmerk	Waarde
Slag	25 mm
Zuigerdiameter	50 mm
Zuigerstangschroefdraad	M16x1,5
Demping	PPV: pneumatische demping aan beide zijden instelbaar
Inbouwpositie	willekeurig
Volgens norm	ISO 16662
Zuigerstangeinde	Uitwendige schroefdraad
Constructieve opbouw	Zuiger Zuigerstang Profielbuis
Positiedetectie	voor naderingsschakelaar
Varianten	eenzijdige zuigerstangen
Werkdruk	0,4 ... 12 bar
Werking	dubbelwerkend
Bedrijfsmedium	Perslucht volgens ISO8573-1:2010 [7:4:4]
Opmerking over werkings- en stuurmedium	Geoliede werking mogelijk (vereist in verdere werking)
Corrosiebestendigheidklasse KBK	2
Omgevingstemperatuur	-20 ... 80 °C
Impactenergie in de eindposities	1 J
Dempingslengte	22 mm
Theoretische kracht bij 6 bar, terugloop	990 N
Theoretische kracht bij 6 bar, voorwaartse slag	1.178 N
te verplaatsen massa bij 0 mm slag	366 g
Gewichtstoeslag per 10 mm slag	66 g
Basisegewicht bij 0 mm slag	1.190 g
Toeslag massafactor per 10 mm slag	26 g
Soort bevestiging	met inwendige schroefdraad met toebehoren naar keuze:
Pneumatische aansluiting	G1/4
Materiaal - opmerking	RoHS conform
Informatie materiaal deksel	gespuitgiet aluminium gecoat
Informatie materiaal dichtingen	TPE-U(PU)
Informatie materiaal zuigerstang	hooggelegeerd staal
Informatie materiaal cilinderbuis	aluminiumlegering glad geanodiseerd

Figuur 182: datasheet DSBC 50

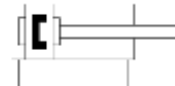
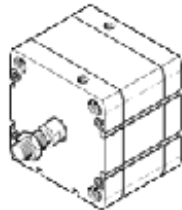
17.3.4 Festo pneumatische compacte cilinder ADN 100

Compacte cilinder ADN-100-25-A-P-A

Artikelnummer: 536377

FESTO

volgens ISO 21287, met positiedetectie, met uitwendige schroefdraad op de zuigerstang.



Informatieblad

Kenmerk	Waarde
Slag	25 mm
Zuigerdiameter	100 mm
Zuigerstangschroefdraad	M16x1,5
Demping	P: elastische dempingsringen/-platen aan beide zijden
Inbouwpositie	willekeurig
Volgens norm	ISO 21287
Zuigerstangeinde	Uitwendige schroefdraad
Positiedetectie	voor naderingsschakelaar
Varianten	eenzijdige zuigerstangen
Werkdruk	0,6 ... 10 bar
Werking	dubbelwerkend
Bedrijfsmedium	Perslucht volgens ISO8673-1:2010 [7:4:4]
Opmerking over werkings- en stuurmedium	Geoliede werking mogelijk (vereist in verdere werking)
Corrosiebestendigheidsklasse KBK	2
Omgevingstemperatuur	-20 ... 80 °C
Impactenergie in de eindposities	2,6 J
Theoretische kracht bij 6 bar, terugloop	4.624 N
Theoretische kracht bij 6 bar, voorwaartse slag	4.712 N
te verplaatsen massa bij 0 mm slag	670 g
Gewichtstoeslag per 10 mm slag	98 g
Basisgewicht bij 0 mm slag	2.164 g
Toeslag massafactor per 10 mm slag	26 g
Soort bevestiging	met doorgangsboring met inwendige schroefdraad met toebehoren naar keuze:
Pneumatische aansluiting	G1/8
Materiaal - opmerking	RoHS conform
Informatie materiaal deksel	gespuits aluminium gecoat
Informatie materiaal dichtingen	TPE-U(PUR)
Informatie materiaal zuigerstang	hooggelegeerd staal
Informatie materiaal cilinderbuis	aluminiumlegering glad geanodiseerd

Figuur 183: Datasheet ADN 100

17.3.5 Festo pneumatische compacte cilinder ADN 80

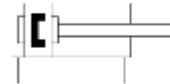
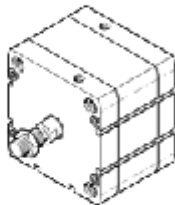
Compacte cilinder ADN-80-25-A-P-A

Artikelnummer: 636366

★ Kernprogramma

volgens ISO 21287, met positiedetectie, met uitwendige schroefdraad op de zuigerstang.

FESTO



Informatieblad

Kenmerk	Waarde
Slag	25 mm
Zuigerdiameter	80 mm
Zuigerstangschroefdraad	M16x1,5
Demping	P: elastische dempingsringen/-platen aan beide zijden
Inbouwpositie	willekeurig
Volgens norm	ISO 21287
Zuigerstangeinde	Uitwendige schroefdraad
Positiedetectie	voor naderingsschakelaar
Varianten	eenzijdige zuigerstangen
Werkdruk	0,6 ... 10 bar
Werking	dubbelwerkend
Bedrijfsmedium	Perslucht volgens ISO8673-1:2010 [7:4:4]
Opmerking over werkings- en stuurmedium	Geoliede werking mogelijk (vereist in verdere werking)
Corrosiebestendigheidsklasse KBK	2
Omgevingstemperatuur	-20 ... 80 °C
Impactenergie in de eindposities	1,8 J
Theoretische kracht bij 6 bar, terugloop	2.827 N
Theoretische kracht bij 6 bar, voorwaartse slag	3.016 N
te verplaatsen massa bij 0 mm slag	400 g
Gewichtstoeslag per 10 mm slag	79 g
Basisgewicht bij 0 mm slag	1.300 g
Toeslag massafactor per 10 mm slag	26 g
Soort bevestiging	met doorgangsboring met inwendige schroefdraad met toebehoren naar keuze:
Pneumatische aansluiting	G1/8
Materiaal - opmerking	RoHS conform
Informatie materiaal deksel	Aluminium geanodiseerd
Informatie materiaal dichtingen	TPE-U(PUR)
Informatie materiaal zuigerstang	hooggelegeerd staal
Informatie materiaal cilinderbuis	aluminiumlegering glad geanodiseerd

Figuur 184: Datasheet ADN 80

17.3.6 Festo pneumatische compacte cilinder ADN 63

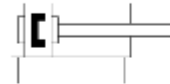
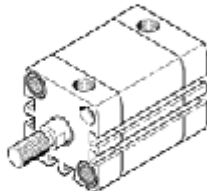
Compacte cilinder ADN-63-25-A-P-A

Artikelnummer: 636336

★ Kernprogramma

volgens ISO 21287, met positiedetectie, met uitwendige schroefdraad op de zuigerstang.

FESTO













Informatieblad





Kenmerk	Waarde
Slag	25 mm
Zuigerdiameter	63 mm
Zuigerstangschroefdraad	M12x1,25
Demping	P: elastische dempingsringen/-platen aan beide zijden
Inbouwpositie	willekeurig
Volgens norm	ISO 21287
Zuigerstangeinde	Uitwendige schroefdraad
Positiedetectie	voor naderingsschakelaar
Varianten	eenzijdige zuigerstangen
Werkdruk	0,6 ... 10 bar
Werking	dubbelwerkend
Bedrijfsmedium	Perslucht volgens ISO8673-1:2010 [7:4:4]
Opmerking over werkings- en stuurmedium	Geoliede werking mogelijk (vereist in verdere werking)
Corrosiebestendigheidsklasse KBK	2
Omgevingstemperatuur	-20 ... 80 °C
Impactenergie in de eindposities	1,3 J
Theoretische kracht bij 6 bar, terugloop	1.760 N
Theoretische kracht bij 6 bar, voorwaartse slag	1.870 N
te verplaatsen massa bij 0 mm slag	180 g
Gewichtstoetslag per 10 mm slag	69 g
Basisgewicht bij 0 mm slag	722 g
Toetslag massafactor per 10 mm slag	16 g
Soort bevestiging	met doorgangsboring met inwendige schroefdraad met toebehoren naar keuze:
Pneumatische aansluiting	G1/8
Materiaal - opmerking	RoHS conform
Informatie materiaal deksel	Aluminium geanodiseerd
Informatie materiaal dichtingen	TPE-U(PUR)
Informatie materiaal zuigerstang	hooggelegeerd staal
Informatie materiaal cilinderbuis	aluminiumlegering glad geanodiseerd

Figuur 185: Datasheet ADN 63

17.4 Bouwwijzen ADN-cilinder














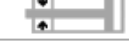



Function	Version	Type	Piston \varnothing	Stroke	Position sensing	Cushioning		
			[mm]	[mm]		Fixed	Self-adjusting	
					A	P	PPS	
Double-acting	Basic version							
		ADN	12	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40	1 ... 300	■	■	■ ∅ 20 ... 100
			16	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50	1 ... 300			
			20, 25	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60	1 ... 300			
			32, 40, 50	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 400			
			63	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 400			
			80, 100	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 500			
		ADN--S2 Through piston rod	12, 16, 20, 25	--	1 ... 300	■	■	■ ∅ 20 ... 100
			32, 40, 50, 63	--	1 ... 400			
			80, 100, 125	--	1 ... 500			
		ADN--S20 Through, hollow piston rod	16, 20, 25	--	1 ... 300	■	■	■ ∅ 20 ... 100
			32, 40, 50, 63	--	1 ... 400			
			80, 100, 125	--	1 ... 500			
	Reinforced piston rod							
		ADN--S1	25	--	5 ... 300	■	■	-
			40, 63	--	10 ... 400			
			100	--	10 ... 500			
	Non-rotating with square piston rod							
		ADN--Q	12, 16, 20, 25	--	1 ... 300	■	■	-
			32, 40, 50, 63	--	1 ... 400			
			80, 100, 125	--	1 ... 500			
		ADN--Q-S2 Through piston rod	12, 16, 20, 25	--	1 ... 300	■	■	-
			32, 40, 50, 63	--	1 ... 400			
			80, 100, 125	--	1 ... 500			
		ADN--Q-S20 Through, hollow piston rod	16, 20, 25	--	1 ... 200	■	■	-
			32, 40, 50, 63	--	1 ... 300			
80, 100, 125			--	1 ... 400				
Standard hole pattern, with clamping unit								
	ADN--KP	20, 25	--	10 ... 300	■	■	-	
		32, 40, 50, 63	--	10 ... 400				
		80, 100	--	10 ... 500				
Standard hole pattern, with end-position locking								
	ADN--EL	20, 25	--	10 ... 300	■	■	-	
		32, 40, 50, 63	--	10 ... 400				
		80, 100	--	10 ... 500				
With polymer end caps								
	ADNP	20, 25	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60	-	■	■	-	
		32, 40, 50	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80					

Figuur 186: bouwwijzen ADN-cilinder

Function	Version	Type	Piston \varnothing	Stroke	Position sensing	Cushioning		
			[mm]			[mm]	Fixed	Self-adjusting
					A	P	PPS	
Double-acting	Standard hole pattern, non-rotating with yoke							
		ADNGF	12	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40	1 ... 200	■	■	■ \varnothing 20 ... 100
			16	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50	1 ... 200			
			20, 25	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60	3 ... 200			
			32, 40, 50	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	5 ... 300			
			63, 80	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	5 ... 300			
			100	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	5 ... 400			
		ADNGF-S2 Through piston rod	12, 16	–	1 ... 200	■	■	■ \varnothing 20 ... 100
			20, 25	–	3 ... 200			
			32, 40, 50,	–	5 ... 250			
63, 80, 100			–					
Standard hole pattern, high-force cylinder								
	ADNH	25	–	1 ... 150	■	■	–	
		40	–					
		63	–					
		100	–					
Standard hole pattern, multi-position cylinder								
	ADNM	25	–	1 ... 2,000	■	■	–	
		40	–					
		63	–					
		100	–					

Figuur 187: Bouwwijzen ADN-cilinder

17.5 Varianten van ADN-cilinder

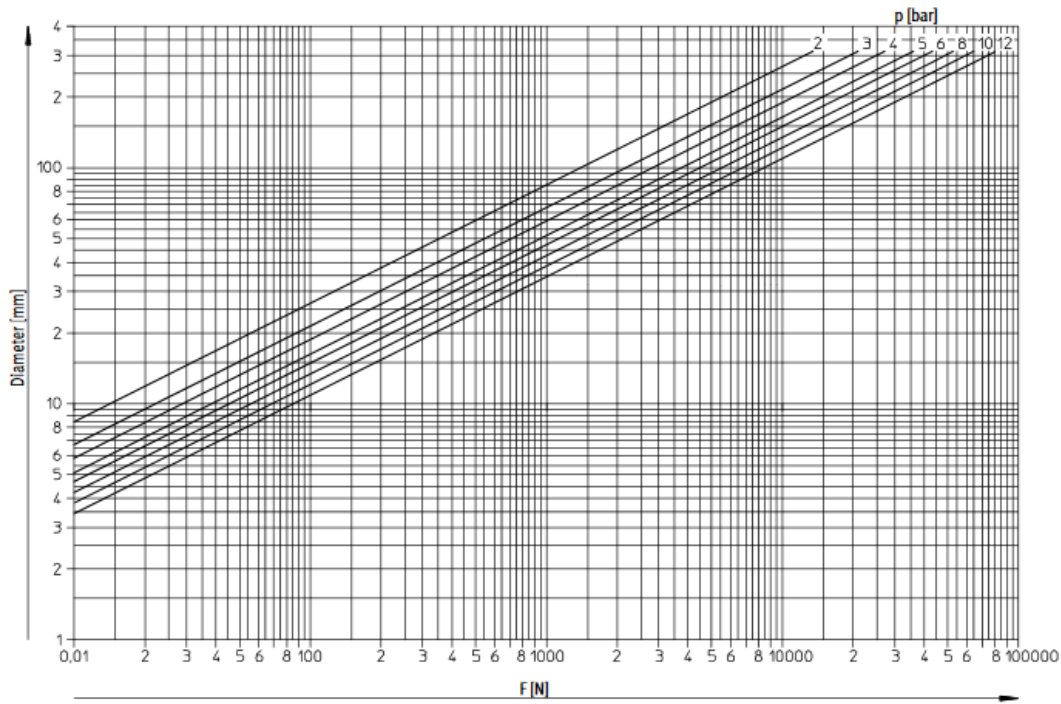
Variants from the modular product system		
Symbol	Key features	Description
	S1 Reinforced piston rod	Increased lateral forces. Absorbs many times more lateral force than a basic cylinder
	S2 Through piston rod	For working at both ends with the same force in the forward and return stroke, for attaching external stops
	S6 Heat-resistant seals	Temperature resistance up to max. 120 °C
	S10 Constant motion (slow speed) at low piston speeds	Suitable for slow stroke movements at a constant, judder-free speed over the full stroke of the cylinder. Seal contains silicone grease (not free of paint-wetting impairment substances)
	S11 Low friction	The special seals considerably reduce system wear. This corresponds to a considerably lower response pressure. Seal contains silicone grease (not free of paint-wetting impairment substances)
	S20 Through, hollow piston rod	For supplying vacuum, small parts, media, etc.
	K2 Extended male piston rod thread	–
	K5 Special piston rod thread	Metric standard thread to ISO
	K8 Extended piston rod	–
	K10 Smooth anodised aluminium piston rod	Ideal for use in welding environments: <ul style="list-style-type: none"> – Protection against welding spatter – Small working loads – Harder surface compared to steel – Long service life
	KP With clamping unit	Integrated clamping unit on the piston rod
	EL With end-position locking	Positive locking in the end position as a drop guard. If there is a drop in pressure, the piston rod is secured in its end position to prevent it from dropping
	Q Square piston rod	Protection against rotation. For correctly oriented feeding
	R3 High corrosion protection	All external cylinder surfaces comply with corrosion resistance class 3 to Festo standard 940 070. The piston rod is made from corrosion and acid resistant steel
	R8 Dust protection (wiper seal)	The cylinder is equipped with a hard-chrome plated piston rod and a rigid wiper seal, which protects against dry, dusty media
	TL Captive rating plate	Laser etched rating plate. For easy identification of components when it comes to replacement, even after years in a harsh environment
	TT Low temperature	Temperature resistance down to max. –40 °C

Figuur 188: Varianten ADN-cilinder

17.6 Verhouding tussen theoretische en praktische kracht bij een cilinder

Operating pressure p as a function of piston diameter and force F

An allowance of 10% has been included for frictional force



Grafiek 4: praktische trekkraft bij ADN-cilinders

17.7 Gegevens van Lenze motor met reductie

17.7.1 Massa Lenze motor

GKS helical-bevel gearboxes

Technical data



Weights

GKS□-3M HAR / HBR

	080C32	090C12	090C32	100C12	100C32	112C22	132C12	132C22
GKS04 m [kg]	23	29	31					
GKS05 m [kg]	33	39	41	47	49			
GKS06 m [kg]	47	53	55	61	64	77	99	106
GKS07 m [kg]	73	79	81	87	89	102	125	132
GKS09 m [kg]		127	129	135	138	150	174	181
GKS11 m [kg]				235	237	249	272	279
GKS14 m [kg]						420	440	447

	160C22	160C32	180C12	180C32	180C42	225C12	225C22
GKS07 m [kg]	175	190					
GKS09 m [kg]	224	239	290	295			
GKS11 m [kg]	322	337	388	393	413	612	632
GKS14 m [kg]	490	505	556	561	581	779	799

GKS□-3M HAK

	080C32	090C12	090C32	100C12	100C32	112C22	132C12	132C22
GKS04 m [kg]	26	31	33					
GKS05 m [kg]	37	43	45	51	53			
GKS06 m [kg]	54	60	62	68	71	84	106	113
GKS07 m [kg]	84	90	92	98	100	113	136	143
GKS09 m [kg]		143	145	151	154	166	190	197
GKS11 m [kg]				259	261	273	296	303
GKS14 m [kg]						453	473	480

	160C22	160C32	180C12	180C32	180C42	225C12	225C22
GKS07 m [kg]	186	201					
GKS09 m [kg]	240	255	306	311			
GKS11 m [kg]	346	361	412	417	437	636	656
GKS14 m [kg]	523	538	589	594	614	812	832

- Weights with oil filling for mounting position A; all values are approximate.
The weights relate to the basic version. Bear in mind that additional weights may be needed, e.g. for motor options.

17.7.2 Eigenschappen van Lenze reductiekast

Gearbox type	GKS
Housing	
Design	Cuboid
Material	Aluminium / cast iron
Solid shaft	
Design	with keyway to DIN 6885
Tolerance	k6 (d ≤ 50 mm) m6 (d > 50 mm)
Material	Tempered steel C45 or 42CrMo4
Hollow shaft	
Design	H: with keyway S: smooth
Tolerance	Bore H7
Material	Tempered steel C45
Toothed part	
Design	Ground tooth flanks Optimised tooth flank geometry
Material	Case-hardened steel
Shaft-hub joint	
	1st stage/prestage/helical (bevel) gearbox: Friction-type connection Output stage (= 2nd, 3rd or 4th stage): Friction-type or positive-fit connection
Shaft sealing rings	
Design	With dust lip
Material	NB / FP
Bearing	
Design	Ball bearing / tapered-roller bearing depending on size and design
Schmierstoffe	
Standard	DIN 51502
Quantities	corresponding to mounting position (see operating instructions)
Mechanical efficiency	
1-stage gearboxes $[\eta_{c=1}]$	
2-stage gearboxes $[\eta_{c=1}]$	
3-stage gearboxes $[\eta_{c=1}]$	0.95
4-stage gearboxes $[\eta_{c=1}]$	0.93
Notes	

Tabel 27: Eigenschappen van Lenze reductiekast

17.8 Bron verband tussen treksterkte en afschuifspanning.

Deze bron komt uit de technische gegevens van Würth bouten.

1.2.6 Treksterkte R_m (berekening)

Het eerste getal komt overeen met 1/100 van de nominale treksterkte in Newton mm² (R_m)

$$1^{\circ} \text{ getal} \times 100 = R_m$$

$$8 \times 100 = 800 \text{ N/mm}^2$$

Het tweede getal komt overeen met de verhouding tussen de nominale vloeigrens (R_e) tot de nominale treksterkte (R_m) maal 10.

$$2^{\circ} \text{ getal} = (R_e / R_m) \times 10$$

$$8 = (800 / 1000) \times 10$$

Vermenigvuldiging van het eerste getal met het tweede getal, komt overeen met 1/10 van de nominale vloeigrens, dat is dus bij de 8.8 bout; $8 \times 8 = 1/10$ van 640 N/mm².

Voorbeeld

Bout M8, sterkteklasse 8.8

Kernoppervlakte: $A_k = \text{kerndiameter}^2$ (zie tabel hieronder) $\times 1/4 \Lambda$

Trekkkracht: $R_t = 8 \times 100 = 800 \text{ N/mm}^2$

Treksterkte: $R_m = \text{trekkkracht} \times (\text{de kerndiameter}^2 \times 1/4 \Lambda) = 800 \times (6,8 \times 6,8 \times 0,785) = 29038 \text{ N}$
rechtlijnige belasting die op een M8 bout kan worden toegepast.

Vloeigrens: $R_e = 8 \times 8 \times 10 = 640 \text{ N/mm}^2$

$$640 \times \text{kernoppervlakte} = 640 \times 36,30 = 23232 \text{ N}$$

Buitendiameter	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
Kerndiameter	2.1	2.5	3.3	4.2	5	6.8	8.5	10.2	12	14	17.5

Bovengenoemde kernmaten zijn met een veilige marge.

1.2.7 Afschuifwaarde A_w

De afschuifwaarde geeft aan: de kracht (gewicht in Newton) die maximaal als belasting (loodrecht) op een bout uitgeoefend kan worden zonder dat de spoed (draad) afstroopt. Deze waarde is ongeveer 3/4 van de treksterkte wat bij bijv. een 8 mm 8.8 bout neerkomt op een afschuifwaarde van 21.778 N.

1.2.8 Breukrek A_5 (%)

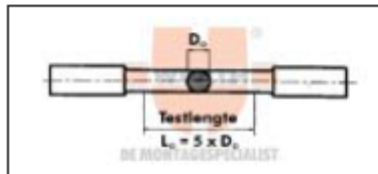
Breukrek is een belangrijke eigenschap voor de beoordeling van de vervormbaarheid van een bepaald materiaal die ontstaat onder belasting tot de breuk optreedt. Deze rek wordt weergegeven in procenten en berekend volgens onderstaande formule:

$$A_5 = (L_u - L_0) / L_0 \times 100$$

D_0 = kerndiameter van het testlichaam

L_0 = de oorspronkelijke te testen lengte = $5 \times D_0$

L_u = lengte na breuk



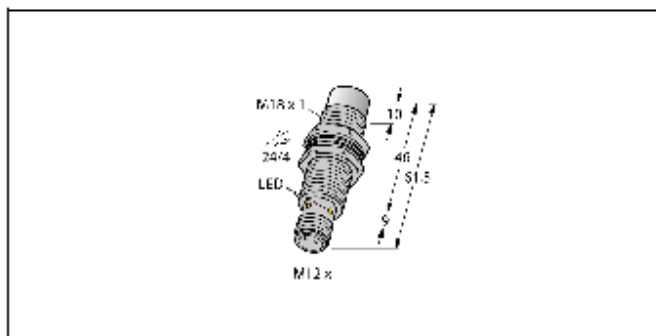
17.9 Datasheet inductive sensor

UPROX®

Inductive sensor
NI12U-MT18M-VP4X-H1141

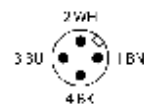
TURCK

Industrial
Automation



- Threaded barrel, M18 x 1
- Brass, PTFE-coated
- Factor 1 for all metals
- Resistant to magnetic fields
- Extended temperature range
- High switching frequency
- DC 4-wire, 10...65 VDC
- Changeover contact, PNP output
- M12 x 1 male connector

Wiring Diagram



Type code	NI12U-MT18M-VP4X-H1141
Ident no.	1581457
Rated switching distance Sn	12 mm
Mounting conditions	non-flush
Assured switching distance	≤ (0,81 x Sn) mm
Repeatability	≤ 2 % of full scale
Temperature drift	≤ ± 10 %
Hysteresis	≤ ± 15 %, ≤ -25 °C v ≥ +70 °C
Ambient temperature	3...15 %
Operating voltage	10... 65VDC
Residual ripple	≤ 10 % U _n
DC rated operational current	≤ 200 mA
No-load current I ₀	≤ 15 mA
Residual current	≤ 0.1 mA
Rated insulation voltage	≤ 0.5 kV
Short-circuit protection	yes
Voltage drop at I ₀	≤ 1.8 V
Wire breakage / Reverse polarity protection	yes/ complete
Output function	4-wire, complementary, PNP
Protective insulation	III
Switching frequency	1.5 kHz
Construction	Threaded barrel, M18 x 1
Dimensions	61.5 mm
Housing material	Metal, CuZn, PTFE-coated
Active area material	Plastic, PBT, PTFE-coated
Max. tightening torque housing nut	15 Nm
Connection	Flange connector, M12 x 1
Vibration resistance	55 Hz (1 mm)
Shock resistance	30 g (11 ms)
Protection class	IP67
MTTF	874 years acc. to SN 29500 (Ed. 99) 40 °C
Switching state	LED yellow

Functional principle

Inductive sensors detect metal objects contactless and wear-free. uprox® Factor 1 sensors have significant advantages due to their patented ferrite-coreless multicoil system. They detect all metals at the same large switching distance and are resistant to magnetic fields.

Edition - 2016-05-14 10:17:40:09+02:00

1 / 3 Hies Turck GmbH & Co.KG • D-45472 Mülheim an der Ruhr • Witzlebenstraße 7 • Tel. 0208 4952-0 • Fax 0208 4952-284 • more@turck.com • www.turck.com


Figuur 190: Datasheet inductive sensor

17.10 Verschillende types klembussen




Figuur 191: overzicht verschillende types klembussen


17.11 Datasheet fotocel Leuze ontvanger



Leuze electronic

LS 96









150m

10 - 30 V
DC

A²LS

- Throughbeam photoelectric sensors with high performance reserve in infrared light
- Robust metal housing with glass cover, protection class IP 67/IP 69K for industrial application
- Complementary outputs, sensitivity adjustment and delay before start-up for optimal adaptation to the application
- Connection via M12 connector or terminal compartment
- Multiple options with warning output, activation input, switching delays and optics heating for use at low temperatures

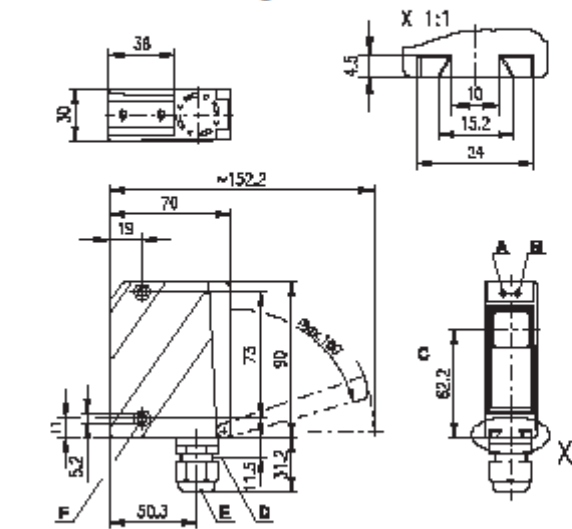






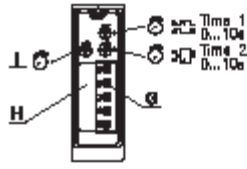
Accessories:
(available separately)

- Mounting systems (BT 96, BT 96.1, UMS 96, BT 450.1-96)
- M12 connectors (KD ...)
- Ready-made cables (K-D ...)
- Alignment aid ARH 96

We reserve the right to make changes + 96_006v.fm

Dimensioned drawing



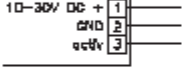


- A Indicator diode green
- B Indicator diode yellow
- C Optical axis
- D Device plug M12x1
- E Screwed cable gland M16x1.5 for Ø 5 ... 10mm
- F Countersinking for SK nut M5, 4.2 deep
- G Connection terminals
- H Cable entry
- I Sensitivity adjustment

Electrical connection

Transmitter

24

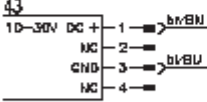


10-30V DC + 1

GND 2

acVv 3

43




10-30V DC + 1 → br/BN

NC 2 →

GND 3 → bl/YU

NC 4 →

1090-43



10-30V DC + 1 → br/BN

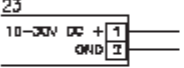
NC 2 →

GND 3 → bl/YU

acVv 4 → ww/BX

Receiver

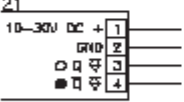
23



10-30V DC + 1

GND 2

21



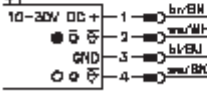
10-30V DC + 1

GND 2

3 3

4 4

41



10-30V DC + 1 → br/BN

3 3 → ww/WH

GND 3 → bl/YU

4 4 → ww/BX


Leuze electronic GmbH + Co. KG
www.leuze.de

Post-box 1111 D-73277 Owen-Teck Tel. +49 7021 5730

LS 96 M/P-3010-2/4 - 06
LS 96 M/P-3012-2 - 06


Figuur 192: Datasheet fotocel Leuze ontvanger


17.12 Datasheet fotocel Leuze zender



Leuze electronic


LS 96










150m

10 - 30 V
DC



- Throughbeam photoelectric sensors with high performance reserve in infrared light
- Robust metal housing with glass cover, protection class IP 67/IP 69K for industrial application
- Complementary outputs, sensitivity adjustment and delay before start-up for optimal adaptation to the application
- Connection via M12 connector or terminal compartment
- Multiple options with warning output, activation input, switching delays and optics heating for use at low temperatures

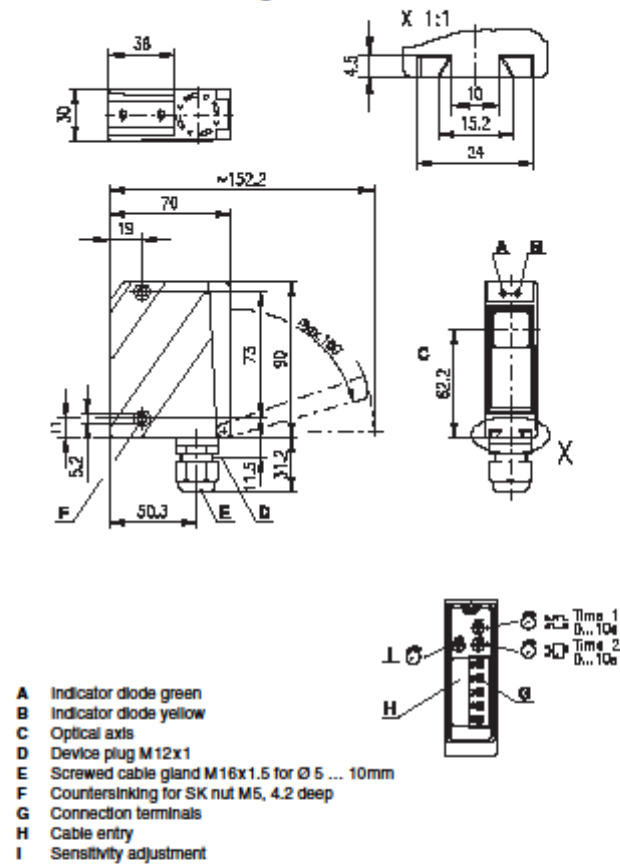






Accessories:
(available separately)

- Mounting systems (BT 96, BT 96.1, UMS 96, BT 450.1-96)
- M12 connectors (KD ...)
- Ready-made cables (K-D ...)
- Alignment aid ARH 96

We reserve the right to make changes + 96_006v.fm

Dimensioned drawing

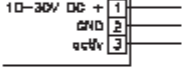


A Indicator diode green
B Indicator diode yellow
C Optical axis
D Device plug M12x1
E Screwed cable gland M16x1.5 for Ø 5 ... 10mm
F Countersinking for SK nut M5, 4.2 deep
G Connection terminals
H Cable entry
I Sensitivity adjustment

Electrical connection

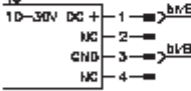
Transmitter

24



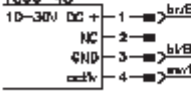
10-30V DC + 1
 GND 2
 acVv 3

43



10-30V DC + 1 → br/BN
 NC 2 →
 GND 3 → bl/BU
 NC 4 →

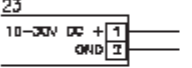
1090-43



10-30V DC + 1 → br/BN
 NC 2 →
 GND 3 → bl/BU
 acVv 4 → ww/BK

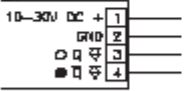
Receiver

23



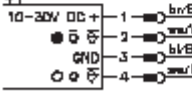
10-30V DC + 1
 GND 2

21



10-30V DC + 1
 GND 2
 3
 4

41



10-30V DC + 1 → br/BN
 2 → ww/WH
 3 → bl/BU
 GND 3
 4 → ww/BK

Leuze electronic GmbH + Co. KG
www.leuze.de

Post-box 1111 D-73277 Owen-Teck Tel. +49 7021 5730

LS 96 M/P-3010-2/4 - 06
LS 96 M/P-3012-2 - 06

Figuur 193: Datasheet fotocel Leuze zender

17.13 Datasheet tasterfotocel Leuze



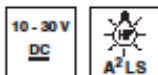
Leuze electronic

HRT 96

Diffuse reflection light scanner with background suppression



100 ... 1800mm
100 ... 1200mm



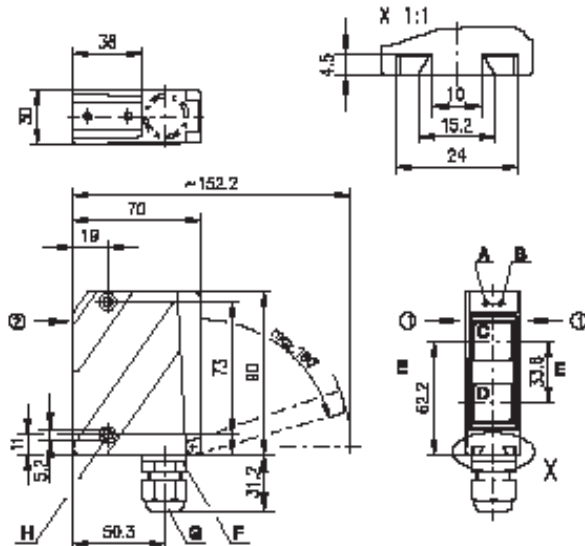
- Scanner with adjustable background suppression in visible red light or infrared light
- Robust metal housing with glass cover or plastic housing, protection class IP 67/ IP 69K for industrial application
- Complementary outputs, scanning range adjustment and delay before start-up for optimal adaptation to the application
- Connection via M12 connector or terminal compartment
- Multiple options with switching delays, activation input and optics heating for use at low temperatures

We reserve the right to make changes • 96_0016.fm

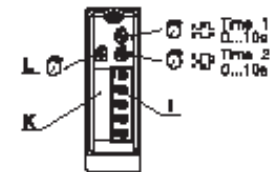
Accessories:
(available separately)

- Mounting systems (BT 96, BT 96.1, UMS 96, BT 450.1-96)
- M12 connectors (KD ...)
- Ready-made cables (K-D ...)

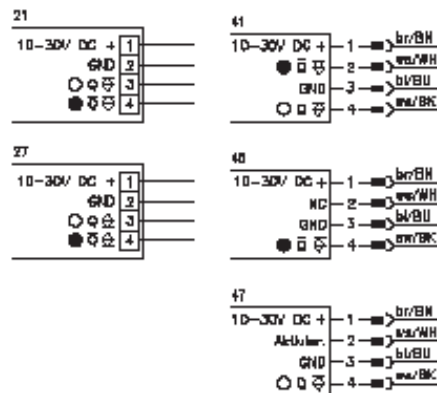
Dimensioned drawing



- A Indicator diode green
 - B Indicator diode yellow
 - C Transmitter
 - D Receiver
 - E Optical axis
 - F Device plug M12x1
 - G Screwed cable gland M16x1.5 for Ø 5 ... 10mm
 - H Countersinking for SK nut M5, 4.2 deep
 - I Connection terminals
 - K Cable entry
 - L Scanning range adjustment
- Preferred entry direction for objects ⊕ + ⊙



Electrical connection





Specifications

Optical data

Typ. scanning range limit (white 90%) 1)
Scanning range 2)
Adjustment range
Light source
Wavelength

Infrared light

100 ... 1800mm
see tables
150 ... 1200mm
LED (modulated light)
890nm

Red light

100 ... 1200mm
see tables
100 ... 800mm
LED (modulated light)
660nm

Timing

Switching frequency 300Hz
Response time 1.67ms
Delay before start-up < 200ms

Electrical data

Operating voltage UB 10 ... 30VDC (incl. residual ripple)
Residual ripple < 15% of UB
Bias current < 35mA, < 75mA with optics heating
Switching output PNP transistor
Function characteristics light or dark switching (reversible)
Signal voltage high/low > (UB-2V) < 2V
Output current max. 100mA

Indicators

LED green
LED yellow

Mechanical data

Housing
Optics cover
Weight
Connection type
Metal housing
diecast zinc
glass
380g
terminals or M12 connector

Environmental data

Ambient temp. (operation/storage) -20°C ... +60°C / -40°C ... +70°C
Protective circuit 1)
VDE safety class 4)
Protection class II, all-insulated
IP 67, IP 69K 5)
LED class 1 (acc. to EN 60825-1)
Standards applied IEC 60947-5-2

Options

Optics heating for temperature changes, prevents fogging
Low temperature to -35°C
Switching delay (slow oper./release) 0 ... 10s (separately adjustable)
Activation input activ
Transmitter active/not active > 8V < 2V
Activation/disable delay < 0.5ms
Input resistance 47kΩ ± 10%

- 1) Typ. scanning range limit: max. attainable range without performance reserve
2) Scanning range: recommended range with performance reserve
3) 1-transient protection, 2-polarity reversal protection, 3-short circuit protection for all outputs, 4-interference blanking
4) Rating voltage 250VAC
5) IP 69K test acc. to DIN 40050 part 9 simulated, high pressure cleaning conditions without the use of additives, acids and bases are not part of the test

Remarks

- With the set scanning range, a tolerance of the upper scanning range limit is possible depending on the reflection properties of the material surface.
The diffuse reflection light scanner is also available with integrated AS-I chip for direct connection to the AS-I system.

Order guide

Selection table with columns for order codes and rows for equipment features like Light source, Connection, and Features.

HRT 96 M/P ... - 09

Tables

Red light

Table with 3 rows and 3 columns showing scanning range limits for red light.

Infrared light

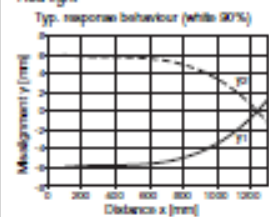
Table with 3 rows and 3 columns showing scanning range limits for infrared light.

Legend table for scanning range limits: 1 white 90%, 2 gray 18%, 3 black 6%.

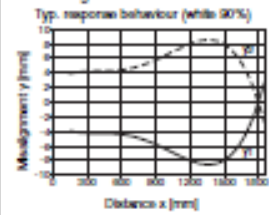
Scanning range (mm)
Typ. scanning range limit (mm)

Diagrams

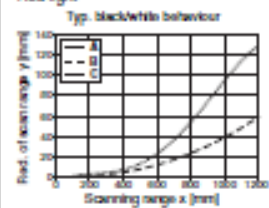
Red light



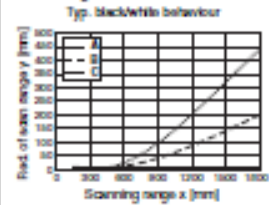
Infrared light



Red light



Infrared light



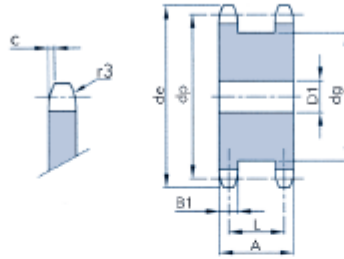
A white 90%
B gray 18%
C black 6%



0603

17.14 Afmetingen dubbel kettingwiel

duplex kettingwielen voor simplex kettingen
pignons duplex pour chaînes simplex
 3/4" x 7/16" 12B-1



voor rollanketting pour chaînes à rouleaux DIN 8187 ISO/R 606	
19,05 x 11,68	
12B - 1	
stap / pas	19,05
inw br. / largeur int.	11,68
rol-ø / ø du rouleau	12,07
tandbreedtes / largeur de dents	
B1	11,1
C	2
r3	19
material / matériau	C 43

Z*	de	dp	D1	dg	A	L	Kg
12	81,8	73,60	20	53	44	33,4	0,91
13	87,8	49,59	20	59	44	33,4	1,12
14	93,8	85,61	20	65	44	33,4	1,33
15	99,8	91,63	20	71	44	33,4	1,57
16	105,8	97,65	20	77	44	33,4	1,84
17	111,9	103,67	20	83	44	33,4	2,12
18	117,9	109,71	20	89	44	33,4	2,42
19	123,9	115,75	20	95	44	33,4	2,75
20	130,0	121,75	20	101	44	33,4	3,09
21	136,0	127,82	20	107	44	33,4	3,42
23	148,1	139,90	20	119	44	33,4	4,24
25	160,2	152,00	20	131	44	33,4	5,07

Tabel 28: Dubbel kettingwiel