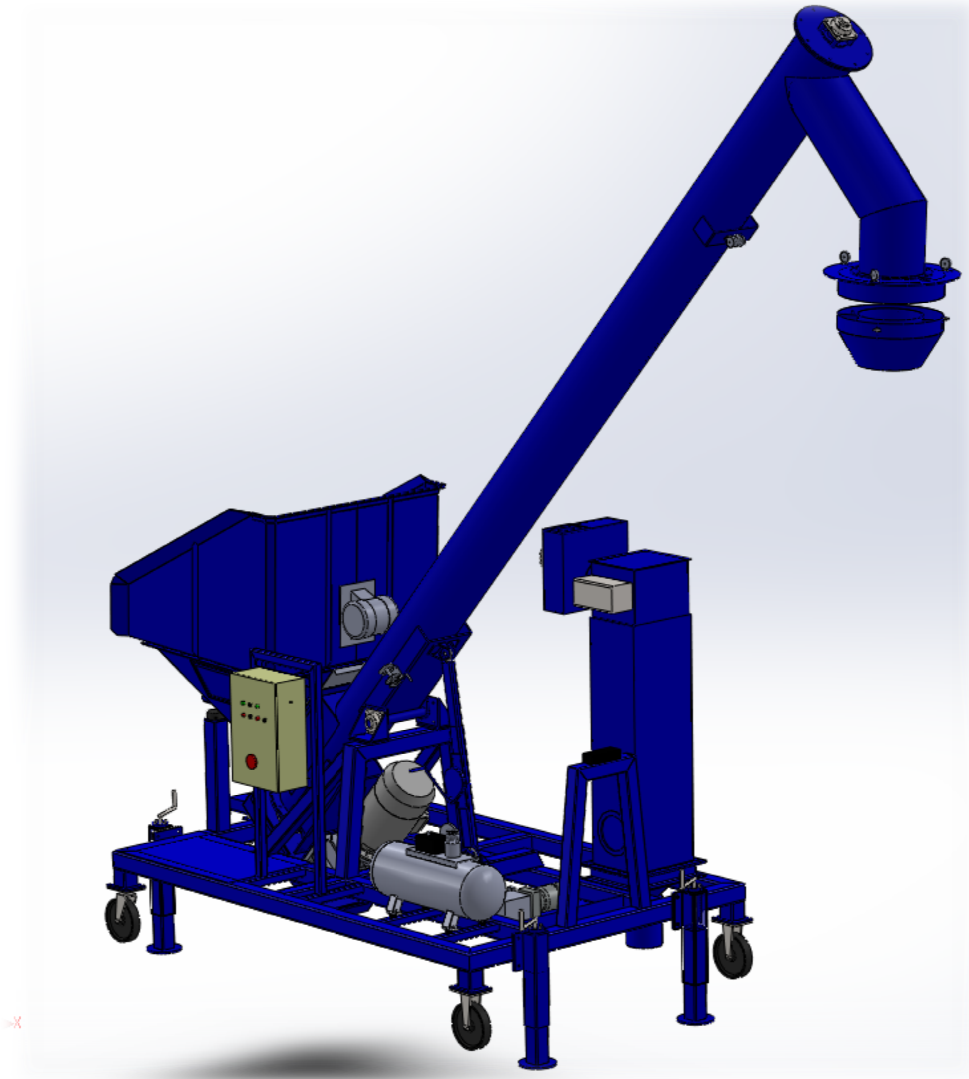


Afstudeerscriptie

Mobiele vrachtwagenbelader



Wesly Tol
08037779
Moordrecht, 18 december 2012

Voorwoord

Dit rapport heb ik geschreven in het kader van mijn afstudeeropdracht. Aan het eind van de studie HBO -werktuigbouwkunde moet er een afstudeeropdracht binnen een bedrijf worden gedaan. Hier moet de student laten zien over de juiste competenties te beschikken om zelfstandig een opdracht op te kunnen lossen.

Voor mijn afstudeeropdracht ben ik bij Transtech Industrieservice BV terecht gekomen om de reden dat er hier een opdracht was welke binnen mijn interesses valt.

Dit rapport is daarom ook voornamelijk bedoeld voor Transtech als uitwerking van de mobiele vrachtwagenbelader. Daarbij is het rapport als toetsing voor school om te zien of de competenties behaald zijn voor het afstuderen.

Mijn dank gaat uit naar Transtech Industrieservice BV voor het mogelijk maken van een afstudeerplek. In het bijzonder wil ik Sander Janmaat en Tim Versteeg danken voor de kritiek en aanvullende informatie die nodig was bij het tot stand komen van dit verslag.

Moordrecht, 18 december 2012

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Achtergrondinformatie.....	6
3. Opdracht.....	7
4. Analyse huidige systeem	9
4.1 Functie analyse	9
4.2 Sterkteberekening frame	11
4.3 Aandrijving.....	12
4.3.1. Aan te drijven componenten	12
4.3.2 Keuze verantwoording aandrijvingen	13
4.4 Transportsysteem.....	14
4.5 Beladingsbalg.....	15
4.5.1 Huidig systeem	15
4.5.2 Concepten beladingsbalg	16
4.5.3 Keuze verantwoording beladingsbalg	18
5. Uitwerking hoekverdraaiing transportschroef	19
5.1 Concepten hoekverdraaiing transportschroef	19
5.2 Uitwerking gekozen concept	20
6. Uitwerking beladingsbalg	21
6.1 Werking	21
6.2 Materialen	22
6.3 Kosten.....	24
7. Capaciteit transportschroef.....	25
7.1 Toerental	25
7.2 Aanvoergrootte	25
7.3 Capaciteitsberekening.....	26
8. Stempels	28
8.1 Ontwerpgegevens	28
8.2 Concepten stempels	31
8.3 Uitwerking spindel stempels	31
8.3.1 Materialen.....	32
8.3.2 Kosten.....	35
9. Toevoegingen huidig ontwerp.....	36
9.1 Ondersteuning onder de stortbak.....	36
9.2 Druktransmitter.....	39
9.3 Doseerschuiif.....	40
10. Opties op de Pablo	43
10.1 Filter.....	43
10.2 Compressor	45
11. Documentatie	46
Conclusie & aanbevelingen.....	47
Literatuurlijst.....	48
Bijlagen.....	49

Samenvatting

Dit rapport behandelt de uitwerking en verbeteringen van de mobiele vrachtwagenbelader Pablo welke door Transtech is ontwikkeld.

De achtereenvolgende hoofdstukken gaan in op een aantal voor de vrachtwagenbelader relevante aspecten zoals:

- Analyse van het huidige systeem
- Berekeningen aan het frame, hydrauliekcilinder en transportschroef
- Conceptkeuzes voor verbetering van de positionering en stabiliteit van de belader
- Opties welke op de machine kunnen worden geïntegreerd zoals een stoffilter en compressor
- Aanpassingen en toevoegingen aan het ontwerp
- Documentatie van tekeningen en onderdelenlijsten

De conclusie is dat de machine in zijn huidige vorm al een goed doordacht ontwerp is. Echter zijn toch de nodige aanpassingen en aanvullingen gedaan om het ontwerp te optimaliseren. De eisen van Transtech zijn ingevuld door; de stabiliteit, positionering en uitstraling op de gestelde punten aan te passen. Ook zijn aanpassingen gedaan om de machine breder inzetbaar te maken door een doseerschuiף te monteren bij de aanvoer van de transportschroef. Tot slot is alles overzichtelijk gedocumenteerd zodat de vrachtwagenbelader direct in productie genomen kan worden.

1. Inleiding

Vanzelfsprekend is het voor een bedrijf belangrijk om het vervaardigde product zo snel en goed mogelijk bij de klant af te kunnen leveren. Belangrijk hierbij is het beladen van de vrachtwagens die het product vervoeren. Hiervoor heeft Transtech Industrieservice BV een mobiele vrachtwagenbelader ontwikkeld. Echter is deze belader pas één keer gerealiseerd en feitelijk nog een prototype.

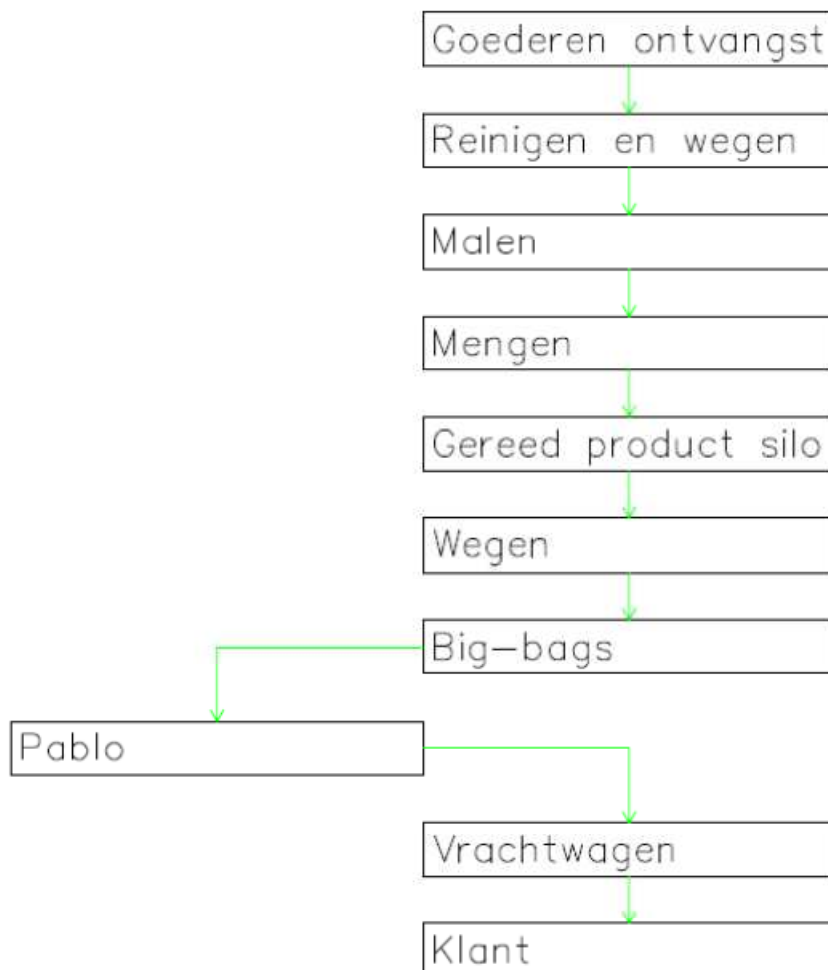
Dit rapport beschrijft het huidige ontwerp van de vrachtwagenbelader en welke verandering/aanpassingen deze heeft ondergaan. Uiteengezet wordt wat de aanpassingen zijn en hoe hier tot is gekomen.

In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt aandacht besteed aan de achtergronden van dit afstudeerproject en het bedrijf. In hoofdstuk 3 wordt duidelijk wat de opdracht inhoudt en wat de eisen en wensen zijn. Hoofdstuk 4 behandelt het huidige systeem en of deze voldoet aan de gestelde eisen. In de hierop volgende hoofdstukken wordt uiteengezet welke concepten zijn bedacht voor de door te voeren aanpassingen. Verder wordt in hoofdstuk 10 een aantal opties geïntegreerd op het frame. Na de conclusie/aanbevelingen en literatuurlijst volgen tot slot een aantal bijlagen.

2. Achtergrondinformatie

Om meer duidelijkheid te krijgen in het probleem zal er eerst een omschrijving gegeven worden van de toepassing van een vrachtwagenbelader in een complete fabriek.

De mobiele vrachtwagen belader (Pablo), wat staat voor **P**rofessional **A**llround **B**ulk **L**Oader. Wordt toegepast binnen fabrieken in de droge proces industrie zie Figuur 1. Binnen deze fabrieken worden producten gemengd en verwerkt tot de gewenste eindproducten voor de afnemer. De producten worden veelal opgeslagen in Big Bags en dienen vanuit de fabriek naar de klant te worden vervoerd. Dit transport gebeurt veelal door middel van bulkvrachtwagens. Deze vrachtwagens hebben een bepaalde hoogte en een beperkte invoergrootte, waardoor bulkwagens niet simpelweg zijn te beladen. Een ander probleem is dat er veel stof vrijkomt bij het overstorten naar de wagens. Hiervoor is de Pablo ontwikkeld.



Figuur 1

3. Opdracht

De opdracht is samen te vatten tot: het uitwerken, optimaliseren en documenteren van de mobiele vrachtwagenbelader.

Opdrachtgever Transtech Industrieservice BV

Transtech is een veelzijdig bedrijf welke met eigen engineering en monteurs installaties en projecten verzorgd in de volgende industriële disciplines:

- Luchttechniek (ontstoffingssystemen, centrale stofzuigsystemen, luchtbehandeling)
- Machinebouw (materiaaltransport, dosering en weging)

Probleemstelling

Vanuit de markt kwam de vraag om bulkwagens te beladen met een mobiel systeem. Om in deze vraag te voorzien heeft Transtech een mobiele vrachtwagenbelader ontwikkeld.

Transtech hoopt in de toekomst meer van deze machines te kunnen gaan leveren. Echter omdat het ontwerp pas een keer is uitgevoerd is er feitelijk nog sprake van een prototype. Daarom dient het ontwerp nog eens kritisch te worden beschouwd.

Opdracht

Herontwerp de mobiele vrachtwagen belader zodat deze geproduceerd kan gaan worden met verschillende opties. Waarbij een aantal verbeteringen eventueel mogelijk zijn.

- Analyseren van de huidige mobiele vrachtwagenbelader
- Persluchtcentrale en stoffilter als optie op het frame
- Concepten maken
- Documentatie (Productietekeningen, spare-parts lijsten)
- Sterkteberekeningen
- Optimaliseren beladingsbalg

Doelstellingen

Aan het eind van de afstudeerperiode moet er een volledig verbeterd ontwerp inclusief bijbehorende documentatie van de mobiele vrachtwagen belader zijn. Zodat deze direct in productie genomen kan worden. Het proces hoe dit is bewerkstelligd dient ook vastgelegd te zijn in de vorm van een scriptie.

Projectgrenzen

De besturing van de vrachtwagenbelader, o.a. de benodigde schakelkast, schakelschema's en besturingsschema's worden buiten beschouwing gelaten.

Transtech Industrieservice b.v.

Haagse Hogeschool

Sander Janmaat

Wesly Tol

.....

.....

Pakket van eisen en wensen

Transtech Industrieservice BV heeft te kennen gegeven dat er een aantal eisen zijn waaraan het uiteindelijke ontwerp moet voldoen. Door deze eisen in een vroeg stadium vast te leggen kan gegarandeerd worden met alle eisen rekening te houden.

Eisen

- Dichtheid toe te passen producten:
 - Meelachtige producten stortgewicht tot 500 kg/m³
 - Poederachtige producten tot 1200 kg/m³
 - Bereik tussen 500 en 1500 kg/m³
- Afmeting Big Bags:
 - Lengte incl. lussen variabel van 140-210 cm
 - Bodem oppervlakte 100x100 cm
 - Grootste breedte gevulde Big Bag door bolling 125 cm
 - Uitloopslurf diameter: van ca 35-45 cm
 - Lengte uitloopslurf: van ca. 25-50 cm
- Vrachtwagen binnen 2 uur beladen
- Frame belastbaar op eigen gewicht + gewicht van het te vertransporteren product
- Hydrauliek cilinder selecteren voor het heffen van de transportschroef
- Verbeteren van het positioneren van de beladingsbalg t.o.v. huidig ontwerp
- Stabiliteit verbeteren t.o.v. huidig ontwerp
- Systeem mag niet draaien zonder persluchtaansluiting
- Integreren van compressor
- Integreren van een stoffilter
- Gebruik van standaard componenten
- Vrachtwagenbelader moet mobiel zijn/blijven

Wensen

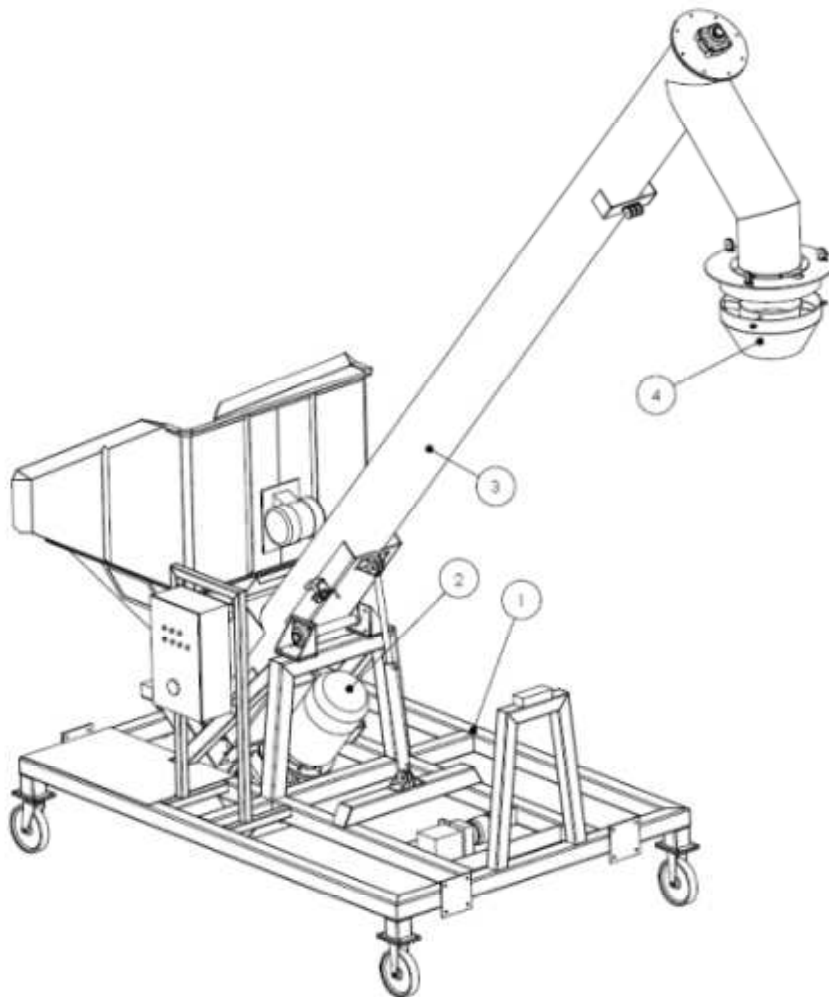
- De leidingen moeten zoveel mogelijk weggewerkt worden
- Bedieningsvriendelijk
- Alle draaiende onderdelen moeten zo onderhoudsvrij mogelijk zijn
- Afdichtingen moeten zo gebruikt worden dat vervanging vrijwel nooit nodig is
- Goede bereikbaarheid van de slijtageonderdelen.

4. Analyse huidige systeem

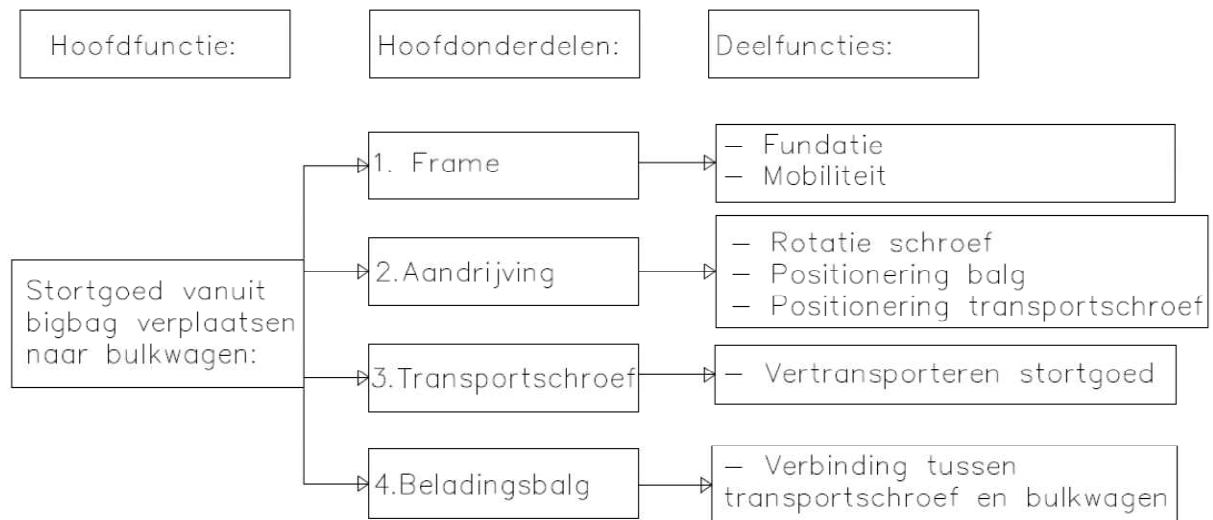
Om een goed beeld te krijgen van de huidige situatie wordt in dit hoofdstuk de vrachtwagenbelader volledig geanalyseerd. Zo wordt duidelijk of er naast de aandachtspunten die Transtech naar voren heeft gebracht in de opdracht nog andere zwakke punten in het ontwerp aanwezig welke voor verbetering vatbaar zijn. Dit hoofdstuk begint met een functieanalyse daarna komen de verschillende constructie elementen aan bod.

4.1 Functie analyse

In de functie analyse wordt het ontwerp geanalyseerd, het gaat hierbij om de hoofd onderdelen (Figuur 2) en welke functies deze hebben. De hoofdfunctie en de verschillende deelfuncties worden weergegeven in Figuur 3. Pablo is in vier hoofdonderdelen opgedeeld, elk van de deze delen heeft zijn eigen functie dit word weergegeven bij de deelfuncties.



Figuur 2



Figuur 3

De hoofdonderdelen hebben elk een eigen functie, wanneer deze functies gekoppeld worden ontstaat er een totaal werkende machine. De diverse functies van de hoofdonderdelen worden geanalyseerd om een juist beeld te krijgen welke functie de verschillende onderdelen hebben.

1. Frame:

Het frame is de basis van de Pablo, op dit onderdeel worden alle overige onderdelen bevestigd. Van cruciaal belang is dat het frame de optredende belasting ten gevolge de massa van de onderdelen en stortgoed kan ondervangen. Dit gebeurt door een constructie gemaakt van koker 100x100x4. Verder moet het frame verplaatsbaar zijn, hiervoor is het frame voorzien van wielen en een lepelhouder waarmee het frame voortgetrokken kan worden.

2. Aandrijving:

Op verschillende posities moeten onderdelen aangedreven worden, dit om alle benodigde rotaties/translaties te kunnen realiseren. Dit is dan ook de functie van de aandrijving. De transportschroef moet kunnen roteren dit word gedaan door middel van elektromotor. Voor de op en neergaande beweging van de transportschroef moet er een aandrijving tussen het frame en de schroef zijn dit gebeurt door middel van een hydrauliekcilinder. Aan het uiteinde van de transportschroef bevind zich de beladingsbalg welke verticaal op en neer moet kunnen gaan. De aandrijving hiervan is momenteel handmatig. Verder zullen er stempels onder het frame komen om de stabiliteit te verbeteren. De aandrijving wordt nader in dit rapport bepaald.

3. Transportschroef

Het verplaatsen van A naar B verplaatsen van stortgoed. Een buis met daarop spiraalvormig geplaatst een schroefblad of meerde schoepen.

De as draait in een nauw passende pijp. Het stortgoed wordt door het schroefblad vanaf de stortbak naar de beladingsbalg geduwd. De as wordt ondersteund door lagers aan de boven en onderkant. Deze lagers zijn van luchtafdichting voorzien zodat er geen stortgoed in de lagers kan komen.

4. Beladingsbalg

De functie van de beladingsbalg is het creëren van een verbinding tussen transportschroef en bulkwagen. Dit gebeurt door middel van een flexibele manchet welke verticaal verplaatsbaar is. Het verplaatsen van de balg gebeurt met een enkele staalkabel.

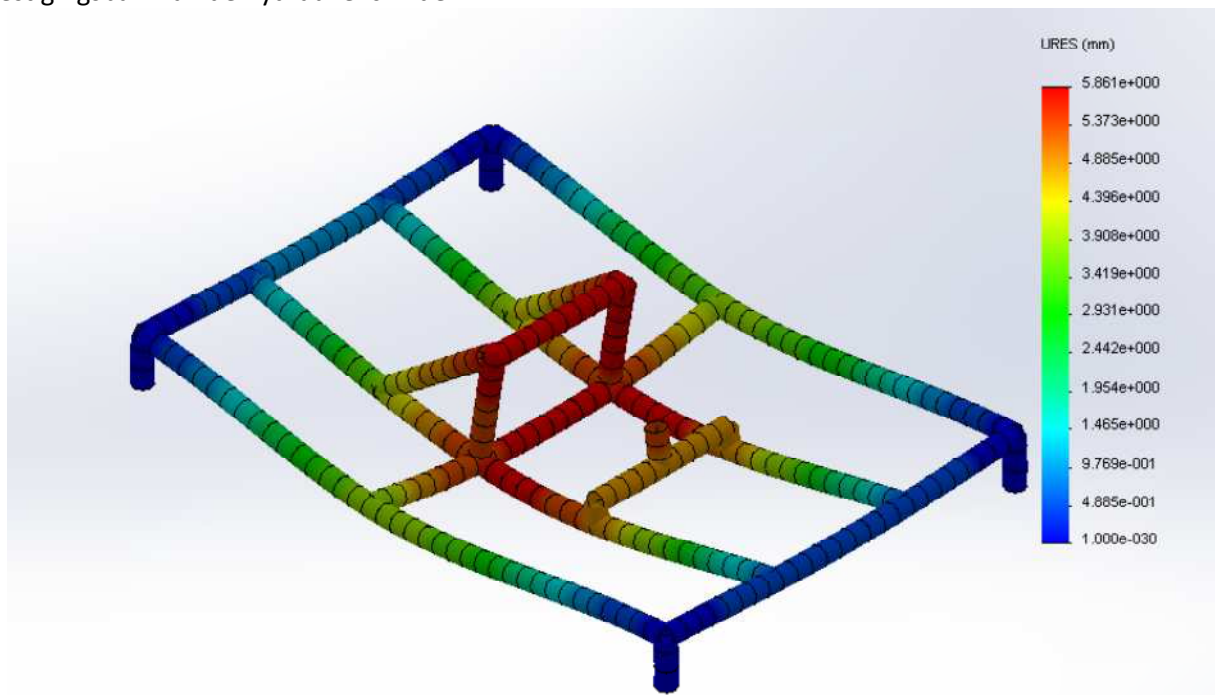
4.2 Sterkteberekening frame

Het frame uit het huidige ontwerp is geconstrueerd op basis van praktijkervaring. Daarom is er een analyse gedaan om de theoretische doorbuiging te bepalen. Dit is gebeurd met het programma SolidWorks2012.

Om de doorbuiging in het frame te bepalen zijn eerst een aantal gegevens benodigd namelijk:

- Afmetingen van het frame
- Krachten werkend op het frame zie bijlage I.
- Materiaal van het frame: S235
- Gebruikte profielen: Koker 100x100x4
- Type opleggingen: 1 zijde roloplegging, 1 zijde gefixeerd

In Figuur 4 is overdreven de doorbuiging in het frame waar te nemen bij een maximale belasting van 35480 N op de kokers waar de lagers aan bevestigd zijn. En een kracht van 22000 N op de bevestigingsbalk van de hydrauliekcilinder.



Figuur 4

Uit de SolidWorks berekening blijkt dat de maximale doorbuiging 5,8 mm bedraagt en de maximale spanning in het materiaal 128 N/mm². Een veelgebruikte vuistregel bij het bepalen van de doorbuiging is dat de doorbuiging 1/500 l mag zijn. Dit betekent dat:

$$\frac{1}{500} \cdot 3000 = 6mm$$

$$5,8 mm < 6mm$$

Dit betekent dat de doorbuiging van het frame binnen gestelde normen blijft. Er is gekozen om het frame verder niet aan te passen aangezien de huidige eenvoudig is te vervaardigen en zijn functie voldoende vervult. Een eventueel ander ontwerp van het frame zou een vakwerkconstructie kunnen zijn, echter wordt dan het vervaardigen en ontwerp vele malen kostbaarder.

4.3 Aandrijving

In deze paragraaf worden de verschillende aan te drijven onderdelen afzonderlijk en in zijn totaliteit beschouwd. Er wordt een vergelijking gemaakt van mogelijkheden om ieder onderdeel aan te drijven, dit is gedaan door middel van de kesselringmethode.

4.3.1. Aan te drijven componenten

De verschillende aan te drijven componenten zijn:

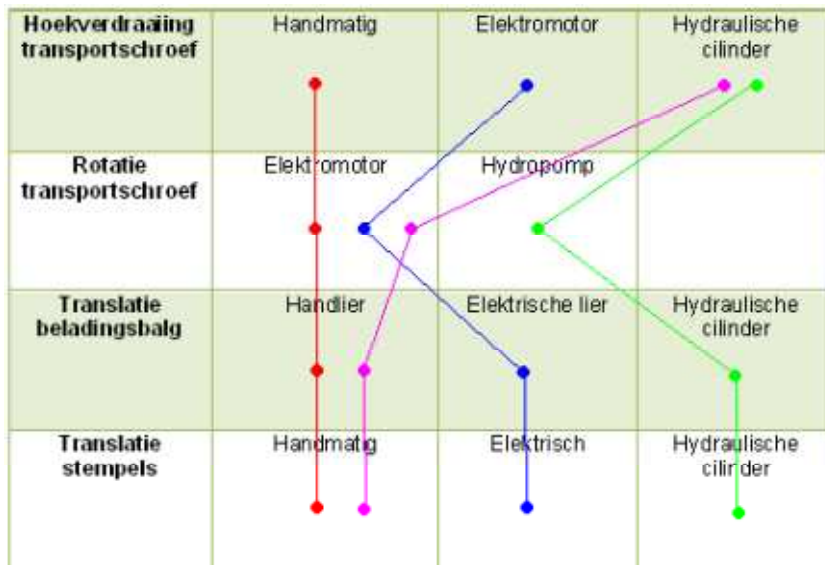
- Hoekverdraaiing transportschroef (op en neer gaande beweging van de transportschroef)
- Rotatie schroef
- Translatie van de beladingsbalg
- Translatie van de stempels

In bijlage II is per aan te drijven component een korte beschrijving te vinden.

4.3.2 Keuze verantwoording aandrijvingen

Onderstaand wordt in een morfologisch overzicht Tabel 1 de verschillende concepten voor aandrijfmogelijkheden uiteengezet.

Tabel 1



Aan de hand van de eisen, wensen en functieanalyse zijn een aantal keuzecriteria opgesteld. Ieder concept wordt getoetst aan de criteria door een cijfer tussen de 1 en 4 toe te kennen. Het concept met het hoogst aantal punten is de meest geschikte.

Fabricage

	Weegfactor	Rood	Blauw	Paars	Groen
Complexiteit	1	4	2	3	1
Kostprijs	2	4	3	3	1
<i>12=100%</i>		100%	66%	75%	25%

Gebruik

	Rood	Blauw	Paars	Groen
Inbouwruimte	4	3	3	2
Onderhoud	4	3	3	2
Snelheid	2	3	4	3
Gebruiksgemak	2	4	3	4
Betrouwbaarheid	4	2	3	3
<i>20=100%</i>	80%	75%	80%	70%
Totaal	90%	70,5%	77,5%	47,5%

Uit de kesselringmethode kan geconcludeerd worden dat concept rood de meest geschikte is. Hierbij worden de beladingsbalg, stempels en transportschroef handmatig gepositioneerd, terwijl de transportschroef elektrisch aangedreven zal blijven. Dit betekent voor het huidige ontwerp dat de hydrauliekcilinder wordt vervangen voor een handmatige aandrijving. Het ontwerp van deze aandrijving is te vinden in hoofdstuk 5.

4.4 Transportsysteem

Door onderzoek te doen naar verschillende transportsystemen word met een ander oog gekeken naar wat de meest passende transportwijze is. De verschillende systemen worden vergeleken aan de hand van de kesselringmethode.

Transportsystemen

De verschillende transportsystemen die vergeleken worden zijn:

- Transportschroef
- Kettingtransporteur
- Bandtransporteur
- Pneumatisch transport

Een beschrijving van de verschillende systemen is te vinden in bijlage III.

Keuze transportsysteem

Uit de kesselringmethode in bijlage III is gebleken dat onderstaand en tevens het huidige concept het meest haalbare concept is. Hieruit kan dus het volgende geconcludeerd worden m.b.t. dit concept:

Transportschroef

- Goede mobiliteit
- Stofontwikkeling is goed in te perken
- Onderhoudsvriendelijk
- Gunstige kostprijs

4.5 Beladingsbalg

Transtech heeft zelf te kennen gegeven dat het huidige systeem om de beladingsbalg te positioneren verbeterd dient te worden. In deze paragraaf worden verschillende nieuwe concepten uiteengezet en zal een keuze gemaakt worden voor het nieuwe ontwerp. Voor dit onderdeel is een losstaand pakket van eisen en wensen opgesteld.

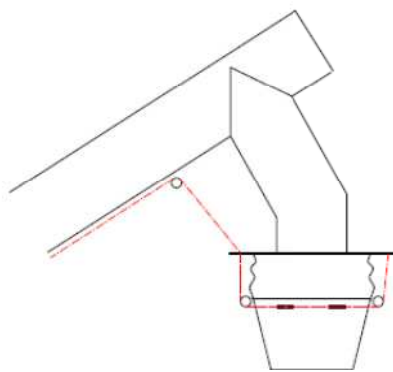
Eisen:

- Gebruik standaard componenten
- Binnen 30 seconden gepositioneerd
- Veilig te bedienen
- Binnen het ontwerp passen
- Veilig te bedienen

Wensen:

- Degelijke uitstraling
- Onderhoudsvrij

4.5.1 Huidig systeem



Huidige situatie



Figuur 5

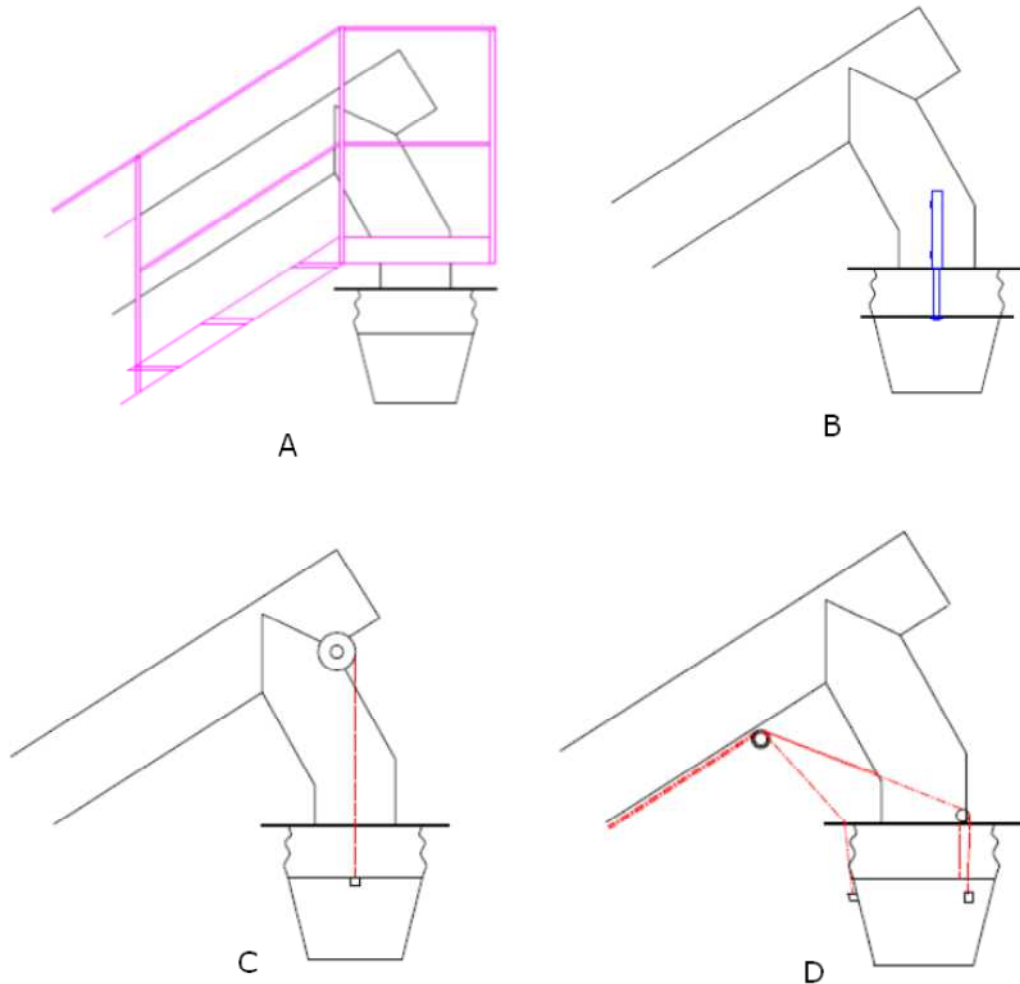
Werking

Om de beladingsbalg te positioneren wordt gebruik gemaakt van een enkele kabel welke naar de onderkant van de beladingschroef loopt. Vanaf hier is deze door middel van een handler te bedienen. De bevestiging aan de onderkant van de balg geschied door de kabel via katrollen aan de zijkant naar de andere kant te laten lopen waar deze wordt vastgezet zie Figuur 5.

Bij dit systeem zakt de balg niet gelijkmatig en is de positie van de handler lastig te bereiken.

4.5.2 Concepten beladingsbalg

Er zijn verschillende concepten bedacht voor het positioneren van de beladingsbalg, in Figuur 6 is van ieder concept een afbeelding te zien. Verder word onderstaand een kleine beschrijving gegeven.



Figuur 6

- **(A) Ladder**

Werking

De beladingsbalg wordt door een persoon welke via een ladder langs de beladingschroef omhoog klimt handmatig in positie gebracht.

Voordelen:

- Balg is goed op positie te brengen

Nadelen:

- Ruimte en massa aan buisschroef
- Schroef word zwaarder belast wat gevolgen heeft voor frame, hefcilinder en buisschroef

- **(B) Pneumatische cilinders**

Werking

Om de beladingsbalg te positioneren wordt gebruik gemaakt van twee of meer pneumatische cilinders. De balg beweegt op en neer door de beweging van de cilinders.

Voordelen:

- Gebruiksvriendelijk
- Luchtdruk al aanwezig

Nadelen:

- Sensoren nodig voor in en uitstand
- Afstelling van snelheid uitgaan cilinders

- **(C) As met 2 kabels**

Werking

Om de balg te laten zakken wordt gebruik gemaakt van een as waar aan de uiteinden kabels zijn verbonden. Beide kabels zitten aan de onderkant van de balg vast. Door de as te draaien gaan beide kabels met dezelfde snelheid omlaag.

Voordelen:

- Snelheid goed regelbaar

Nadelen:

- Ruimte en gewicht aan bovenzijde buisschroef
- Kan horizontaal gaan slingeren

- **(D) 3 kabels**

Werking

Met een handlier word een kabel aangedreven. Er wordt met een verloop van een naar drie kabels versprongen. Deze drie kabels worden gelijkmatig verdeeld aan de balg bevestigd.

Voordelen:

- Balg zakt gelijkmatig
- Lage kostprijs

Nadelen:

- Verloop van 1 naar 3 kabels

4.5.3 Keuze verantwoording beladingsbalg

Aan de hand van de eisen, wensen en functieanalyse zijn een aantal keuzecriteria opgesteld. Ieder concept wordt getoetst aan de criteria door een cijfer tussen de 1 en 4 toe te kennen. Het concept met het hoogst aantal punten is de meest geschikte.

Fabricage

	Weegfactor	(A)	(B)	(C)	(D)
Complexiteit	1	1	2	3	4
Standaard componenten	1	4	3	3	4
Kostprijs onderdelen	2	2	2	3	4
Kostprijs bewerkingen	2	4	2	3	3
<i>24 = 100%</i>		71%	54%	75%	91%

Gebruik

	Weegfactor	(A)	(B)	(C)	(D)
Positionering	2	3	4	3	4
Veiligheid	2	2	4	4	4
Uitstraling	1	2	4	4	2
Inbouwruimte	1	1	2	3	4
Onderhoud	1	4	2	3	4
Snelheid	1	1	2	3	3
<i>32=100%</i>		56%	81%	84%	91%
Totaal		63,5%	67,5%	79%	91%

Uit de kesselringmethode is gebleken dat concept D de meest haalbare is. Hieruit kan dus het volgende geconcludeerd worden m.b.t. dit concept:

3 kabels

- Kleine aanpassing op huidig ontwerp
- Weinig inbouwruimte benodigd
- Zakking beter regelbaar
- Zowel elektrisch als handmatig aan te drijven

In hoofdstuk 6 is de uitwerking van dit gekozen concept te vinden.

5. Uitwerking hoekverdraaiing transportschroef

Uit de analyse in hoofdstuk 4 is gebleken dat de aandrijving voor het heffen van de transportschroef handmatig het best binnen dit ontwerp past. De huidige hydrauliekinstallatie kwam uit deze vergelijking als tweede optie naar voren, de voornaamste reden hiervoor is dat de kosten van dit systeem redelijk hoog zijn.

Daarom zullen in dit hoofdstuk eerst de verschillende manieren van handmatige aandrijving worden uiteengezet waarna een ontwerp zal worden uitgewerkt. Tot slot zal een kostenvergelijking gemaakt worden om te vergelijken of de kosten daadwerkelijk lager uitvallen.

5.1 Concepten hoekverdraaiing transportschroef

De positie van de aandrijving kan op verschillende manieren en posities in de machine plaatsvinden zie Tabel 2. In bijlage V zijn berekeningen gedaan naar de meest gunstige positie om de aandrijving te positioneren. Hieruit is gebleken dat de positie onder de stortbak voor de te leveren kracht het meest gunstig is.

Tabel 2

Positie	Principe	Te leveren kracht
Draaipunt van de transportschroef	Vertragingskast op de as	18500 N (<i>slingerlengte 300mm</i>)
Huidige positie hydrauliekcilinder	Spindel	8952 N
	Kelderwind	
	Handbediende cilinder	
Onder de stortbak	Kabel lier systeem	5286 N

Keuzeverantwoording aandrijfpositie

Hoewel de positie onder de stortbak voor de te leveren kracht het meest gunstig is zijn de nadelen van deze positie en dit systeem groter dan het voordeel. Dit kabelsysteem zal namelijk geen degelijkheid uitstralen. Ook zal de positie van de kabels een belemmering vormen bij de werking van de machine. Verder is het systeem om een vertragingskast direct op de draai as niet gunstig als het om te leveren kracht gaat. Wel is dit een gunstige positie om handmatig aan te drijven omdat men dit kan doen vanaf het bedieningsplatform. Uit de berekening is gebleken dat er een vertraging benodigd is van 1:37. Dit is niet met een enkel tandwielverloop te realiseren, en er is dus een redelijk ingewikkelde vertragingskast nodig. Aangezien hiervan de te verwachten kosten redelijk hoog worden is besloten deze positie niet te kiezen. Uiteindelijk is de meest gunstige positie onder de buischroef op de plek van de huidige hydrauliekcilinder.

Ontwerpgegevens aandrijfprincipe:

- Te maken slag minimaal 350mm.
- Uiterste hart op hart lengte minimaal 1130mm.
- Belastbaar op minimaal $8952 \cdot 1,5 = 13500$ N

Keuzeverantwoording aandrijfprincipe

Uit de drie concepten is de kelderwind het meest geschikte principe. Dit aangezien de handmatige cilinders in een standaarduitvoering niet de benodigde slag kunnen maken. En wanneer dit wel het geval zou zijn de dit te veel tijd in beslag zou nemen. Ook is de spindel niet toe te passen op deze positie omdat er geen plaats is voor de aandrijfslinger. Daarentegen geeft de kelderwind het voordeel dat gemakkelijk een grote kracht geleverd kan worden en dit gebeurt ook bij een aanvaardbare snelheid. Verder is de kelderwind ook goed in te bouwen door stangkoppen aan de uiteinden te lassen.

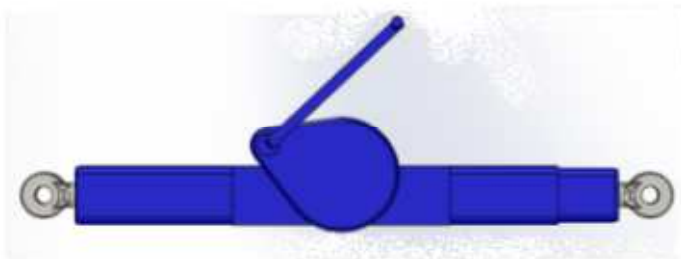
5.2 Uitwerking gekozen concept

De technische specificaties van een kelderwind zijn aangevraagd bij een leverancier en zijn te zien in bijlage VI. Hieruit is de keuze gemaakt voor type ED3 vanwege de slag die gemaakt moet kunnen worden.

Kelderwind ED3

Bouwhoogte	Hefbereik (slag)	Max. belasting
735	355	3000 kg

Om de kelderwind op dezelfde manier te monteren als de hydrauliekcilinder dienen er stangkoppen aan de uiteindes gelast te worden zie Figuur 7. Dit zorgt ervoor dat de maximale hart op hart afstand van de kelderwind inclusief stangkoppen $1090 + 2 \cdot 45 = 1180$ mm is.



Figuur 7

Prijsvergelijking

In bijlage VII is de prijsbepaling van beide systemen te vinden, in Tabel 3 worden de kosten vergeleken.

Tabel 3

Hydraulieksysteem	Kelderwindsysteem
€ 1180	€ 317

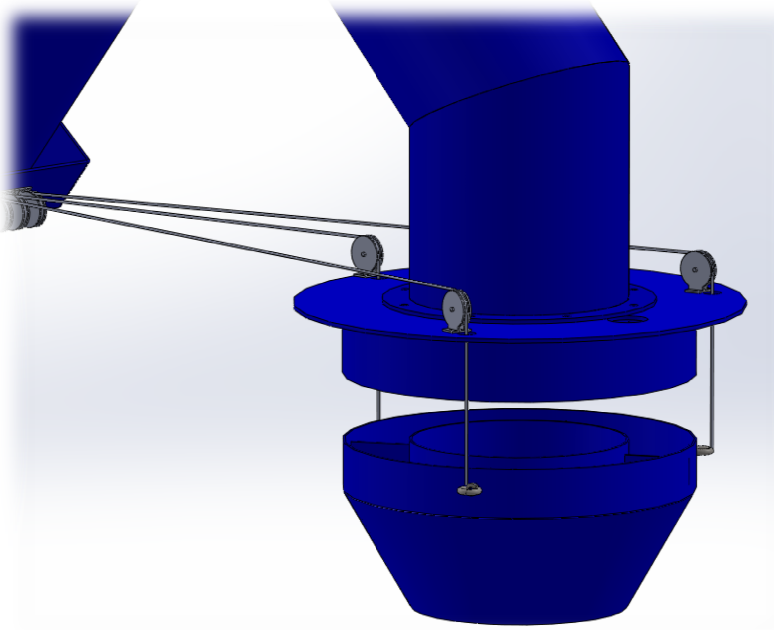
De verandering van systeem levert een kostenbesparing op van ongeveer 850 euro. Daarnaast zal dit systeem zeer onderhoudsarm werken. Daarentegen moet bij de hydraulische installatie de slangen regelmatig worden gecontroleerd en indien nodig vervangen. Echter zal met de klant altijd de afweging gemaakt moeten worden voor de keuze van dit systeem. Dit in hangt af van hoe vaak de machine moet worden ingeklapt om verplaatst te worden. Dit is de reden dat er berekeningen zijn gemaakt voor de keuze van een hydrauliekcilinder, deze zijn te vinden in bijlage VIII.

6. Uitwerking beladingsbalg

In dit hoofdstuk wordt het gekozen systeem om de beladingsbalg te positioneren uitgewerkt. Waarbij eerst de werking wordt weergegeven gevolgd door de afmetingen en specificaties van de materialen. Tot slot worden de kosten uiteengezet.

6.1 Werking

Via een lier wordt een kabel uit en opgedraaid, deze kabel verloopt via een plaat van een naar drie kabels. Deze drie kabels lopen via katrollen naar drie punten van de onderkant van de balg zie Figuur 8.



Figuur 8

6.2 Materialen

De balg wordt aangedreven door middel van een handlier, onderstaand word berekend met welke kracht dit gebeurt.

Handlier

Afmetingen handlier

Liertrommel: 40x50x90

Tandwielverhouding: 1:3

Lengte slinger: 150mm

Aantal omwentelingen om de balg te positioneren

$$Omtrek\ trommel = 40 \cdot \pi = 125mm$$

Per omwenteling word de kabel 125mm omhoog of omlaag verplaatst.

Te maken slag:

Beginafstand is 200mm

Maximale eindafstand is 900 mm

$$\frac{700}{125} = 5,6\ omwentelingen$$

Tandwiel verhouding 1:3 geeft dat de slinger drie keer gedraaid moet worden om de trommel een maal te roteren. Waardoor het aantal omwentelingen om de balg te positioneren komt op:

$$5,6 \cdot 3 = 17\ omwentelingen$$

Te leveren kracht om de lier te roteren

Massa onderkant beladingsbalg:	12kg
Manchet binnenzijde:	3kg
Manchet buitenzijde:	5kg
Volmelder:	5kg +
Totale massa:	25kg

$$25 \cdot 10 = 250N$$

$$M = F \cdot r$$

$$250 \cdot 0,02 = 5\ Nm$$

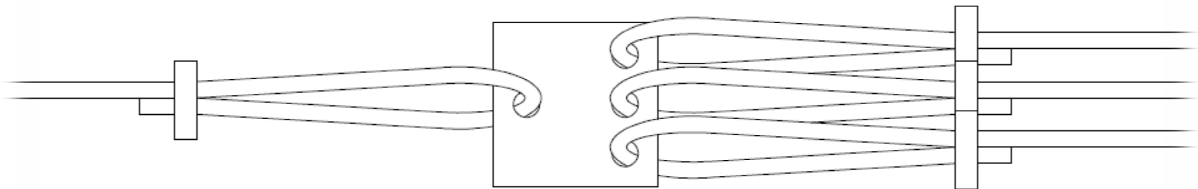
$$\frac{5}{3} = 1,7\ Nm$$

$$\frac{1,7}{0.15} = 11\ N$$

Bevestigingsmaterialen

- Verbindingsplaat

Om van één kabel naar drie kabels te gaan wordt gebruik gemaakt van een verbindingsplaat. Aan iedere kabel wordt met een kabelklem een lus gemaakt, deze lussen worden gehaakt aan de verbindingsplaat zie Figuur 9. De positie van de plaat is zo gekozen dat er geen hinder van wordt ondervonden bij op en afdraaien van de kabel. Aan de hand van het 3d model is bepaald dat de plaat op een afstand van 1750 mm komt van de handlier. Zo blijft ten alle tijden voldoende ruimte tussen de lier en de katrollen.



Figuur 9

- Bevestiging aan de balg

Bevestiging aan de onderkant van de balg gebeurt aan oogmoeren waar met een kabelklem een lus door wordt bevestigd.

Kabel afmetingen

- Diameter

Er wordt een staalkabel gebruikt met een diameter van 3mm in verband met de kabelklemmen en katrollen waarbij dit de minimale diameter is. De treksterkte van deze kabel is 450 kg. Dit is dus ruim voldoende voor deze toepassing waarbij de belasting 25 kg bedraagt.

- Lengte

In totaal zijn er vier kabels benodigd bij dit ontwerp, onderstaand wordt de lengte van deze kabels bepaald. De gebruikte lengtes zijn uit het 3d model afkomstig.

Kabel 1:	$1750+700 =$	2450 mm
Kabel 2:	$1750+1225+270 =$	3254 mm
Kabel 3/4:	$1750+1770+270 =$	<u>3790 mm</u>
		9494 mm

De exacte lengtes zullen bij de montage bepaald moeten worden, dit is eenvoudig te regelen met de kabelklemmen.

6.3 Kosten

In Tabel 4 wordt de kostenverandering ten opzichte van het oude ontwerp uiteengezet.

Tabel 4

Onderdeel	Prijs 3 kabel systeem	Huidig ontwerp
Handler	€37,15	€37,15
Staalkabel 50m €18.41	€4,68	€2,36
Oogmoer €1.88 p.s	€9,40	€13,16
Katrol €7.50 p.s	€45	€45
Verbindingsplaat	€3,51	
Kabelklem €1.50 p.s	€10,50	€1,50
Eindstop €0.30 p.s	€2,10	€0,30
Totaal	€112,34	€99,47

De materiaalkosten komen met het nieuwe systeem €12,87 hoger dan het huidige systeem. Verder is de montagetijd van dit nieuwe systeem vrijwel gelijk aan het huidige systeem. Deze kostenverhoging is minimaal ten opzichte van functionaliteitverhoging.

7. Capaciteit transportschroef

De hoeveelheid product die een transportschroef per tijdseenheid kan vertransporteren is afhankelijk van een aantal variabelen. Deze variabelen zijn uit de capaciteitsberekeningen voor een transportschroef te herleiden namelijk:

$$\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot X \cdot s.g. = kg/uur$$

- Diameter van de schroefbuis of trog
- Spoed van schroefbladen
- Toerental waarmee de schroef draait

Door deze waardes te variëren is de capaciteit van een transportschroef te regelen. Echter is bij het ontwerp de spoed en diameter van de schroefbuis bepaald op 300 mm. Met deze diameter is de benodigde capaciteit goed te halen door het toerental aan te passen.

7.1 Toerental

De eindaandrijving van de transportschroef gebeurt door middel van tand ketting overbrenging. Hierdoor is het toerental te regelen door de kettingwielen van grootte te variëren. Waarbij een verhouding van 1:1 het maximale is omdat anders het koppel van de motor te laag word.

Wanneer er met eenzelfde machine verschillende producten beladen moeten worden zou gekozen worden om het toerental volledig regelbaar te maken. Dit kan bijvoorbeeld door het toepassen van een frequentieregelaar. Het toepassen van een dergelijke regelaar is voor de gebruikte elektromotor met een vermogen van 15kW behoorlijk kostenverhogend. Waardoor deze niet standaard op de Pablo wordt toegepast.

7.2 Aanvoergrootte

Een belangrijk item dat niet uit de formule is te herleiden is de aanvoergrootte op de transportschroef. Deze grootte is sterk afhankelijk van hoe goed het toe te passen product “loopt”. Wanneer een product goede loopeigenschappen heeft is in theorie een kleinere aanvoer benodigd, omdat anders te veel product in de schroef komt en de schroef vast komt te staan. Bij zwaar lopend product moet de aanvoer groter zijn, anders hoopt het product zich op en komt er niet voldoende product in de schroef. Waardoor de gewenste capaciteit niet gehaald word. Dit probleem heeft zich ook voorgedaan bij de huidige Pablo. De loopeigenschappen van het te vertransporteren product waren zo goed dat de aanvoer verkleint moest worden.

Omdat de loopeigenschappen moeilijk te beschrijven zijn is de exacte aanvoergrootte lastig te bepalen. Daarom is een doseerschuiף ontworpen welke onder de trechter komt om zo de aanvoergrootte variabel te maken. Zo kan bij het inregelen van de machine de aanvoergrootte afgesteld worden en vastgezet worden. Ook kan bij calamiteiten de schuiף volledig dicht worden gezet om zo de schroef te kunnen leegdraaien. Het ontwerp van de schuiף is te vinden in hoofdstuk 9.

7.3 Capaciteitsberekening

De eis is dat een bulkwagen van 52m³ (bijlage IV) binnen twee uur volledig gevuld moet zijn. Omdat het positioneren van de Pablo ook enige tijd in beslag neemt is gekozen voor een capaciteit van 40m³/uur. Er is een capaciteit berekening gedaan om te bepalen of de huidige aandrijflijn kan voorzien in de eis om een bereik van 500-1500 kg/m³ te bewerkstelligen. Dit door gebruik te maken van een andere tandwielverhouding om zo het toerental te regelen.

Elektromotor:

- 15kw
- 1500 rpm
- 400/690 V 50Hz B5

Tandwielkast

- i=7.5

Toerental na de vertragingskast $\frac{1500}{7.5} = 200 \text{ rpm}$

Gegevens transportschroef:

- 20 ton/uur
- Diameter: 300 mm.
- As diameter: 88.9
- Spoed: 300 mm.
- Toerental: n
- Stortgewicht: 500 kg/m³ - 1500 kg/m³
- Vullingsgraad: 60%

Formule voor een horizontaal te monteren transportschroef.

$$\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot X \cdot s.g. = kg/uur$$

- $\frac{1}{4} \pi d^2$ (in dm)
- Spoed (s) (in dm)
- Toerental (n) (omw p/min x60)
- Stortgewicht (s.g. van het product in (kg/dm³))
- De vullingsgraad (x)

$$\frac{1}{4} \pi 3^2 - \frac{1}{4} \pi 0.89^2 \cdot 3 \cdot n \cdot 60 \cdot 0.6 \cdot 0.5 = 20000 \text{ kg/uur}$$

$$n = 58 \text{ rpm}$$

$$\frac{1}{4} \pi 3^2 - \frac{1}{4} \pi 0.89^2 \cdot 3 \cdot n \cdot 60 \cdot 0.6 \cdot 1.5 = 60000 \text{ kg/uur}$$

$$n = 58 \text{ rpm}$$

Omdat het stortgewicht direct in verband staat met het aantal kg/uur is dit niet relevant voor een verandering van het toerental. In de praktijk zal echter blijken dat dit wel het geval is. Daarom is nader onderzoek gedaan naar de capaciteit van transportschroeven. Helaas zijn voor zover onderzocht in de boeken alleen beperkte formules te vinden voor een horizontale transportschroef.

Naar aanleiding van contact met verschillende leveranciers is gebleken dat er wel gebruik wordt gemaakt van enkele vuistregels met betrekking tot montage onder een hoek. Dit zijn:

- 1% verlies per graad omhoog
- Toerental per graad, toerental met 1 omwenteling omhoog
- Vermogen + 1% per graad

Verder is het soort product van groot belang, in de huidige formule word alleen gerefereerd naar het stortgewicht. Echter dient ook rekening te worden gehouden met de verschillende stroomeigenschappen van het poeder, granulaat, snippers of vezels. De praktijk heeft uitgewezen dat de verschillende eigenschappen zoals deeltjesgrootte, bulkdichtheid en deeltjesvorm een grote invloed hebben op de capaciteit van een schroeftransporteur.

Om in de toekomst een betere benadering te kunnen maken voor de capaciteit van een transportschroef is het raadzaam dit nader te onderzoeken.

8. Stempels

Binnen het huidige systeem wordt er nog geen gebruik gemaakt van een systeem om de vrachtwagenbelader goed te positioneren. Dit wordt nu gedaan door gebruik te maken van een houten balk en deze voor en achter de wielen te leggen. Hierdoor blijft de belader redelijk goed op zijn plek, echter is het voor de veiligheid en stabiliteit beter om het frame van stempels te voorzien. Hiermee wordt de vrachtwagenbelader volledig van de grond getild, waardoor al de massa van het voertuig fungeert als contragewicht en zo het kantelmoment vergroot.

8.1 Ontwerpgegevens

Voor het ontwerp van de stempels is een losstaand eisen en wensen pakket opgesteld. Verder is berekend welke belasting de stempels moeten kunnen weerstaan en welke slag deze moeten kunnen maken.

Eisen en wensen

Eisen:

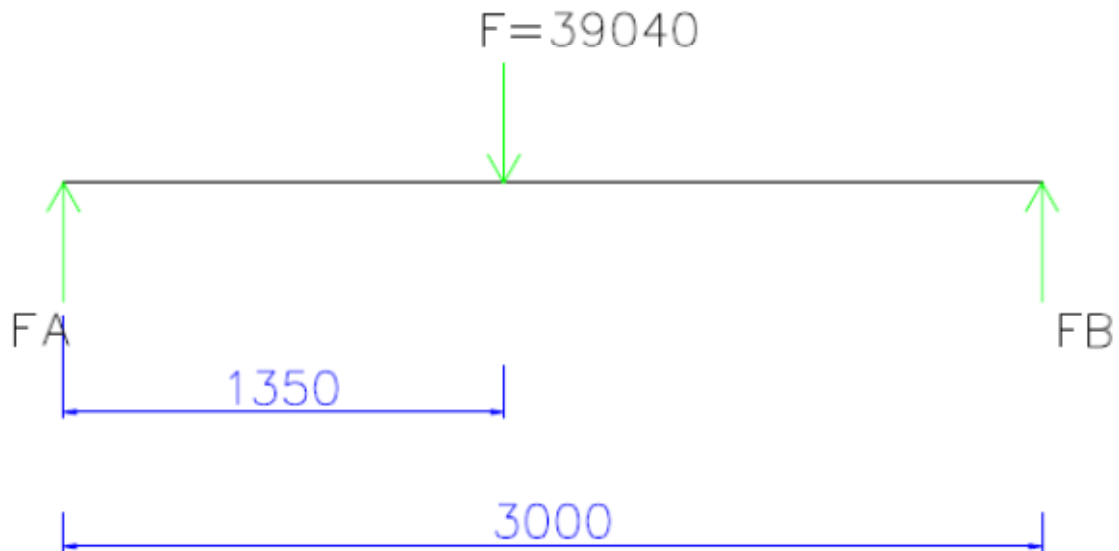
- Belastbaar op massa van de totale installatie
- Machine volledig van de grond kunnen heffen
- Gebruik standaard componenten
- Binnen 2 minuten gepositioneerd
- Veilig te bedienen
- Binnen het ontwerp passen
- Veilig te bedienen
- Eenvoudig uitschuifstelsel

Wensen:

- Degelijke uitstraling
- Onderhoudsvrij

Krachtenbepaling

De reactiekracht per zijde word onderstaand berekend met de gegevens uit bijlage I.



Figuur 10

Vanuit het vrijlichaamsschema zie Figuur 10 zijn de volgende vergelijkingen af te leiden.

$$\sum M_a = 0$$

$$-(39040 \cdot 1.35) + (F_b \cdot 3) = 0$$

$$F_b = 17568 \text{ N}$$

$$\sum M_b = 0$$

$$-(39040 \cdot 1.65) + (F_a \cdot 3) = 0$$

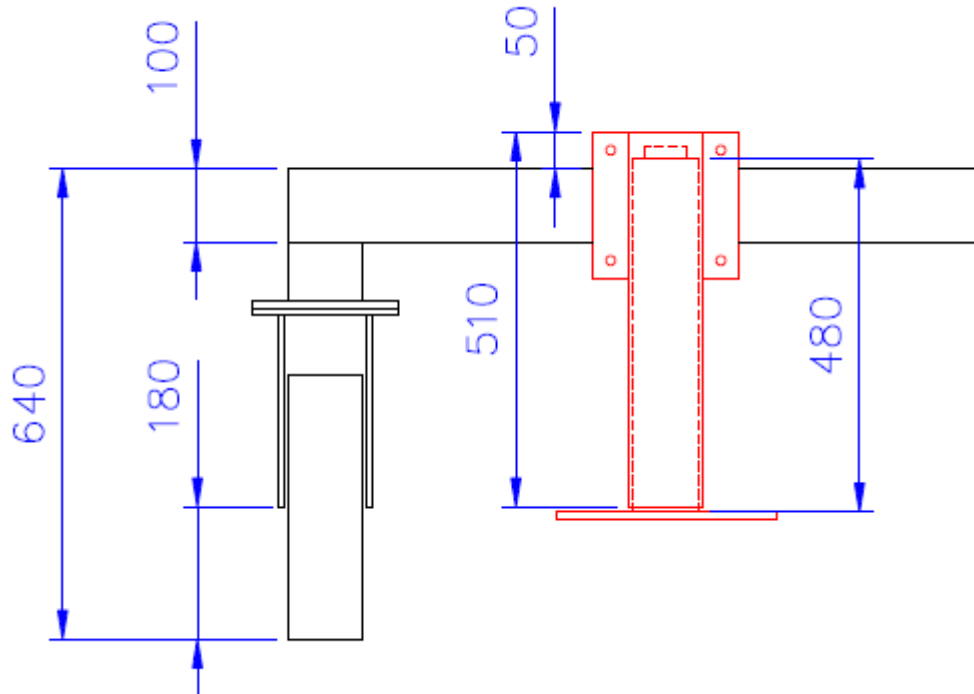
$$F_a = 21472 \text{ N}$$

Bij het ontwerp wordt gerekend met de grootste reactiekracht F_a . Deze kracht word verdeeld over twee stempels hierdoor is deze kracht te halveren. De kracht die hieruit voor komt wordt vermenigvuldigd met de veiligheidsfactor van 1.5 en word vanaf nu F_s genoemd.

$$F_s = \frac{21472}{2} \cdot 1.5 = 16105 \text{ N}$$

Slag bepaling

Aan de hand van Figuur 11 is de te maken slag bepaalt. Hierbij is ook rekening gehouden met het bevestigen van de stempel aan het frame. Dit gebeurt door een flens aan de stempel te lassen en een contra flens aan het frame. Zo kan de stempel met bouten aan het frame worden bevestigd.



Figuur 11

8.2 Concepten stempels

De verschillende manieren om de stempel aan te drijven zijn in principe hetzelfde als bij de aandrijving om de transportschroef te heffen namelijk:

- Spindel
- Kelderwind
- Handbediende cilinder

In bijlage IX zijn de systemen uiteengezet en beoordeeld op de voor de stempel relevante criteria. Hieruit is gebleken dat het spindel concept de meest haalbare is.

Spindel (Draaiheffer)

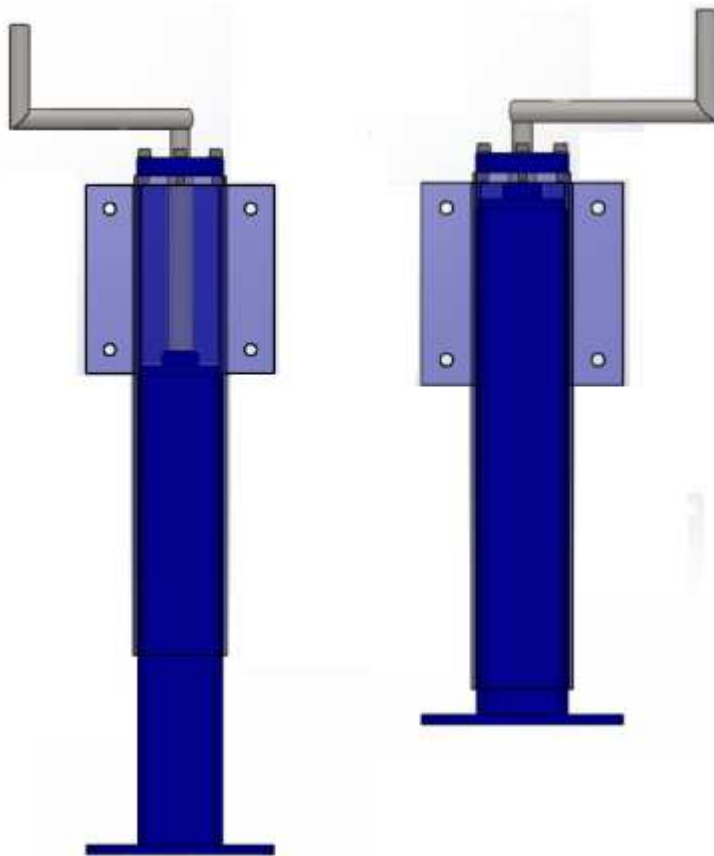
- Eenvoudige bediening
- Lage kostprijs
- Goed te verwerken in het ontwerp
- Zelf te ontwikkelen of als geheel in te kopen

8.3 Uitwerking spindel stempels

In deze paragraaf wordt de gekozen stempel uitgewerkt, waarbij eerst de werking duidelijk wordt gemaakt gevolgd door de materiaalspecificatie. Omdat dit type stempel ook in zijn geheel te koop is wordt een prijsvergelijking gemaakt. Zo is bepaald of de draaiheffer binnen het bedrijf wordt gefabriceerd of als geheel word ingekocht.

Werkning

Twee in elkaar schuivende kokers waarbij op de binnenste koker een moer is bevestigd voorzien van trapeziumschoefdraad. Doordat de kokers niet in elkaar kunnen roteren, zal door de spindel te draaien de moer over het trapeziumdraad gaan bewegen. En zo kan de stempel in en uit worden gedraaid zie Figuur 12. Een zelfde principe vind je bij een bankschroef waarbij hetzelfde gebeurt.



Figuur 12

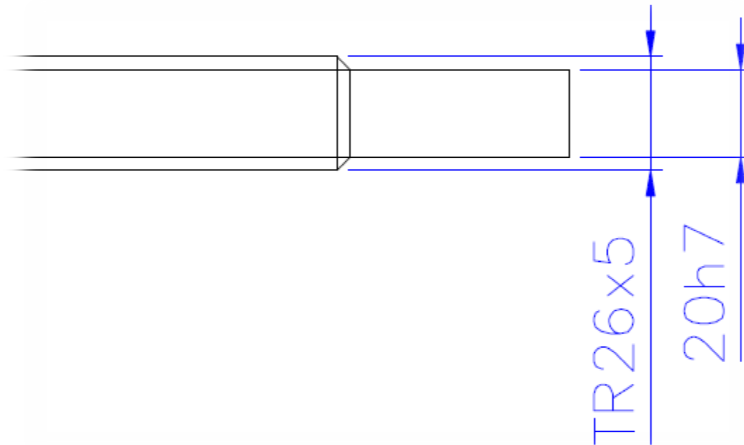
8.3.1 Materialen

Behuizing

Het huis van de stempel bestaat uit koker 100x100x4 met daarin passend koker 90x90x4 van het materiaal S235. Hier is voor gekozen omdat het gehele frame vervaardigd wordt met deze maat koker. Deze is ruim van voldoende sterkte om de belastingen te verdragen.

Lager

De spindel wordt in de bovenzijde van de stempel gelagerd. Dit wordt gedaan door de spindel aan de bovenzijde af te draaien. Hierdoor wordt er een rand gecreëerd waar de axiale kracht kan worden overgedragen naar het lager zie Figuur 13.



Figuur 13

Er is gekozen om gebruik te maken van een hoek contactlager dit lager kan krachten opnemen in zowel axiale als radiale belasting. Met de gegeven belasting is het lager 7304B toerijkend zie bijlage X.

Spindel

De afmeting van de spindel is mede afhankelijk van de diameter van het lager. Aangezien de inwendige diameter van het lager 20mm is zal de spindel minimaal deze diameter moeten hebben.

$$D_{as} = D_{tr} - \text{spoed} - 1$$

$$20 = D_{tr} - 5 - 1$$

$$D_{tr} = 26$$

Wanneer een gestandaardiseerde maat gekozen wordt komen we uit op een trapezium spindel van 26x5. De spindel word aan de bovenzijde van D= 26 naar D=20 afgedraaid waardoor er een rand ontstaat waar het lager op rust. Onderstaand wordt gecontroleerd of deze rand volstaat:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = (\pi 13^2) - (\pi 10)^2 = 216 \text{ mm}^2$$

$$\frac{16105}{216} = 74,3 \text{ N/mm}^2$$

74,3 < 235 en voldoet dus.

De spindel zal op knik worden belast, om te controleren of de spindel voldoet is de volgende berekening gemaakt:

$$F_{kr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

$$16105 = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 I}{600^2}$$

$$I = \frac{\pi D^4}{64}$$

$$D = 15.45 \text{ mm}$$

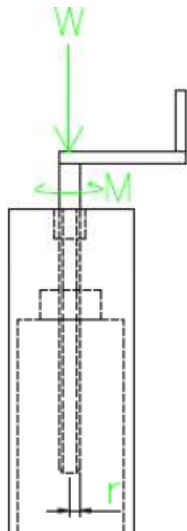
De diameter die nu gebruikt word is op het smalste punt 20mm en voldoet dus.

Handvat

De lengte van het handvat is berekend in verband met de kracht die geleverd moet worden om de machine omhoog te kunnen draaien zie Figuur 14. Hierbij is een aanname gedaan dat een mens een kracht kan leveren van 500 N zie bijlage XI. De belasting W is gekozen bij een onbeladen machine omdat het stempelen gebeurt voordat aan het beladen word begonnen. Deze belasting is nog te delen door twee aangezien bij het stempelen altijd een zijde van de machine op de grond rust. Zo wordt de belasting W dus:

Ledige massa van de machine = 1639 kg (bijlage I)

$$\frac{16390}{2} \cdot 1,5 = 12293 \text{ N}$$



Figuur 14

$$M = W \cdot r \cdot \tan(\phi - \theta)$$

$$W = 12293 \text{ N}$$

$$r = 13 \text{ mm}$$

$$\mu_s = 0,3$$

$$\phi_s = \tan^{-1} \cdot \mu_s = \tan^{-1} \cdot 0,3 = 16,69^\circ$$

$$\theta = \tan^{-1} \cdot \left(\frac{l}{2\pi r}\right) = \tan^{-1} \cdot \left(\frac{5}{2\pi 13}\right) = 3,50^\circ$$

Wanneer het moment wordt weggenomen zal de schroef zelfremmend zijn, dat wil zeggen dat de stempel niet zal indraaien bij belasting, aangezien $\phi_s > \theta$

$$M = 12293 \cdot 13 \cdot \tan(16,69 + 3,50) = 58767 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M = F \cdot r$$

$$r = \frac{58767}{500} = 117 \text{ mm}$$

De lengte van het handvat is uiteindelijk bepaald op 190 mm, waardoor de te leveren kracht komt op 310 N.

8.3.2 Kosten

De kosten van de stempel zijn berekend in bijlage XII. Deze kosten zijn vergeleken met de kosten van een inkoop draaiheffer.

Eigen ontwerp	Inkoop draaiheffer
€ 263,24	€ 416,40

De draaiheffers zijn op de markt verkrijgbaar in 1 of 3 ton. Aangezien de belasting 1,6 ton bedraagt is de 3 ton versie benodigd. De prijs van een 3 tons heffer is €339,50. Omdat deze draaiheffer niet in de gewenste kleur kan worden geleverd en niet voorzien is van bevestigingsplaat komen hierbij nog de conserveringskosten en een bevestigingsplaat. Waardoor de prijs als inkoopdeel op €416,40 uitkomt. Hieruit is te concluderen dat de stempels voordeliger binnen huis geproduceerd kunnen gaan worden.

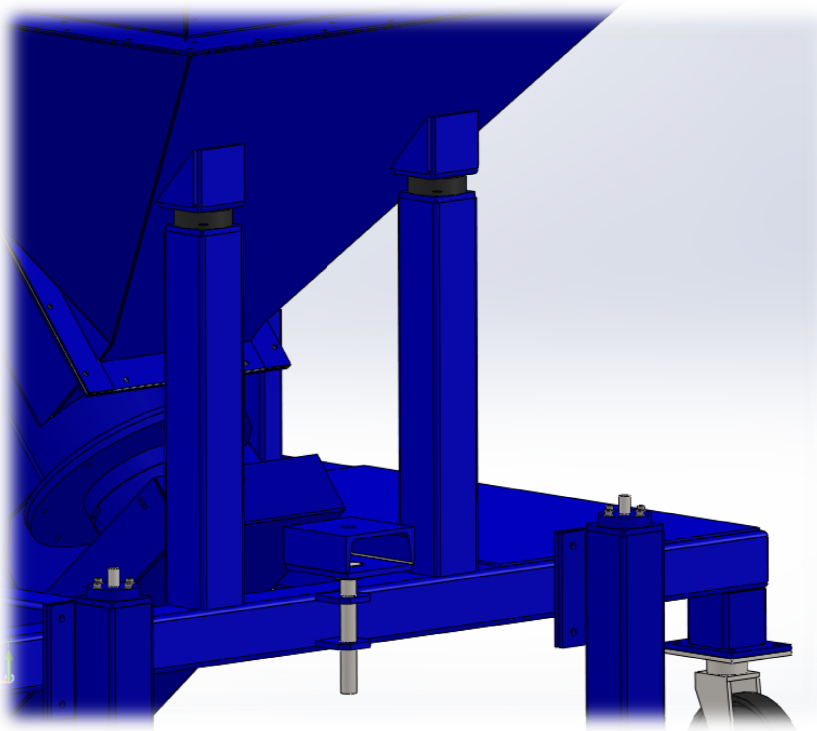
9. Toevoegingen huidig ontwerp

Naar aanleiding van de analyse van het huidige ontwerp is geconstateerd dat er een aantal aanpassingen en toevoegingen van het ontwerp benodigd zijn. Deze aanpassingen en toevoegingen worden in dit hoofdstuk behandeld.

9.1 Ondersteuning onder de stortbak

Bij het beladen wordt de Big Bag op het losstation geplaatst. Hierdoor ontstaat een moment aan de rechterkant van het draaipunt waardoor de transportschroef om zijn as wil gaan draaien. Hierdoor wordt de hydrauliek cilinder/kelderwind op trek belast. Op deze belasting is dit onderdeel niet gedimensioneerd. Bovendien kan de cilinder in trekkend opzicht aanzienlijk minder kracht leveren. Dit omdat het zuigeroppervlak aan deze zijde een stuk kleiner is namelijk zuigeroppervlak - diameter zuigerstang.

Om dit tegen te gaan word er een ondersteuning onder de stortbak gemaakt zodat deze de kracht opneemt in plaats van dat de cilinder dit doet. De positie is zo gekozen dat dit gunstig is bij de krachtopname en er geen hinder ondervonden word bij het kantelen van de transportschroef zie Figuur 15.

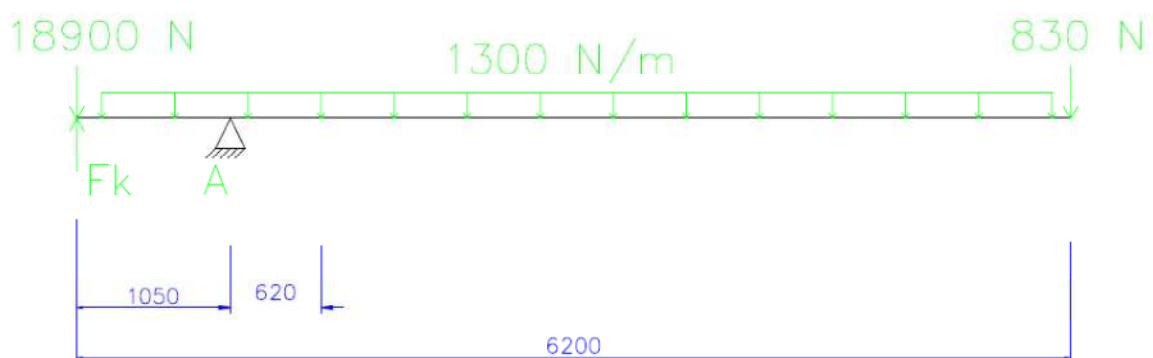


Figuur 15

Bovenop het frame worden twee opstaande kokers 100x100x4 gelast. Er is gekozen voor deze maatvoering omdat het gehele frame uit deze kokers is opgebouwd. Aan het uiteinde van de kokers wordt een blindplaat gelast voorzien van een draadgat. Op deze blindplaat wordt een trillingsdempers type d 100 bevestigd zie bijlage XIII. Onder de stortbak worden twee hoekprofielen 100x100x10 gelast welke bij beladen rusten op de trillingsdempers.

Om de gekozen afmetingen te controleren op voldoende sterkte zijn onderstaand een aantal berekeningen uitgevoerd.

Ten eerste word de kracht F_k bepaald die de ondersteuning moet kunnen opvangen berekend. In Figuur 16 is het vrijlichaamsschema te zien. In bijlage I is te zien hoe de krachten zijn bepaald.



Figuur 16

$$\sum M_a = 0$$

$$F_k \cdot 1,05 - (18900 \cdot 1,05) - (1300 \cdot 1,05) + (1300 \cdot 5,15) + (830 \cdot 5,15) = 0$$

$$1,05 \cdot F_k = -10240$$

$$F_k = 9753$$

F_k word verdeeld over twee kokers waardoor de uiteindelijke kracht komt op:

$$\frac{14630}{2} = 7315$$

$$Veiligheidsfactor = 1.5$$

$$F_k = 10973 \text{ N}$$

Kokers

De lengte van de kokers is bepaald met het programma SolidWorks en bedraagt 640mm. De belasting die de kokers moeten doorstaan is voornamelijk knikbelasting welke in dit geval zo gering is dat kniksterkte ruim voldoende is.

Hoekprofielen

De hoekprofielen onder welke onder de stortbak worden gelast worden belast op afschuiving, onderstaand word berekend of deze voldoen.

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Hoekprofiel 100x100x10 mm met een lengte van 100mm.

$$A = l \cdot b = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ mm}^2$$

$$F = 10973 \text{ N}$$

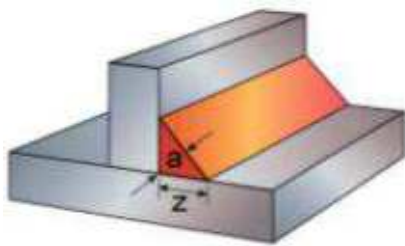
$$\frac{10973}{1000} = 10,97 \text{ N/mm}$$

$$\tau_{\text{toelaatbar}} = 235 \text{ N/mm}$$

$$10,97 < 235$$

Verder is de las sterkte aan de stortbak een belangrijke factor. Onderstaand wordt bepaald wat de minimale lasdikte dient te zijn zie Figuur 17.

De rekenwaarde voor de lassterkte van S235 is 208 MPa.



Figuur 17

$$\sigma, \tau = \frac{M_{\text{las}}}{a \cdot l \left(t + \frac{a}{\sqrt{2}} \right)} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

σ, τ = toelaatbare spanning lassterkte

M_{las} = Moment op de las

a = De dikte van de las

l = toelaatbare spanning lassterkte

t = dikte van het profiel

De dikte van de las zie Figuur 17 word dan minimaal:

$$a_{\text{las}} = 3,5 \text{ mm}$$

9.2 Druktransmitter

De afdichting van de lagers in de transport schroef gebeurt door een lichte overdruk op het lagerhuis te zetten. Zo komt het stof niet tussen de lagers waardoor de levensduur van de lagers verlengd word. Omdat deze afdichting afhankelijk is van perslucht kan het zo zijn dat de machine gestart word terwijl er geen lagerafdichting is. Dit zou betekenen dat de lagers binnen enkele minuten vol staan met stof en zo kapot draaien. Daarom word de Pablo voorzien van een druktransmitter welke een signaal afgeeft als er een drukverschil gemeten word.

Druktransmitter

De druktransmitter Figuur 18 meet een drukverschil en stuurt een signaal uit naar de besturingskast. Wanneer geen druk gemeten word zal er geen signaal worden uitgestuurd. In de besturingskast moet worden opgenomen dat de machine niet kan opstarten wanneer er geen signaal komt vanaf de druktransmitter. De druk voor de lagerafdichting is 0.5 bar, een geschikte transmitter is dus het type MBS3000-1011-1AB04 welke een meetbereik heeft van 0 tot 1 bar.



Figuur 18

9.3 Doseerschuiif

De doseerschuiif heeft een aantal voorwaarden waar deze aan moet voldoen. Deze zijn onderstaand weergegeven in een eisenpakket.

Eisen:

- Lage inbouwhoogte
- Te monteren onder aanvoertrechter
- Goede afdichting
- Bereik opening van 0mm tot 650 mm
- Minimaal aantal onderdelen

Aan de hand van dit eisenpakket zijn twee concepten bedacht welke te zien zijn in bijlage XIV.

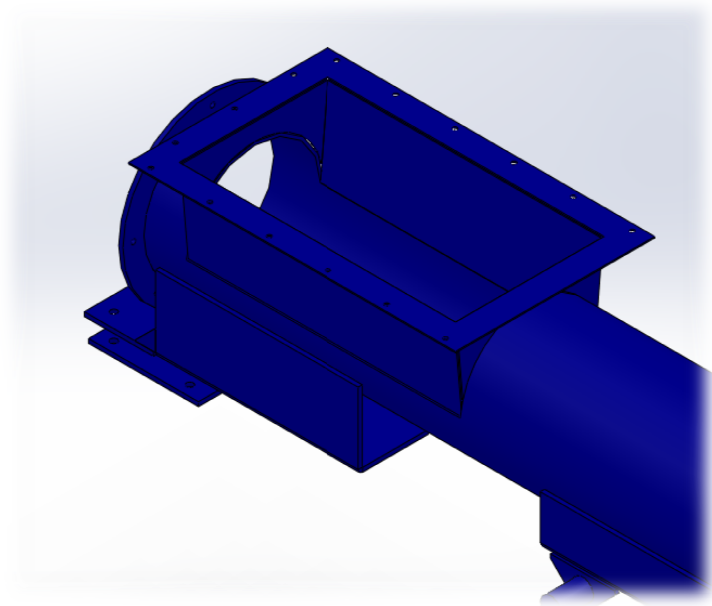
Concept keuze

Er is gekozen voor het meest eenvoudige ontwerp namelijk concept 1. Hierbij is de inbouwhoogte en het aantal onderdelen minimaal.

Integratie van de doseerschuiif in de machine

Aanpassingen schroef invoer.

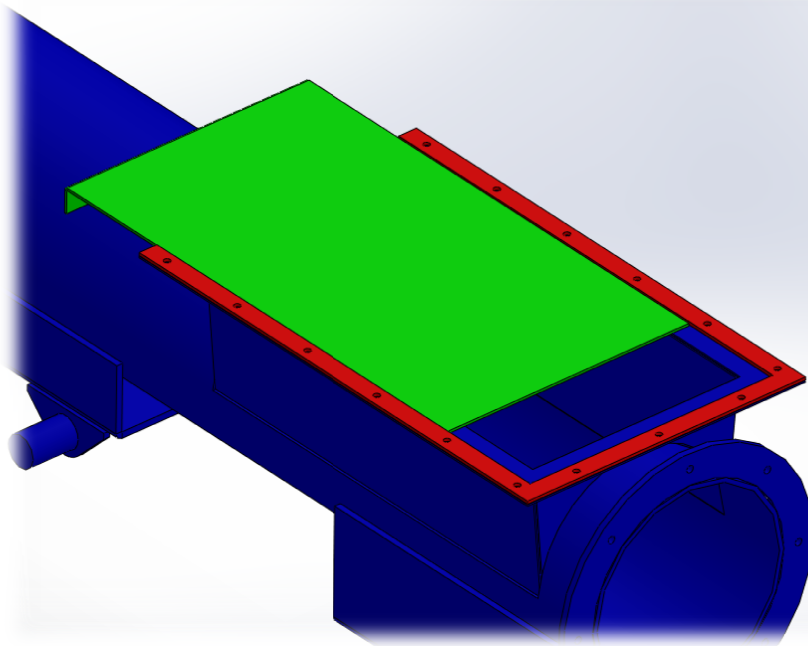
De invoer op de schroef is aangepast met een flens van 60mm breed waar de doseerschuiif op gemonteerd kan worden zie Figuur 19.



Figuur 19

Doseerschuiif

Het ontwerp van de doseerschuiif is zeer eenvoudig uitgevoerd en bestaat uit twee onderdelen. Namelijk een U –flens 5mm dik en een schuifplaat 4mm dik welke in de flens komt te schuiven. De flens is 1mm dikker gehouden om te zorgen dat de schuifplaat zo vrij kan schuiven. De U –flens wordt 30mm breed en omdat de flens van de schroef invoer 60mm is ontstaat er aan iedere zijde een loopvlak van 30mm zie Figuur 20. Echter wordt de plaat in totaal 2mm smaller waardoor het loopvlak per zijde 28mm is.



Figuur 20

Dikte schuifplaat

Maximale dichtheid van te verwerken stortgoed is 1500 kg/m^3 .

De trechter heeft ongeveer een volume van een half kubieke meter. Dit geeft de volgende belasting op de plaat.

$$15000 \cdot 0,5 \cdot 1,5 = 11250 \text{ N}$$

Oppervlakte van de plaat is $0,31 \text{ m}^2$

$$q/m^2 = 11250 / 0,31 = 36,3 \text{ kN/m}^2$$

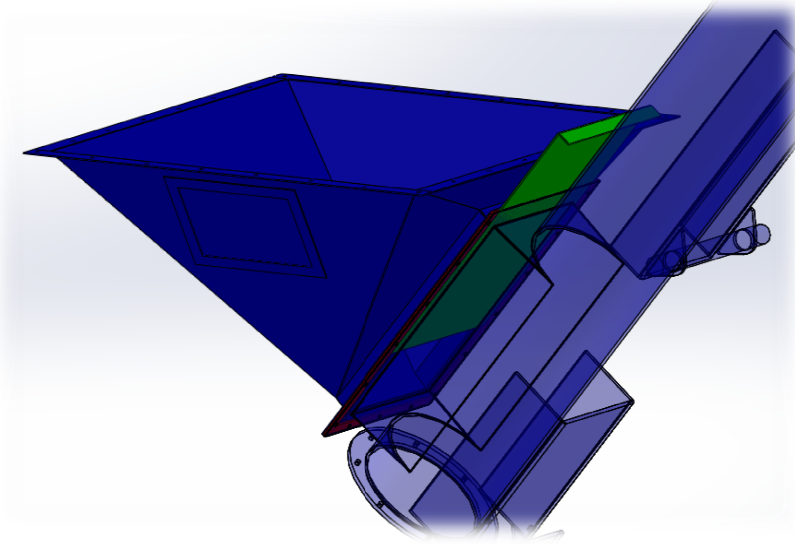
$$M_{max} = 0,051 \cdot q \cdot l^2 = 0,051 \cdot 36,3 \cdot 0,31^2 = 0,17 \text{ kN}$$

$$W_{plaat} = 1/6 \cdot b \cdot h^2 = 1/6 \cdot 760 \cdot 4^2 = 2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = M/W = 0,17 \cdot 10^3 / 2 \cdot 10^3 = 89 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2$$

Aanpassingen trechter

Door het toepassen van de doseerschuiф dient ook de vorm van de trechter te worden aangepast. In Figuur 21 is het uiteindelijke resultaat te zien.



Figuur 21

10. Opties op de Pablo

Om een divers assortiment te creëren voor de klant is gekozen om verschillende opties in het ontwerp te verwerken. Zo kan voor de meest voorkomende aanvragen direct voorzien worden in de vraag omdat de opties al in het ontwerp zijn gestandaardiseerd.

10.1 Filter

Bij het storten en vertransporteren van bulkgoederen ontstaat een hoop stof, dit stof moet worden afgezogen om zo de leefomgeving veilig en leefbaar te houden. Daarom is de Pablo voorzien van stof afzuigpunten bij het laadstation en de beladingsbalg. In de huidige situatie wordt er uitgegaan van een stoffilter in de fabriek. Waar de vrachtwagenbelader met een flexibel aan kan worden gesloten. Echter is er niet op iedere locatie een stoffilter te vinden of er is te weinig capaciteit voor aanwezig. Daarom wordt als optie een bijpassend stoffilter aangeboden zodat de Pablo meer een 'stand alone' machine word.

Bepalend bij de grootte van het filter is de hoeveelheid lucht die per uur afgezogen moet worden. Dit is in overleg met de opdrachtgever bepaald op 1000 m³/h.

Eisen:

- 1000 m³/h
- Binnen het ontwerp van de vrachtwagenbelader passen
- Doekbelasting tussen de 1.8 – 2.5 m³/m²/min

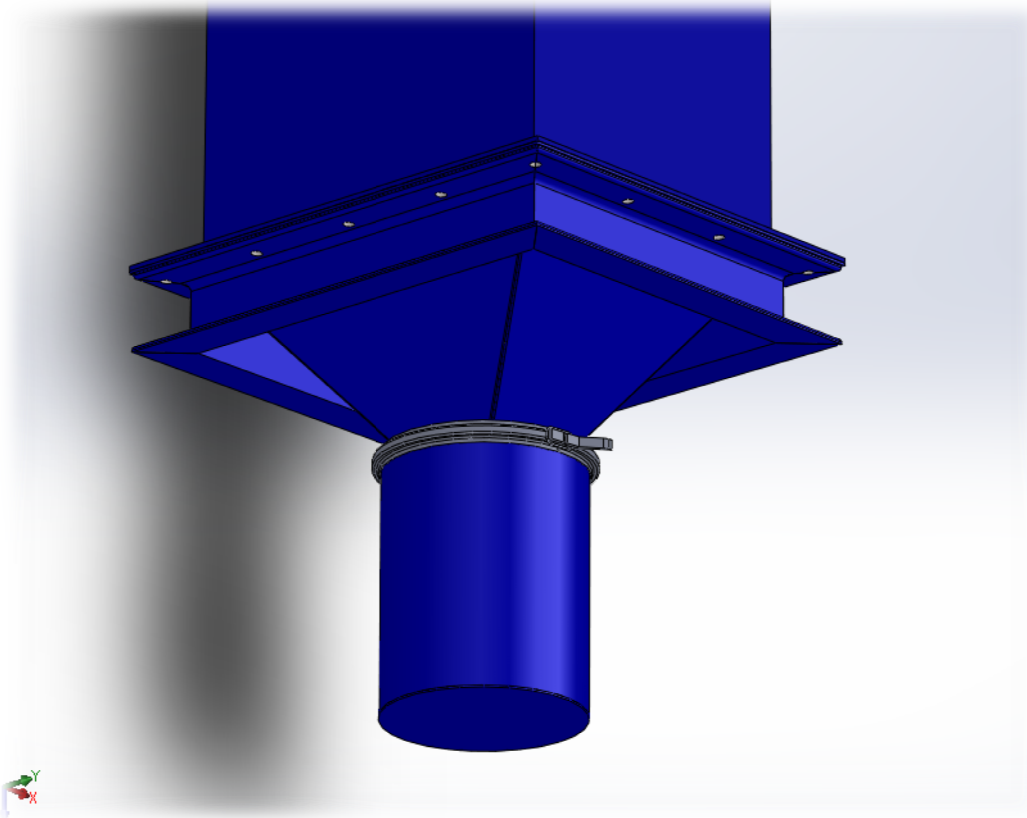
$$\frac{Q}{60} \cdot \text{doekbelasting} = \text{filteroppervlakte}$$

$$\frac{1000}{60} \cdot 1.8 = 9.25m^2$$

$$\frac{1000}{60} \cdot 2.5 = 6.6m^2$$

Een geschikt filter heeft een filteroppervlakte tussen de 9.25 en 6 vierkante meter. In de catalogus is gekozen voor een staand compact filter FKA 4-2/12 = 7m² zie bijlage XV. Dit omdat deze bouwvorm goed in het ontwerp van de Pablo is te integreren.

Het afgezogen stof zal neerslaan beneden in het filter. Daarom word onder het filter een trechter vorm gemonteerd met daaronder een stofemmer. Na bepaalde tijd zal deze stofemmer vol geraken en dus geleegd moeten worden. Deze emmer is dan ook afneembaar met een handbediende spanring met ingelegde pakking, hier is voor gekozen omdat zo een goede luchtdichte verbinding te verkrijgen. Deze luchtdichte verbinding is belangrijk vanwege de werking van het filter, wanneer dit niet het geval zou zijn word hier valse lucht door aangezogen en zal het filter een mindere werking hebben. Om het filter te bevestigen aan het onderstel word een klein frame vervaardigd van UNP 80 waar deze eenvoudig op is te monteren zie Figuur 22.



 **Figuur 22**

10.2 Compressor

De vrachtwagenbelader is op verschillende punten afhankelijk van perslucht. Er is namelijk perslucht nodig voor het afdichten van de lagers en het reinigen van het stoffilter. In veel gevallen zijn er in de fabriek voorzieningen getroffen waarbij diverse aansluitpunten zijn voor perslucht. Omdat niet op iedere locatie deze voorziening aanwezig is, wordt er als optie bij de Pablo een compressor aangeboden.

Eisen:

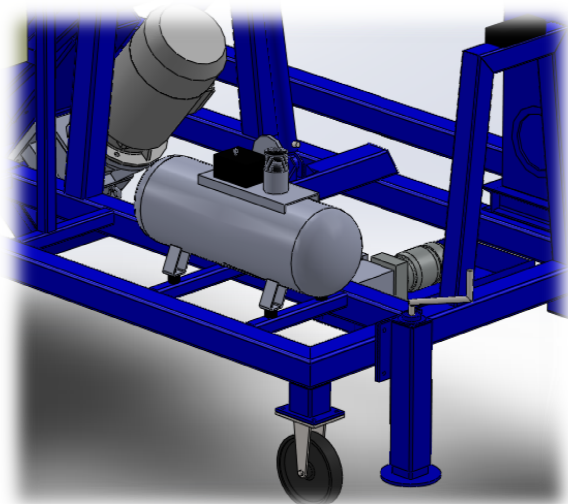
- Gebruik luchtpistool +- 100 l/min
- Luchtafdichting lagerblok 80 l/min
- Perslucht gereinigd filter 67 l/min

Benodigde capaciteit van de compressor is ongeveer 250 l/min met dit gegeven is een geschikte compressor bepaald zie Tabel 5. Verder is het van belang dat het vocht wat in de lucht zit zoveel mogelijk wordt verwijderd om te voorkomen dat er vocht tussen de lagerafdichting word gespoten. Dit kan door middel van een vocht afscheider en een aftap onder in de tank te maken.

Tabel 5

Capaciteit	350 l/min
Effectief	274 l/min
Druk	10 bar
Vermogen	1.8 kW
Spanning	380 V
Geluidsniveau	78 dB (A)
Tankinhoud	100 l
Massa	70 kg
Aftappunt in tank	Bekomat automatische aftap
Vocht afscheider	WS25
Prijs	€772

Bevestiging op het frame geschied door twee kokers van 50x50x5 tussen de framebuizen te lassen zie Figuur 23. Op deze kokers worden trillingsdempers type- a gemonteerd zie bijlage XII waarop de compressor komt te staan. Dit in verband met de trillingen die een zuigercompressor produceert.



Figuur 23

11. Documentatie

Voor de opdrachtgever Transtech is een goede documentatie van de mobiele vrachtwagenbelader noodzakelijk. Zodat bij een aanvraag de machine direct in productie genomen kan worden, maar ook voor onderhoud aan de machine. Hiervoor zijn alle onderdelen gemodelleerd in Solid Works en productietekeningen gemaakt. Ieder onderdeel is genummerd en gedocumenteerd in een Excel bestand.

Voor de nummering is gekozen om dit te doen door de machine in twee hoofdonderdelen te verdelen namelijk:

- Frame
- Beladingschroef

Ieder hoofdonderdeel bestaat uit verschillende sub- samenstelling en start een reeks van een tiental. Zo heeft de schroef bijvoorbeeld als sub- samenstelling het onderste lagerblok.

De sub- samenstelling is het Lagerblok bovenzijde met nummer TRT427-30. Waarbij TRT staat voor Transtech, 427 is het projectnummer, het tiental 30 is de reeks van de subsamenstelling. (bijlage XVI)

Ook zijn de kooppdelen/vervangingsonderdelen gelinkt aan de zogenoemde spare- parts lijst. Hierin staat uit welke kooppdelen het onderdeel bestaat en wie de leverancier hiervan is. Zo kan bij onderhoud eenvoudig nieuw worden besteld.

Verder zijn er binnen het ontwerp een groot aantal snij- delen deze zijn apart genummerd en als .dxf bestand opgeslagen. Dit type bestand is gekozen omdat bij de leverancier van de snij- delen dit bestandsformaat direct in de machine kan worden ingevoerd. De nummering van de snij- tekeningen is als volgt opgebouwd: onderdeelnummer - aantal - plaatdikte. Bij de aanvraag kan door Transtech op deze manier direct het aantal en de plaatdikte doorgegeven worden aan de leverancier.

Tot slot is gekeken naar de CE-stappen: de machinegroep, de begrenzing, de veiligheid en gezondheidseisen zijn behandeld. Bij al deze onderdelen is alleen naar het mechanische gedeelte en de aandrijving van de vrachtwagenbelader gekeken. De besturing valt buiten het project en wordt daarom ook niet behandeld. Door de verschillende stappen door te lopen wordt de vrachtwagenbelader aan de geldende normen en richtlijnen getoetst zie bijlage XVII. En zal blijken dat de machine overeenstemt met de volgende algemene normen:

Nieuwe machinerichtlijn : 2006/42/EG

Veiligheid van machines : NEN-EN-ISO 12100, 14121

Hijs en hefinrichting: NEN 2018

Met behulp van de gegevens in bijlage XVII kan uiteindelijk een volledig CE -boek worden opgesteld.

Conclusie & aanbevelingen

Conclusie

Aan de hand van de eisen en wensen is de huidige machine onderzocht.

Hieruit is gebleken dat de machine in zijn huidige vorm al een goed doordacht ontwerp is. Wel zijn een aantal dingen aangepast zoals de aandrijving voor het heffen van de transportschroef.

Ten tweede is de stabiliteit vergroot door stempels toe te passen. Ook is de beladingsbalg aangepast waardoor deze nu beter te positioneren is.

Verder is een ondersteuning ontworpen onder de stortbak waardoor de krachten die op de machine werken bij beladen beter worden opgevangen. Om de capaciteit van de transportschroef beter te kunnen regelen is een doseerschuiף toegepast tussen de trechter en de schroef. Ook is ter beveiliging van de lagers een druktransmitter geselecteerd, deze zorgt ervoor dat de machine niet kan draaien zonder luchtdruk op de lagerafdichting.

Tot slot zijn de door Transtech aangegeven punten doorgevoerd in het ontwerp. Waarbij een filterinstallatie en compressor op het frame zijn geïntegreerd.

Aanbevelingen

De capaciteit van een transportschroef is afhankelijk van een groot aantal factoren. Het ontwerp gebeurt nu vooral op praktijk ervaring. Hierdoor dient in sommige gevallen het toerental en aanvoergrootte aangepast te worden. Om dit in de toekomst te voorkomen wordt aanbevolen dit verder uit zoeken. Zodat er een formule of rekenprogramma ontwikkeld kan worden voor het bepalen van het benodigde toerental en vermogen.

Literatuurlijst

Hibbeler, R.C. (2006). Sterkteleer.	: Sterkte berekeningen
Hibbeler, R.C. (2006). Statica.	: Sterkte berekeningen
Hoogland, W. (2010). Rapport voor rapporteren.	: Rapport
Middag, H. (1984). Productietechniek mengvoederindustrie	: Droge proces industrie
Groenendijk, G. (1979). Werktuigbouw 4	: Transportwerktuigen
SKF hoofdcatalogus	: Lagers
Hainke hoofdcatalogus	: Stoffilter

Internet

www.mafaha.nl	: Trapeziumschroefdraad
www.transtech.nl	: Informatie stagebedrijf
www.technirub.nl	: Trillingsdempers
www.staalprijzen.nl	: Staalprofielen
www.247tailorsteel.com	: Stalen snijden
www.endress.com	: Druktransmitter
www.oudshoorn-hydraulics.nl	: Hydrauliek
www.vav-nl.com	: Transportschroef
www.dino.nl	: Mobiele vrachtwagenbelader
www.riako.nl	: Compressor

Bijlagen

Zie document: Afstudeerscriptie – Bijlagen

I Krachten werkend op de machine	
II Aan te drijven componenten.....	
III Transportsystemen.....	
IV Bulkwagen	
V Positionering aandrijving hefmechanisme.....	
VI Specificaties kelderwind.....	
VII Kostenoverzicht hydrauliek systeem en kelderwindsysteem	
VIII Berekeningen hydrauliekcilinder	
IX Stempels	
XI Kracht van een mens	
XIII Trillingsdempers	
XIV Doseerschuij.....	
XV Stoffilter	
XVI Tekeninglijsten	
XVII Machinerichtlijn	