



GKB Staalwerk en Machines

Kleiverkleiner

Verkleiner Zeefoverloop



Student: Niels van Beuzekom
Studentnummer:

Bedrijf:
Bedrijfsbegeleider: GKB Staalwerk en
Machines Ing. C. P. A. den
Boer

School:
Schoolbegeleider: De Haagse Hogeschool
Ir. A. van der Vlucht

Datum:
Versie:

02-06-2021

3

DE HAAGSE
HOGESCHOOL

Voorwoord

Om de bachelor HBO Werktuigbouwkunde goed af te kunnen ronden moet een student een afstudeerproject doen en hiermee aantonen dat de competenties beheerst worden. Aangezien ik de duale variant van de opleiding werktuigbouwkunde volg en werkzaam ben bij GKB Staalwerk en Machines, is het afstudeerproject binnen het bedrijf gedaan. De opdracht was om voor een zusterbedrijf van GKB Staalwerk en Machines, Grondbank IJsselmonde, een kleiverkleiningsmachine te ontwerpen.

In dit rapport wordt het proces van het ontwerp van de machine beschreven, op deze manier kan later nog worden teruggelezen hoe bepaalde zaken tot stand gekomen zijn en waarom op de betreffende manier. Dit afstudeerverslag is ten eerste geschreven om het proces van het ontwerp van de machine nader toe te lichten aan de docenten van de hogeschool. Maar zeker ook als naslagwerk voor eventuele andere studenten.

Graag wil ik dhr. Van der Vlugt bedanken voor het begeleiden vanuit de hogeschool tijdens het afstuderen. Ook wil ik Niels den Boer bedanken voor het begeleiden vanuit het bedrijf, voor het overleggen tussendoor over bepaalde zaken. Verder wil ik alle collega's bij GKB Staalwerk en Machines en Grondbank IJsselmonde bedanken voor de input die zij mij gegeven hebben.

Niels van Beuzekom

Barendrecht, 2 juni 2021

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Samenvatting.....	5
1. Inleiding	6
2. Achtergronden	7
2.1. Context van het bedrijf.....	7
2.1.1. Het bedrijf.....	7
2.1.2. De bedrijfsbegeleider	8
2.2. Opdracht:.....	8
2.3. Projectgrenzen	8
2.4. Probleem- en doelstelling en vooraf bekende gegevens	9
2.5. Algemene gegevens over de trommelzeef.....	10
3. Analysefase.....	12
3.1. Werkwijze	12
3.2. Vergelijkbare principes.....	12
3.2.1. Zeefbak met messen	12
3.2.2. Zeefbak met kunststof sterren Lloyd RS 8-14	14
3.2.3. Yuan Hang Clay Crusher	15
3.3. Conclusie op basis van marktonderzoek	16
4. Ontwerpfase.....	17
4.1. Programma van Eisen en Wensen.....	17
4.2. Functieanalyse.....	19
4.3. Morfologisch overzicht.....	20
4.4. De drie concepten	21
4.4.1. Concept 1:.....	21
4.4.2. Concept 2:.....	22
4.4.3. Concept 3:.....	23
4.5. Kesselring methode	24
4.5.1. Ontwerpkkenmerken bepalen:	24
4.5.2. Weegfactoren bepalen:.....	25
4.5.3. Beste concept bepalen:.....	25
4.5.4. Kesselring methode uitvoeren	26
4.5.5. Concept 2 verbeteren:.....	27
5. Realisatiefase.....	28
5.1. Componentenkeuze	28
5.2. Toelichting ontwerp:	28

5.2.1.	Het frame.....	28
5.2.2.	De bunker	29
5.2.3.	De transportband	30
5.2.4.	Het resultaat van de machine	30
6.	Controlefase	31
6.1.	Kostenanalyse en vergelijking met het alternatief.....	31
6.2.	Risicoanalyse	31
7.	Resultaten	32
7.1.	Machine toetsen aan PVE.....	32
7.2.	Bevindingen.....	32
8.	Competentieverantwoording.....	33
8.1.	Competentie Analyseren.....	33
8.2.	Competentie Ontwerpen	34
8.3.	Competentie Professionaliseren	35
9.	Conclusie en aanbevelingen.....	36
9.1.	Conclusie	36
9.2.	Aanbevelingen.....	36
	Literatuurlijst	37
	Literatuur	37
	Websites	37
	Bijlagen	38
I.	PVA	39
II.	Organogram GKB Groep.....	55
III.	Datasheet Doppstadt SM620 K	56
IV.	Datasheet Zeefbak met messen (REMU)	57
V.	Datasheet Zeefbak met sterren (Lloyd RS 8-14).....	60
VI.	Morfologisch overzicht blanco	62
VII.	Ontwerpkenmerken bepaling	65
		65
VIII.	Componentkeuze	66
	Hydromotorkeuze:	66
	Hydraulische cilinders:	69
	Hydraulische slangen:.....	71
	Kettingwielkeuze:	72
	Staalsoort:	73
	Lagerkeuze:.....	74

Verkleinrotoren:	74
Transportband:	75
Aandrijf- en retourrol:	75
IX. Samenstellingstekeningen.....	77
X. Beoordeling bedrijfsbegeleider	82
XI. Sterkteberekening aandrijfketting	84
XII. Kostenanalyse.....	85
XIII. Offerte buislaseren Dumaco 's-Gravenpolder Tube	86
XIV. Vergelijking met het alternatief	87
XV. Risicoboordeling	88
XVI. PVE&W toetsing	98

Samenvatting

De firma Grondbank IJsselmonde krijgt partijen grond binnen met daarin puin en klei. Dit wordt met een trommelzeef gezeefd, in de uitstroom van de zeef bevinden zich het puin, maar ook bonken klei. Deze bonken klei moeten gescheiden worden van het puin en fijn gemalen worden zodat het door de grond gemengd kan worden. Er moet dus een machine ontworpen worden die de klei van het puin scheidt en de klei verkleint.

Allereerst is er gekeken of er al bruikbare oplossingen op de markt zijn en of er geen andere manieren zijn om met de partijen grond om te gaan. De resultaten die gevonden zijn, hebben samen met de eisen en wensen van Grondbank IJsselmonde en de regelgeving op het gebied van machines geleid tot het PVE&W. Toen is er een ontwerp gemaakt volgens de methode van Methodisch Ontwerpen en zijn er een drietal concepten gemaakt. Vervolgens is het beste concept gekozen met behulp van de Kesselringmethode. Daarna is het ontwerp in zijn geheel in een 3D-programma uitgetekend, waarbij er tijdens het ontwerpen nog een aantal aanpassingen aan het ontwerp zijn gedaan, zo is het ontwerp zo gemaakt dat de machine absoluut “hufferproof” is. Voor de gebruikte componenten zijn een aantal berekeningen gedaan. Toen het ontwerp gereed was zijn er een kosten-baten analyse en een risicoanalyse op het ontwerp uitgevoerd. Vervolgens is de machine aan het PVE&W getest en correct bevonden.

1. Inleiding

Dit afstudeerverslag is geschreven om aan de Haagse Hogeschool en zijn docenten te kunnen bewijzen dat de student een HBO denk- en werkniveau heeft en dat deze in staat is om hetgeen wat geleerd is tijdens de opleiding in de praktijk ook toe te passen. Aangezien het voor de hogeschool moeilijk te beoordelen is of de student wel voldoende diepgang heeft gehad tijdens de opdracht en of deze ook zelfstandig aan de opdracht gewerkt heeft, is in dit verslag het hele gevolgde traject beschreven met alle keuzes en resultaten daarvan. Daarbij is ook de beoordeling van het bedrijf opgenomen in het verslag zodat de docenten van de hogeschool hun oordeel daarop kunnen baseren.

Dit verslag beschrijft het proces van het afstuderen. Als eerste is er geanalyseerd wat de oplossingen zijn die al op de markt zijn en of er geen andere alternatieven zijn om met de partijen grond om te gaan. Toen de resultaten van de analyses duidelijk waren zijn de resultaten van deze analyses gebruikt voor het ontwerpproces van de machine, daarbij zijn onder andere een PVE&W, een functieanalyse, een morfologisch overzicht en concepten gemaakt. Het kiezen van het definitieve concept is gebeurd met de Kesselring methode met behulp van een Kesselringgrafiek. Vervolgens is het 3D-ontwerp gemaakt en zijn daar tekeningen van gemaakt. Tot slot is er nog een kosten-baten analyse en een risicoanalyse gedaan.

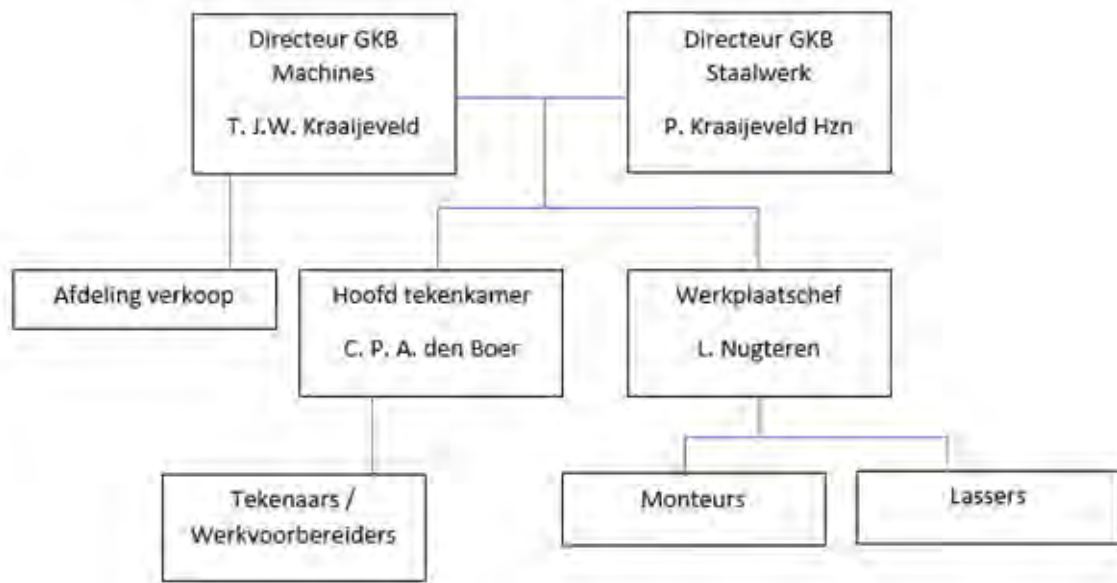
De structuur van dit afstudeerverslag is in principe als volgt: ten eerste vindt u de gegevens over het bedrijf en de bedrijfsbegeleider. Daarnaast vindt u de gegevens over de opdracht zoals de problemen en doelstelling en de vooraf bekende gegevens. Ten tweede vindt u de gegevens over de analysefase, de gegevens die daarbij naar voren kwamen en of deze bruikbaar zijn voor de te ontwerpen machine. Ten derde vindt u de ontwerpfase volgens de methode van Methodisch ontwerpen met daarbij alle tussenresultaten als het PVE&W, de functieanalyse, het morfologisch overzicht, de concepten en de Kesselringmethode voor het kiezen van het beste concept. Ten vierde kunt u de realisatiefase vinden waarin het definitieve ontwerp en de componentkeuzes voor het prototype nader toegelicht worden. Ten vijfde vindt u de controlefase waarin nog een paar analyses gedaan worden om te kijken of het prototype haalbaar is qua produceren etc. Ten zesde worden de resultaten bekeken en wordt de machine getoetst aan het PVE&W en worden de ervaringen en bevindingen gedeeld. Ten zevende kunt u de competentieverantwoording vinden via de STARR-methode. Ten achtste kunt u de conclusie vinden waarin onder andere de hoofdvraag beantwoord wordt en er enkele aanbevelingen gedaan worden. Verder zijn er nog een 16-tal bijlages met onder andere het PVA, de componentkeuze, de samenstellingstekeningen van de machine en de bedrijfsbeoordeling.

2. Achtergronden

2.1. Context van het bedrijf

2.1.1. Het bedrijf

GKB Staalwerk en Machines is een bedrijf dat uit twee afdelingen bestaat; GKB Staalwerk en GKB Machines. GKB Staalwerk en Machines is onderdeel van de GKB Groep, deze bestaat uit vijf BV's waarvan GKB Staalwerk en Machines er een is. Bij GKB Staalwerk en Machines werken ongeveer 45 mensen, waarvan 20 op kantoor en 25 in de werkplaats. Zoals in het organogram (Figuur 2.1) te zien is, zijn de lijntjes kort. Hierdoor heerst er een gemoedelijke sfeer binnen het bedrijf.



Figuur 2.1.1.1: Organogram GKB Staalwerk en Machines

GKB Staalwerk houdt zich vooral bezig met bestekken uitvoeren voor gemeentes en waterschappen en het maken van constructies als bruggen en kunstwerken. Hierbij valt te denken aan bruggen die in De Kreek in Den Hoorn liggen, of de Beverbrug in natuurgebied De Zaag in Krimpen aan de Lek, of aan het maken van boomroosters voor om de bomen op de Coolsingel in Rotterdam.

GKB Machines houdt zich vooral bezig met het maken van machines voor het onderhoud en de aanleg van sportvelden. Hierbij moet worden gedacht aan freesmachine om de grasmat af te frezen; reinigingsmachines om kunstgrasvelden te reinigen; beluchtingsmachines om het natuurgras te beluchten al dan niet met drainageaanleg in het gras; bezanders om de golfbanen in topconditie te maken en te houden. Een ander aspect is het maken van machines voor de andere BV's binnen de GKB Groep. Hierbij valt te denken aan een sterrenzeef voor Grondbank IJsselmonde of een baggerboot voor GKB Materieel

De afdeling waar afgestudeerd wordt, is op de tekenkamer. Tijdens de coronacrisis werken daar nog drie andere tekenaars, een inkoper en de directeur van GKB Machines en tegelijk verkoper van machines. Bij GKB Staalwerk en Machines werken alle personen op kantoor eigenlijk door elkaar, maar tijdens de coronacrisis zijn de mensen uit elkaar gehaald zodat wanneer er op een afdeling corona uitbreekt, niet heel het kantoor thuis zit.

2.1.2. De bedrijfsbegeleider

De bedrijfsbegeleider is dhr. C. P. A. (Niels) den Boer, dit is de Hoofd tekenkamer en was tijdens een groot deel van de opleiding ook de werkbegeleider van de student. Niels den Boer heeft HBO Werktuigbouwkunde en HBO Technische bedrijfskunde afgerond en heeft ruim 10 jaar werkervaring in de constructie/machinebouw

2.2. Opdracht:

De afstudeeropdracht is in feite om een manier te vinden om de zeefoverloop die uit de trommelzeef komt te scheiden door de klei die daarin aanwezig is te verkleinen en het puin dat ook aanwezig is niet te verkleinen. En deze stromen gescheiden op te vangen.

2.3. Projectgrenzen

- Voor het vinden van een oplossing wordt alleen gekeken naar grond met daarin bouwafval en klei.
- Voor het vinden van een oplossing wordt niet gekeken naar compost en dergelijke zaken.
- De te ontwerpen machine wordt gemaakt om achter de trommelzeef van Grondbank IJsselmonde te werken.
- Het kleipercentage in het afval van de zeefoverloop (3000 ton/jaar) moet van 33% naar maximaal 5% (1000 ton/jaar naar 150 ton/jaar)
- Binnen de afstudeerperiode wordt alleen een ontwerp van de verkleiner opgeleverd, daarna kan eventueel nog verder gegaan worden door de student binnen het bedrijf.
- Het op te leveren afstudeerverslag moet HBO-waardig zijn.
- Het ontwerpproces wordt volgens Methodisch Ontwerpen gedaan.
- De student wordt vanuit school begeleid door Dhr. Van der Vlugt
- De student wordt vanuit het bedrijf begeleid door Dhr. Den Boer
- De student krijgt toegang tot de gegevens die nodig zijn voor het kunnen doen van de opdracht.
- De student maakt gebruik van de werkplek die hij tijdens het duale schooltraject ook gebruikte.
- De student heeft vanuit het bedrijf minimaal 36 uur per week de tijd om aan het afstudeertraject te besteden.
- De student volgt de richtlijnen die het bedrijf voorschrijft wat betreft het Coronavirus

2.4. Probleem- en doelstelling en vooraf bekende gegevens

- **Probleemstelling:**

Een van de BV's van GKB Groep, Grondbank IJsselmonde, heeft een trommelzeef waarmee partijen binnengekomen grond worden gezeefd om de bruikbare zaken uit deze grond nog te kunnen recycleren. De zaken die bij deze eerste zeefsessie niet door de zeef vallen en naar de achterzijde van de zeef worden getransporteerd vormen met elkaar de zogenaamde zeefoverloop, dit is zo'n 10% van de totale grondhoeveelheid. Deze zeefoverloop wordt over het algemeen nog een keer gezeefd met de trommelzeef om er zeker van te zijn dat alle bruikbare zaken uit de zeefoverloop verwijderd zijn.

Door de zeefoverloop nog een keer te zeven wordt de grond gescheiden van de eventuele stukken beton die tussen de zeefoverloop zitten. Alleen bevindt zich in deze zeefoverloop ook klei, deze klei vormt door het draaien van de zeef grote brokken die dus door de zeef naar het uiteindelijke echte afval wordt getransporteerd, terwijl deze klei feitelijk nog te recycleren is, mits het niet van die grote brokken zijn. In onderstaande afbeeldingen is het soort grond te zien dat door de zeef moet. Zoals te zien is zitten er flinke brokken tussen die verkleind moeten worden zodat deze door de mazen van de zeef heen passen. Hiervoor moeten de brokken door een gat van 4x4 cm heen passen. Er moet dus een methode bedacht worden om de kleibrokken te verkleinen tot een acceptabele grootte, maar de brokken beton niet te verkleinen. Het gaat hierbij om 3000 ton zeefoverloop per jaar, waarin zich zo'n 1000 ton klei bevindt.



Figuur 2.4.1: De zeefoverloop die gezeefd moet worden



Figuur 2.4.2: De kleibonken in de zeefoverloop

- **Doelstelling**

Het doel van de opdracht is om binnen de periode van het afstuderen een werkend principe te bedenken om de kleibrokken uit de zeefoverloop te verkleinen tot een acceptabele maat en de betonbrokken niet te verkleinen aangezien deze niet gerecycled moeten worden. En dit te verwerken tot een werkend ontwerp dat aan de eisen van de opdrachtgever voldoet.

- Vooraf bekende gegevens

- De aandrijving van de verkleiner moet hydraulisch zijn
- Het is zeer wenselijk dat de machine aangesloten kan worden op de extra functie op de trommelzeef.
- Deze aansluiting bestaat uit: 40L/min bij 200 bar
- De oplossing moet een continueoplossing zijn die direct na de “eerste” zeef komt te staan.
- De machine moet 45 m³ per dag zeefoverloop kunnen verwerken, dit komt neer op een capaciteit van 5,5 m³ per uur
- De klei uit de zeefoverloop moet verkleind worden en het puin niet.

2.5. Algemene gegevens over de trommelzeef

Bij Grondbank IJsselmonde zijn twee trommelzeven aanwezig, in principe wordt in de huidige situatie de eerste zeefsessie met de Doppstadt gedaan en de tweede zeefsessie met de Farwick.

- **Doppstadt SM620 K-plus:**

Dit is een trommelzeef op rupsen van 24 ton. Aangedreven door een dieselmotor van 123 pk. De maximale capaciteit van de machine 450 m³ grond per dag.



Figuur 2.5.1: Doppstadt SM620 K



Figuur 1.5.2: Typeplaat Doppstadt SM620 K Grondbank IJsselmonde

Tabel 2.5.1: Gegevens typeplaat Doppstadt SM620K

Type	SM620K
Gewicht	24 ton
Bouwjaar	2016
Serienummer	116

- **Farwick Favorit Max:**

Dit is een trommelzeef op rupsen van 10 ton. De machine wordt aangedreven door een dieselmotor van 85 pk. De maximale capaciteit van de machine is 300 m³ grond per uur



Figuur 2.5.3: Farwick Favorit Max



Figuur 2.5.4: Typeplaat Farwick Favorit Max Grondbank IJsselmonde

Tabel 2.5.2: Gegevens
typeplaat Farwick Favorit Max

Type	Max
Gewicht	9960 kg
Bouwjaar	1996
Serienummer	1138

3. Analysefase

3.1. Werkwijze

Voor het analyseren is er deskresearch uitgevoerd om onder andere te analyseren of er al principes op de markt zijn die vergelijkbaar zijn met wat er nodig is bij Grondbank IJsselmonde, en om ideeën op te doen voor het ontwerp van de machine.

Verder is er informatie verzameld over de mogelijkheden en de specificaties van de trommelzeven die aanwezig zijn bij Grondbank IJsselmonde. Hiervoor is er deskresearch uitgevoerd, en overleg geweest met de eigenaar van de Grondbank en met de materieelbeheerder.

Ook is er met de eigenaar van de trommelzeef gesproken en overlegd over wat de verwachtingen zijn die hij heeft van de nieuwe machine. En wat zijn ideeën zijn over het functioneren van de machine aangezien hij meer ervaring heeft met het verwerken en zeven van grond en zeefoverloop.

Tot slot is er ook deskresearch uitgevoerd naar hoe andere grondbanken in Nederland omgaan met de klei en het puin dat in de partijen grond zit. Of ze de partijen grond ook zeven en gewoon verkleinen, of dat ze dergelijke partijen grond weigeren.

3.2. Vergelijkbare principes

Er is deskresearch uitgevoerd naar vergelijkbare machines die al op de markt zijn, en naar eventuele oplossingen die andere grondbanken in Nederland en België gebruiken. Tijdens deze analyse van de markt voor kleiverkleining kon de conclusie getrokken worden dat er eigenlijk maar twee oplossingen zijn die al op de markt zijn. Deze zijn dan wel te koop bij 9 of 10 verschillende leveranciers, maar in principe zijn het maar twee oplossingen.

Een andere optie waar sommige andere grondbanken in Nederland en België wel gebruik van gemaakt wordt is om de zeefoverloop door een shredder te leiden en de gemalen “zeefoverloop” dan of bij de al gezeefde grond te voegen, of om de klei bij het puinafval te voegen en daar dan op die manier vanaf te komen.

3.2.1. Zeefbak met messen

De zeefbak is in principe een bak voor aan de kraan of de shovel. Met deze bak kan afhankelijk van de gemonteerde rotors gezeefd, verkleind of gefreesd worden. Deze zeefbakken zijn in verschillende groottes verkrijgbaar, en afhankelijk van de inhoud van de zeefbak varieert het aantal rotors in de bak van twee tot vijf. Deze draaien allemaal dezelfde kant op, maar de draairichting kan door de machinist van de kraan of shovel omgedraaid worden.

Met rotors met alleen dunne stalen schijven zonder snijkanten wordt in principe alleen gezeefd, maar dit is niet toereikend voor de situatie van Grondbank IJsselmonde. Bij dit type rotoren is de vorm van de schijven dusdanig dat eventuele brokken klei of eventuele stenen omhoog geworpen worden en dus niet verkleind worden.

Met rotors met messen of stalen tanden wordt over het algemeen vooral verkleind. Dit zou bruikbaar kunnen zijn, maar omdat er in de zeefoverloop van Grondbank IJsselmonde redelijk veel puin zit worden de messen of tanden snel bot. Hierdoor is deze oplossing niet optimaal. Bij dit type rotoren is de vorm van de messen of tanden dusdanig dat eventuele harde brokken klei en stukken puin omhoog geworpen worden zodat deze niet verkleind worden.

Met rotors bestaande uit een dikwandige buis met daarop opgelaste massieve blokken van 50x50 mm wordt over het algemeen grond klein gefreesd. Dit zou een bruikbare oplossing zijn aangezien de klei in de zeefoverloop van Grondbank IJsselmonde vrij plakkerig is. En het puin in de zeefoverloop kan bij deze rotor niet veel schade aanrichten. Bij dit type rotoren is de vorm van de

opgelaste blokken dusdanig dat eventuele stenen omhoog geworpen worden en dus niet verkleind worden.

Een groot nadeel is wel dat er op deze bakken hele grote motoren zitten met veel koppel. Dit is natuurlijk nodig om klei fijn te malen. Maar dit vraagt veel olie (minimaal 150 L/min.) van de kraan of shovel, nu is dit bij een kraan of shovel geen probleem omdat daar meestal een pomp in zit die dat aankan. Maar de extra aansluiting op de trommelzeef van Grondbank IJsselmonde levert 40 L/min. waar de machine in principe op moet gaan draaien, hierdoor is deze oplossing niet echt een optie voor Grondbank IJsselmonde. Maar de techniek kan eventueel wel gebruikt worden om een werkende machine te ontwerpen.

Voor deze zeefbakken zijn verschillende producenten en leveranciers, tussen deze zeefbakken zit in principe weinig verschil. De grootste verschillen zijn:

- De rotors zijn aangedreven met een ketting of een riem
- De rotors staan of liggen in de bak
- De afmetingsrange is niet bij elke fabrikant even groot.

De belangrijkste 6 leveranciers van deze zeefbakken zijn:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| - Cerns Ecological Recycling (Finland): | Cobra Screening Bucket |
| - Gerlasco BV (Nederland): | Gerlasco Recycle Bucket |
| - ALLU (Finland): | ALLU Transformer Screener Crusher |
| - REMU (Finland): | REMU Screening Bucket |
| - CM Crushermachines (Italië): | CDS- Screening Bucket |
| - Viper Metal (Finland): | Viper Screening Bucket |



Figuur 3.2.1.1: De ALLU DS3-17 met schijfroter

Demo

Om te kijken of deze oplossing bruikbaar is voor het verkleinen van de klei uit de zeefoverloop bij Grondbank IJsselmonde is er een demo aangevraagd bij Gerlasco BV. Deze demo was met een ALLU DS 3-17 met een tussenafstand tussen de rollen van 80 mm. De uitvoering met de zeefbak was met een 22-tons kraan. De werking van de zeefbak is in principe naar wens, alleen is voor Grondbank IJsselmonde een zeefbak voor aan de shovel handiger, en zou een kleinere tussenafstand tussen de rollen wenselijk zijn, nu zijn de kleibrokjes eigenlijk nog iets te groot. De zeefbak verkleint de

kleibonken goed en laat het puin over het algemeen heel, de demo was dus heel nuttig. Nu heeft men een beter idee over het principe wat toegepast zou kunnen gaan worden.



Figuur 3.2.1.2: Demo met ALLU DS 3-17 met verkleinrotor

Een van de nadelen wanneer er voor een zeefbak gekozen wordt, is dit dat de zeefoverloop boven de trommelzeef gemalen en gezeefd moet gaan worden. Dit zorgt ervoor dat de capaciteit van de trommelzeef flink omlaag gaat, dan staat de trommelzeef het grootste deel van de tijd op 10% van de capaciteit te draaien. Bovendien moet er ook rekening gehouden met de tijd die nodig is om de stenen uit de zeefbak te kiepen en nieuwe zeefoverloop te pakken, in die tijd draait de trommelzeef helemaal loos.

Wanneer er een zeefbak voor aan een shovel gekocht zou worden, zou dit wel betekenen dat deze niet alleen voor het zeven of verkleinen van de zeefoverloop gebruikt zou kunnen worden, maar ook voor het mengen van andere grondstoffen. Dat zou wel een voordeel zijn van een losse zeefbak die niet vast achter de trommelzeef staat.

3.2.2 Zeefbak met kunststof sterren Lloyd RS 8-14

Deze zeefbak werkt in principe hetzelfde als de zeefbak met messen, alleen zijn de messen hier vervangen door kunststof sterren. Dit heeft tot gevolg dat met deze zeefbak eigenlijk alleen gezeefd en eventueel gemengd kan worden, maar niet verkleind. Dit omdat de sterren niet snijden en ook gewoon verbuigen en misschien zelfs stuk gaan als ze bijvoorbeeld een stuk puin tegenkomen. Hierdoor wordt de klei dus niet verkleind.

Een positief verschil is dat er in deze zeefbak meer assen zitten, hierdoor is het zeefoppervlak groter, en is de zeefsnelheid dus ook hoger. Een ander, positief verschil is dat doordat deze zeefbak niet hoeft te verkleinen, de eisen aan de hydraulische pomp ook lager zijn, deze liggen in de buurt van wat de extra aansluiting van de trommelzeef kan leveren. Verder kunnen de assen van deze zeefbak maar een kant op draaien door de vorm van de sterren, mede hierdoor is deze zeefbak geen reëel optie voor Grondbank IJsselmonde omdat dan telkens de zeefbak vast zou lopen omdat een stuk puin de sterren blokkeert. Ook is deze zeefbak ontworpen voor aan een kraan en niet aan een shovel, dit zou natuurlijk door GKB zelf wel aangepast kunnen worden, maar dat is extra werk.

Maar al met al kan de conclusie getrokken worden dat deze zeefbak met sterren niet voldoet aan de eisen van Grondbank IJsselmonde omdat hiermee geen klei verkleind kan worden. Maar ook hierbij zouden er delen van de techniek gekopieerd kunnen worden om een oplossing op maat voor Grondbank IJsselmonde te creëren

De enige fabrikant van deze zeefbak met sterren is het Engelse MSC Mobile Screening & Crushing met de Star Buckets.



Figuur 3.2.2.1: De Lloyd RS 8-14

3.2.3 Yuan Hang Clay Crusher

Dit is een anders soort techniek om de kleibonken klein te maken. Deze machine is onderdeel van een complete plant om bakstenen te maken. Deze machine is om de kleibrokken kapot te maken om de klei makkelijker in de baksteenvorm te kunnen persen en de stenen die niet bruikbaar zijn te scheiden van de klei en het zand. De machine bestaat uit een soort lopende band bestaande uit strippen die langs elkaar schuiven, deze strippen zijn voorzien van punten. De bedoeling is dat de kleibrokken achter de punten blijft hangen. En door de bewegingen van de strippen ten opzichte van elkaar breekt de kleibonk doormidden. Om te zorgen dat de stenen de machine niet blokkeren zijn de punten schuin zodat harde materialen over de punten wegglijden wanneer er spanning op komt. Een nadeel hiervan is dat deze machine alleen materiaal kleinmaakt wat heel bros en betrekkelijk zacht is. En de klei in de zeefoverloop van Grondbank IJsselmonde is vrij plakkend, hierdoor duwt de machine misschien een deuk in de kleibonk, maar hij maakt hem niet kapot. Deze oplossing is dus helaas niet passend voor Grondbank IJsselmonde



Figuur 3.2.3.1: De Yuan Hang Clay Crusher

3.3. Conclusie op basis van marktonderzoek

Nu de markt voor het kleiverkleinen geanalyseerd is, kunnen er verschillende conclusies getrokken worden:

- Er zijn wel oplossingen op de markt om de klei te verkleinen, maar deze zijn niet één op één bruikbaar voor Grondbank IJsselmonde.
- De techniek van de zeefbakken is wel bruikbaar. Dit omdat op deze manier de klei afdoende verkleind wordt. Alleen moet dit dan omgevormd worden om passend te zijn voor Grondbank IJsselmonde.
- De techniek van de Yuan Hang Clay Crusher is niet bruikbaar, omdat men bij Grondbank IJsselmonde een ander soort klei hebben dan de klei waarvoor de Yuan Hang Clay Crusher ontworpen is.
- De machine om de klei te verkleinen kan met kleinere motoren toe dan de zeefbakken, omdat slechts 10% van de partijen grond zeefoverloop is.

4. Ontwerpfase

Tijdens het ontwerpen moet met veel dingen rekening gehouden worden en moeten bepaalde stappen doorlopen worden. De stappen die doorlopen zijn om tot een goed ontwerp te komen kunt u hieronder lezen.

4.1. Programma van Eisen en Wensen

In dit Programma van Eisen en Wensen kunt u de eisen en wensen vinden waaraan de machine moet voldoen. Deze eisen en wensen zijn in overleg met de opdrachtgever tot stand gekomen. Verder zijn veel zaken al voorgeschreven in de machinerichtlijn. Ook zijn er nog eisen toegevoegd die ook belangrijk zijn.

Tabel 4.1: Programma van Eisen en Wensen

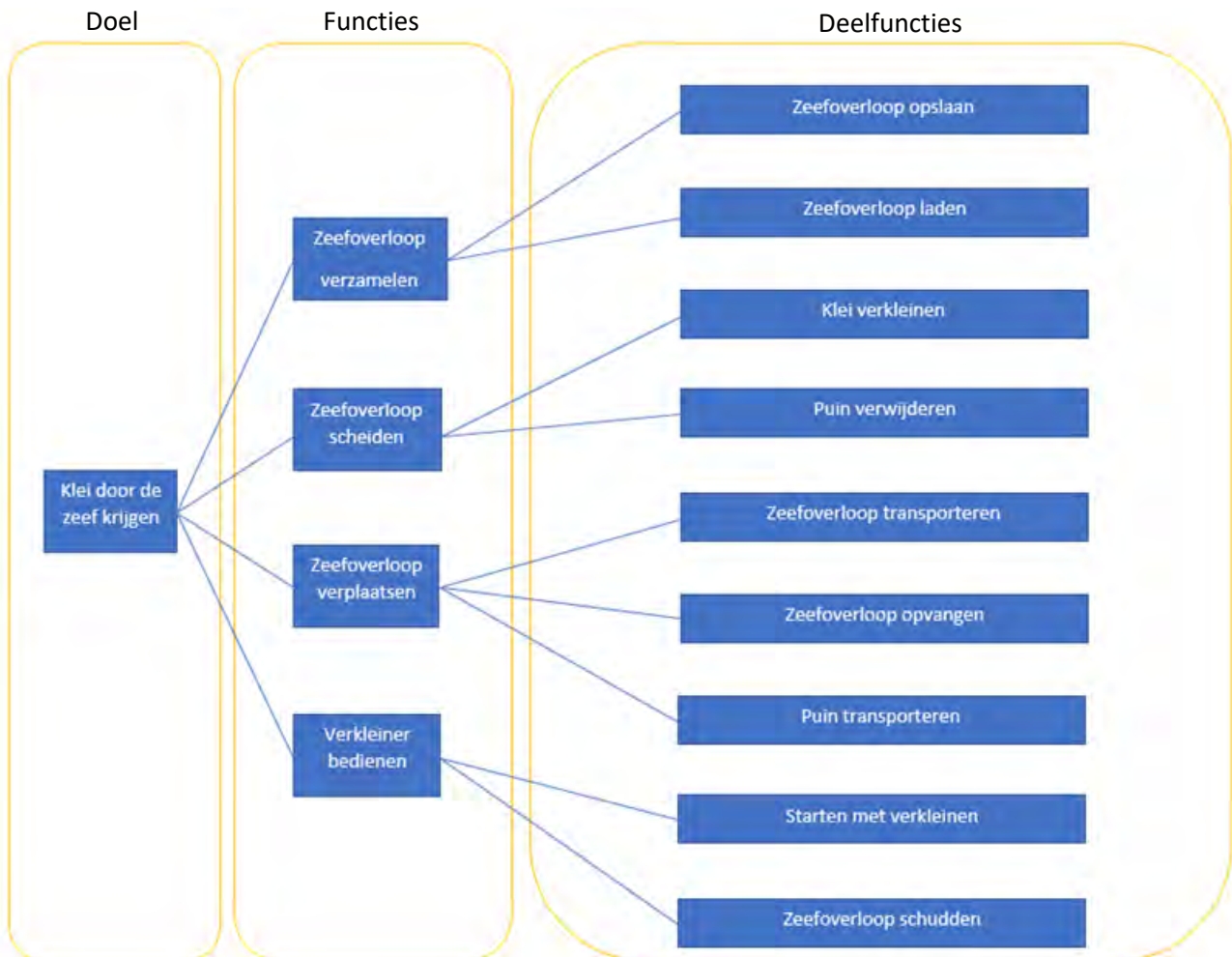
Nr.	Omschrijving	Var. Eis	Vaste eis	Wens	Bron*
Bedieningseisen:					
1.	De machine moet met de afstandsbediening van de trommelzeef bediend kunnen worden			X	O
2.	De machine moet een vrijloop hebben, zodat mocht dit nodig zijn het verkleinmechanisme ook handmatig gedraaid kan worden.		X		E
3.	De machine moet door kundig personeel bediend worden.		X		W
4.	De machine moet op een veilige manier bediend kunnen worden.		X		O
Fysieke eisen:					
5.	De machine moet dusdanig geconstrueerd zijn dat het verkleinmechanisme niet beschadigd kan worden door vallend puin.	X			O
6.	Het verkleinmechanisme moet te vervangen zijn		X		O
7.	Het verkleinmechanisme moet slijtvast zijn.		X		O
8.	De machine moet met 4 kettingen gehesen kunnen worden.		X		W
9.	De machine voldoet aan de machinerichtlijn.		X		W
10.	De machine moet degelijk zijn.	X			O
11.	De machine moet niet kapot gaan als hij een keer met de sorteergrijper opgepakt wordt.		X		O
12.	De machine moet geen scherpe hoeken hebben; alle hoeken minimaal radius 5 mm.	X			W
13.	De machine moet kunnen functioneren met een hydraulische aandrijving van 200 bar en 40 L/min.	X			O
14.	De machine moet de hele afvoer van materiaal die uit de zeef komt opvangen en verder sorteren.		X		O
15.	De machine moet corrosiebestendig zijn.		X		O
16.	Gevaarlijke delen van de verkleiner moeten afgeschermd zijn zodat hier geen lichamelijk letsel door kan ontstaan.		X		W
17.	De machine moet zo licht mogelijk zijn.	X			O
18.	De machine moet zo compact mogelijk zijn.	X			O
19.	De machine moet op een 3-assige aanhanger vervoerd kunnen worden.		X		O
20.	Hydrauliekslangen moet zoveel mogelijk weggewerkt worden.			X	O
21.	Indien de slangen niet weggewerkt kunnen worden, dient er bescherming om de slangen gewikkeld te worden.			X	O
22.	De machine moet niet veel onderhoud nodig hebben.			X	O

Functionele eisen:					
23.	De maximale afmetingen van het puin / de kleibrokken bedraagt 20x20 cm.	X			O
24.	De machine moet de kleibrokken verkleinen tot kleiner dan 4x4 cm.	X			O
25.	De machine moet het puin niet verkleinen tot kleiner dan 4x4 cm.	X			O
26.	De verkleiner moet minimaal 5 jaar meegaan zonder noemenswaardige problemen.	X			O
27.	De machine is voorzien van een CE-markering		X		W
28.	Na het voor de tweede keer zeven met de trommelzeef moeten de grond met klei van het puin gescheiden zijn.			X	O
29.	De verkleiner moet niet meer geluid maken dan de trommelzeef.			X	O
30.	De verkleiner moet tegelijk draaien met de trommelzeef.		X		O
31.	De machine moet makkelijk schoongemaakt kunnen worden.	X			O
32.	De verkleiner moet per dag ongeveer 8 á 9 uur draaien.	X			O
33.	De machine moet 5 á 6 dagen per maand draaien.	X			O
34.	De machine mag eens per 4 maand(en) een grote storing hebben.	X			O
35.	De machine moet onder alle weersomstandigheden kunnen werken.		X		O
36.	De machine moet in een stoffige, modderige omgeving kunnen werken.		X		O
37.	De machine moet de grond en de klei die verkleind is afvoeren naar een aparte hoop.			X	O
38.	De machine moet het puin uit de zeefoverloop apart afvoeren.			X	O
39.	De machine mag de werking van de trommelzeef niet negatief beïnvloeden.		X		O
40.	De machine moet worden aangedreven worden doormiddel van 2 hydraulische slangen (Pers en Retour).			X	O
41.	Het verkleinmechanisme moet duurzaam zijn.		X		E
42.	De machine moet 3 á 4 m ³ per keer kunnen verwerken.	X			O
43.	De machine moet 5,5 m ³ per uur kunnen verwerken.	X			O
Milieu-eisen:					
44.	De machine mag geen gevaar voor het milieu opleveren		X		W
45.	De hydraulische componenten moeten volgens NEN-EN 857 uitgevoerd zijn.		X		W
Productie-eisen:					
46.	De machine(delen) moet betrekkelijk makkelijk te lassen te zijn.			X	E
47.	De machine moet binnen 3 dagen te monteren zijn.			X	E
48.	Onderdelen van de machine moeten met normaal gereedschap vervangen kunnen worden.		X		O

*O = Opdrachtgever; E = Eigen; W = Wettelijk vastgelegd.

4.2. Functieanalyse

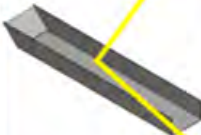
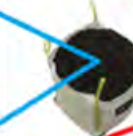
Om de werking van de te ontwerpen machine goed te begrijpen is een functieanalyse opgesteld, daaruit is onderstaand functiediagram gekomen. In dit functiediagram zijn de belangrijkste functies opgenomen, daarop is vervolgens ontworpen.



Figuur 4.2.1: Functiediagram kleiverkleiner

4.3. Morfologisch overzicht

In onderstaand Morfologisch overzicht kunt u de totstandkoming van de drie concepten zien. In Bijlage VI vindt u de blanco versie zonder de lijnen van de concepten.

Functie					
Zeefoverloop opslaan	Container 	Bunker 			
Zeefoverloop laden	Shovel 	Band 	Kraan 	Trechter 	
Klei verkleinen	Vermalen 	Raspen 	Walsen 		
Puin verwijderen	Machine onder hoek 	Machine kliepen 	Extern (grijper o.i.d.) 	D.m.v. tweede keer trommelzeven 	
Zeefoverloop transporteren	Band 	Baggermolen-principe 	Glijbaan 		
Zeefoverloop opvangen	Shovelbak 	Container 	Big bag 	Loop 	
Puin transporteren	Band met meenemers 	Vallen 	Glijbaan 	Extern (grijper o.i.d.) 	

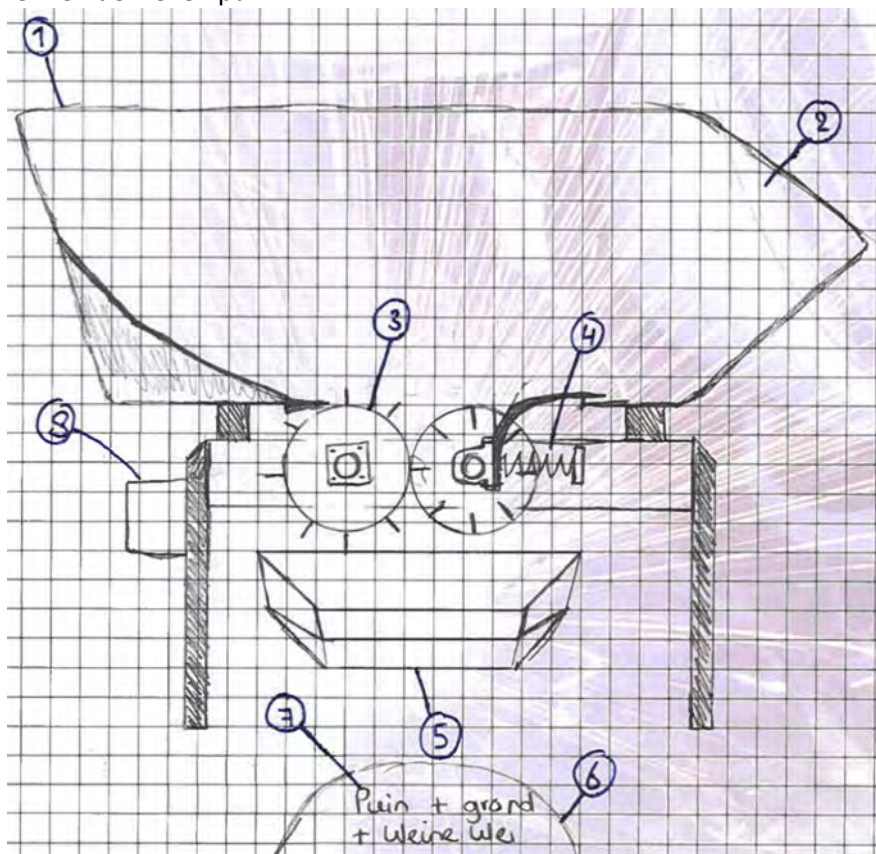
Starten met verkleinen	Joystick 	Knoppen (aan/uit) 	Draaiknop 		
Zeefoverloop schudden	<u>Zeefoverloopopslag</u> bewegen met hydraulische cilinders 	Trilmotor 	Zwenken op rails 	Draarichting stroom zeefoverloop omdraaien 	Niet schudden 

4.4. De drie concepten

Hieronder kunt u de drie concepten verder toegelicht vinden met een schets en een kort overzicht van de werking van de machine.

4.4.1. Concept 1:

Het eerste concept is een container met een gat in de bodem, en onder dit gat bevinden zich walsrollen die de klei in stukjes 'knippen' en eventuele stukken puin doorlaten omdat de twee walsrollen uit elkaar kunnen bewegen. Het resultaat van deze machine is een hoop onder de machine met grond, verkleinde klei en puin.



Figuur 4.4.1:
Schets concept 1

Tabel 4.4.1: Overzicht functievervullers concept 1

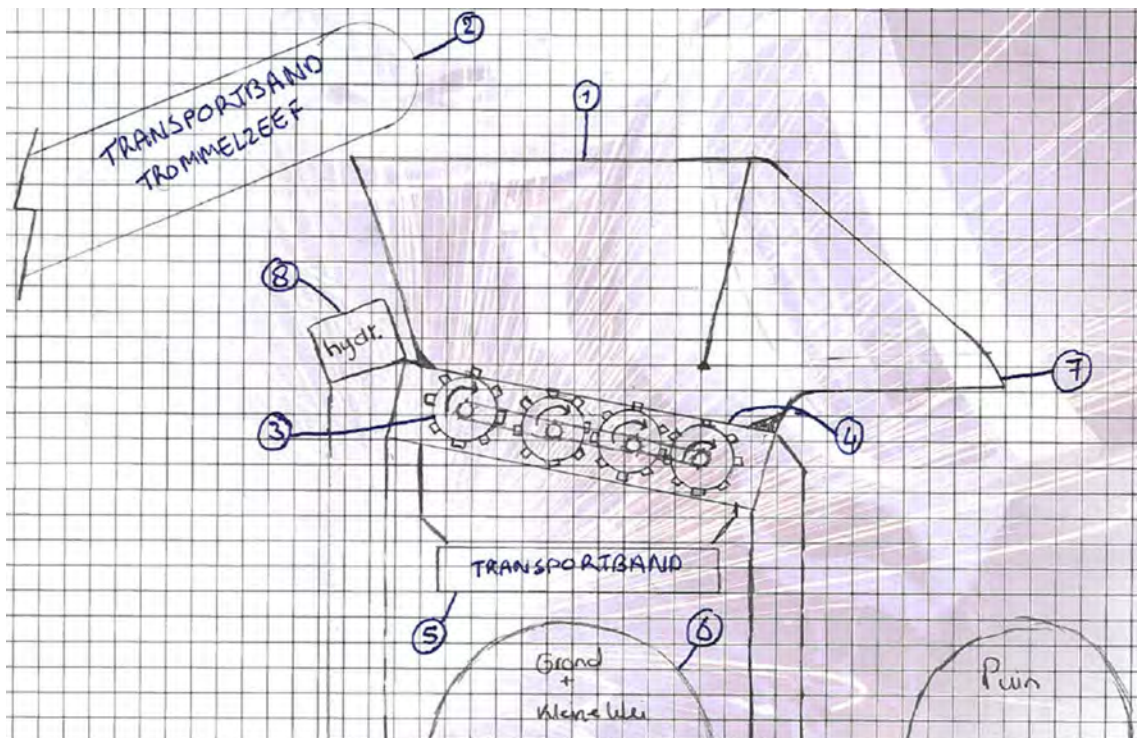
Nr.	Functie	Vervuller
1.	Zeefoverloop opslaan	In een container
2.	Zeefoverloop laden	Met een shovel
3.	Klei verkleinen	De klei walsen
4.	Puin verwijderen	Door een tweede keer te zeven met de trommelzeef
5.	Zeefoverloop transporteren	Met een glijbaan
6.	Zeefoverloop opvangen	Een hoop
7.	Puin transporteren	Door een externe machine
8.	Starten met verkleinen	Met knoppen
9.	Zeefoverloop schudden	Niet schudden

Werking van concept 1:

De machine wordt aangezet, hierdoor gaan de walsrollen draaien. Deze walsrollen zijn zo gevormd dat de rollen precies in elkaar passen, hierdoor wordt de klei in stukjes geknipt. Wanneer er een stuk puin tussen de rollen komt, veert de achterste rol naar achteren zodat het puin heel blijft. Daarna veert de achterste walsrol weer terug en wordt de klei verder gewalst. De zeefoverloop wordt met een shovel in de container gegooid en kan worden begonnen met verkleinen van de klei. Op deze manier hoeft de zeefoverloop niet geschud te worden. Het materiaal dat door de walsrollen door komt, valt op een glijbaan die schuin naar beneden afloopt en op een grote hoop uitkomt. Doordat de stukken puin ook tussen de walsrollen door gaan moet het materiaal van deze hoop nog een keer door de trommelzeef geleid worden. Op deze manier wordt het puin van de rest van de zeefoverloop gescheiden. De machine wordt bediend door de afstandsbediening van de trommelzeef.

4.4.2. Concept 2:

Het tweede concept is een bunker met een speciale vorm om het puin na het verkleinen van de klei goed af te voeren. De klei wordt verkleind met rotoren met opgelaste massieve blokken staal, deze rollen verkleinen de klei en slaan het puin telkens omhoog waardoor dit heel blijft. Het resultaat van de machine is een berg met grond en verkleinde klei en een berg met puin.

Figuur 4.4.2:
Schets concept 2

Tabel 4.4.2: Overzicht functievervullers concept 2:

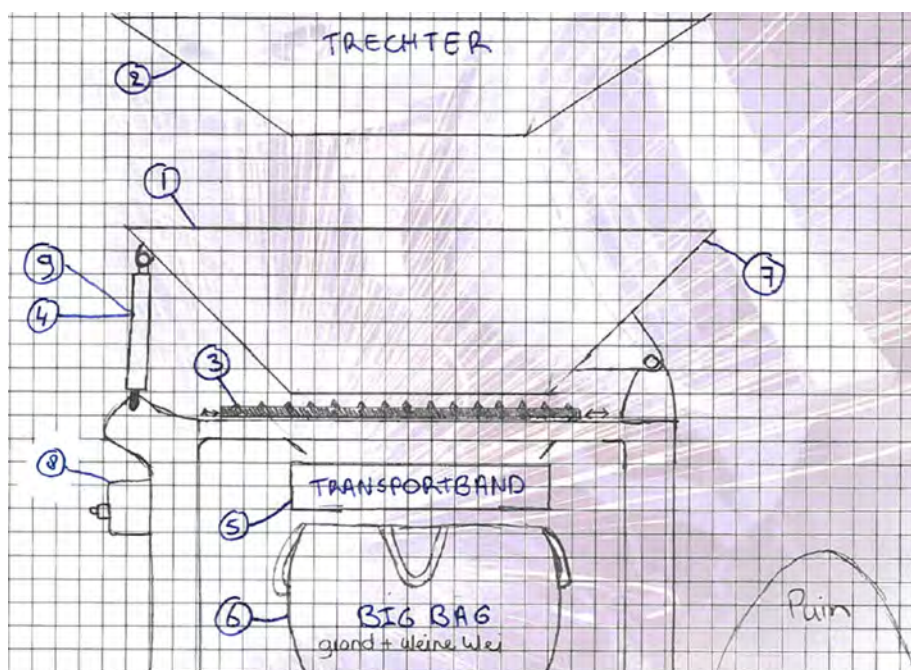
Nr.	Functie	Vervuller
1.	Zeefoverloop opslaan	In een bunker
2.	Zeefoverloop laden	Met de afvoerband van de trommelzeef
3.	Klei verkleinen	De klei vermalen
4.	Puin verwijderen	Door de machine scheef te plaatsen
5.	Zeefoverloop transporteren	Met een transportband
6.	Zeefoverloop opvangen	Een hoop
7.	Puin transporteren	Door uit te bunker te vallen
8.	Starten met verkleinen	Met knoppen
9.	Zeefoverloop schudden	Door de draairichting van de rotors om te draaien

Werking van concept 2:

De machine wordt aangezet waardoor de rotors gaan draaien, deze zijn hydraulisch aangedreven. Deze rotors zijn in feite dikwandige buizen met massieve blokken 50x50 mm staal erop gelast. Deze draaien allemaal dezelfde kant op. Hierdoor wordt eventueel puin naar boven geslagen en wordt de klei meegetrokken tussen de rotors door. De zeefoverloop komt vanuit de trommelzeef direct de machine in. De bunker is dusdanig gemaakt dat de zeefoverloop erin valt, maar niet gelijk naar buiten gedraaid wordt. De klei en de grond komen via een transportband op een hoop op de grond terecht waarna dit verder verwerkt kan gaan worden. Het puin blijft in de bunker achter en door de vorm van de bunker, de stand van de machine en het draaien van de rotors valt dit naast de machine op de grond waarna het verder verwerkt kan worden. Wanneer er een stuk puin klem zit tussen de rotoren kunnen deze ook de andere kant op draaien, op deze manier kan de zeefoverloop eventueel ook nog geschud worden voor een betere doorstroming. Het aan- en uitzetten van de machine gebeurt met de afstandsbediening van de trommelzeef.

4.4.3. Concept 3:

Het derde concept is een vrij standaard bunker met daaronder een grote rasp die de klei raspt. Het puin wordt niet geraspt, omdat dit veel harder is. Het puin wordt uit de bunker verwijderd door de bunker te kiepen. Het resultaat van deze machine is een berg met puin naast de machine en een big bag met grond en kleine klei.



Figuur 4.4.3:
Schets concept 3

Tabel 4.4.3: Overzicht functievervullers concept 3

Nr.	Functie	Vervuller
1.	Zeefoverloop opslaan	In een bunker
2.	Zeefoverloop laden	Met een afsluitbare trechter
3.	Klei verkleinen	De klei raspen
4.	Puin verwijderen	Door de bunker te kiepen
5.	Zeefoverloop transporteren	Met een transportband
6.	Zeefoverloop opvangen	In een big bag
7.	Puin transporteren	Door uit te bunker te vallen
8.	Starten met verkleinen	Met een draaiknop
9.	Zeefoverloop schudden	Door de bunker een klein beetje te kiepen en weer te laten zakken.

Werking van concept 3:

De machine wordt aangezet waardoor de rasp gaat bewegen. Deze wordt hydraulisch aangedreven. Deze rasp schraapt stukken van de klei brokken af, het puin wordt heen en weer geschoven en blijft dus in de bunker liggen. Hierdoor moet af en toe het puin uit de bunker gekiept worden. De bunker kiept dan door een hydraulische cilinder. Tijdens dit kiepen moet de toevoer van nieuw materiaal even gestopt worden, hiervoor wordt de bunker volgestort door een afsluitbare trechter. Wanneer de bunker dus kiept is de trechter dicht. De grond en de klei die door de raps komen, vallen op een transportband die het naar een big bag leidt. Wanneer de rasp vol ligt met stenen, kan doormiddel van de kiepcilinder van de bunker de zeefoverloop in de bunker geschud worden. De bediening van de machine wordt in dit geval met een draaiknop geregeld, op deze manier kan de snelheid van de rasp en het schudden van de zeefoverloop geregeld worden.

4.5. Kesselring methode

De selectie van het beste concept is met de Kesselring Methode gebeurd. Hierbij worden ten eerste de ontwerpkenmerken bepaald waarop de concepten beoordeeld gaan worden. Deze ontwerpkenmerken zijn gebaseerd op het PVE&W uit hoofdstuk 4.1. Vervolgens worden er weegfactoren aan de verschillende ontwerpkenmerken toegekend. Deze weegfactoren zijn tot stand gekomen door alle ontwerpkenmerken met elkaar te vergelijken. Tot slot zijn aan alle drie de concepten punten toegekend voor de verschillende ontwerpkenmerken, en daaruit komt een score die aangeeft welk concept het beste is.

4.5.1 Ontwerpkenmerken bepalen:

Om de concepten te kunnen beoordelen moeten deze getoetst worden aan het PVE&W uit hoofdstuk 4.1. Maar aangezien dit 48 eisen zijn, zijn deze samengevoegd in een tiental ontwerpkenmerken die u hieronder terug kunt vinden. Hoe deze ontwerpkenmerken tot stand gekomen zijn, kunt u vinden in bijlage VII.

Functionele eisen

1. Veiligheid
2. Betrouwbaarheid
3. Levensduur
4. Efficiëntie
5. Capaciteit
6. Gebruiksgemak

Fabricage eisen:

1. Complexiteit
2. Degelijkheid
3. Montage- en reparatiegemak
4. Vervoers- en opslaggemak

4.5.2 Weegfactoren bepalen:

Bij het bepalen van de weegfactoren zijn alle eisen met elkaar vergeleken. Hierbij krijgt de belangrijkste ontwerpkenmerken 1 punt, de minst belangrijke 0 punten en als beide ontwerpkenmerken even belangrijk zijn, krijgen beide 0,5 punten. Daarbij zijn de weegfactoren uit tabel 4.5.1 en tabel 4.5.2 tot stand gekomen.

Weegfactoren bepalen functionele eisen						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	X	0,5	0	0,5	0	0
2.	0,5	X	0,5	0,5	1	1
3.	1	0,5	X	1	0	0
4.	0,5	0,5	0	X	0	0,5
5.	1	1	1	1	X	1
6.	1	0,5	1	0,5	0	X
TOTAAL	4	3	2,5	3,5	1	2,5

Tabel 4.5.1: Weegfactoren bepalen voor de ontwerpkenmerken van de functionele eisen

Weegfactoren bepalen fabricage eisen				
	1.	2.	3.	4.
1.	X	1	1	1
2.	0	X	0	0
3.	0	1	X	0
4.	0	1	1	X
TOTAAL	0	3	2	1

Tabel 4.5.2: Weegfactoren bepalen voor de ontwerpkenmerken van de fabricage eisen

4.5.3 Beste concept bepalen:

Om het meest goede concept te bepalen worden de drie concepten getoetst aan de ontwerpaspecten. Hierbij krijgen de concepten een score toegewezen variërend van 1 tot en met 4 punten. 4 punten is het beste en 1 punt is het minst goed. Het concept met de meeste punten is het beste concept. Het resultaat kunt u vinden in tabel 4.5.3 en tabel 4.5.4.

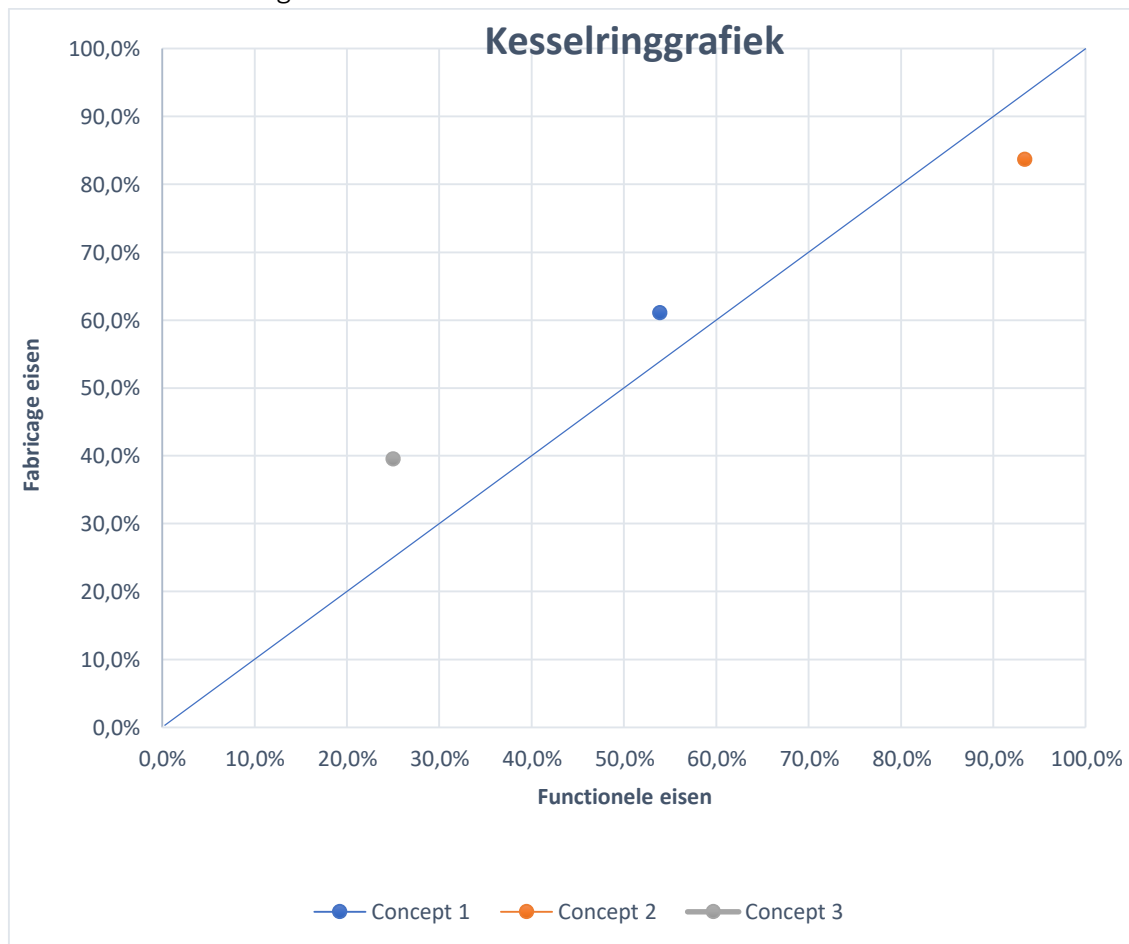
Tabel 4.5.3: Conceptkeuze functionele eisen

Conceptkeuze functionele eisen							
Kenmerk	Weegfactor	Concept 1		Concept 2		Concept 3	
		Punten	Score	Punten	Score	Punten	Score
1.	8	2	16	3	24	1	8
2.	7	4	28	3	21	2	14
3.	5,5	2	11	4	22	1	5,5
4.	7	1	7	4	28	3	21
5.	4	2	8	3	12	1	4
6.	4,5	4	18	3	13,5	1	4,5
TOT. (max = 144)		88		120,5		57	
Percentage		61,1%		83,7%		39,6%	

Tabel 4.5.4: Conceptkeuze fabricage eisen

Conceptkeuze fabricage eisen							
Kenmerk	Weegfactor	Concept 1		Concept 2		Concept 3	
		Punten	Score	Punten	Score	Punten	Score
1.	0	4	0	3	0	2	0
2.	5,5	2	11	4	22	1	5,5
3.	2,5	2	5	3	7,5	1	2,5
4.	1,5	3	4,5	4	6	1	1,5
TOT. (max = 38)		20,5		35,5		9,5	
Percentage		53,9%		93,4%		25%	

4.5.4. Kesselring methode uitvoeren



Figuur 4.5.1: Kesselringgrafiek

4.5.5. Concept 2 verbeteren:

Zoals in figuur 4.5.1 te zien is, is concept twee het beste concept. Maar het scoort nog niet 100%, er is dus nog verbetering mogelijk. Daarom worden de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- Door de opening onder het schot in de bunker zou de zeefoverloop weg kunnen lopen. Daarom wordt dit schot hydraulisch verstelbaar in twee delen. Op deze manier kan de klei goed verkleind worden en kan het puin ook goed afgevoerd worden.
- De transportband om de klei en grond af te voeren wordt onder een hoek geplaatst om een grotere hoop te kunnen creëren, en zo langer te kunnen werken zonder dat de hoop weggehaald moet worden.

5. Realisatiefase

Tijdens de realisatiefase zijn er veel keuzes gemaakt met betrekking tot componenten en manieren om de machine op te bouwen. Dit heeft geresulteerd in een model van de machine. De manier waarop dit tot stand gekomen is en het resultaat kunt u hieronder lezen.

5.1. Componentenkeuze

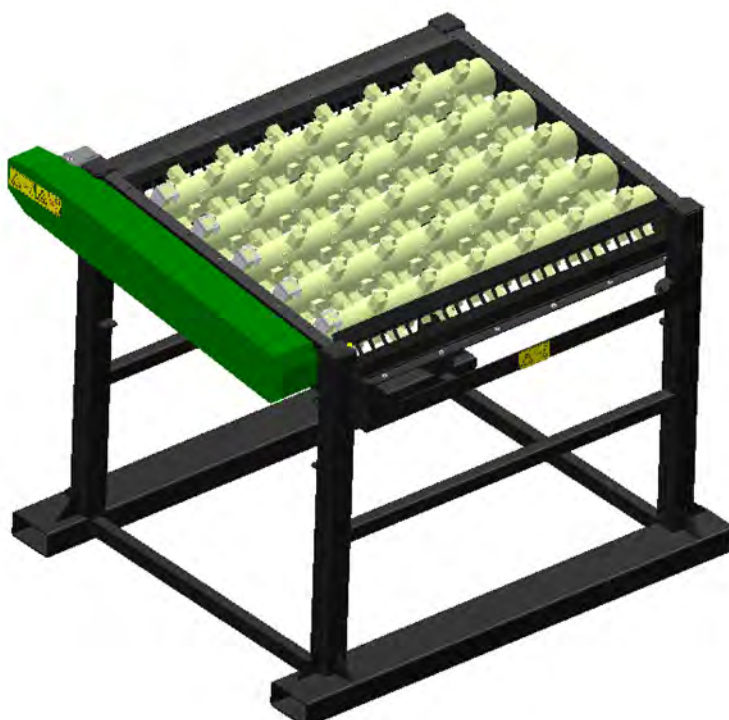
Van de componenten die gebruikt worden om de verkleiner te kunnen ontwikkelen en bouwen kunt u een overzicht vinden in bijlage VIII. Deze keuzes zijn enerzijds gemaakt met de kennis die de student heeft vanuit zijn studie en zijn werkervaring, en anderzijds met de informatie die de student in de documentatie van GKB Machines en online op diverse websites gevonden heeft. En misschien is niet de keuze van elk component beschreven, maar sommige componenten zijn gewoon uit ervaring gekozen, er worden namelijk tijdens het proces heel veel keuzes gemaakt.

5.2. Toelichting ontwerp:

De machine bestaat uit diverse onderdelen die samen de machine vormen. Hieronder vindt u de verschillende delen waaruit de machine bestaat met een korte omschrijving.

5.2.1. Het frame

Het frame van de machine is de basis waarop de machine gebouwd is. Het frame staat onder een hoek van 5° met de grond. Dit is om het puin dat niet verkleind wordt makkelijker uit de bunker te kunnen draaien. Het frame bestaat uit vier hoekkokers met daartussen bevestigingen. De verkleinrotors zijn in dit frame gemonteerd. De rotoren zijn allemaal hetzelfde, omdat ze allemaal dezelfde kant op draaien. In dit frame zitten ook de schrappers om de klei van de verkleinrotoren te kunnen schrappen, deze zijn dus geïntegreerd in het frame. Verder zit aan de achterzijde het bevestigingspunt voor de kiepcilinders van de kleine klep. Zie figuur 5.2.1 voor een fysiek beeld.



Figuur 5.2.1: Frame kleiverkleiner met verkleinrotoren en aandrijving

5.2.2. De bunker

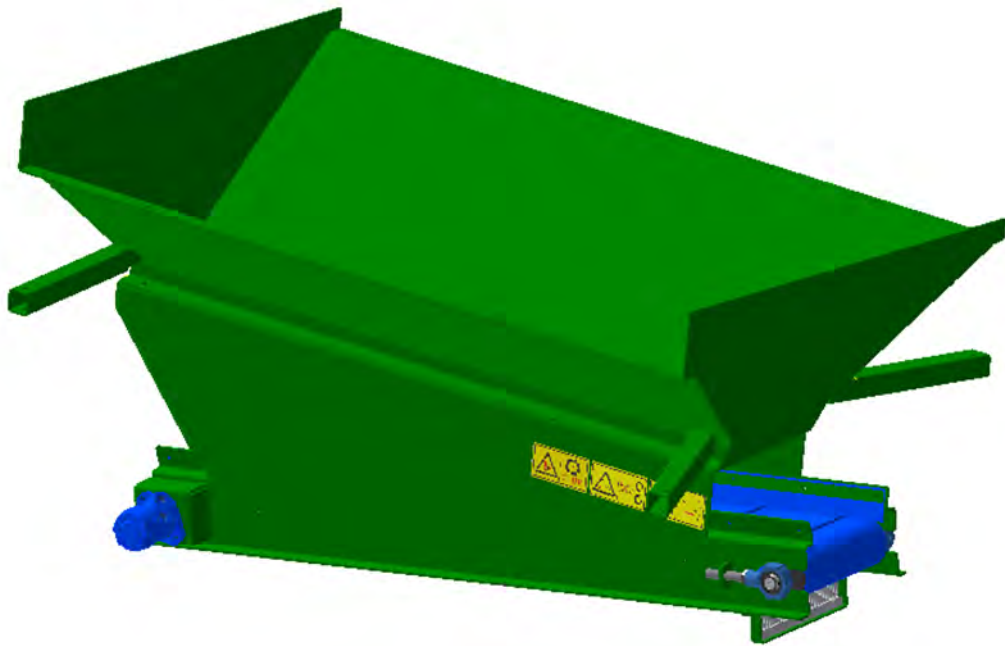
De bunker is in principe een grote bak waarvan de achterkant open is. De onderkant van de bunker heeft een hoek van 5° met de bovenzijde om goed op het frame te passen. De achterkant van de bunker is open, omdat het puin en alle zaken die geen grond of klei zijn ook afgevoerd moeten worden. Tijdens het verkleinen van de zeefoverloop zit de achterkant van de bunker dicht met twee kleppen. Een van deze kleppen klappt naar binnen en sluit in de uiterste stand de opening aan de bovenzijde van de bunker af en creëert zo een afgesloten ruimte om de zeefoverloop die uit de trommelzeef rolt gedurende een bepaalde tijd op te vangen. De ruimte heeft dan een capaciteit van $0,5 \text{ m}^3$. Deze ruimte is uit te breiden met opzetstukken, op die manier wordt de beschikbare ruimte $0,9 \text{ m}^3$. De andere klep scharniert naar buiten en valt in de onderkant van de uitstroomopening van de bunker. Zie figuur 5.2.2 voor het resultaat.



Figuur 5.2.2: Bunker kleiverkleiner met beide kleppen

5.2.3. De transportband

De transportband om de grond en de klei af te voeren is 1600 mm lang en 300 mm breed en heeft een capaciteit van 2 m³ per uur. Zoals eerder al beschreven is, hangt de transportband scheef onder de machine om de klei en grond op een hogere hoop te kunnen draaien. De band is voorzien van meenemers om de grond makkelijker omhoog te kunnen transporteren. Zie figuur 5.2.3 voor een impressie van het resultaat.



Figuur 5.2.3: Opvangbunker met afvoerband

5.2.4. Het resultaat van de machine

Het resultaat van de machine is aan de achterkant van de machine een hoop met puin en eventuele andere ongewenste bestanddelen die zich in de zeefoverloop bevonden. Aan de zijkant van de machine wordt een hoop gevormd van verkleinde klei en grond. Op deze manier is de grond en klei gescheiden van het puin en verdere eventuele ongewenste bestanddelen.

6. Controlefase

6.1. Kostenanalyse en vergelijking met het alternatief

Om te controleren of het rendabel is om de machine ook te gaan bouwen is er gekeken wat de kosten van het project zijn. Na de kosten berekend te hebben, komen deze uit op +/- €37.500,-. Om de kosten van het project te berekenen zijn er verschillende offertes opgevraagd, zie bijlage XIV: Offerte Buislaseren Dumaco 's-Gravenpolder-Tube voor een van de opgevraagde offertes. Op basis van de verschillende opgevraagde offertes zijn de totale kosten berekend. Wat betreft de hydrauliek is het zo dat de slanglengtes nu geschat zijn, de kosten kunnen voor de hydrauliek kunnen dus iets hoger of lager uitvallen. De kosten voor de elektra van de aansturing van de hydrauliek zijn ook geschat, deze kunnen in de praktijk dus ook afwijken. De complete gemaakte kostenanalyse kunt u vinden in bijlage XIII: Kostenanalyse.

Om een realistisch beeld te krijgen is de kleiverkleiner vergeleken met het alternatief wat al op de markt is, de zeefbak waar ook de demo mee gedaan is. Het resultaat van deze vergelijking kan tweërlei zijn, wanneer de bepalende factor de prijs is, bestaat er een mogelijkheid dat er voor het alternatief gekozen wordt. Wanneer echter de prestaties de bepalende factor zijn, wordt er zeer waarschijnlijk gekozen voor de kleiverkleiner, dit omdat deze pas na de trommelzeef staat en dus niet alle grond meer door de machine hoeft, en de capaciteit per partij grond hierdoor dus veel hoger is. Voor de hele vergelijking wordt verwezen naar bijlage XV: Vergelijking met het alternatief.

6.2. Risicoanalyse

Om te controleren of de machine veilig is om mee te werken en aan de machinerichtlijn voldoet is er een risicoanalyse gedaan. Wanneer er risico's optreden kunnen deze kunnen deze met een constructieve aanpassing, met een veiligheidssticker of met een opmerking in het handboek opgelost worden. De oplossingen zijn ook doorgevoerd in het model. Nu deze risicoanalyse gedaan is, kan er ook een CE-keurmerk op de machine geplakt worden. De analyse kunt u vinden in Bijlage XII: Risicoanalyse.

7. Resultaten

7.1. Machine toetsen aan PVE

Om te controleren of de machine volgens de eisen en wensen van de klant en de overheid ontwikkeld is, wordt de machine gecontroleerd aan de hand van het PVE&W. Het resultaat is dat de machine volgens alle eisen en wensen ontwikkeld is. De volledige controle met toelichting kunt u vinden in bijlage XIII: PVE&W toetsing.

7.2. Bevindingen

Tijdens het proces van het ontwikkelen van de machine zijn er bevindingen gedaan. Een van de bevindingen is dat er wel oplossingen voor het probleem op de markt zijn, maar dat deze niet een op een bruikbaar zijn voor Grondbank IJsselmonde. Daarom is er met behulp van bestaande technieken die al op de markt zijn een oplossing bedacht voor Grondbank IJsselmonde. Hierin zijn de eisen en wensen van de opdrachtgever en de overheid verwerkt tot een werkend model. Het resultaat is dan ook een model wat, zodra er besloten wordt dat de machine daadwerkelijk gebouwd gaat worden, gelijk gebouwd kan worden.

8. Competentieverantwoording

Voor de competentieverantwoording wordt gebruik gemaakt van de STARR-Methode. Dit houdt in dat de situatie, de taak, de actie, het resultaat en de reflectie beschreven worden. Dit wordt gedaan voor de competenties waaraan gewerkt is tijdens de afstudeerperiode, dit zijn de competenties analyseren, ontwerpen en professionaliseren. De resultaten van deze methode kunt u hieronder vinden:

8.1. Competentie Analyseren

Situatie: Voor de competentie Analyseren moest er onder andere geanalyseerd worden wat voor vergelijkbare concepten er al op de markt zijn om klei te verkleinen en puin heel te laten. Een ander aspect wat geanalyseerd moest worden was hoe andere grondbanken in Nederland en België omgaan met dergelijke partijen grond met puin en aanverwante artikelen.

Taak: De taak die uitgevoerd moest worden was om de verschillende analyses uit te voeren en daar bruikbare conclusies aan te verbinden. En deze conclusies te gebruiken voor het ontwerp van de te ontwerpen machine.

Activiteiten: Deze analyses zijn gedaan doormiddel van deskresearch op internet. Er is onder andere gezocht naar manieren om de klei te verkleinen en het puin heel te laten, hierbij kwamen de zeefbakken het meest naar voren. Om deze reden is er gekozen om een demo met een dergelijke zeefbak aan te vragen en uit te voeren.

Ook is er deskresearch gedaan naar wat andere vergelijkbare bedrijven met hun partijen grond doen.

Resultaat: Het resultaat van de analyse voor het verkleinen van klei, is dat er twee manieren voor het verkleinen van de klei zijn. Hiervan is er één oplossing die daadwerkelijk werkbaar is voor de situatie van Grondbank IJsselmonde. De andere manier werkt niet voor de situatie van Grondbank IJsselmonde omdat deze voor een heel ander soort klei ontworpen is. Tijdens de demo met de zeefbak was de conclusie dat deze techniek bruikbaar was voor de machine, maar dat er wel een hele nieuwe machine gemaakt moest worden omdat een dergelijke zeefbak geen continue-oplossing is, en dat wel een van de wensen van de klant is.

Het resultaat van de analyse naar hoe andere grondbanken met dergelijke grondpartijen omgaan is dat zij dit of op dezelfde manier doen als Grondbank IJsselmonde, of dat ze dergelijke partijen “vervulde” grond weigeren.

Voor de exacte resultaten en bevindingen van de analyses wordt verwezen naar hoofdstuk 3: De analysefase

Reflectie: Deze analyses waren zeer leerzaam, omdat daarna ook duidelijker was wat voor soort machine er gemaakt moest gaan worden. Daarbij was het doen van het deskresearch zelf ook heel leerzaam. Hierdoor zal het in het vervolg makkelijker zijn om weer een keer deskresearch te doen.

De analyses zijn zelfstandig uitgevoerd zonder hulp van collega's. Verder was er geen gewenste oplossingsrichting, ook het principe was vrij om te kiezen. Dit heeft tot gevolg dat het vraagstuk wel redelijk complex is geworden.

8.2. Competentie Ontwerpen

Situatie: Zoals in de probleemstelling beschreven moest er een machine ontworpen worden om de zeefoverloop verder te scheiden. Met behulp van de resultaten van de analyses moet het principe verder uitgewerkt worden tot een werkend principe dat passend is voor Grondbank IJsselmonde.

Taak: Zoals in de doelstelling te lezen is, is de taak om een machine te ontwerpen die de zeefoverloop verder scheidt. Voor het ontwerpen van de machine is het principe van Methodisch Ontwerpen gebruikt.

Activiteiten: Tijdens het ontwerpen is het principe van Methodisch Ontwerpen gevolgd. Dit houdt in dat er ten eerste een pakket van eisen en wensen opgesteld wordt (PVE&W). Verder is er een functieanalyse opgesteld waaruit de functies voor het morfologisch overzicht uit voortvloeien. Met behulp van het morfologisch overzicht zijn functievervullers voor de functies uit de functieanalyse gekozen. Daarna zijn er drie concepten samengesteld. Van deze drie concepten is met behulp van de Kesselringmethode het beste concept gekozen. Dit is gedaan door vanuit het pakket van eisen en wensen de eisen en wensen om te zetten naar ontwerpkenmerken, en deze vervolgens tegen elkaar af te wegen en zo een weegfactor mee te geven. Daarna zijn er per ontwerpkenmerk punten toegekend aan de drie verschillende concepten en daaruit is een concept als beste naar voren gekomen. Daarna is dit concept in een 3D-tekenprogramma uitgewerkt tot een werkend model, hierbij zijn er nog een paar aanpassingen ten goede van het functioneren van de machine gedaan. Het maken van het ontwerp is gedaan met het las- en montage gemak in het achterhoofd, daarom is veel gebruik gemaakt van pasnokken voor het lassen en opgelaste moeren voor het monteren van de onderdelen op elkaar. Ter controle is de aandrijfketting nog gecontroleerd op sterkte door deze na te rekenen. Achteraf is ook nog bekeken of de machine economisch aantrekkelijk is door een kosten-baten analyse uit te voeren. Ook is er een risicoanalyse gedaan op de machine om er zeker van te zijn dat de machine ook daadwerkelijk op deze manier gemaakt mag en kan worden.

Resultaten: De resultaten van het ontwerpproces zijn onder andere het PVE&W, de functieanalyse, het Morfologisch Overzicht, de drie concepten en de conceptkeuze met de Kesselringmethode. Een ander belangrijk resultaat is het in 3D uitgewerkte model. Om dit model te kunnen maken zijn er keuzes gemaakt betreffende de componenten die gebruikt zijn. Van dit 3D-model zijn samenstellingstekeningen gemaakt die ook in dit verslag terug te vinden zijn.

De resultaten en het proces hoe dit tot stand gekomen is, kunt u vinden in hoofdstuk 4: Ontwerpfase, in bijlage VIII: Componentkeuze en in bijlage IX: Samenstellingstekeningen. De berekening van de aandrijfketting en het resultaat daarvan kunt u vinden in bijlage XI: Sterkteberekening aandrijfketting. De resultaten van de kostenanalyse kunt u vinden in bijlage XII. De resultaten van de risicoanalyse kunt u vinden in bijlage XV: Risicoanalyse

Reflectie: Het ontwerpen van een hele machine van begin tot eind is een nieuwe ervaring, maar zeker ook heel leerzaam. De grootste uitdaging was om het ontwerp simpel maar ook robuust te maken en dusdanig te maken dat het met lassen en monteren geen problemen zou gaan opleveren en makkelijk zou gaan. Het ontwerpen is zelfstandig gebeurd met af en toe een opmerking van een collega. Omdat het ontwerp van de machine in principe vrij was aangezien er alleen een gewenst eindresultaat gegeven was, was de opdracht redelijk complex.

8.3. Competentie Professionaliseren

Situatie: Om te bewijzen dat het gewenste HBO-denken en -werkniveau voor een werktuigbouwkundig ingenieur bereikt is, moet er een afstudeeropdracht gedaan worden in het bedrijfsleven. Daarbij wordt het werk- en denkniveau tijdens het doen van de opdracht niet alleen beoordeeld door de school, maar ook door het bedrijf waar de afstudeeropdracht gedaan wordt. Dit om te controleren of de opgedane kennis tijdens de opleiding ook in de praktijk toegepast kan worden. De opdracht was om een nieuwe machine te ontwerpen en daarbij te laten zien dat het gewenste HBO-denken- en werkniveau aanwezig is.

Taak: De taak die uitgevoerd moest worden, is om te laten zien dat het gewenste HBO-denken- en werkniveau aanwezig is en dat de opgedane kennis tijdens de opleiding ook toegepast kan worden.

Activiteiten: De activiteiten die tijdens de afstudeerperiode gedaan zijn, zijn in principe aan de afstudeeropdracht werken, en deze zodanig doen en afronden dat het bedrijf tevreden is met het opgeleverde product, en dit proces zodanig in een verslag verwerken dat voor de school ook duidelijk is dat de afstudeeropdracht voldoende uitdaging en diepgang heeft om de kennis van de student te toetsen.

Resultaat: Er is een machine ontworpen die voldoet aan de eisen van de opdrachtgever en dus gebouwd zou kunnen worden, in die zin is het bedrijf dus tevreden met de uitvoering van de opdracht. Voor de beoordeling van het bedrijf wordt verwezen naar bijlage X: Bedrijfsbeoordeling. Wat betreft de verslaglegging is er een afstudeerverslag geschreven waarin zo goed als alle zaken die tijdens de afstudeerperiode gedaan zijn in opgenomen zijn.

Reflectie: Er is gedaan wat gedaan moest worden, en daar is een machine uitgekomen die te produceren is, volgens de opdracht. Verder is er zelfstandig en professioneel gewerkt, en dat terwijl de opdracht redelijk vrij invulbaar was en het verkleinen van klei en het niet verkleinen van puin redelijk complex is.

9. Conclusie en aanbevelingen

9.1. Conclusie

Het doel van deze afstudeersessie was om een passende oplossing voor Grondbank IJsselmonde te vinden voor het zeefoverloop-probleem. De klei uit de zeefoverloop moet bij de gezeefde grond terechtkomen, maar het puin dat daar ook in aanwezig is moet daar niet bij terechtkomen.

Na deze afstudeerperiode kan de conclusie getrokken worden dat er nog heel wat komt kijken bij het vanaf het begin ontwikkelen van een machine en daar ook al het vooronderzoek voor te doen. Het doen van vooronderzoek was wel nodig en handig omdat daarna het idee en de oplossingsrichting voor de machine duidelijker zijn. Ook kan gezegd worden dat er nu een machine ontwikkeld is die voldoet aan de eisen en wensen van het PVE&W. In theorie zou de machine dus moeten werken. Eén van de belangrijkste eisen was dat de capaciteit van de trommelzeef niet verminderd zou worden, en deze kan nu onverminderd door blijven draaien, dus daar is aan voldaan. Verder was er een grote wens dat de machine zou kunnen draaien op de extra hydraulische aansluiting van de trommelzeef van 40 L/min en 200 bar, de machine is ontworpen zodat dit mogelijk is waardoor ook aan deze wens voldaan is. Verder zijn de competenties naar behoren behaald en op het gewenste niveau afgesloten. Dus is de opdracht naar de wensen van het bedrijf vervuld en zijn de competenties op het gewenste niveau van de school behaald

9.2. Aanbevelingen

Tot slot zijn er nog een paar aanbevelingen die eventueel nog meegenomen kunnen worden als de machine daadwerkelijk gebouwd gaat worden:

- Wanneer de machine daadwerkelijk gemaakt gaat worden moeten alle onderdelen eerst in elkaar gehecht worden en gepast worden omdat dit nog een prototype is.
- Wanneer het aansturen van de cilinders van de kleppen in de bunker via de afstandsbediening lastig blijkt, is het ook mogelijk om dit softwarematig te automatiseren zodat de kleppen om de zoveel tijd opengaan en daar dan een bepaalde tijd blijven voordat ze weer dicht gaan. Eventueel kan ook het draaien van de rotatierichting van de verkleinrotoren geautomatiseerd worden zodat deze eens in de zoveel tijd gewisseld wordt, of zodat de rotoren als deze een bepaalde weerstand ondervinden de andere kant op gaan draaien. Maar dit is wel een veel duurdere optie omdat dit extern geprogrammeerd moet worden.
- Mochten de verkleinrotoren trillen doordat deze nu niet in balans zijn omdat er verschillende groottes van verkleinknobbels zijn gebruikt, zouden deze verkleinrotoren nog zo herontworpen kunnen worden dat ze wel in balans zijn. Dit is dan wel vrij veel werk en de rotoren draaien maar 250 rpm waardoor de trillingen waarschijnlijk niet storend zijn, de winst zou daarom misschien niet lonen met de extra tijd die erin gestoken moet worden. Maar mocht de gebruiker dit wel storend vinden is de mogelijkheid er wel.

Literatuurlijst

Literatuur

- Beer, J. C. F., & de Beer, J. C. F. (2006). *Methodisch ontwerpen* (2de druk). Academic Service.
- Hoogland, W., & Brand, I. (2015). *Rapport over rapporteren* (7de druk). Noordhoff.
- Oskam, I., & Souren, P. (2012). *Ontwerpen van technische innovaties* (1ste druk). Noordhoff.
- Wittel, H., Muhs, D., Jannasch, D., & Voßiek, J. (2013). *Roloff/Matek Machineonderdelen* (5e herziene druk). Boom Lemma.
- Wittel, H., Muhs, D., Jannasch, D., & Voßiek, J. (2013). *Roloff / Matek Machineonderdelen: Tabellenboek* (5e Herziene druk). Boom Lemma.

Websites

- ALLU. (z.d.). *Screeener Crusher for Earthmoving - ALLU*. Geraadpleegd op 11 februari 2021, van <https://www.allu.net/en/Products/Transformer/Earthmoving>
- Remu. (z.d.). *Screening Buckets | Remu Oy*. Geraadpleegd op 11 februari 2021, van <https://www.remu.fi/screening-buckets-remu>
- Gerlasco. (z.d.). *Verhuur van zeefbakken, mengbakken, verkleinbakken en breekbakken*. Geraadpleegd op 11 februari 2021, van https://www.gerlasco.nl/verhuur/filter/_c3
- CM Crushermachines. (z.d.). *CDS – SCREENING BUCKET – CM CRUSHING MACHINES*. Geraadpleegd op 11 februari 2021, van <https://www.cmcrushermachines.com/products/cds-screening-bucket/?lang=en>
- Grondbank IJsselmonde. (2017, 22 november). *Grond*. Geraadpleegd op 11 februari 2021, van <https://www.grondbankijsselmonde.nl/producten/grond/>
- Viper Metal. (z.d.). *Screening Buckets - Vipermetal – Ajutech Oy*. Geraadpleegd op 11 februari 2021, van <https://vipermetal.fi/en/screening-buckets/>
- tameson.nl. (z.d.). *Slangen*. Tameson. Geraadpleegd op 15 maart 2021, van <https://tameson.nl/slangen.html>
- Kramp Nederland BV. (z.d.). *Kramp. KRAMP*. Geraadpleegd op 16 maart 2021, van <https://www.kramp.com/shop-nl/nl/p/cilinder-d16-32-200-st-serie--D1632200ST>
- ACB Transportbanden. (z.d.). *Transportband capaciteit berekenen | ACB Transportbanden & Onderdelen*. Geraadpleegd op 20 maart 2021, van <https://www.acb-transportbanden.nl/kennisbank/transportband-capaciteit-hoe-snel-moet-mijn-transportband-lopen/>

Bijlagen

- I. PVA
- II. Organogram GKB Groep
- III. Datasheet Doppstadt SM620 K
- IV. Datasheet Zeefbak met messen (REMU)
- V. Datasheet Zeefbak met sterren (Lloyd RS 8-14)
- VI. Morfologisch overzicht blanco
- VII. Ontwerpkenmerken bepaling
- VIII. Componentkeuze
- IX. Samenstellingstekeningen
- X. Beoordeling bedrijfsbegeleider
- XI. Sterkteberekening aandrijfketting
- XII. Kostenanalyse
- XIII. Offerte Buislaseren Dumaco 's-Gravenpolder-Tube
- XIV. Vergelijking met het alternatief
- XV. Risicobeoordeling

I. PVA

Kleiverkleiner

VERKLEINER ZEEFOVERLOOP
NIELS VAN BEUZEKOM

GKB STAALWERK EN MACHINES |

Niels van Beuzekom (17043824)

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	42
2.	Context van het bedrijf.....	43
2.1	Bedrijf	43
2.2	Begeleider.....	44
3	Probleemstelling.....	45
4	Doelstelling.....	46
5	Hoofdvraag en deelvragen	47
	Hoofdvraag:.....	47
	Deelvraag 1:.....	47
	Deelvraag 2:.....	47
	Deelvraag 3:.....	47
	Deelvraag 4:.....	47
	Deelvraag 5:.....	47
	Deelvraag 6:.....	47
6	Opdracht.....	48
7	Uitvoering.....	49
8	Competenties	50
8.1	Competentie analyseren	51
8.2	Competentie ontwerpen:.....	51
8.3	Competentie professionaliseren	51
9.	Theoretisch kader.....	52
	Methodisch Ontwerpen	52
	Berekeningen	52
10.	Eerste PVE.....	53
10.1	Eerste eisen PVE&W	53
10.2	Eerste wensen PVE&W.....	53
11	Planning.....	54

1. Inleiding

Omdat het voor een afstudeercoördinator moeilijk is om te bepalen of de opdracht die de student denkt te gaan uitvoeren binnen het bedrijf ook aan de eisen van de opleiding Werktuigbouwkunde voldoet, en Hbo-waardig is, is dit PVA geschreven. Op deze manier kan de student extra informatie geven over de uit te voeren opdracht, en kunnen de afstudeercoördinator en de afstudeerbegeleider beoordelen of de student een goede en uitvoerbare opdracht heeft.

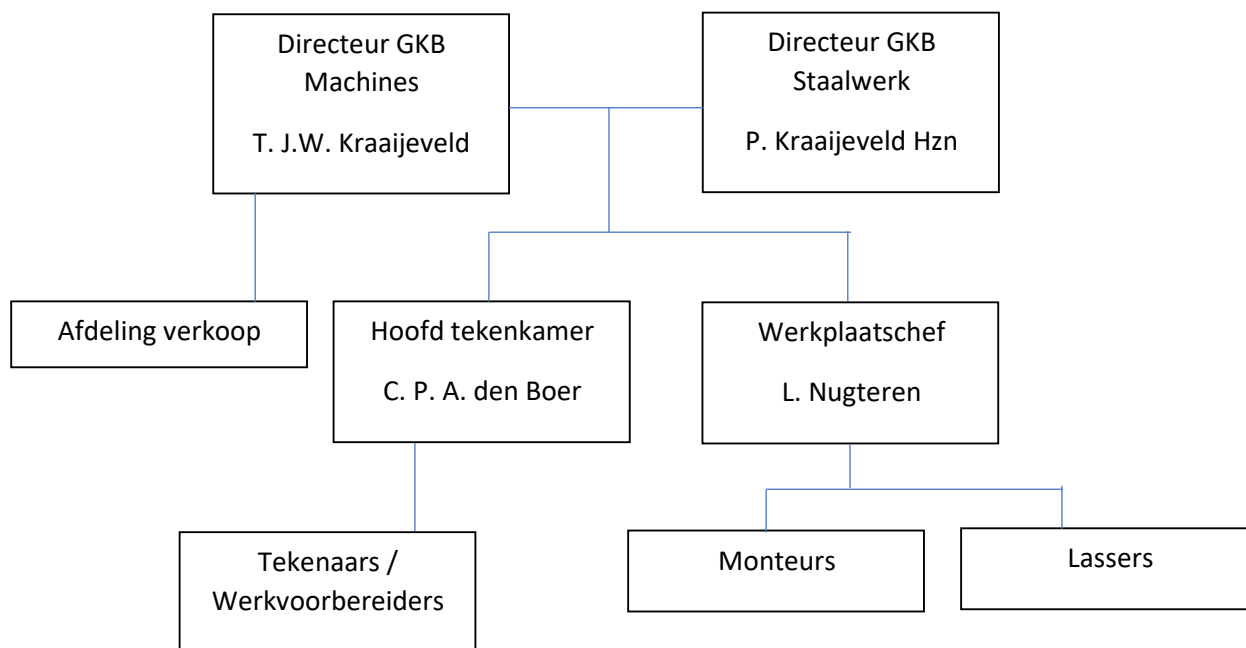
In dit PVA kunt u onder andere informatie vinden over het bedrijf waar de opdracht uitgevoerd gaat worden, hoe het bedrijf in elkaar steekt, wat het precies maakt en doet en enige informatie over de bedrijfsbegeleider. Verder kunt u de probleemstelling die aan de opdracht ten grondslag ligt vinden. Ook kunt u de doelstelling die gehaald moet worden en de hoofdvraag en deelvragen die beantwoord moeten worden vinden. Daarnaast kunt u een omschrijving van de uit te voeren opdracht en het gewenste eindresultaat vinden. Ten slotte kunt u ook nog een de competentieverantwoording, het theoretisch kader, het eerste PVE&W en een grove planning met op te leveren producten vinden.

Ten eerste kunt u de context van het bedrijf vinden. Daarna kunt u ten tweede de probleemstelling vinden. Vervolgens kunt u ten derde de doelstelling vinden. Ten vierde kunt u de hoofdvraag met de te beantwoorden deelvragen vinden. Daarna kunt u ten vijfde de opdracht vinden. Dan kunt u ten zesde de uitvoering van het afstudeertraject vinden. Ook vindt u ten zevende de competenties vinden. Vervolgens ten achtste het theoretische kader achter de opdracht. Daarna kunt u ten negende het eerste Programma van Eisen en Wensen vinden. Ten slotte en tiende kunt u de voorlopige grove planning vinden.

2. Context van het bedrijf

2.1 Bedrijf

GKB Staalwerk en Machines is een bedrijf dat uit twee afdelingen bestaat; GKB Staalwerk en GKB Machines. GKB Staalwerk en Machines is onderdeel van de GKB Groep, deze bestaat uit vijf BV's waarvan GKB Staalwerk en Machines er een is. Bij GKB Staalwerk en Machines werken ongeveer 45 mensen, waarvan 20 op kantoor en 25 in de werkplaats. Zoals in het organogram (Figuur 2.1) te zien is, zijn de lijntjes kort. Hierdoor heerst er een gemoedelijke sfeer binnen het bedrijf



Figuur 2.1: Organogram GKB Staalwerk en Machines

GKB Staalwerk houdt zich vooral bezig met bestekken uitvoeren voor gemeentes en waterschappen en het maken van constructies als bruggen en kunstwerken. Hierbij valt te denken aan bruggen die in De Kreek in Den Hoorn liggen, of de Beverbrug in natuurgebied De Zaag in Krimpen aan de Lek, of aan het maken van boomroosters voor om de bomen op de Coolsingel in Rotterdam

GKB Machines houdt zich vooral bezig met het maken van machines voor het onderhoud en de aanleg van sportvelden. Hierbij moet worden gedacht aan freesmachine om de grasmat af te frezen; reinigingsmachines om kunstgrasvelden te reinigen; beluchtingsmachines om het natuurgras te beluchten al dan niet met drainageaanleg in het gras; bezanders om de golfbanen in topconditie te maken en te houden. Een ander aspect is het maken van machines voor de andere BV's binnen de GKB Groep. Hierbij valt te denken aan een sterrenzeef voor Grondbank IJsselmonde of een baggerboot voor GKB Materieel

De afdeling waar afgestudeerd gaat worden, is op de tekenkamer. Nu met corona zitten daar nog drie andere tekenaars, een inkoper en de directeur van GKB Machines en tegelijk verkoper van machines. Bij GKB Staalwerk en Machines zitten alle personen op kantoor eigenlijk door elkaar, maar nu met corona zijn de mensen uit elkaar gehaald zodat wanneer er op een afdeling corona uitbreekt, niet heel het kantoor thuis zit.

2.2 Begeleider

De begeleider is dhr. C. P. A. (Niels) den Boer, dit is de Hoofd tekenkamer en was tijdens een groot deel van de opleiding ook de werkbegeleider van de student. Niels den Boer heeft HBO Werktuigbouwkunde en HBO Technische bedrijfskunde afgerond en heeft ruim 10 jaar werkervaring in de constructie/machinebouw

3 Probleemstelling

Een van de BV's van GKB Groep, Grondbank IJsselmonde, heeft een trommelzeef waarin de zeefoverloop wordt gezeefd om de bruikbare zaken uit dit groenafval nog te kunnen recyclen. Op deze manier word bijvoorbeeld grond gescheiden van de eventuele stukken beton die tussen het groenafval zitten. Alleen zit er in deze zeefoverloop ook klei, deze klei vormt door het draaien van de zeef grote brokken die dus door de zeef naar het uiteindelijke echte afval wordt getransporteerd, terwijl deze klei feitelijk nog te recyclen is, mits het niet van die grote brokken zijn. In onderstaande afbeeldingen is het soort grond te zien dat door de zeef moet. Zoals te zien is zitten er flinke brokken tussen die verkleind moeten worden zodat deze door de mazen van de zeef heen passen. Hiervoor moeten de brokken door een gat van 4x4 cm heen passen. Er moet dus een methode bedacht worden om de kleibrokken te verkleinen tot een acceptabele grootte, maar de brokken beton niet te verkleinen. Het gaat hierbij om 3000 ton zeefoverloop per jaar, waarbij zo'n 1000 ton klei zit.



Figuur 3.1: Grond/zeefoverloop dat gezeefd moet worden



Figuur 3.2: Kleibonken in de zeefoverloop



Figuur 3.3: Trommelzeef Grondbank IJsselmonde

4 Doelstelling

Het doel van de opdracht is om binnen de periode van het afstuderen een werkend principe te bedenken om de kleibrokken in het groenafval te verkleinen tot een acceptabele maat en de betonbrokken niet te verkleinen aangezien deze niet gerecycled moeten worden. En dit te verwerken tot een werkend ontwerp dat aan de eisen van de opdrachtgever voldoet.

5 Hoofdvraag en deelvragen

Hoofdvraag: Op welke manier kunnen de kleibrokken in de zeefoverloop verkleint worden tot een acceptabele maat terwijl de betonbrokken / stenen dat niet worden, en hoe kan deze oplossing op de trommelzeef gebouwd worden?

Deelvraag 1: Welke principes zijn er al beschikbaar om de kleibonken te verkleinen?

Deelvraag 2: Aan welke eisen moet het prototype voldoen, en wat zijn de projectgrenzen?

Deelvraag 3: Welke wensen zijn er voor het prototype?

Deelvraag 4: Wat is er nodig om kleibonken te kunnen verkleinen?

Deelvraag 5: Welke oplossingen zijn er om de betonbrokken heel te laten terwijl de kleibrokken verkleind worden?

Deelvraag 6: Om welke hoeveelheden zeefoverloop en klei gaat het exact per jaar?

6 Opdracht

De opdracht is om een werkend ontwerp te maken voor een machine die kleibrokken in de zeefoverloop klein maakt, maar de betonbrokken heel laat aangezien deze wel bij het afval horen. Deze machine moet op de trommelzeef van Grondbank IJsselmonde gemonteerd kunnen worden, en deze machine moet de werking van de trommelzeef niet belemmeren. Op deze manier wordt de uitgaande afvalstroom verkleind en hoeven de brokken klei er later niet nog handmatig uit gesorteerd te worden.

Het op te leveren product is een werkend ontwerp van de oplossing om de kleibrokken te verkleinen en de betonbrokken etc. heel te laten. Dit bestaat uit een aparte uitneembare machine die bovenop of in de trommelzeef gemonteerd kan worden en aangesloten kan worden op een extra hydraulische functie van de trommelzeef.

De opdracht in een zin: Maak een werkend ontwerp om de klei uit het afval te verkleinen zodat dit niet meer naar de uitstroom van de zeef gaat.

7 Uitvoering

De student gaat de opdracht als volgt aanpakken:

De student gaat eerst de zeef goed bekijken op locatie om te kijken wat en waar de mogelijkheden zijn.

Vervolgens gaat de student literatuuronderzoek doen om te kijken of er al bestaande toepassingen zijn die iets vergelijkbaars doen als de student moet gaan maken.

Vervolgens gaat de student volgens de methode van Methodisch Ontwerpen verder werken. De student gaat een paar conceptoplossingen bedenken en schetsen, en deze met zijn afstudeerbegeleider bij het bedrijf en de eigenaar van de trommelzeef bekijken. Uit die conceptontwerpen wordt er met de Kesselring methode 1 gekozen die verder uitgewerkt gaat worden.

Deze oplossing wordt tot een werkend model in Autodesk Inventor met een tekeningenpakket uitgewerkt.

Het Afstudeerverslag wat opgeleverd gaat worden is in feite een antwoord op de deelvragen en een verslag van het ontwerpproces van de verkleiner.

8 Competenties

Competentie	Startniveau	Beoogd eindniveau	Geplande activiteiten
1. Analyseren	2	3	Analyseren hoe de stand der techniek op gebied van verkleinen van afval is. Analyseren welk principe voor het verkleinen het best werkt.
2.Ontwerpen	2	3	Een ontwerp maken voor de verkleiner waarbij de kleibrokken verkleind worden en de betonbrokken heel gelaten worden.
3.Realiseren	n.v.t.	n.v.t.	Eventueel een prototype maken wanneer het afstudeerverslag ingeleverd is
4.Beheren	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5.Managen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6.Adviseren	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7.Onderzoeken	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8.Professionaliseren	2	3	Rapportage van het ontwerptraject en het onderzoek Zelfstandig op een professionele manier de opdracht maken.

Figuur 8.1: Overzicht competenties

8.1 Competentie analyseren

De methodes die toegepast gaan worden zijn:

- *Literatuuronderzoek* om de al bestaande opties voor verkleinen te bekijken en daar de bruikbare onderdelen van te gebruiken
- *Brainstormen* om met behulp van de bruikbare onderdelen uit het literatuuronderzoek conceptoplossingen te bedenken voor de eisen en wensen uit de functieanalyse
- *Proefondervindelijk onderzoek* om bepalende afstanden, afstellingen, aansluitingen of afmetingen te bepalen bij het model zodat deze optimaal functioneert.

De kennis en vaardigheden die hiervoor nodig zijn, zijn:

- Kennis opgedaan bij het vak Onderzoeksvaardigheden
- Kennis over het product zodat gericht gezocht kan worden

8.2 Competentie ontwerpen:

Het ontwerpen van het de verkleiner wordt gedaan volgens het boek Ontwerpen van Technische Innovaties en Methodisch Ontwerpen. Er worden een PVE&W, functieanalyse en een morfologisch overzicht gemaakt. De selectie van het uiteindelijke concept wordt met de Kesselring methode gedaan.

Het uiteindelijke concept wordt in Autodesk Inventor ontworpen en uitgetekend. Ook worden er nog enkele controleberekeningen gedaan om de optimale oplossing te vinden

De kennis en vaardigheden die hiervoor nodig zijn, zijn:

- Kennis opgedaan bij het vak Ontwerpvaardigheden en Ontwerpen 3
- Kennis van de vakken Mechanica en Aandrijftechniek
- Kennis hebben van hoe de trommelzeef werkt

8.3 Competentie professionaliseren

Om aan te tonen dat de student professioneel genoeg is en op hbo-niveau denkt en werkt, is het nodig dat de student een complexe opdracht vrijwel zelfstandig uitvoert. De opdracht is complex genoeg en nu moet de student deze zelfstandig uit gaan voeren om deze competentie te kunnen afvinken.

De kennis en vaardigheden die hiervoor nodig zijn, zijn:

- Kennis van het werkveld waarin gewerkt moet gaan worden
- Zelfstandigheid tijdens het uitvoeren van de opdracht
- Vakkennis
- HBO denk- en werkniveau

9. Theoretisch kader

Methodisch Ontwerpen

De ontwerpmethode die gehanteerd gaat worden is die van het Methodisch Ontwerpen. Dit gaat gebeuren aan de hand van het boek Methodisch Ontwerpen van Jacques Beer.

Hierbij gaat de student onder andere de volgende zaken gebruiken om tot een goed en acceptabel concept te komen voor de verkleiner.

- *De projectgrenzen*
Deze moeten gedefinieerd worden om duidelijk te maken en krijgen wat er wel en wat er niet behandeld en gedaan gaat worden.
- *Een Programma van Eisen en Wensen*
Deze wordt opgesteld om duidelijk te krijgen waaraan de machine moet voldoen.
- *Een Functieanalyse*
Deze moet worden gemaakt om de deelfuncties die de machine moet gaan vervullen helder te krijgen.
- *Een Morfologisch overzicht*
Deze moet worden gemaakt om mogelijke oplossingen voor de deelfuncties te vinden en uit deze oplossingen 3 machineconcepten samen te stellen
- *De Kesselring methode*
Met deze tool worden het beste concept gekozen door de concepten te toetsen aan de vooraf gestelde eisen. Hierbij krijgen belangrijke eisen ook weegfactoren mee.

Berekeningen

Voor het optimaal functioneren van de verkleiner zullen er tijdens het ontwerpen ook berekeningen moet worden gedaan voor bijvoorbeeld de aandrijving. Deze worden gedaan aan de hand van het boek Roloff / Matek Machineonderdelen en eventueel het boek Hibbeler Statica.

10. Eerste PVE

10.1 Eerste eisen PVE&W

De eisen waaraan de verkleiner moet gaan voldoen, zijn onder andere de volgende:

- De machine moet de kleibrokken verkleinen tot kleiner dan 4x4 cm
- De machine moet de betonbrokken niet verkleinen tot kleiner dan 4x4 cm
- De machine moet op of in de trommelzeef van Grondbank IJsselmonde gebouwd kunnen worden
- De machine moet demonteerbaar van de trommelzeef zijn, er hoeft namelijk niet altijd verkleind te worden.
- De machine moet dusdanig geconstrueerd zijn dat het verkleinmechanisme niet beschadigd kan worden door de shovel die de verkleiner vollaad
- Het verkleinmechanisme moet duurzaam zijn.
- Het verkleinmechanisme moet te vervangen zijn
- De machine moet doormiddel van 2 hydraulische slangen (pers en retour) aangedreven kunnen worden.

10.2 Eerste wensen PVE&W

De wensen die er zijn voor de verkleiner, zijn onder andere de volgende:

- De verkleiner moet de werking van de trommelzeef niet negatief beïnvloeden
- De machine moet een capaciteit hebben om 40 kuub per uur aan zeefoverloop te kunnen verwerken
- De machines moet zo licht mogelijk zijn
- De machine moet zo compact mogelijk zijn.
- Onderdelen van de machine moeten met normaal gereedschap te vervangen zijn.
- De verkleiner moet op een veilige manier bediend kunnen worden.
- De machine moet degelijk zijn. Hij moet niet kapot gaan als hij een keer met de sorteergrijper opgepakt wordt.
- De verkleiner moet minimaal 10 jaar meegaan zonder noemenswaardige problemen

11 Planning

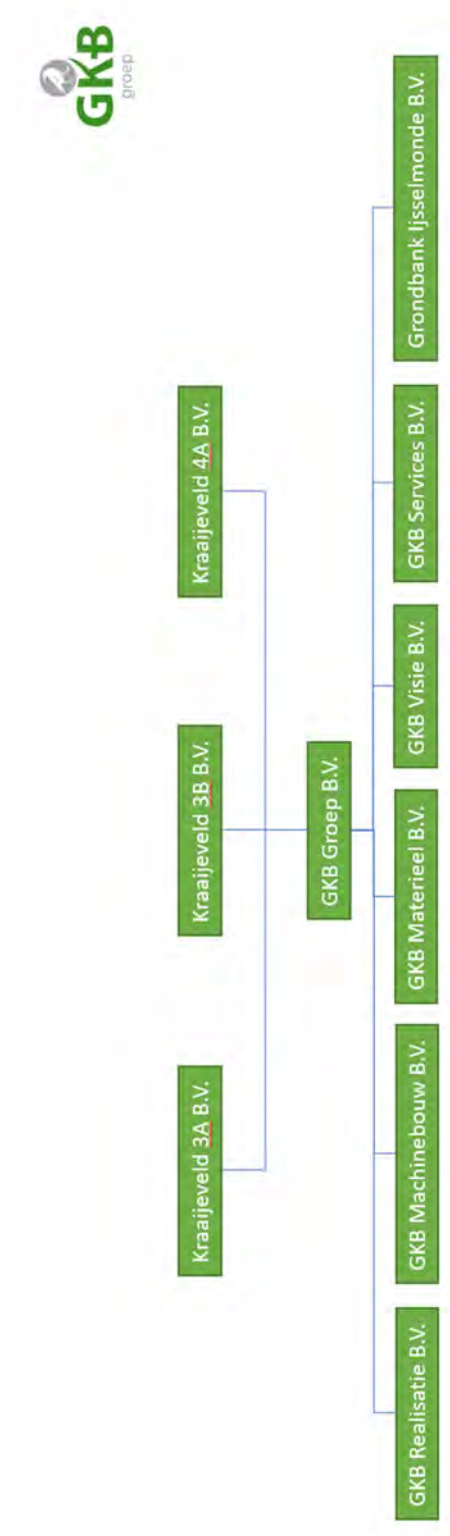
Weeknummer lesweek:	Activiteit(en):	Deelproducten	Competentie	Deelproducten voorwaardelijk voor voortgang?
Week 1-4	Opstellen PVE&W Literatuuronderzoek	PVE&W Oplossingen voor verkleinen	Analyseren/ Ontwerpen	Voorwaardelijk Niet voorwaardelijk, wel aan te raden
Week 4-7	Conceptoplossingen bedenken Brainstormen	Conceptoplossingen	Analyseren/ Ontwerpen	Voorwaardelijk
Week 8	Uiteindelijke conceptoplossing kiezen met opdrachtgever	Definitieve concept	Ontwerpen/ Realiseren	Voorwaardelijk
Week 9-14	Oplossing zover uitwerken dat deze geproduceerd en getest kan worden	Werkend model/ontwerp	Ontwerpen/ Realiseren	Voorwaardelijk
Week 15-17	Uitloop en verslag op orde brengen	Afstudeerverslag	Professionaliseren	Voorwaardelijk

Figuur 9.1: Planning afstudeerperiode

Verder moet de student nog een vak inhalen van eerdere jaren, leren hiervoor gaat 's avonds vanaf 8 februari gebeuren.

II. Organogram GKB Groep

Figuur II.1: Organogram GKB Groep



III. Datasheet Doppstadt SM620 K

DRUM SCREEN SM 620 K PLUS



Applications

Like all Doppstadt SM machines the SM 620 K Plus happily accepts waste and raw materials of all types for screening. It is equally suitable for compost, earths, light construction waste, wood, biomass, sand, and gravel.



DIMENSIONS	
Chassis	Steel-tracks
Total weight (kg)	24000
Length (mm)	15350
Width (mm)	6950
Height (mm)	3400
Transport width (mm)	3000
Transport height (mm)	3400
Transport length (mm)	12730

DRIVE	
Engine type	diesel-hydraulic
Marke	DEUTZ TCD 3.6 L4
Exhaust level	EUROMOT IV / Tier 4 final
Motor power (kW / PS)	90 / 122 (@ 2000 rpm)
Fuel tank (l)	400
Torque (Nm)	max. 480 bei 1600 rpm

DISCHARGE CONVEYOR	
Width (mm)	1000
Length (mm)	5500
Belt speed (m/s)	1,6
Height (mm)	3300

DISCHARGE CONVEYOR SIDE	
Width (mm)	1000
Length (mm)	5250
Belt speed (m/s)	3,1
Height (mm)	3250

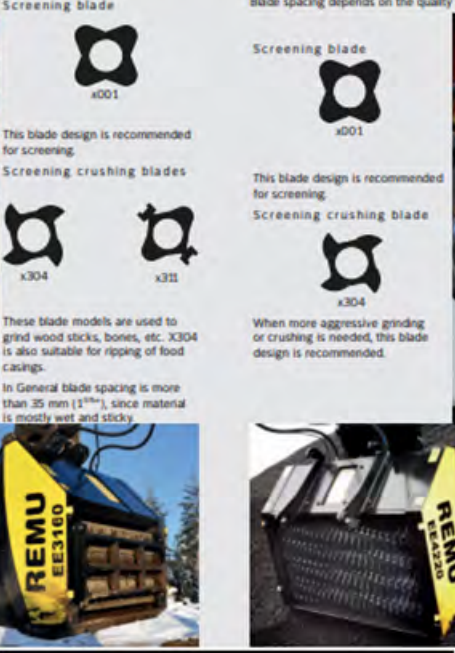
SCREEN DRUM	
Diameter (mm)	2000
Length (mm)	5500
Mesh size (mm)	8 bis 100
Mesh type	square or round
Drum wall thickness (mm)	6 bis 10
Drum speed (min-1)	0-20
Screening area (m²)	30,2

Advantages

- Heavy-duty tracklaying chassis, self-propelled via remote control unit
- Large feeding hopper capacity with over 7 m³ (9 yd³) volume, Loading height 2,9 m (9,5 ft) only
- Load-sensing systems; among others, allows simultaneous driving and working
- Track chassis with lifting kinematic for optimum machine leveling on uneven ground
- Fast changing system for trommel or star screen insert
- Diesel engine with low fuel consumption – exhaust standard Tier 4 final, low operation costs, highest throughput capacity
- Extensive health and safety kit, complete machine control placed in the rear
- Additional hydraulic connections to operate numerous optional equipment

Figuur III.1: Datasheet Doppstadt SM620 K

IV. Datasheet Zeefbak met messen (REMU)

REMU	REMU	REMU
TOPSOIL Preparing topsoil for landscaping, nurseries, sport fields and yards is probably the most common application for screening buckets. With screening, bucket material can be classified as clean, high quality topsoil without stone fragments, sticks etc. The screening bucket can also be used for mixing sand, clay and compost to achieve the desired mixture required for each usage.  Screening blade x001 Screening crushing blade x304 When more aggressive grinding or crushing is needed, we recommend the blade design above. Grain size of screened material depends on blade spacing. When preparing topsoil the spacing is usually 20 or 34 mm (3/4" or 1 1/4"). If the material needs to be transported, it can be screened directly to the truck.	PADDING PIPELINE AND CABLE EXCAVATION The cost savings achieved when material from an excavation is screened on-site and used in the padding process of cable excavation makes this the fastest growing application for the screening bucket. Screening on-site, you save on both material costs and transportation. On-site bucket screening increases the time that machinery is used for profitable work by eliminating down time associated with waiting for the next sand truck.  When working with a screening bucket, you can screen the material from the excavation • Use it for padding • Dump the oversized material on top of the padding • And even finalize the landscaping by using the topsoil from the job site Screening blade x001 This blade doesn't crush stones etc. And the final product is homogenous. Normally required particle size for padding is 0-36 mm (-3/4"). With REMU screening bucket even the 0-8 mm (-3/16") grain size can be produced.	COMPOSTING Green waste, bio waste, animal mortalities, manure and sewage sludge. Screening bucket is used for grinding the waste before composting and aerating the process. Furthermore, the screening bucket can be used for screening mature compost and mixing in other needed ingredients so that the final product is homogenous.  Screening blade x001 This blade design is recommended for screening. Screening crushing blades x304 x331 These blade models are used to grind wood sticks, bones, etc. X304 is also suitable for ripping of food casings. In General blade spacing is more than 35 mm (1 3/8"), since material is mostly wet and sticky. Cleaning scrapers keep the rotors clean and ensure the best performance also in wet conditions.
INDUSTRIAL APPLICATIONS Grinding and classifying material is one of the most common applications. With a screening bucket and the right blade design, it is easy to process different chemicals or fertilizers that have lumps or frozen clods. By grinding and screening the homogenous mixture can be achieved while moving the material with a wheel loader. Blade spacing depends on the quality of material and expected end product.  Screening blade x001 This blade design is recommended for screening. Screening crushing blade x304 When more aggressive grinding or crushing is needed, this blade design is recommended. Spiral rotors combined with crushing blades can effectively grind lumpy material. Spiral shaped configuration reduces needed power.	INDUSTRIAL APPLICATIONS Grinding and classifying material is one of the most common applications. With a screening bucket and the right blade design, it is easy to process different chemicals or fertilizers that have lumps or frozen clods. By grinding and screening the homogenous mixture can be achieved while moving the material with a wheel loader. Blade spacing depends on the quality of material and expected end product.  Screening blade x001 This blade design is recommended for screening. Screening crushing blade x304 When more aggressive grinding or crushing is needed, this blade design is recommended. Spiral rotors combined with crushing blades can effectively grind lumpy material. Spiral shaped configuration reduces needed power.	INDUSTRIAL APPLICATIONS Grinding and classifying material is one of the most common applications. With a screening bucket and the right blade design, it is easy to process different chemicals or fertilizers that have lumps or frozen clods. By grinding and screening the homogenous mixture can be achieved while moving the material with a wheel loader. Blade spacing depends on the quality of material and expected end product.  Screening blade x001 This blade design is recommended for screening. Screening crushing blade x304 When more aggressive grinding or crushing is needed, this blade design is recommended. Spiral rotors combined with crushing blades can effectively grind lumpy material. Spiral shaped configuration reduces needed power.

REMU**RECYCLING**

In most cases, the first step is to separate fines from recyclable material. For example, sand can be cleared out of wood stumps before chipping and using in heating plants. Sometimes recyclable materials have to be crushed or classified before those can be used again or processed further. With a screener-crusher bucket materials such as glass, gypsum board, tiles etc. can be crushed.



Screening blade



Screening crushing blade



Screening blade



When bucket is manufactured for mine clearance purposes, standard bucket is reinforced and equipped with explosion director element.

**SCREENING PEAT**

As peat is very light material even the biggest screening buckets can be used for separating stones, stumps etc. The biggest REMU screening bucket has got volume of 5,5 m³ (7,2 yd³) (SAE).



Screening blade



Screening crushing blade



Screening blade



Screening crushing blades

**REMU****SCREENING - SCREENING CRUSHERS**

The screening bucket is made to genuinely classify and separate materials. In most applications it is more effective and economic to screen materials first. The screener crusher is a bucket that can be used for grinding and light crushing.



With proper blade choice and spacing it easily grinds

- Grass lumps
- Roots
- Wood sticks
- Glass
- Tiles
- Asphalt (with certain limitations)

The screener crusher is not suitable for crushing concrete or hard stones.

SPIRAL ROTATORS

With spiral rotators REMU provides a new generation of screening pattern for challenging conditions. With this registered and protected design, screening and crushing can be done even more efficiently.

**REMU****HEAVY DUTY - HD**

HD structure gives you an advantage when a bucket is used in rough conditions and when heavy wearing can be expected. When you choose to have a heavy-duty version of the REMU bucket you will have the reinforced frame structure as pictured below.

Main cutting edge

- EE Series: 40 mm wear plate, HB500
- EP Series: 25 mm wear plate, HB500

Side cutting edge

- EE Series: 25 mm wear plate, HB500
- EP Series: 16 mm wear plate, HB500

Extra reinforcement and protective plates added to the bottom of the bucket

- EE Series: 10 mm wear plate, HB500
- EP Series: 8 mm wear plate, HB500



REMUE

TECHNICAL DATA

Carrier Size ¹	Hydraulic Flow ²	Bucket volume		Measures		Weight				
		nom	net	cm	kg	kg	kg			
EP 3050	3	25-35	0.15/0.18	0.2	64	320	83	340	N/A	
EP 3150	14	7	55-65	1.0/1.1	1.1	309	390	123	1940	1250
EP 4150	18	9	80-130	1.3/1.4	1.4	139	190	123	1420	1460
EE 3800	25	12	155-235	2.1/2.4	1.4	158	200	380	2300	2460
EE 4900	30	14	155-235	2.1/2.4	1.8	180	200	380	2670	2830
EE 3220	35	14	155-235	3.5/3.9	1.9	158	260	380	2830	3020
EE 4220	40	18	155-235	3.1/4.2	2.5	180	260	380	N/A	2900
EE 4290	60	21	155-235	4.8/5.5	3.3	180	190	375	N/A	4500
EX 80	12	N/A	80-100	0.3/0.9	0.7	137	303	128	1300	N/A
EX 140	35	N/A	155-235	0.9/1.1	0.8	137	126	128	3000	N/A
EX 180	21	N/A	155-235	1.3/1.5	1.4	165	250	145	2360	N/A

ISO 85	gal/min	psi	bar	inch	lb	kg				
EP 3050	7	2	5-9	0.25/0.28	2.2	25	43	23	330	N/A
EP 3150	31	15	14-25	1.3/1.5	12	47	75	48	2580	2760
EP 4150	40	20	25-35	1.6/1.9	21	75	75	48	3130	3290
EE 3100	10	26	40-62	2.1/3.1	15	42	79	67	5070	5420
EE 4900	36	31	40-62	3.5/3.9	29	71	79	67	3890	6340
EE 3220	77	31	40-62	3.9/4.3	20	62	82	67	6340	6660
EE 4220	88	40	40-62	4.8/5.5	27	71	82	67	N/A	7720
EE 4290	132	46	40-62	6.3/7.2	36	71	135	69	N/A	9920
EX 80	26	N/A	25-35	0.3/1.2	8	54	40	50	2870	N/A
EX 140	35	N/A	40-62	1.2/1.4	10	54	50	50	3530	N/A
EX 180	48	N/A	40-62	1.7/2.0	15	65	59	57	5200	N/A

¹ Carrier minimum weight recommendations listed here are meant only for reference. For more accurate calculations concerning the lifting capacity and tipping load of the carrier, please contact the authorized dealer of the machine. Operating the bucket in carrier which is beyond the optimal weight range is possible as long as the operator is properly trained in matters concerning mechanical structure of the bucket's frame. All recommended values are calculated during operations using 1.5 t/m³ weight of material.

² Needs hydraulic flow and pressure may vary with different materials and selected configuration of hydraulic motors in bucket. For more detailed information on speed of rotors contact authorized REMUE dealer.

Weight of the bucket and all other values in this table have been calculated for average operation of a screening bucket.

TECHNICAL DATA

To meet every customer's special needs, consulting an authorized REMUE dealer is highly recommended before any purchase.

MORE VOLUME
Less Unnecessary Steel
More production with each bucket load

Blade spacing

Rotatable mounting for every machine type

Even more volume with extra sides

The buckets can be mounted either as a front shovel or digging configuration

Double shaft structure keeps bearing safe from dirt and impacts and does not need extra plates to cover, it cleans itself every time when greasing.

10

11

V. Datasheet Zeefbak met sterren (Lloyd RS 8-14)



Rotastar

www.screeningbucket.co.uk

LLOYD



Rotastar



LLOYD
Screening Machinery
Design and Manufacture

- Replaceable side panels working against replaceable shaft end discs. The area where the rotating star meets the fixed side panel has a unique design where we fit steel end discs. This ensures even star wear across the shaft length and closes the gap between star and side panel, so a genuine fraction size can be maintained.
- Quiet running.
- Rugged construction, using the best materials for long life and reliability. It has a well-protected and easily removable transmission guard and a simple, reliable, chain drive. The shafts are completely covered by the star elements, eliminating shaft wear and eventual replacement.
- Easy maintenance. The side profile design allows for easy shaft removal. The polyurethane stars are an inexpensive, easily replaceable part that reduces down time.
- The shafts operate in one direction only and require a standard one-way hammer circuit. This also eliminates the need for a drain line.
- There is a skid steer and micro-loader option for the **RS4-9** screening bucket. This is an adaptor plate that fits to the skid steer. There are quick hitch hooks that fit to the **RS4-9** so that the bucket can be used on a normal excavator with a conventional top bracket. The change-over takes approximately 3 minutes.
- We can manufacture adaptor plates to suit all sizes of loader.

The Rotastar™ is a unique, high-output screening bucket that combines many market-leading features.

Material is constantly rotated, without any chopping or pinching, making screening of damp, fragile and special materials possible. Suitable for top soil, waste, turf, roots, gypsum, knotweed and many other applications. With adjustments, it is possible to produce an 8mm fraction size.

The Lloyd Rotastar™ bucket has a unique screening action. It rotates the material in a similar manner to a trommel screen, but has the benefit of rotating star discs, agitating and clawing at the material as it turns. This is achieved by mounting star shafts on a large arc, forming the back and top of the bucket.



The impressive performance of the Rotastar™ comes from:

- Lightweight, hard-wearing, flexible, self-cleaning polyurethane stars. This means no pinch or crushing areas, resulting in low power requirement and no contamination from crushed material. The flexible stars are gentle on fragile material such as roots, vegetation and turf.
- Variable speed control is fitted as standard up to the RS10-20, so it is possible to adjust fragment size by changing shaft speed. Most importantly, this allows the operator to set the shaft speed to suit conditions and excavator.
- With different star, collar, and spacer options, it is possible to tailor the screening bucket to create a particular fraction size to suit requirements. We can create an 8mm fine material with the correct set up.
- Massive screening area, due to the light weight of the star segments, which results in high output and excellent cost effectiveness.
- The rotary action of the bucket allows complete mixing of material as it is being screened, ensuring complete separation. The bucket is screening throughout its cycle, with no time wasted in stopping and reversing the shafts.



Screening Applications



- Compost
- Top Soil
- Sand
- Stone
- Fertiliser
- Gypsum
- Mixed waste
- Gully waste
- Street waste
- Fine screening
- Cable padding
- Knotweed

Technical Specification

	RS2-4	RS3-5	RS4-6	RS4-9	RS6-14	RS10-20	RS13-20	RS20-30
Carrier weight	2.2-3.5 tonnes	3-5 tonnes	4-6 tonnes	4-9 tonnes	8-14 tonnes	10-20 tonnes	13-20 tonnes	20-30 tonnes
Output	Average 6-8 t/hr	Average 10 t/hr	Average 15 t/hr	Average 25 t/hr	Average 32 t/hr	Average 40 t/hr	Average 55 t/hr	Average 90 t/hr
Shafts	3	3	3	4	5	5	6	8
Bucket capacity	0.12m³	0.15m³	0.2m³	0.3m³	0.4m³	0.55m³	0.9m³	1.2m³
Hydraulic requirement	40 litres/min 70-180 bar	45 litres/min 70-180 bar	50 litres/min 70-180 bar	55 litres/min 70-180 bar	64 litres/min 70-180 bar	70 litres/min 70-180 bar	100 litres/min 70-180 bar	140 litres/min 70-180 bar
Bucket weight	250kg	280kg	340kg	460kg	615kg	1000-1060kg	1130-1250kg	1700kg
Working width	640mm	825mm	1056mm	1056mm	1150mm	1260mm	1260mm	1260mm
Overall width	910mm	1070mm	1300mm	1300mm	1402mm	1560mm	1660mm	1660mm

© Lloyd Engineering Ltd 2018. All rights reserved. Reproduction of part or all of this document is strictly prohibited.

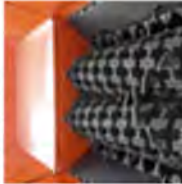
Other sizes can be manufactured on request.

+44 (0)1544 260531

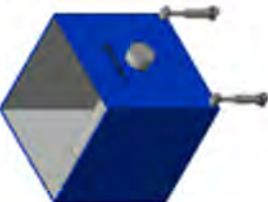
The Highlands Works Stansbatch Leominster HR6 9LL UK
matt@lloydengineering.co.uk www.screeningbucket.co.uk

LLOYD
 Lloyd Engineering Limited

VI. Morfologisch overzicht blanco

Functie	Container		Bunker					
Zeevoerloop opslaan								
Functie	Shovel		Band		Kraan		Trechter	
Zeevoerloop laden								
Functie	Vermalen		Raspen		Walsen			
Klei verkleinen								
Functie	Machine onder hoek		Machine kiepen		Extern (grijper o.i.d.)		D.m.v. tweede keer trommelzeven	
Puin verwijderen								

Zeefoverloop transporteren	Band	Baggermolen-principe	Glijbaan		
					
Zeefoverloop opvangen	Shovelbak	Container	Big bag	Hoop	
					
Puin transporteren	Band met meenemers	Vallen	Glijbaan	Extern (grijper o.i.d.)	
					

	Niet schudden	
	Draairichting stroom zeefoverloop omdraaien	
Draaiknop	Zwenken op rails	
Knoppen (aan/uit)	Trilmotor	
Joystick	<u>Zeefoverloopopslag</u> bewegen met hydraulische cilinders	
Starten met verkleinen	Zeefoverloop schudden	

VII. Ontwerpkennmerken bepaling

Tabel VII.I: Ontwerpkennmerken bepalen

Ontwerpkennmerken samenstellen					
Functioneel	Nr.	Eis	Omschrijving	Weegfactor	Kenmerk(en)
	1.	2, 3, 4, 8, 9, 12, 16, 20, 21, 27, 44, 45	Veiligheid	8	Afschermingen / risico's
	2.	9, 10, 27, 34, 41	Betrouwbaarheid	7	Bedrijfszekerheid / storingen
	3.	5, 15, 22, 26, 41	Levensduur	5,5	Onderhoud / duurzaamheid
	4.	6, 28, 29, 30, 37, 38, 39	Efficiëntie	7	Kwaliteit / weinig down-time / gescheiden zeefoverloop
	5.	13, 14, 23, 24, 25, 32, 33, 34, 39, 42, 43	Capaciteit	4	Hoeveelheid verwerkte zeefoverloop/ snelheid
	6.	1, 2, 3, 29, 34, 35, 36	Gebruiksgemak	4,5	Bediening / te verrichten handelingen
Fabricage	Nr.	Eis	Omschrijving	Weegfactor	Kenmerk(en)
	1.	32, 46, 47, 38	Complexiteit	0	Hoeveelheid onderdelen / werking
	2.	5, 7, 10, 11, 15, 34, 35, 36, 41	Degelijkheid	5,5	Sterkte / storingsgevoeligheid
	3.	6, 12, 22, 31, 34, 48	Montage- / Reparatiegemak	2,5	Montagetijd / Reparatietijd
	4.	8, 17, 18, 19, 31	Vervoers- / Opslaggemak	1,5	Verplaatsbaarheid / gewicht / afmetingen

Weegfactoren bepalen functionele eisen						
	7.	8.	9.	10.	11.	12.
7.	X	0,5	0	0,5	0	0
8.	0,5	X	0,5	0,5	1	1
9.	1	0,5	X	1	0	0
10.	0,5	0,5	0	X	0	0,5
11.	1	1	1	1	X	1
12.	1	0,5	1	0,5	0	X
TOTAAL	4	3	2,5	3,5	1	2,5

Tabel VII.II: Weegfactoren functionele eisen

Weegfactoren bepalen fabricage eisen				
	5.	6.	7.	8.
5.	X	1	1	1
6.	0	X	0	0
7.	0	1	X	0
8.	0	1	1	X
TOTAAL	0	3	2	1

Tabel VII.III: Weegfactoren fabricage eisen

VIII. Componentkeuze

Hydromotorkeuze:

Aandrijving verkleinrotoren:

De machine moet hydraulisch worden aangedreven, daarom worden de rotoren aangedreven met een hydromotor. Omdat de machine het liefst aangesloten moet worden op de extra aansluiting van de trommelzeef gaan we voor nu uit van de capaciteit van deze aansluiting bij het selecteren van een motor voor de aandrijving van de rotoren.

Capaciteit aansluiting trommelzeef Doppstadt:

- 40 L/min
- 200 bar.

Omdat het verkleinprincipe van de zeefbakken gebruikt gaat worden, wordt dezelfde rotatiesnelheid aangehouden, namelijk 200-250 rpm

Deze motor moet parallel met de motor van de transportband aangedreven worden, dit komt erop neer dat er 32 L beschikbaar is voor het aandrijven van de verkleinrotoren en 8 L voor het aandrijven van de transportband. Met deze gegevens komt men uit op een motor met +/- 125 cc. De meest gangbare hydraulische motoren zijn een tandwielmotor of een orbitmotor.

Een tandwielmotor is een eenvoudige hydraulische motor en is vooral geschikt voor hoge toerentallen, en hoge drukken. Het slagvolume is meestal redelijk klein en dus is het koppel ook niet zo hoog. Het minimale toerental ligt vaak al boven de 250 rpm, dus wat dat betreft is een tandwielmotor al niet geschikt voor deze toepassing. Daarbij ligt de minimale druk voor een tandwielmotor bijna altijd boven de 200 bar, zeker wanneer men naar de grotere slagvolumes gaat. En in principe is dit niet beschikbaar zonder de pomp te overbelasten. Mede door deze redenen is een tandwielmotor niet geschikt voor deze toepassing

Een orbitmotor is daarentegen geschikt voor lage toerentallen en hoge koppels. Bij orbitmotoren is het slagvolume groter en zijn de toerentallen dus lager. Ook komen de werkdrukken en de slagvolumes overeen met wat gewenst is. Hierdoor past een orbitmotor goed bij deze toepassing. Daarbij worden bij de machinebouw van GKB Machines ook meestal orbitmotoren gebruikt. Het huismerk voor de orbitmotoren is Danfoss, om deze reden worden er voor dit project ook motoren van Danfoss gebruikt.

Aangezien al bekend is dat de motor een slagvolume van +/- 125 cc moet hebben is de keuze nog welk type orbitmotor toegepast moet worden. Er moet een keuze gemaakt worden uit volgende types:

- Danfoss OMP125

Flensvorm	Ovaal
Flenscode	A2
Flensdiameter	106,4 mm
Aantal bevestigingsgaten	2
Steekdiameter bevestigingsgaten	82,5 mm
Astype	Cilindrisch
Asdiameter	25 mm
Slagvolume	125 cm ³ /r
Maximaal continu koppel	270 N·m
Minimaal aanlooppkoppel	240 N·m
Afdichttype	Hogedruk
Maximale continue werkdruk	160 BAR

Maximale pulserende werkdruk	200 BAR
Minimale startdruk	9 BAR
Maximaal debiet	60 l/min
Maximaal toerental	480 r/min
Hoofdpoort draaddiameter	1/2 Inch
Hoofdpoort draadtype	G
Aftappoort draaddiameter	1/4 Inch
Aftappoort draadtype	G
Poort positie	Zijkant
Maximaal vermogen	11,2 kW
Huislengte	143,4 mm

Figuur VIII.I: Datasheet Danfoss OMP125

- Danfoss OMR160

Flensvorm	Ovaal
Flenscode	SAE-A
Aantal bevestigingsgaten	2
Astype	Recht parallel
Asdiameter	32 mm
Slagvolume	125,7 cm ³ /r
Maximaal continu koppel	30 N·m
Afdichttype	Standaard
Maximale continue werkdruk	175 BAR
Maximale pulserende werkdruk	200 BAR
Maximale drukpiek	225 BAR

Maximaal debiet	60 l/min
Maximaal toerental	475 r/min
Minimaal toerental	9 r/min
Hoofdpoort draaddiameter	1/2 Inch
Hoofdpoort draadtype	G
Aftappoort draaddiameter	1/4 Inch
Aftappoort draadtype	G
Rotorlengte	21,8 mm
Maximaal vermogen	12,5 kW
Huislengte	154,4 mm
Geschikt voor origineel nummer	1510208

Figuur VIII.II: Datasheet Danfoss OMR125

- Danfoss OMS125

Flensvorm	Norm	Minimaal toerental	8 r/min
Aantal bevestigingsgaten	4	Hoofdpoort draaddiameter	1/2 Inch
Astype	Recht parallel	Hoofdpoort draadtype	G
Asdiameter	32 mm	Aftappoort draaddiameter	1/4 Inch
Slagvolume	125,7 cm ³ /r	Aftappoort draadtype	G
Maximaal continu koppel	375 N·m	Maximaal vermogen	18 kW
Afdichttype	Standaard	Afstand hoofdpoort-midden tot voorste flens	131,9 mm
Maximale continue werkdruk	210 BAR	Afstand tweede hoofdpoort-midden tot voorste flens	153,9 mm
Maximale pulserende werkdruk	275 BAR	Huislengte	176,2 mm
Maximale drukpiek	295 BAR	Geschikt voor origineel nummer	151 F0502
Maximaal debiet	75 l/min		
Maximaal toerental	600 r/min		

Figuur VIII.III: Datasheet Danfoss OMS125

Zoals in de datasheets in de figuren VIII.I t/m VIII.III te zien is, zijn de maximale continue werkdrukken van de OMP en OMR onder de 200 bar van de pomp. Dus wanneer er gebruik gemaakt gaat worden van deze motoren zal de pomp begrensd moeten worden. De maximale continue werkdruk van de OMS is 210 bar, dus wat dat betreft is deze motor het meest geschikt.

Een ander punt is het maximale continue koppel dat de motoren kunnen overbrengen. Aangezien de machine moet gaan verkleinen, is het wenselijk dat deze zo hoog mogelijk is. Zoals te zien is, is deze het hoogst bij de OMS. Wat dat betreft is deze motor dus het meest geschikt.

De prijs van de motoren verschilt wel, de OMP en de OMR kosten netto rond de €260,- terwijl de OMS netto €485,- kost. Dit is een aanzienlijk verschil. Een dubbelwerkend drukreducereventiel tussen de pomp en de motor zetten kost zo'n €150,- dus qua financiën is een OMP of een OMR de betere optie.

Maar voor de opdrachtgever is een goede werking belangrijker dan de prijs, dus is de keuze toch gevallen op de OMS motor.

Aandrijving transportband:

De aandrijving van de transportband voor het afvoeren van de grond en de verkleinde klei moet ook hydraulisch worden. In principe moet deze motor apart aangestuurd worden van de rotor-motor, dit omdat de rotoren twee kanten op moeten draaien en de transportband niet. De motor die hiervoor nodig is hoeft in principe niet bijzonder te wezen. De snelheid van de transportband moet geregeld kunnen worden los van de snelheid van de motor voor de verkleinrotoren.

De transportband van de machine komt schuin omhoog te staan om de grond met de klei op een hoop te kunnen draaien. Hierbij moet er dus rekening gehouden worden met het feit dat de motor harder moet werken dan wanneer de transportband vlak zou staan. Vanwege de capaciteitsberekening is besloten dat de motor ongeveer 250 rpm moet gaan draaien. Er is vanuit de trommelzeef 40 L olie beschikbaar, waarvan er 8 L beschikbaar is voor de motor van de transportband omdat deze parallel met de motor voor de verkleinrotoren moet draaien. De motor wordt gelijk in de as van de aandrijfrol geschoven, en functioneert op deze manier tegelijk als lager van de aandrijfrol. Hierdoor zou een OMP32 een goede optie zijn (Zie figuur VIII.IV voor de specificaties).

Flensvorm	Ovaal	Maximale pulserende werkdruk	160 BAR
Flenscode	A2	Minimale startdruk	10 BAR
Flensdiameter	106,4 mm	Maximaal debiet	50 l/min
Aantal bevestigingsgaten	2	Maximaal toerental	1560 r/min
Steekdiameter bevestigingsgaten	82,5 mm	Hoofdpoort draaddiameter	1/2 Inch
Astype	Cilindrisch	Hoofdpoort draadtype	G
Asdiameter	25 mm	Aftappoort draaddiameter	1/4 Inch
Slagvolume	32 cm ³ /r	Aftappoort draadtype	G
Maximaal continu koppel	50 N·m	Poort positie	Zijkant
Minimaal aanlooppkoppel	45 N·m	Maximaal vermogen	6,7 kW
Afdichttype	Hogedruk	Huislengte	131,9 mm
Maximale continue werkdruk	115 BAR		

Figuur VIII.IV: Datasheet Danfoss OMP32

Hydraulische cilinders:

Voor het optimaal functioneren van de machine zijn er twee verschillende types cilinder nodig.

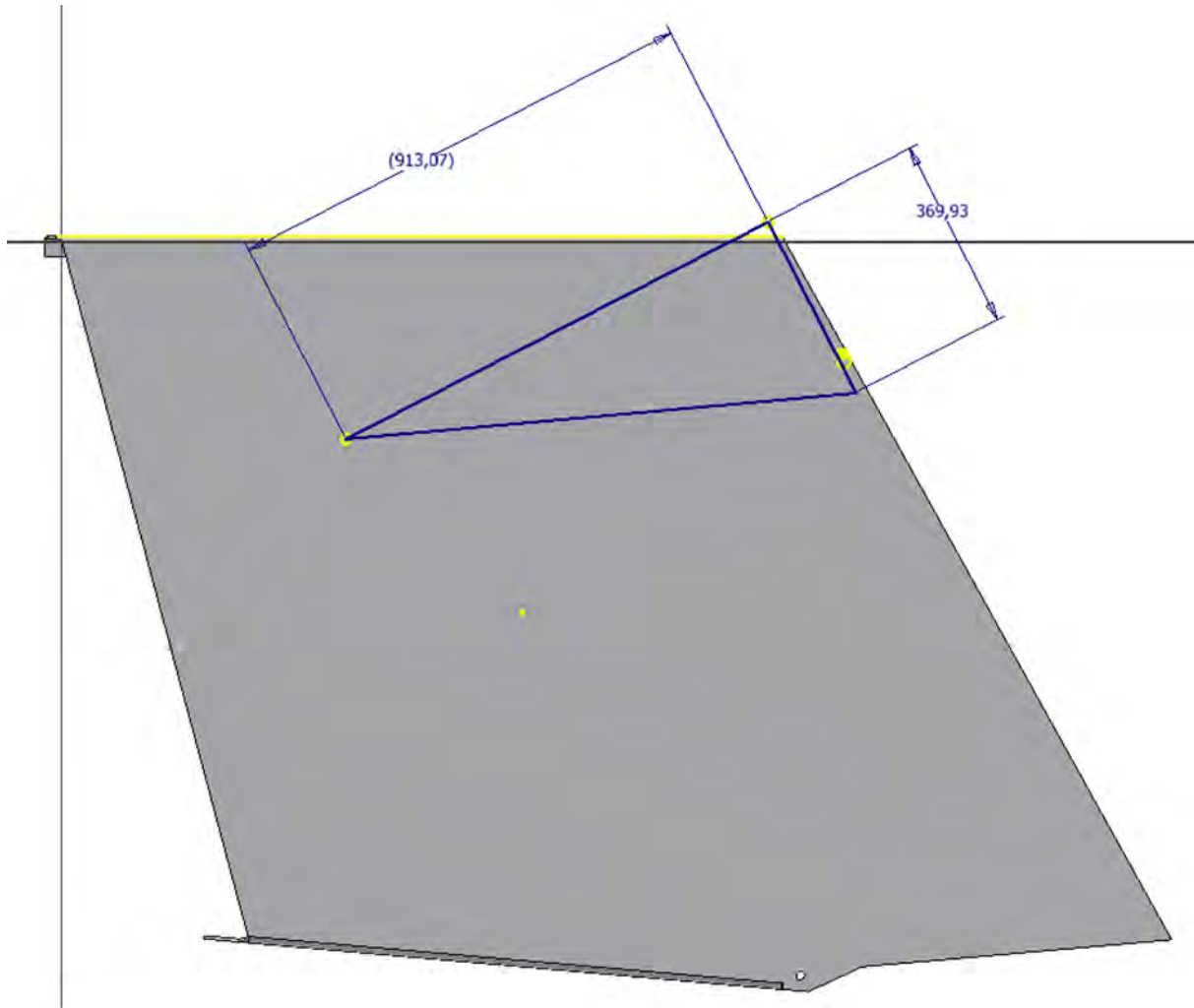
Afsluitcilinder

De eerste is om de grote klep omhoog te klappen zodat de opening in de bunker afgesloten wordt, op deze manier kan de zeefoverloop die van de trommelzeef komt opgevangen worden, terwijl het puin dat zich na een tijdje draaien boven de rotoren verzameld heeft, door het draaien van de rotoren afgevoerd wordt. Dit moet een flinke cilinder zijn om het gewicht van de zeefoverloop die gedurende een bepaalde periode naar beneden valt op te kunnen vangen. Voor de stabiliteit van de klep wordt deze met twee cilinders bewogen.

De capaciteit van de opslag voor de zeefoverloop is zonder opzetstukken $0,5 \text{ m}^3$ en met opzetstukken $0,9 \text{ m}^3$. Voor het bepalen van de benodigde kracht van de cilinder gaan we uit van een mogelijke capaciteit van 1 m^3 . Het gewicht van de zeefoverloop is ongeveer $1,6 \text{ ton}$ per m^3 . Dit komt dus neer op 1600 kg . Verder heeft de klep zelf ook nog een gewicht van 75 kg . Bij elkaar komt dit dus neer op een kracht van $16,4 \text{ kN}$ aan gewicht (Zie formule VIII.I).

$$W = m * g = (1600 + 75) * 9,81 = 16431,75 \text{ N} \quad (\text{Formule VIII.I})$$

Uit een schets die is gemaakt op de zijkant van de bunker is gebleken dat de verhouding tussen de kracht van de cilinder en het totale gewicht $2,47$ ($913,07 / 369,93 = 2,47$, zie figuur VIII.V) moet zijn. De lange zijde van de driehoek stelt de benodigde kracht van de cilinder voor en de korte zijde is de op te heffen kracht.



Figuur VIII.V: Schets op de zijkant van de bunker om de verhouding van de benodigde kracht van de cilinder ten opzichte van de op te heffen kracht te bepalen

Hieruit valt te concluderen dat de kracht van de cilinders $2,47 \times$ het gewicht (W) moet bedragen.

$$F_{\text{Benodigd}} = 2,47 * W = 2,47 * 16431,75 = 40586,42 \text{ N} = 40,6 \text{ kN} \quad (\text{Formule VIII.II})$$

Aangezien er gebruik gemaakt gaat worden van twee cilinders komt dit per cilinder neer op een benodigde kracht van $20,3 \text{ kN}$ (Zie formule VIII.II).

Wanneer er gekozen wordt voor een cilinder met een inwendige huisdiameter van 40 mm en een stangdiameter van 25 mm, betekend dit dat er aan de bodemzijde een oppervlak is van 50,3 cm² (Zie formule VIII.III).

$$A = \pi * d^2 = \pi * 4^2 = 50,27 \text{ cm}^2 \quad (\text{Formule VIII.III})$$

In het specificatieblad is te vinden dat de cilinder een druk aankan van 250 bar, echter kan de pomp slechts 200 bar leveren. Verder komt 1 bar is overeen met 10 N/cm². Dus kan de cilinder een kracht van 100,5 kN leveren (Zie formule VIII.IV).

$$F_{\text{cilinder}} = A * 10 * 200 = 50,27 * 10 * 200 = 100540 \text{ N} = 100,54 \text{ kN} \quad (\text{Formule VIII.IV})$$

Hierbij is de veiligheidsfactor dus 4,96 (Zie formule VIII.V). Dit is redelijk hoog, aangezien de standaard veiligheidsfactor voor hydraulische cilinders 3 is. Maar in dit geval hebben we ook te maken met vallend puin dat van een hoogte van een halve meter naar beneden valt. Dit zorgt natuurlijk voor een extra belasting. Om deze reden is een veiligheidsfactor van 4,96 wel passend.

$$V = \frac{F_{\text{cilinder}}}{F_{\text{Benodigd}}} = \frac{100,54 \text{ kN}}{20,29 \text{ kN}} = 4,96 \quad (\text{Formule VIII.V})$$

Kiepcilinder:

De tweede cilinder is om een de klep die samen met de grote klep de afsluiting aan de achterkant van de bunker vormt, naar beneden te klappen. Deze klep is aanwezig in de machine omdat de achterkant van de bunker dicht moet zijn, maar de grote klep ook naar boven moet kunnen scharnieren zonder dat deze geblokkeerd wordt door het puin dat na het verkleinen nog bovenop de verkleinrotoren ligt. Door de afsluiting uit twee delen te maken wordt dat probleem opgeheven.

De klep is in principe alleen om te kunnen reguleren wanneer het puin de machine uitgedraaid wordt en wanneer niet. De cilinder om dezen klep te kiepen is niet gekozen op basis van kracht, maar meer op inbouwlengte en de slag die de cilinder kan maken.

Op basis van de beschikbare ruimte is gekozen voor een cilinder met een inwendige huisdiameter van 32 mm en een stangdiameter van 16 mm. De inbouwlengte van deze cilinder is 284 mm en de slag is 150 mm. De maximale werkdruk is 250 bar.

Voor het bedieningsgemak moet de kiepcilinder parallel geplaatst worden met de afsluitcilinder. Voor het gelijk bewegen van de kleppen moeten de leidingen gesplit worden met aan beide kanten exact even lange slangen.

Hydraulische slangen:

Om de olie van de trommelzeef naar de componenten te leiden worden slangen gebruikt, dit omdat deze losgehaald kunnen worden wanneer de machine niet gebruikt wordt. Om de slangdiameter te bepalen gaan we uit van een stroomsnelheid van de olie van 5,5 m/s en een volumestroom van 40 L/min. Dit wordt ingevuld in formule VIII.VI. Dit resulteert in een slangdiameter van 12,4 mm $\approx 1/2''$

$$d = \sqrt{\left(\frac{Q}{v}\right) * 21,2} = \sqrt{\left(\frac{40 \text{ L/min}}{5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}\right) * 21,2} = 12,417 \text{ mm} \approx 1/2'' \quad (\text{Formule VIII.VI})$$

De verbinding naar de motoren wordt ook met slangen uitgevoerd, dit omdat het bij slangen makkelijker is om eventueel de motoren te vervangen of onderhoud te plegen aan de componenten. Hiervoor worden ook slangen ½" gebruikt. Hiervoor gelden dezelfde parameters als bij de slangen tussen de trommelzeef en de machine zelf volgens formule VIII.VI

De aansturing van de cilinders gebeurt ook met slangen omdat ten eerste het onderhoud dan makkelijker is, en omdat de cilinder gaat bewegen en er dus bewegingsruimte op de aansturing moet zitten. Om de slangdiameter van deze slangen te bepalen gaan we uit van 2 cilinders en een verdeling van 30 L voor de afsluitcilinder en 10 L voor de kiepcilinder en een stroomsnelheid van wederom 5,5 m/s. Wanneer we dit invullen in formule ... resulteert dit voor de afsluitcilinder in een slangdiameter van 10,7 mm, dit zit tussen de 3/8" en 1/2" in, maar om de kleppen niet te snel te laten bewegen is er toch voor 3/8" slang gekozen voor deze slangen (Zie formule VIII.VII).

$$d = \sqrt{\left(\frac{Q}{v}\right) * 21,2} = \sqrt{\left(\frac{30 \text{ L/min}}{5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}\right) * 21,2} = 10,7 \text{ mm} \approx 3/8" \quad (\text{Formule VIII.VII})$$

Voor de kiepcilinder resulteert dit in een slangdiameter van 6,2 mm, dit komt overeen met ¼", dus dat wordt de slangdiameter van deze slangen (Zie formule VIII.VIII).

$$d = \sqrt{\left(\frac{Q}{v}\right) * 21,2} = \sqrt{\left(\frac{10 \text{ L/min}}{5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}\right) * 21,2} = 6,2 \text{ mm} \approx 3/8" \quad (\text{Formule VII.VIII})$$

Aansturing:

De aansturing van de hydraulische componenten gaat met een Ce-Top blok met elektrische aansturing. De bedoeling is dan dat deze Ce-Top met een afstandsbediening bediend kan worden van uit de schovel of kraan die de trommelzeef volaad. De reden dat er voor een Ce-Top blok gekozen is, is omdat er op de trommelzeef maar een aansluiting voor 2 slangen is, en er toch 4 functies bediend moeten kunnen worden, en er ook een bepaald systeem in de aansturing van de functies moet zitten.

Kettingwielkeuze:

Voor het aandrijven van de verkleinrotors wordt gebruik gemaakt van tandwielen en kettingen. Hierbij worden de rollen aangedreven met een hydromotor met een los tandwiel die de rotors met een ketting aandrijft. Hierbij is gekozen voor een asdiameter van 50 mm. Dit omdat er dan een kettingwiel met voorgeboord gat gebruikt kan worden. Vanaf een asdiameter van 60 mm moet men gebruik gaan maken van een tandwiel met uitsparing voor een taperlock en moet er nog een losse taperlock besteld worden. Aangezien er waarschijnlijk tien kettingwielen gebruikt moeten gaan worden wordt dit met een taperlock vrij prijzig.

Wanneer er een berekening wordt gedaan voor een as van 50 mm met betrekking tot de torsie door het maximale koppel van de motor, komt dit uit op een torsiespanning van 2,0 e⁻⁵ MPa. Dit is veel kleiner dan de 235 MPa van de vloeispanning. Natuurlijk komt er ook nog een deel torsie van het verkleinen bij, maar dit blijft wel onder de vloeispanning.

Wat betreft de kettingafmeting is gekozen voor een simplex ketting van 16B / 1", dit omdat deze ketting ook in de zeefbakken gebruikt wordt.

Verder moet de het tandwiel beschikbaar zijn met een boring van 50 mm voor de rotorassen en met een boring van 32 mm voor de as van de hydromotor.

Nu moet alleen het aantal tanden nog bepaald worden. Dit aantal moet niet te hoog zijn om de afmetingen van de kettingwielen te beperken.

Met deze gegevens is er gekozen voor een 15-tands tandwiel voor een 1" ketting 16B-1 met een boring en spiebaan. De kettingwielen zijn uitgevoerd met inductie geharde tanden. Zie figuur VIII.VI en VIII.VII voor de specificaties van de tandwielen.

Type	Simplex
Kettingafmeting code	16 B-1
Aantal tanden	15
D1 Steekcirkel diameter D1	122,17 mm
D2 Buitendiameter	133,7 mm
Tandbreedte	16,2 mm
B Breedte	40 mm
Naaftype	Naaf éénzijdig
D3 Naaf diameter	92 mm
B0 Boring diameter	50 mm
Boring	Ja
Materiaal	C45 veredelingsstaal
Hardheidschaal	HRC 45-55
b Spie	14 mm
M Tapgat diameter	M12

Figuur VIII.VI: Gegevens kettingwiel boring 50 mm

Type	Simplex
Kettingafmeting code	16 B-1
Aantal tanden	15
D1 Steekcirkel diameter D1	122,17 mm
D2 Buitendiameter	133,7 mm
Tandbreedte	16,2 mm
B Breedte	40 mm
Naaftype	Naaf éénzijdig
D3 Naaf diameter	92 mm
B0 Boring diameter	32 mm
Boring	Ja
Materiaal	C45 veredelingsstaal
Hardheidschaal	HRC 45-55
b Spie	10 mm
M Tapgat diameter	M8

Figuur VIII.VII: Gegevens kettingwiel boring 32 mm

Staalsoort:

Binnen het bedrijf wordt plaatmateriaal dat lasergesneden wordt voor de machines meestal uitgevoerd in gebeitst staal S355J2. Dit is omdat kritische delen van de machine voor de sterkte in S355 uitgevoerd moeten worden, en om verwarring te voorkomen bij het bestellen wordt alles in S355 uitgevoerd. Verder is S355 goed lasbaar en goed machinaal te bewerken. Het wordt gebeitst besteld omdat dit bij het lassen minder spetters oplevert omdat de walshuid er dan vanaf is. Dit scheelt lasspetters krabben en dus krassen in het staal van de machine. Omdat het binnen het bedrijf gangbaar is om plaatwerk in S355 te bestellen, wordt dit voor deze machine ook gedaan.

Afkortmateriaal zoals kokers, buizen en strippen wordt binnen het bedrijf ook vaak in staal S355 besteld. Dit omdat dit sterker is dan S235 en S275. En ook hierbij geldt dat sommige delen van de

machine sterker uitgevoerd moeten worden dan andere, en dat dus S355 en S235 door elkaar gebruikt moet worden. En om verwarring te voorkomen wordt alles in S355 uitgevoerd. Omdat dit binnen het bedrijf gangbaar is, wordt de machine in S355 uitgevoerd.

Lagerkeuze:

Omdat er in de machine redelijk wat lagers zitten wordt hieronder toegelicht welke lagers waarom op een bepaalde plek zitten

Verkleinrotoren:

Zoals hierboven beschreven is gekozen voor een as van 50 mm dik. Omdat de rotoren redelijk snel draaien worden de rotoren niet extreem zwaar belast en kunnen dus 'gewone' lagers gebruikt worden. Omdat de rotoren in principe in de lagers hangen en het gewicht van de rotoren dus aan de lagers hangt, en het gewicht van de zeefoverloop bovenop de lagers daar nog bij komt, is gekozen voor een lager met een vierkante flens zodat het lager met 4 bouten vastgezet kan worden. Op deze manier zijn de rotoren ook bestand tegen het vallen van grote brokken puin. De lagers worden vastgezet met M16-bouten

De maximale afschuifsterkte op de bout kan worden berekend met formule VIII.IX

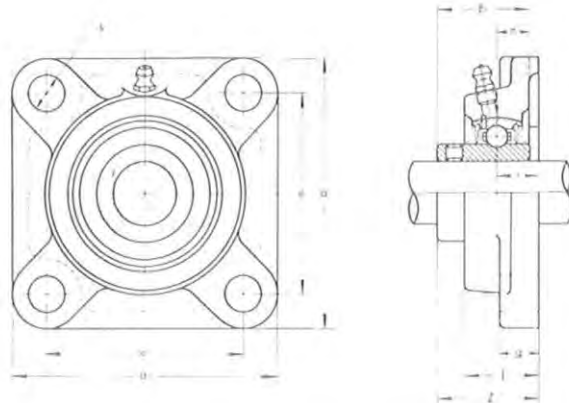
$$F_{v,Rd} = \frac{a_v \cdot f_{u,b} \cdot A}{Y_{m,z}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 157}{1,25} = 60,28 \text{ kN} \quad \text{Formule VIII.IX}$$

Uit formule VIII.IX blijkt dat bij een bout de maximale afschuifsterkte 60,28 kN is. Bij 4 bouten betekend dit een maximale afschuifsterkte 241,12 kN

SQUARE FLANGE UNITS

UCF 200 type

Normal Duty
Set-screw Locking



Unit No.	Shaft Diam. mm	Dimensions mm									Bolt Size mm	Bearing No.	Housing No.	Weight kg
		a	e	i	g	l	s	Z	Bi	n				
UCF 201	12	86	64	15	12	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC 201	F 204	0.64
UCF 202	15	86	64	15	12	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC 202	F 204	0.62
UCF 203	17	86	64	15	12	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC 203	F 204	0.61
UCF 204	20	86	64	15	12	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC 204	F 204	0.59
UCF 205	25	95	70	16	14	27	12	35.7	34.1	14.3	M10	UC 205	F 205	0.82
UCF 206	30	108	83	18	14	31	12	40.2	38.1	15.9	M10	UC 206	F 206	1.1
UCF 207	35	117	92	19	16	34	14	44.4	42.9	17.5	M12	UC 207	F 207	1.5
UCF 208	40	130	102	21	16	36	16	51.2	49.2	19	M14	UC 208	F 208	2.0
UCF 209	45	137	105	22	18	38	16	52.2	49.2	19	M14	UC 209	F 209	2.4
UCF 210	50	143	111	22	18	40	16	54.6	51.6	19	M14	UC 210	F 210	2.5
UCF 211	55	162	130	25	20	43	19	58.4	55.6	22.2	M16	UC 211	F 211	3.4
UCF 212	60	175	143	29	20	48	19	68.7	65.1	25.4	M16	UC 212	F 212	4.6
UCF 213	65	187	149	30	20	50	19	69.7	65.1	25.4	M16	UC 213	F 213	5.5
UCF 214	70	193	152	31	24	54	19	75.4	74.6	30.2	M16	UC 214	F 214	6.1
UCF 215	75	200	159	34	24	56	19	78.5	77.8	33.3	M16	UC 215	F 215	6.9
UCF 216	80	208	165	34	24	58	23	83.3	82.6	33.3	M20	UC 216	F 216	7.8
UCF 217	85	220	175	36	26	63	23	87.6	85.7	34.1	M20	UC 217	F 217	9.3
UCF 218	90	235	187	40	26	68	23	96.3	96	39.7	M20	UC 218	F 218	11.3

Figuur VIII.VIII: Specificaties lager UCF210

Met bovenstaande uitgangspunten komt men uit op een lager UCF210, zie figuur VIII.VIII voor de specificaties.

Transportband:

De transportband is van PVC met 3 weefselinlagen, en is gemaakt van polyester monofilament. De bovenzijde van de transportband is glad, en de onderzijde is ruitjes 2x2 mm om grip te hebben op de aandrijfrol. Aan de bovenzijde is de transportband voorzien van V-snaar meenemers V10x6. Dit heeft tot gevolg dat de minimale aandrijf- en retourroldiameter 70 mm moet zijn. De transportband is 300 mm breed aangezien de band maar 1,8 m³ klei en grond per uur hoeft af te voeren, dit komt neer op 3 ton klei en grond per uur.

De band komt onder een hoek van 30° om de klei en de grond op een hoop te kunnen gooien. Dit omdat er vanwege de bunker nog 1 m vrij is tot aan het maaiveld en het toch wenselijk is om een soort hoop te kunnen creëren. De capaciteit (Q) die de band op deze manier heeft is 3,3 ton per uur

$$Q = a * b * sg * v * 3600 = 1,475 * 0,3 * 1,6 * 1,3 * 3600 = 3313,4 \text{ kg} = 3,3 \text{ ton}$$

(Formule VIII.X)

a = Hart-op-hartafstand tussen aandrijfrol en retourrol (m)

b = Bandbreedte (m)

sg = Soortelijk gewicht (Klei = 1,6 kg/m³) (kg/m³)

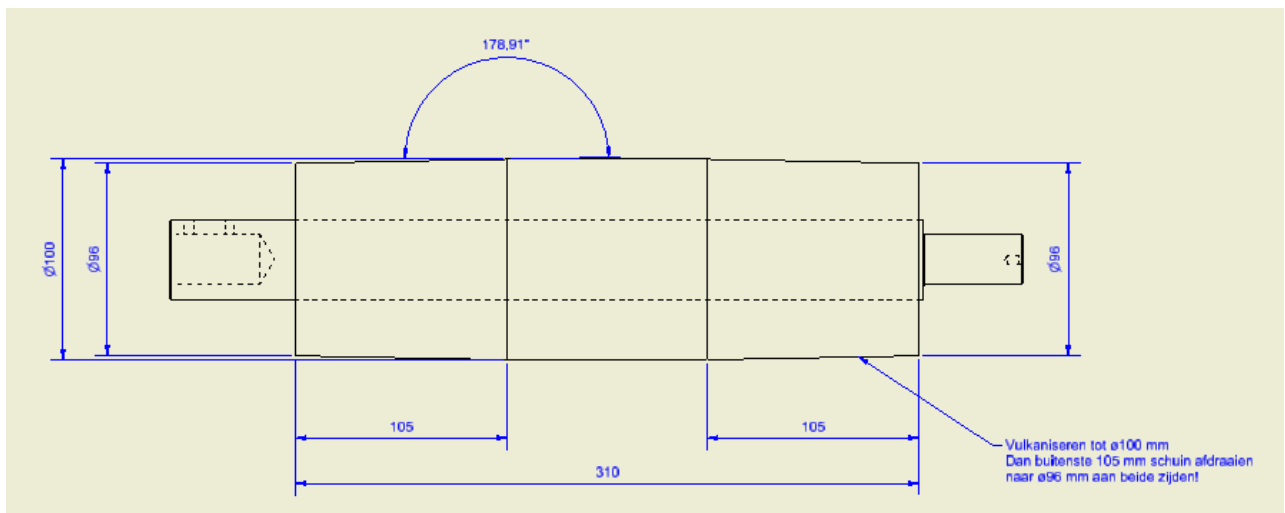
v = bandsnelheid (m/s) (Zie formule VIII.XI)

$$v = \frac{d * \pi * n}{60} = \frac{0,1 * \pi * 250}{60} = 1,3 \text{ m/s} \quad (\text{Formule VIII.XI})$$

Aandrijf- en retourrol:

Voor het aandrijven van de transportband is gekozen voor een gebolleerde rol. Dit omdat op deze manier de transportband in het midden van de rollen blijft lopen zonder dat er een of meerdere stuursnaren nodig zijn. De reden dat er niet voor stuursnaren gekozen is, is dat een band met een stuursnaar natuurlijk duurder is, en omdat een transportband met stuursnaar lastiger te monteren is dan een transportband zonder stuursnaar. Bij een transportband zonder stuursnaar hoeft er minder stelmogelijkheid in de transportband te zitten omdat er twee keer de hoogte van de stuursnaar minder gespannen hoeft te worden. Er is gekozen voor een roldiameter van 100 mm, zoals hierboven te lezen is, is de minimale diameter 70 mm, maar hoe groter de rollen hoe stabielere de transportband. Daarbij is 100 mm een standaardmaat voor het vulkaniseren bij de vaste leverancier van GKB Machines.

De aandrijfrol bestaat uit een stalen as ø40 mm met daarin aan een kant een kamer waarin de motor geschoven kan worden, en de andere kant is afgedraaid naar ø25 mm zodat hiervoor hetzelfde lager gebruikt kan worden als voor de retourrol. Om deze as wordt rubber gevulkaniseerd totdat de rol een diameter van 100 mm heeft. Vervolgens wordt aan beide zijanten de rol over 100 mm scheef afgedraaid naar 96 mm zodat de rol als het ware bol wordt (Zoals te zien is in figuur VIII.IX). Door deze "bolle" vorm van de rol wordt de transportband als het ware in het midden gehouden en zal deze minder schommelen over de rol.

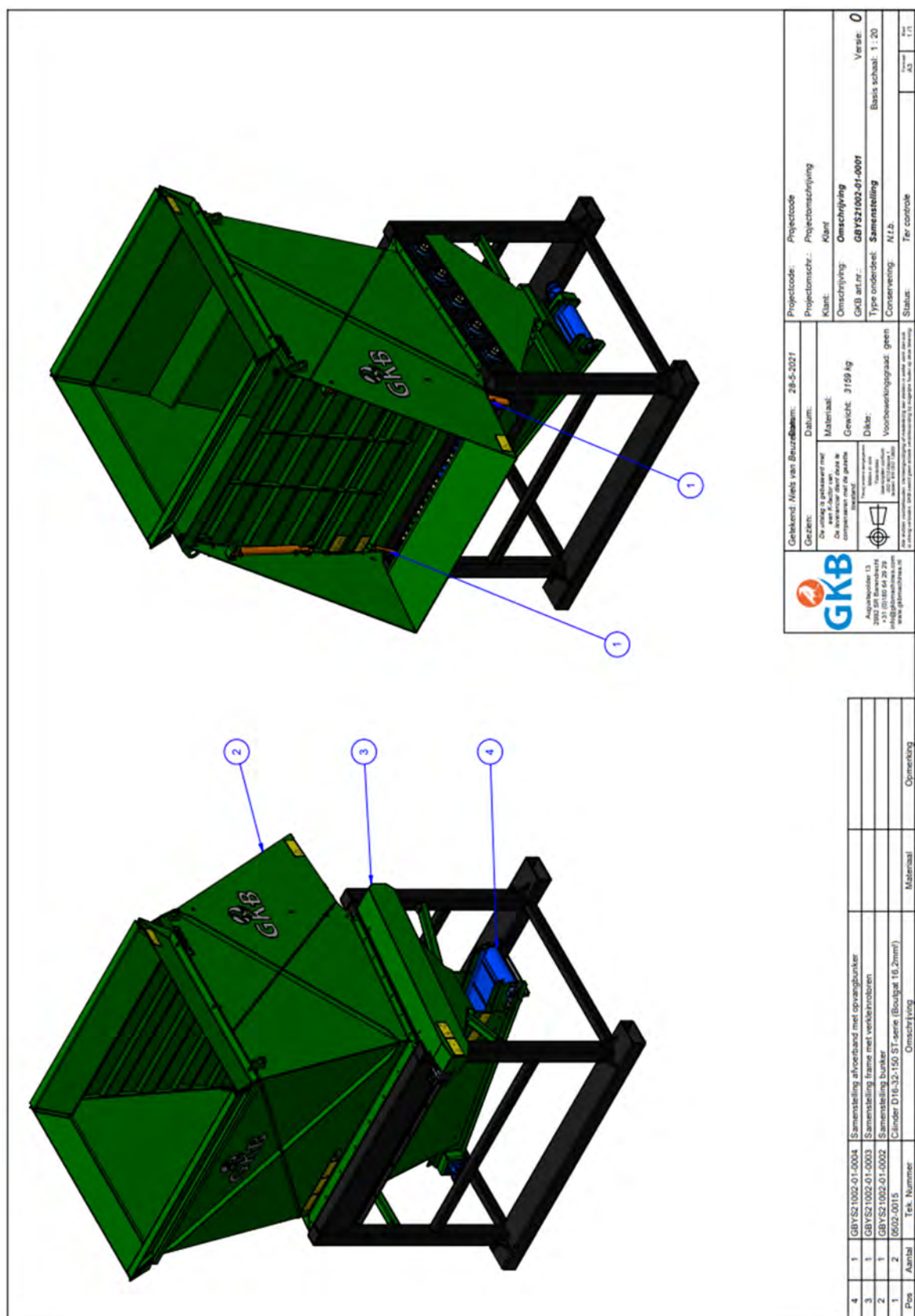


Figuur VIII.IX: Tekening vulkaniseren en bollen aandrijfrol

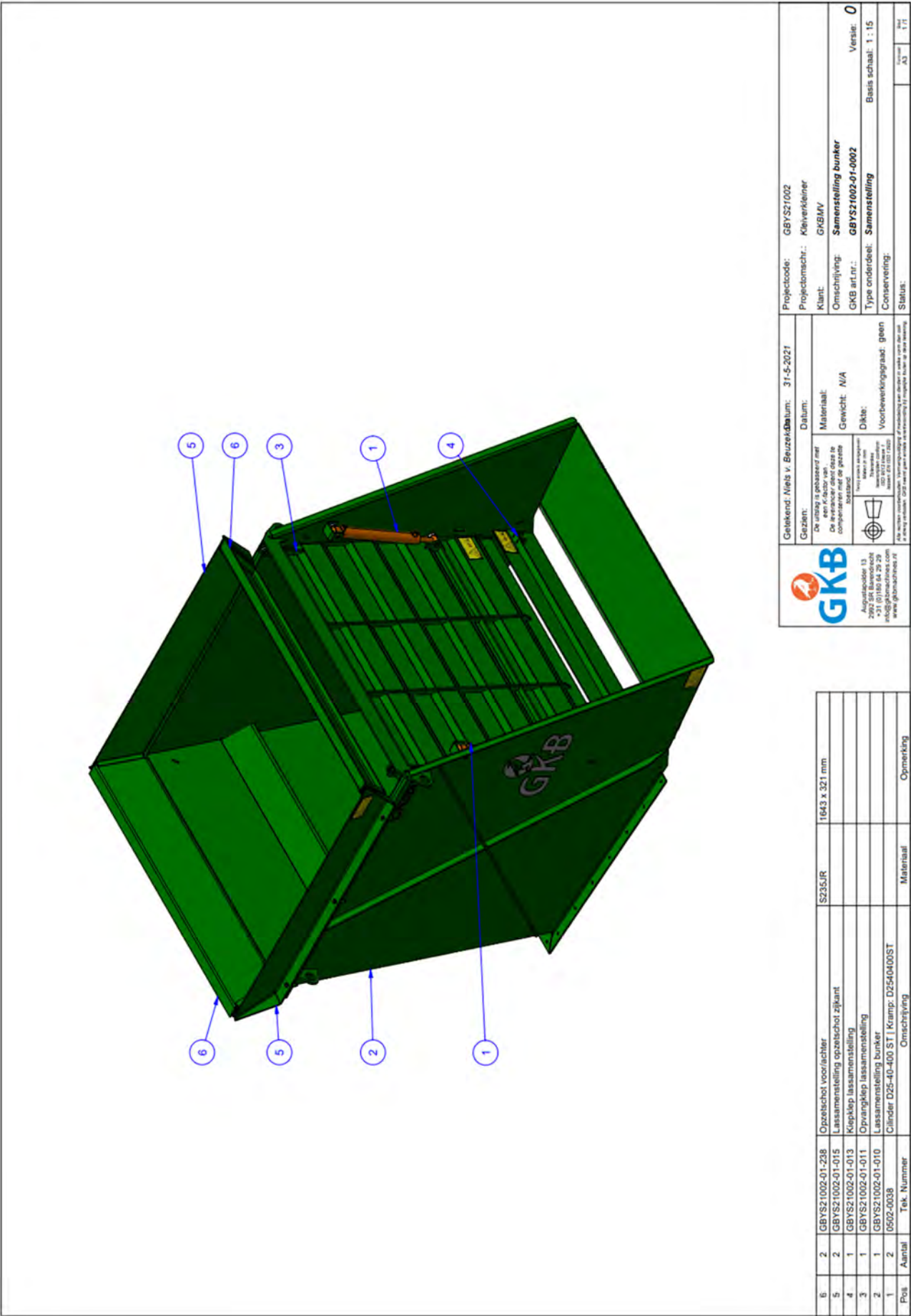
De reden dat er niet voor een dikwandige stalen buis gekozen die afgedraaid wordt is enerzijds dat deze buis door het draaien van de transportband en de grond en stof die er dan tussen komt kaal wordt en gaat roesten. Anderzijds is het veel werk om de rol te lassen en daarna schoon te draaien en vervolgens nog te bollen.

De retourrol bestaat uit een as van $\varnothing 25$ mm met daaromheen ook rubber dat gebolleerd is op dezelfde manier als de aandrijfrol.

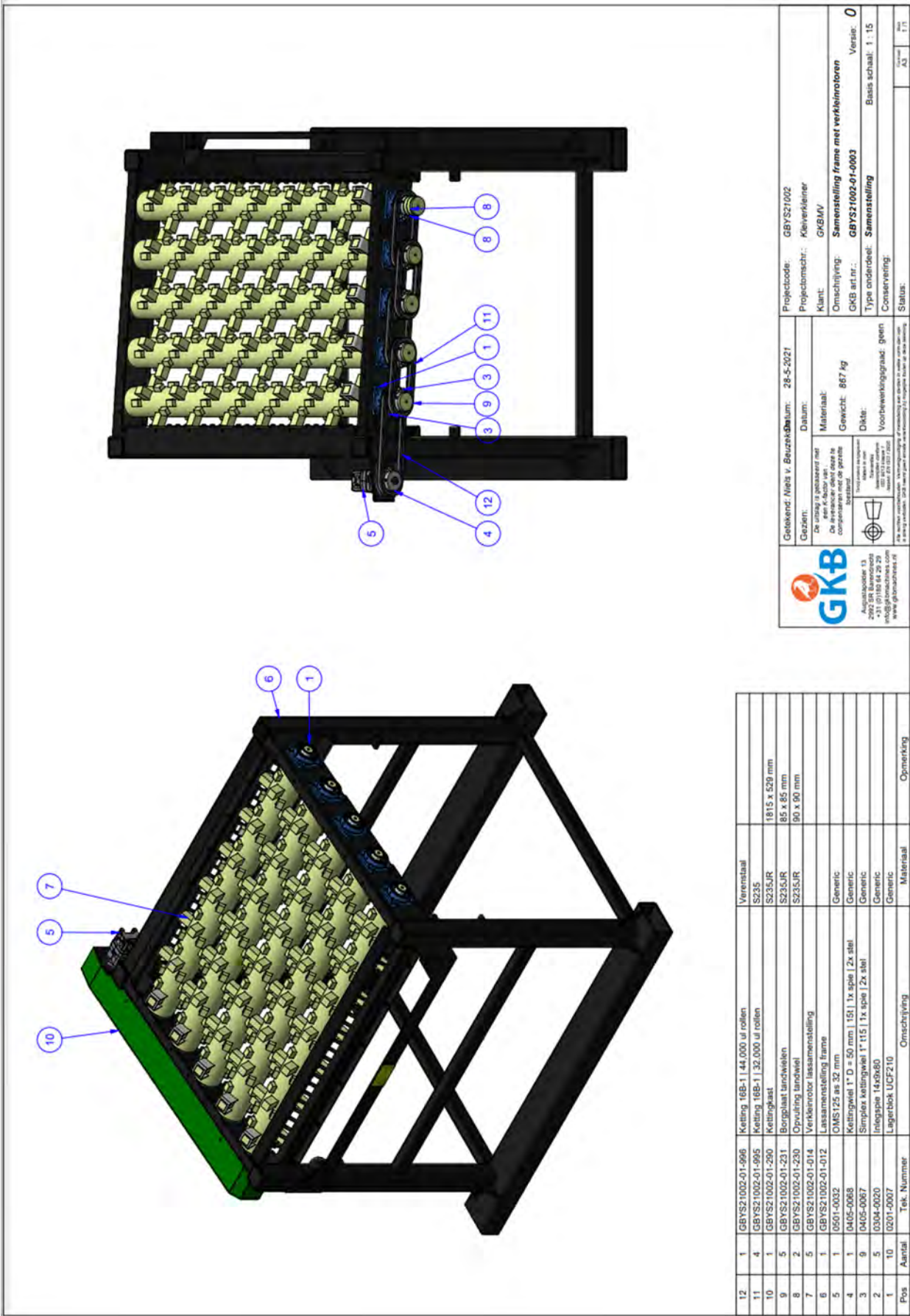
IX. Samenstellingstekeningen



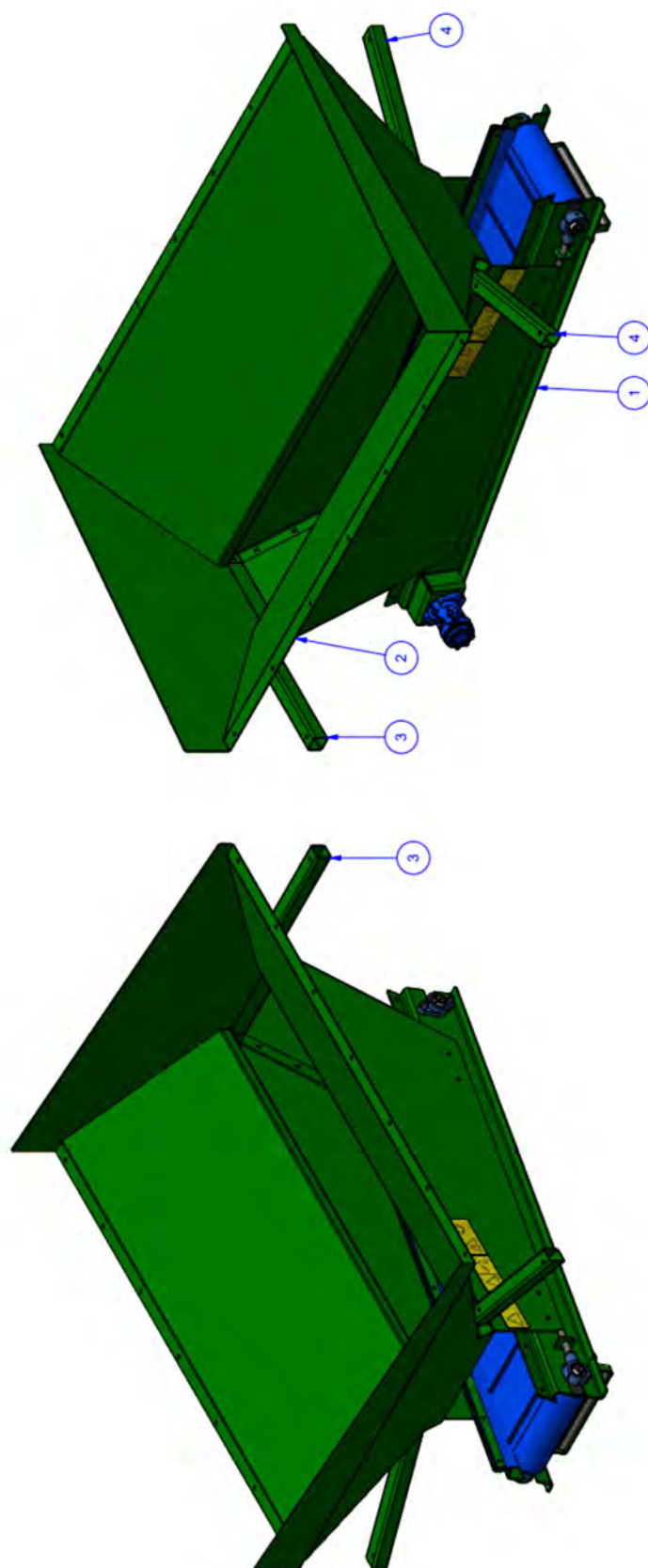
Figuur IX.1: Tekening hoofdsamenstelling



Figuur IX.II: Samenstellingstekening bunker

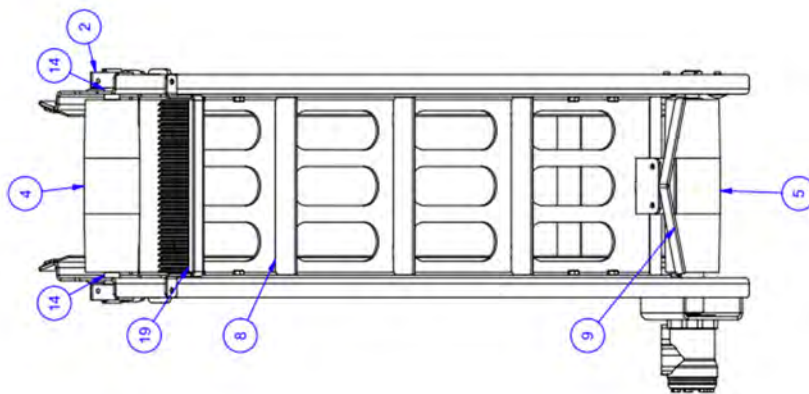
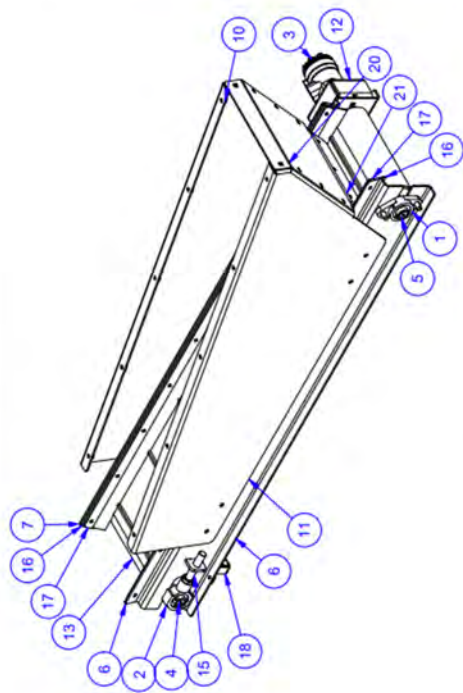


Figuur IX.III: Samenstelling frame met verkleinrotoren

[illegible]

Order	Qty	Part Number	Description	Material	Remarks
4	2	GBVS21002-01-280	Koker VK lpgw 50 x 50 x 4 - L=410 mm	S235JR	
3	2	GBVS21002-01-278	Koker VK lpgw 50 x 50 x 4 - L=380 mm	S235JR	
2	1	GBVS21002-01-023	Lusammensteiling opvangbunker		
1	1	GBVS21002-01-018	Samensteiling Transportband		
Price	Amount	Task	Material		

Figuur IX.IV: Samenstellingstekening opvangbunker en afvoerband

[illegible]

Figuur IX.V: Samenstelling afvoerband

X. Beoordeling bedrijfsbegeleider



Bedrijfsbeoordeling afstuderen Werktuigbouwkunde

Studentnaam : Niels van Beuzekom
 Studentnummer : 17043824
 Afstudeershift : Studietoestand 2020-2021 Shift* 1 / 2 / 3 / 4 *markeer juiste shift
 Periode van : 08-02-21 t/m: 04-06-21
 Bedrijf : GKB Staalwerk en Machines
 Bedrijfsbegeleider : C. P. A. den Boer

A Beoordeling Algemeen functioneren

Met onderstaande items kunt u het functioneren van onze student binnen uw bedrijf beoordelen.

U = uitstekend; G = goed; V = voldoende; T = twijfelachtig; O = onvoldoende

	U	G	V	T	O
Inzicht		X			
Systematische aanpak		X			
Kwaliteit gegevensverzameling		X			
Kwaliteit (tussen)rapportage		X			
Theoretische kennis		X			
Praktisch inzicht		X			
Nauwkeurigheid/zorgvuldigheid		X			
Houding en optreden		X			
Zelfstandigheid		X			
Werktempo		X			
Totale beoordeling		X			

Toelichting:

Niels is tijdens zijn afstudeeropdracht verder gegroeid als zelfstandig engineer. Het verdiepen in een opdracht en te analyseren wat de mogelijkheden zijn om een machine te ontwerpen zijn disciplines die nog niet eerder tijdens de opleiding naar voren kwamen. De praktische ervaring die Niels tijdens zijn duale opleiding al bij GKB heeft opgedaan heeft geresulteerd in een mooi concept voor het verkleinen van de klei kluiten.

B Beoordeling vanuit het competentieprofiel

De Haagse Hogeschool werkt, vanaf september 2015, met het landelijke competentieprofiel Bachelor of Engineering. De student heeft in het Plan van aanpak beschreven welke competenties van toepassing zijn op dit afstudeertraject (Professionaliseren verplicht + minimaal 2 andere competenties)

Het opleidingsprofiel kent de volgende competenties:

1. Analyseren	5. Managen
2. Ontwerpen	6. Adviseren
3. Realiseren	7. Onderzoeken
4. Beheren	8. Professionaliseren

U = uitstekend; G = goed; V = voldoende; T = twijfelachtig; O = onvoldoende

	U	G	V	T	O
Professionaliseren		X			
2e competentie: Analyseren		X			
3e competentie: Ontwerpen		X			
4e competentie (indien aanwezig):					
5e competentie (indien aanwezig):					
6e competentie (indien aanwezig):					

Toelichting:

Competenties goed ontwikkeld. Algehele groei in deze periode ruim voldoende.

C Geef een eindoordeel in de vorm van een cijfer (1-10), af te ronden op 0,5

Eindoordeel	Cijfer:	Toelichting:
	7,5	Mooie afstudeeropdracht met potentie voor het afstudeerbedrijf.

D Ondertekening

Naam:	Handtekening:	Datum:
Niels den Boer		02-06-2021

XI. Sterkteberekening aandrijfketting

Om de sterkte van de aandrijfketting te controleren is hier een controleberekening op uitgevoerd. Met de aandrijfketting wordt de ketting tussen de motor (OMS125) en de eerste verkleinrotor bedoeld, dit omdat deze ketting in principe al de kracht overbrengt van de motor naar de verkleinrotoren. Als deze ketting sterk genoeg is, zijn de andere kettingen dat ook. Voor de berekening zijn de gegevens en formules uit het boek Roloff Matek Machineonderdelen gebruikt. Daarin is onder andere te vinden dan de trekkracht in een ketting bestaat uit de statische kettingtrekkracht (F_t), de trekkracht ten gevolge van de centrifugaalwerking (F_c) en de steuntrekkracht (F_s). De bedrijfsfactor K_A is met behulp van Tabel 3-5 bepaald op 1,75. Dit omdat de machine hydraulisch wordt aangedreven wat ervoor zorgt dat de aandrijving redelijk constant is, maar de machine moet klei gaan verkleinen wat ervoor zorgt dat er meerdere piekbelastingen kunnen optreden wanneer de machine een harder stuk klei of grond tegenkomt.

$$F_t = \frac{P_1}{v} = \frac{T_1}{d_1/2} = \frac{375 \text{ Nm}}{(\frac{0.122}{2})m} = 6139 \text{ N} = 6,1 \text{ kN} \quad \text{Formule (17.14)}$$

$$v = \frac{P}{F_t} = \frac{18000 \text{ W}}{6139 \text{ N}} = 2,93 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F_c = q * v^2 = 2,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 2,93^2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 23,2 \text{ N} \quad \text{Formule (17.15)}$$

$$F_s = \frac{q * g * l_T}{8 * f} = \frac{2,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 1,117 \text{ m}}{8 * 0,005 \text{ mm}} = 747 \text{ N} \quad \text{Formule (17.16)}$$

$$F_{res} = F_t * K_A + F_c + F_s = 6139 \text{ N} * 1,75 + 23,2 \text{ N} + 747 \text{ N} = 6909,2 \text{ N} \quad \text{Formule (17.20)}$$

Zoals in formule (17.20) te zien is, is de optredende kracht in de ketting 6909,2 N. In tabel 17-1 van Roloff Matek machineonderdelen is voor de 16B-1 ketting een breeksterkte te vinden van 60000 N. Dat betekent dat er een veiligheidsfactor van 8,6 op de ketting aanwezig is. De ketting is dus sterk genoeg.

XII. Kostenanalyse

Tabel XII.I: Kostenanalyse kleiverkleiner

Materiaal:		Kosten:
Lasersnijden		€ 4.395,00
Buislaseren		€ 1.885,49
Verspanen		€ 1.515,00
Koopdelen		€ 3.265,59
Conserveren		€ 1.500,00
Afkorten		€ 504,92
Uren:		Kosten:
Engineering	200 uur	€ 14.000,00
Lassen	100 uur	€ 6.500,00
Monteren	50 uur	€ 3.250,00
Plaatsen	8 uur	€ 520,00
TOTAAL:		€ 37.336,00

NB. De staalprices zijn momenteel erg hoog, ze zijn 40% hoger dan vorig jaar, hierdoor zijn de materiaalkosten ook hoger uitgevallen.

XIII. Offerte buislaseren Dumaco 's-Gravenpolder Tube



Aan: GKB Machine B.V.
dhr. van Beuzekom
Augustapolder 13
2992 SR Barendrecht

Tel: 0180-642929

Offerte

Offerte: **38863**
Uw referentie: **GBYS21002**
Projectomschrijving:

Datum: **25-5-2021**

Pos	Omschrijving	Aantal		
1	(Teknr. GBYS21002-01-216 - Rev.) Kvv buisprofiel EN10219 S235JR(H) 100x100x8	1 st.	€ 77,15	€ 77,15
2	(Teknr. GBYS21002-01-217 - Rev.) Kvv buisprofiel EN10219 S235JR(H) 100x100x8	1 st.	€ 77,33	€ 77,33
3	(Teknr. GBYS21002-01-223 - Rev.) Gelast buisprofiel EN 10219 S355J2H 139,7x8	5 st.	€ 280,97	€ 1.404,85
4	(Teknr. GBYS21002-01-232 - Rev.) Kvv buisprofiel EN10219 S235JR(H) 100x100x8	1 st.	€ 77,23	€ 77,23
5	(Teknr. GBYS21002-01-233 - Rev.) Kvv buisprofiel EN10219 S235JR(H) 100x100x8	1 st.	€ 77,33	€ 77,33
6	(Teknr. GBYS21002-01-275 - Rev.) Koudv buisprofiel S235JR(H) 40x40x4	2 st.	€ 14,91	€ 29,82
7	(Teknr. GBYS21002-01-276 - Rev.) Koudv buisprofiel S235JR(H) 40x40x4	1 st.	€ 23,87	€ 23,87
8	(Teknr. GBYS21002-01-277 - Rev.) Koudv buisprofiel S235JR(H) 40x40x4	1 st.	€ 23,87	€ 23,87
9	(Teknr. GBYS21002-01-278 - Rev.) Koudv buisprofiel S235JRH 50x50x4	2 st.	€ 16,76	€ 33,52

Dumaco 's-Gravenpolder (TLC)

Spoortstraat 24
4431 NK 's-Gravenpolder
0113820920
tube.gry@dumaco.com

www.dumaco.com

KvK: 58386581
BTW: NL853454085B01
BIC: RABONL2J
IBAN: NL70RABO0331515016

metaalunie

Op al onze offertes, op alle opdrachten aan ons en op alle met ons gesloten overeenkomsten zijn toepasselijk de Metaalunie voorwaarden, gedeponeerd ter Griffie van de rechtbank te Rotterdam, zoals deze luiden volgens de laatste bij elkaar meegeslepte tekst. De leveringsvoorwaarden worden u op verzoek toegezonden.

1/2



Pos	Omschrijving	Aantal		
10	(Teknr. GBYS21002-01-280 - Rev.) Koudv buisprofiel S235JRH 50x50x4	2 st.	€ 16,76	€ 33,52

Figuur XIII.1: Offerte buislaseren Dumaco 's-Gravenpolder-Tube

XIV. Vergelijking met het alternatief

Tabel XIV: Vergelijking kleiverkleiner met ALLU DS3-17

	Kleiverkleiner GKB	ALLU DS3-17 Gerlasco
<i>Hoeveelheid verwerkbare grond</i>	550 m ³ /h	150 m ³ /h
<i>Prijs</i>	€ 40.000,00	€ 20.000,00
<i>Multi-inzetbaar</i>	Nee	Ja
<i>Werkgemak</i>	Hoog, is continue	Minder, moet telkens wachten tot de bak leeg is
<i>Aansluiting</i>	Op trommelzeef	Aan shovel of kraan
<i>Inhoud</i>	1,5 m ³	1,7 m ³
<i>Plaats in het proces</i>	Na de trommelzeef	Voor de trommelzeef

XV. Risicobeoordeling

Tabel XV.I: Risicoanalyse

Risicobeoordeling	Mechanisch	Fase*	E	B	W	G	Risico**	Cat.
Nr. 1		II, III, IV, V, VI, VI	2	2	3	1	9	RH
Risico-omschrijving: • <i>Risico van omver werpen, verbrijzelen of beknellen van lichaamsdelen door nadering van een bewegend element naar een vast onderdeel:</i> - Tussen kleppen en bunker - Tussen cilinders en kleppen						Verwijzing***: Machinerichtlijn 2006/42/EG 1.1.5 Afbeelding: Zie bijlage Risicobeoordeling & Reductie.		
Advies risicoreductie: (1=constructief; 2=afschermen; 3=waarschuwen) C. Snelheid van de cilinder reduceren zodat gevaar afwending mogelijk is. W. Waarschuwen met veiligheid stickers. I. Instructie opstellen voor onderhoud, storingen en ontmantelen.						Verwijzing: 2006/42/EG, bijlage 1.4.2.1		
Uitvoering risicoreductie: C. Smoringen in de hydraulische cilinder geplaatst zodat de snelheid gereduceerd is. W. Veiligheid stickers geplaatst op de bunker I. Instructie voor onderhoud, storingen en ontmantelen opgesteld, waarbij eerst de kleppen dicht moeten zijn alvorens de hydrauliek leidingen losgemaakt mogen worden.						Afbeelding: GKB009: 		

Overblijvend risico	Risicobeoordeling na uitvoering	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 1		II, III, IV, V, VI, VII	2	2	2	1	7	RM
Omschrijving overblijvende risico's: <i>Bij correcte opvolging van de gebruikershandleiding bestaat er nog steeds een zeer geringe kans op, verbrijzelen of beknellen van lichaamsdelen door nadering van een bewegend element naar een vast onderdeel met ernstig letsel als gevolg. Echter is er nu gevaar afwending mogelijk hierdoor is het risico verlaagt tot 7.</i>			Actie: Restrisico's opnemen in handleidingen.			Door:		

Risicobeoordeling	Mechanisch	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 2		III, IV, V, VI	3	2	3	1	13	RZ
Risico-omschrijving: • Risico van verbrijzelen of bedolven worden onder vallende materialen vanuit de uitvoerband - Onder de afvoerband - Onder de achterkant van de bunker					Verwijzing: Machinerichtlijn 2006/42/EG, bijlage 1.3.7 Afbeelding: Zie bijlage Risicobeoordeling & Reductie.			
Advies risicoreductie: (1=constructief; 2=afschermen; 3=waarschuwen)					Verwijzing: 2006/42/EG, bijlage 1.4.2.1			
W. Waarschuwen met veiligheid stickers, instructie opstellen in handleiding.								
Uitvoering risicoreductie: C. Locaties onder de bunker en transportband zijn zo gemaakt dat er niet onderdoor gelopen kan worden. W. Veiligheid sticker geplaatst op de transportband. I. Instructie opstellen in handleiding dat er geen personen binnen het draaibereik van de machine mogen komen. I. Instructie opstellen dat op het terrein waar de machine draait altijd een veiligheidshelm gedragen moet worden. I. Instructie opstellen dat de positie waar het materiaal van de transportband valt afgezet moet worden. I. Instructie opstellen dat de machine alleen leeg en met een uitgeschakelde aandrijving gereinigd of onderhouden mag worden.					Afbeelding: GKB011 			
Overblijvend risico	Risicobeoordeling na uitvoering	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 2		III, IV, VI	2	1	1	2	6	RM
Omschrijving overblijvende risico's: <i>Bij correcte opvolging van de gebruikshandleiding bestaat er nog steeds een zeer geringe kans op verbrijzelen of bedolven worden onder vallende materialen vanuit debunker. Deze is alleen zo laag dat er niet onder de stroom doorgelopen kan worden. Echter is het risico dan al niet meer aanwezig tijdens reiniging en onderhoud. En zal de waarschijnlijkheid afnemen.</i>			Actie: Restrisico's opnemen in handleidingen.			Door:		
Risicobeoordeling	Mechanisch	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.

Nr. 3		I, II, III, IV, V, VI, VII	1	1	2	2	4	RL	
Risico-omschrijving: • Risico van stoten aan de stalen puntige onderdelen van de machine.					Verwijzing: Machinerichtlijn 2006/42/EG, bijlage 1.3.7 Afbeelding:				
Advies risicoreductie: (1=constructief; 2=afschermen; 3=waarschuwen) C. Machinedelen tekenen met afgeronde hoeken.					Verwijzing: 2006/42/EG, bijlage 1.4.2.1				
Uitvoering risicoreductie: C. Machinedelen tekenen met minimaal hoekafronding r5					Afbeelding:				
Overblijvend risico	Risicobeoordeling na uitvoering	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.	
Nr. 3	I, II, III, IV, V, VI, VII		1	1	2	2	4	RL	
Omschrijving overblijvende risico's: Risico is niet zichtbaar lager geworden, echter zal de verwonding altijd minder zijn, of niet na het stoten.			Actie: Restrisico's opnemen in handleidingen.				Door:		

Risicobeoordeling	Mechanisch	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 4		II, III, IV, V, VI	2	1	2	2	6	RM
Risico-omschrijving: - Risico van verbrijzelen, snijden of afsnijden van lichaamsdelen tussen: - Aandrijfrol en keerrol van de afvoerband - Assen van verkleinrotoren en frame - Tandwielen en ketting aandrijving					Verwijzing: Machinerichtlijn 2006/42/EG, bijlage 1.3.7 Afbeelding:			
Advies risicoreductie: (1=constructief; 2=afschermen; 3=waarschuwen) C. Machine zo construeren dat de mogelijkheid om bekneld te raken verminderd wordt bij het langs lopen of in de buurt staan van de transportbanden. C. Machine zo construeren dat het bijna niet mogelijk is om lichaamsdelen tussen de verkleinrotoren en het frame te steken. C. Tandwielen en kettingen afschermen. W. Waarschuwen met veiligheid stickers, instructie opstellen in handleiding.					Verwijzing: 2006/42/EG, bijlage 1.4.2.1			
Uitvoering risicoreductie: C. Constructie van de transportband is zo gemaakt dat de transportband aan de onder- en bovenzijde niet van buitenaf onbedoeld aangeraakt kan worden bij het voorbij lopen. C. Constructie van het frame met de verkleinrotoren is zo gemaakt dat personen niet zomaar onbedoeld de draaiende roteren aan kunnen raken. C. Afschermkap geplaatst over de tandwielen en kettingen W. Veiligheid sticker geplaatst op de transportband. W. Rest risico opnemen in de handleiding.					Afbeelding: GKB008  GKB006 			
Overblijvend risico	Risicobeoordeling na uitvoering	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 4		II, III, IV, V, VI	2	1	1	2	4	RL
Omschrijving overblijvende risico's: Bij correcte opvolging van de gebruikshandleiding bestaat er nog steeds een zeer geringe kans op verbrijzelen, snijden of afsnijden van lichaamsdelen. Echter is de waarschijnlijkheid afgenomen en daarmee ook het totaal risico.			Actie: Restrisico's opnemen in handleidingen.			Door:		

Risicobeoordeling	Mechanisch	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 5		II, III, IV, V, VI, VII	2	2	2	2	8	RH
Risico-omschrijving: Risico van intrekken van lichaamsdelen / kleding in: - Verkleinrotoren - Aandrijving					Verwijzing: Machinerichtlijn 2006/42/EG, bijlage 1.3.7 Afbeelding:			
Advies risicoreductie: (1=constructief; 2=afschermen; 3=waarschuwen) C. Aandrijving afschermen C. Verkleinrotoren afschermen W. Waarschuwen doormiddel van sticker.					Verwijzing: 2006/42/EG, bijlage 1.4.2.1			
Uitvoering risicoreductie: C. Kettingkast toegevoegd C. Verkleinrotoren afgeschermd door opvangbunker en grondbunker W. Sticker geplaatst, zichtbaar op kettingkast en opvangbunker. W. Waarschuwing plaatsen in handleiding dat gebruikers van de machine geen loshangende kleding moeten dragen					Afbeelding: 018417 			
Overblijvend risico	Risicobeoordeling na uitvoering	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 5		II, III, IV, V, VI,	2	1	1	2	4	RL
Omschrijving overblijvende risico's: <i>Risico van intrekken van lichaamsdelen of kleding is wegegnomen doordat de draaiende delen afgeschermd zijn.</i>			Actie: Restrisico's opnemen in handleidingen.			Door:		

Risicobeoordeling	Mechanisch	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 6		II, III, IV, V, VI	3	1	2	1	9	RH
Risico-omschrijving: Risico van verbrijzelen of bedolven worden onder vallende materialen vanuit een externe wiellader tijdens onderhoud en of reparatie.						Verwijzing: Machinerichtlijn 2006/42/EG, bijlage 1.3.7 Afbeelding:		
Advies risicoreductie: (1=constructief; 2=afschermen; 3=waarschuwen) W. Duidelijke waarschuwingsticker plaatsen bij de trap, machine niet betreden bij ingeschakelde aandrijving.						Verwijzing: 2006/42/EG, bijlage 1.4.2.1		
Uitvoering risicoreductie: W. Waarschuwingsticker geplaatst						Afbeelding:		
Overblijvend risico	Risicobeoordeling na uitvoering	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 6		II, III, IV, V, VI	3	1	1	1	7	RM
Omschrijving overblijvende risico's: <i>Bij correcte opvolging van de gebruikshandleiding bestaat er nog steeds een zeer geringe kans op verbrijzelen of bedolven worden onder vallende materialen vanuit externe wiellader. En zal de waarschijnlijkheid afnemen.</i>			Actie: Restrisico's opnemen in handleidingen.			Door:		
Risicobeoordeling	Mechanisch	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.

Nr. 7	II, III, IV, V, VI, VII	3	1	2	2	10	RH	
Risico-omschrijving: <i>Risico's met betrekking tot hoge druk hydrauliek:</i> - risico tot injectie in het lichaam, met vergiftiging tot gevolg - risico van exploderende / losschietende slangen met zware verwonding van onbeschermdede ledematen tot gevolg				Verwijzing: Machinerichtlijn 98/37/EG, bijlage 1.5.3 Afbeelding:				
Advies risicoreductie: (1=constructief; 2=afschermen; 3=waarschuwen) C: het hydraulisch circuit dient uitgevoerd / vervangen te worden met componenten welke aan de "EN 857" richtlijnen voldoen W. instructie opstellen voor gebruik/onderhoud/inspectie: het is verboden om zonder bescherming / juiste middelen het hydraulische circuit te controleren op gebreken. Hydrauliek olie is schadelijk voor het milieu en moet op de juiste wijze worden afgevoerd				Verwijzing: EN 857				
Uitvoering risicoreductie: C. het hydraulisch circuit is uitgevoerd met componenten die voldoen aan de "EN 857" richtlijn W. instructie opgesteld voor gebruik/onderhoud/inspectie				Afbeelding:				
Overblijvend risico	Risicobeoordeling na uitvoering	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 7	II, III, IV, V, VI, VII	3	1	1	1	1	7	RM
Omschrijving overblijvende risico's: <i>Het overblijvende risico is hetzelfde als bij de eerdere risico omschrijving. Door het gebruik van hoogwaardige componenten en de instructies wordt het risico gereduceerd naar een gemiddeld risico.</i>			Actie: Restrisico's opnemen in handleidingen.			Door:		

Nr. 8	II, III, IV, V, VI, VII	2	1	2	1	5	RM	
Risico-omschrijving: <i>Risico's met betrekking tot het vallen van hoogte:</i> -Bij het zitten op de achterkant van de bunker -Bij het klimmen in de bunker bij storingen -Bij het op de machine zetten / ervan afhalen van de schotten				Verwijzing: Machinerichtlijn 98/37/EG, bijlage 1.5.3 Afbeelding:				
Advies risicoreductie: (1=constructief; 2=afschermen; 3=waarschuwen) W. Waarschuwingstickers plaatsen dat de opvoerband niet betreden mag worden bij ingeschakelde aandrijving. I. Instructie optellen dat de machine alleen bij onderhoud en een uitgeschakelde aandrijving betreden mag worden. I. Instructie opstellen dat onderhoud alleen door gekwalificeerd personeel verricht mag worden.				Verwijzing: 2006/42/EG, bijlage 1.4.2.1				
Uitvoering risicoreductie: W. Waarschuwingstickers geplaatst. I. Instructie opgesteld voor gebruik/onderhoud/inspectie.				Afbeelding:				
Overblijvend risico	Risicobeoordeling na uitvoering	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 8	II, III, IV, V, VI, VII	2	1	1	1	3	RL	
Omschrijving overblijvende risico's: <i>Het overblijvende risico is hetzelfde als bij de eerdere risico omschrijving.</i> <i>Doordat de waarschijnlijkheid afgenomen is, is het restrisico verminderd.</i>			Actie: Restrisico's opnemen in handleidingen.			Door:		

Risicobeoordeling	Materialen / stoffen	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 9		II, III, IV, V	3	2	1	1	9	RH
Risico-omschrijving: <i>Risico tot ademhalingsproblemen door stofvorming tijdens het gebruik . Risico's die ontstaan door het zeven van materialen waardoor stof ontstaat: op lange termijn kan het ademhalingsproblemen veroorzaken, ook kan het zichtvermogen verminderen door opwaaiend stof.</i>						Verwijzing: Machinerichtlijn 98/37/EG, bijlage 1.1.3		
Advies risicoreductie: (1=constructief; 2=afschermen; 3=waarschuwen) I. Instructie opstellen voor gebruik: stofmaskers dragen, gebruik maken van grondverzetmateriaal rond de machine met overdrukcabine. Rekening houden met weersomstandigheden.						Verwijzing:		
Uitvoering risicoreductie: W. Omschreven instructies opgenomen in gebruikshandleiding en onderhoudshandleiding.						Verwijzing: Gebruikshandleiding		

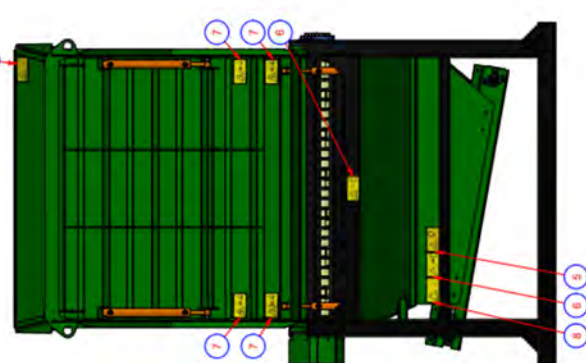
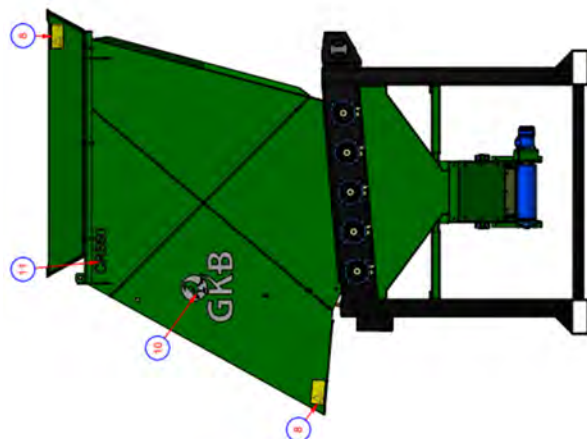
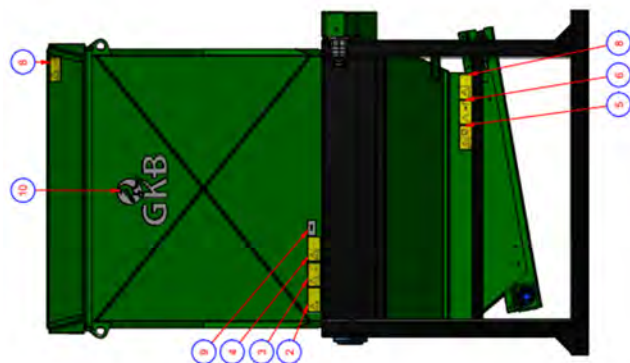
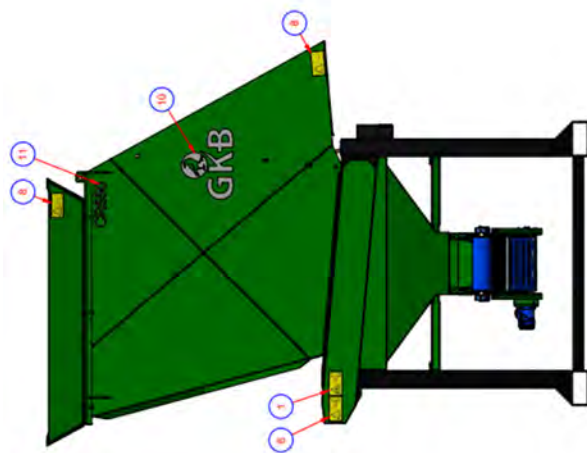
Overblijvend risico	Risicobeoordeling na uitvoering	Fase	E	B	W	G	Risico	Cat.
Nr. 9		II, III, IV, V	3	1	1	1	7	RM
Omschrijving overblijvende risico's: <i>Het overblijvende risico is hetzelfde als bij de eerdere risico omschrijving. De gebruiker en blootgestelde persoon moet zich er nu van bewust zijn dat zij goed moeten kijken naar de weersomstandigheden en materieel wat er rond machine gebruikt word om contact met stof te vermijden.</i>			Actie: Restrisico's opnemen in gebruikshandleiding			Door:		

***Fase:** I = Transport II = Installatie/inbedrijfstelling III = Instellen IV = Bedrijf V = Reinigen/onderhoud VI = Storingen VII = Buitenbedrijf /ontmantelen.

****Risico:** Risicograaf 1-14 **Categorie** RZ(11-14), RH(8-10), RM (5-7), RL (1-4)

*****Verwijzing:** MR Machinerichtlijn 2006/42/EG LV 2006/95/EG EMC 2004/108/EG

Reductie: O = Ontwerp/constructief, B = Bescherming of afscherming, W = Waarschuwing/instructie/PBM, A = algemeen



11	2	GRT12-1022-01-084	Stoker Minicrusher	Gewicht:	
10	3	1501-0011	GKB Stoker 400 mm	Gewicht:	
9	1	1501-0029	CE stoker bandrol	IPDM	
8	1	1501-0014	GKB011. Vrijgevoederstoker metgevoedertransportopstelling	IPDM	
7	4	1501-0012	GKB009. Vrijgevoederstoker metgevoedertransportopstelling	IPDM	
6	4	1501-0011	GKB009. Vrijgevoederstoker metgevoedertransportopstelling	IPDM	
5	2	1501-0009	GKB006. Vrijgevoederstoker metgevoedertransportopstelling	IPDM	
4	1	1501-0008	GKB0021. Vrijgevoederstoker metgevoedertransportopstelling	IPDM	
3	1	1501-0005	GKB0021. Vrijgevoederstoker metgevoedertransportopstelling	IPDM	
2	1	1501-0004	GKB0021. Vrijgevoederstoker metgevoedertransportopstelling	IPDM	
1	1	1501-0003	GKB0021. Vrijgevoederstoker metgevoedertransportopstelling	IPDM	
Gesamteer: Niet van toepassing: 29-6-2021				Projectcode:	Material
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:	
Daktype: Daktype				Projectomschrijving:</	

Figuur XIII.I: Stickerplan Kleiverkleiner

XVI. PVE&W toetsing

Tabel XVI.I: Machine toetsen aan PVE&W

Nr.	Omschrijving	Voldaan	Niet voldaan	Toelichting
Bedieningseisen:				
1.	De machine moet met de afstandsbediening van de trommelzeef bediend kunnen worden	x		In combinatie met een Ce-top ventiel
2.	De machine moet een vrijloop hebben, zodat mocht dit nodig zijn het verkleinmechanisme ook handmatig gedraaid kan worden.			Met behulp van bypass op de motor (VANT40 OMR)
3.	De machine moet door kundig personeel bediend worden.	x		Alle medewerkers van Grondbank IJsselmonde zijn kundig
4.	De machine moet op een veilige manier bediend kunnen worden.	x		Met een afstandsbediening is veilig
Fysieke eisen:				
5.	De machine moet dusdanig geconstrueerd zijn dat het verkleinmechanisme niet beschadigd kan worden door vallend puin.	x		Het verkleinmechanisme is degelijk genoeg
6.	Het verkleinmechanisme moet te vervangen zijn	x		Het verkleinmechanisme is uitwisselbaar
7.	Het verkleinmechanisme moet slijtvast zijn.	x		Het verkleinmechanisme is van massief staal
8.	De machine moet met 4 kettingen gehesen kunnen worden.	x		Er zijn 4 hijspunten aanwezig op de machine
9.	De machine voldoet aan de machinerichtlijn.	x		Zie risicoanalyse
10.	De machine moet degelijk zijn.	x		De machine is degelijk opgebouwd
11.	De machine moet niet kapot gaan als hij een keer met de sorteergrijper opgepakt wordt.	x		Als het echt moet gaat de machine wel kapot
12.	De machine moet geen scherpe hoeken hebben; alle hoeken minimaal radius 5 mm.	x		Alle radiussen zijn minimaal r=5 mm
13.	De machine moet kunnen functioneren met een hydraulische aandrijving van 200 bar en 40 L/min.	x		Hier is het hele hydraulische systeem op gebaseerd
14.	De machine moet de hele afvoer van materiaal die uit de zeef komt opvangen en verder sorteren.	x		Op dit principe is de machine gebaseerd
15.	De machine moet corrosiebestendig zijn.	x		De machine is gecoat met een paar blauw gepassiveerde onderdelen
16.	Gevaarlijke delen van de verkleiner moeten afgeschermd zijn zodat hier geen lichamelijk letsel door kan ontstaan.	x		Alle gevaarlijke delen zijn afgeschermd, zie risicoanalyse
17.	De machine moet zo licht mogelijk zijn.	x		De machine weegt 3300 kg en is dus makkelijk op te pakken met de kraan of shovel
18.	De machine moet zo compact mogelijk zijn.	x		De machine heeft een vloeroppervlak van 4,6 m ² nodig

19.	De machine moet op een 3-assige aanhanger vervoerd kunnen worden.	x		Qua oppervlak is dit mogelijk. Wat betreft het gewicht is dit afhankelijk van het trekkende voertuig.
20.	Hydrauliekslangen moet zoveel mogelijk weggewerkt worden.	x		Slangen worden zoveel mogelijk weggewerkt
21.	Indien de slangen niet weggewerkt kunnen worden, dient er bescherming om de slangen gewikkeld te worden.			Indien wegwerken niet mogelijk is, wordt er spiral guard omheen gewikkeld
22.	De machine moet niet veel onderhoud nodig hebben.			De machine heeft niet veel onderhoud nodig, alleen lagers smeren
Functionele eisen:				
23.	De maximale afmetingen van het puin / de kleibrokken bedraagt 20x20 cm.	x		Dit komt uit de trommelzeef
24.	De machine moet de kleibrokken verkleinen tot kleiner dan 4x4 cm.	x		De verkleinrotoren zijn hierop gebaseerd
25.	De machine moet het puin niet verkleinen tot kleiner dan 4x4 cm.	x		Er is deskresearch gedaan naar een manier om dit te doen
26.	De verkleiner moet minimaal 5 jaar meegaan zonder noemenswaardige problemen.	x		Daarop is de kleiverkleiner ontwikkeld
27.	De machine is voorzien van een CE-markering	x		Hiervoor is de risicoanalyse gedaan, en wanneer de machine gebouwd is wordt er een handboek gemaakt
28.	Na het voor de tweede keer zeven met de trommelzeef moeten de grond met klei van het puin gescheiden zijn.	x		Dit is niet nodig aangezien de grond geen 2 ^e keer gezeefd hoeft te worden.
29.	De verkleiner moet niet meer geluid maken dan de trommelzeef.	x		Het geluidsniveau van de kleiverkleiner is lager dan van de dieselmotor van de trommelzeef.
30.	De verkleiner moet tegelijk draaien met de trommelzeef.	x		De verkleiner wordt aangesloten op de trommelzeef, als de trommelzeef niet draait, kan de verkleiner ook niet draaien.
31.	De machine moet makkelijk schoongemaakt kunnen worden.	x		De machine kan makkelijk schoongespoet worden
32.	De verkleiner moet per dag ongeveer 8 á 9 uur draaien.	x		Dit is goed mogelijk
33.	De machine moet 5 á 6 dagen per maand draaien.	x		Dit is goed mogelijk, als er geen andere machine aangesloten is op de trommelzeef
34.	De machine mag eens per 4 maanden een grote storing hebben.	x		Dit moet lukken, maar het moet blijken of dit echt zo is in de praktijk
35.	De machine moet onder alle weersomstandigheden kunnen werken.	x		De machine kan tegen alle weertypen

36.	De machine moet in een stoffige, modderige omgeving kunnen werken.	x		De aandrijving kan niet tegen stof of modder, maar deze is afgeschermd. Dus de machine kan ook werken in een dergelijke omgeving.
37.	De machine moet de grond en de klei die verkleind is afvoeren naar een aparte hoop.	x		Er ontstaan twee verschillende hopen bij de machine
38.	De machine moet het puin uit de zeefoverloop apart afvoeren.	x		Een van de hopen bestaat uit puin
39.	De machine mag de werking van de trommelzeef niet negatief beïnvloeden.	x		De werking van de trommelzeef wordt niet beïnvloed
40.	De machine moet worden aangedreven worden doormiddel van 2 hydraulische slangen (Pers en Retour).	x		Hierop is het hydraulische systeem gebaseerd.
41.	Het verkleinmechanisme moet duurzaam zijn.	x		Het verkleinmechanisme is slijtvast en corrosiebestendig, en dus is het verkleinmechanisme duurzaam.
42.	De machine moet 3 á 4 m ³ per keer kunnen verwerken.	x		De bunker heeft een inhoud van 3,5 m ³
43.	De machine moet 5,5 m ³ per uur kunnen verwerken.	x		Met de bunker inhoud moet dit goedkomen
Milieu-eisen:				
44.	De machine mag geen gevaar voor het milieu opleveren	x		Er komen geen gevaarlijke stoffen vrij tijdens het werken met de machine
45.	De hydraulische componenten moeten volgens NEN-EN 857 uitgevoerd zijn.	x		De gebruikte hydraulische componenten zijn volgens deze norm ingekocht
Productie-eisen:				
46.	De machine(delen) moet betrekkelijk makkelijk te lassen te zijn.	x		De meeste onderdelen zijn uitgerust met pasnokken of graveerlijnen, en de andere onderdelen zijn makkelijk op hun plaats te zetten m.b.v. meten.
47.	De machine moet binnen 3 dagen te monteren zijn.	x		De machine monteren is alleen samenstellen van lassamenstellingen. En t.b.v. montagegemak zijn op diverse plekken moeren in de frames gelast.
48.	Onderdelen van de machine moeten met normaal gereedschap vervangen kunnen worden.	x		Er zijn gangbare boutmaten gebruikt