Afstudeerscriptie

Ontwerp Krooshekreiniger

Uitgevoerd bij DESMAN

Erwin Hofland, Alphen aan de Rijn
19 december 2011

Afstudeerscriptie

Ontwerp krooshekreiniger

Uitgevoerd bij DESMAN

Scriptie voor studie	: Werktuigbouwkunde
Student / auteur	: Erwin Hofland
Studentnummer	: 08074690
Handtekening	:
In opdracht van	: DESMAN
Internetadres	: www.desman.nl
Adres	: Oostgouweweg 5
Postcode / Plaats	: 2407 AD Alphen aan de Rijn
Begeleider	: Dhr. Ing. G. Post
Handtekening voor gezien	:
Onderwijsinstelling	: Academy TIS Delft / De Haagse Hogeschool
Internetadres	: www.dehaagsehogeschool.nl
Adres	: Rotterdamse weg 137
Postcode / Plaats	: 2628 AL Delft
Afstudeer begeleider	: Dhr. Ing. R. van der Meulen

Alphen aan de Rijn, 19 december 2011

VOORWOORD

Deze afstudeerscriptie is geproduceerd door een vierdejaars HBO student werktuigbouwkunde aan de Haagse Hogeschool.

Het rapport is bestemd voor de opdrachtgever DESMAN en de Haagse Hogeschool ter beoordeling van de student.

Tenslotte wil ik DESMAN bedanken voor het beschikbaar stellen van deze opdracht, een geschikte werkplek gedurende de afstudeerperiode en de benodigde informatie. Ook wil ik Dhr. Ing. G. Post en de collega's bedanken voor hun begeleiding en tijd tijdens deze afstudeerstage. Tot slot wil ik ook Dhr. Ing. R. van der Meulen bedanken voor zijn advies en begeleiding vanuit de Haagse Hogeschool.

Alphen aan de Rijn, December 2011

SAMENVATTING

Bij DESMAN in Alphen aan de Rijn bestaat de interne opdracht om een totale reinigingsinstallatie te leveren voor het zwerfvuil dat ontstaat en zich ophoopt bij een krooshek. Deze installatie bestaat uit een pomp (het gemaal) met daarvoor het krooshek en de daarbij horende krooshekreiniger.

De ontwerpopdracht wordt uitgevoerd door een werktuigbouwkunde student voltijd aan de Haagse Hogeschool te Delft en wordt hierin begeleid door Dhr. Ing. G. Post.

Er zijn in open wateren veel problemen met vervuiling van het water door zwerfvuil, zoals: afval, gras, graspollen, takken, algen, wier, bladeren etc. Dit zwerfvuil levert problemen op voor de pompinstallaties die zich in de gemalen bevinden en het water verpompen. Als gevolg van deze diverse factoren zullen de aanzuigende pompen in de loop van de tijd vast lopen.

Het water dat verpompt wordt zal daarom gezuiverd moeten worden van het aanwezige vuil. Door de stroming, veroorzaakt door de aanzuigende pomp wordt het water door een krooshek geleid. Dit krooshek staat voor de pomp en zorgt ervoor dat het grove vuil niet bij de pomp kan komen. Het kleinere vuil dat door het krooshek heengaat, belemmert de pomp niet in zijn functie, dit vuil wordt mee verpompt. Tegen het krooshek vindt dan een ophoping van het ‘grove’ zwerfvuil plaats, de hoeveelheid van dit zwerfvuil is afhankelijk van de weersinvloeden en overige situaties in het beoogd gebied. Deze ophoping van zwerfvuil dient door een krooshekreinger afgevoerd te worden en dient in een container te worden gedeponeerd welke zijdelings van de krooshekreiniger op het gemaal geplaatst is.

De opdracht is het ontwerpen van een hydraulische krooshekreiniger, welke het zwerfafval dat ontstaat en ophoopt tegen het krooshek, af moet voeren. Het gaat om een produceerbaar product welke realistisch, toepasbaar en marktconform moet zijn.

De benodigde stappen om tot een goed ontwerp te komen zijn doorlopen. Er is een marktonderzoek uitgevoerd naar de bestaande krooshekreinigers. Een materiaal onderzoek is uitgevoerd naar de mogelijk te gebruiken materialen. Vervolgens zijn met behulp van een keuze tabel verschillende keuze’s in het ontwerpproces gemaakt, welke ook beschreven en verantwoord zijn. Het complete ontwerp is in het 3D programma Solid Works gemodelleerd, alle delen van de krooshekreiniger zijn beschreven en behandeld in het rapport.

De doelstelling welke is gesteld is behaald. Er is een krooshekreiniger ontworpen volgens de eisen- en wensen van de opdrachtgever, welke realistisch, toepasbaar en marktconform is. De aanbeveling is dan ook de ontworpen krooshekreiniger in productie te nemen.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD **3**

SAMENVATTING **4**

INHOUDSOPGAVE **5**

1 INLEIDING **7**

1.1 ACHTERGRONDEN 7

1.2 PROBLEEMSTELLING 7

1.3 OPDRACHTOMSCHRIJVING 8

1.3.1 Op te leveren producten 9

1.4 DOELSTELLINGEN 9

1.5 PROJECTGRENZEN 9

1.6 PROGRAMMA VAN EISEN EN WENSEN 10

1.6.1 Eisen 10

1.6.2 Wensen 10

1.7 PROJECTORGANISATIE 11

1.8 WERKWIJZE 11

2 ONDERZOEKSFASE **12**

2.1 CONCURRENTIE ONDERZOEK 12

2.2 MATERIAAL ONDERZOEK 13

3 ANALYSEFASE **14**

3.1 HOOFD & DEELFUNCTIES 14

3.2 FUNCTIE ANALYSE ONDERDELEN 14

4 CONCEPTFASE **16**

4.1 KEUZE OVERZICHT ONTWERP 16

4.2 KEUZE OVERZICHT MATERIALEN 17

4.3 KEUZEVERANTWOORDING ONTWERP EN MATERIALEN 18

4.3.1 Frame 18

4.3.2 Mast 21

4.3.3 Hark 22

4.3.4 Aandrijving 24

5 ONTWERPFASE **27**

5.1 OVERZICHT 27

5.2 FRAME 28
5.2.1 Vormgeving 28
5.2.2 Fabricage proces 30
5.3 MAST 31
5.3.1 Vormgeving 31
5.3.2 Fabricage proces 35
5.4 TELESCOOPCILINDER 36
5.4.1 Werking 36
5.4.2 Vormgeving 37
5.4.3 Fabricage proces 38
5.5 FRAMECILINDER 39
5.6 HARK 40
5.6.1 Vormgeving 40
5.6.2 Fabricage proces 41
5.7 TOTAAL OPSTELLING 42
6 KOSTPRIJS CALCULATIE 44
7 MACHINERICHTLIJN 45
8 CONCLUSIE/ AANBEVELING 46
9 BRONVERMELDING 47
9.1 INTERNETBRONNEN 47
9.2 DOCUMENTEN 47
10 BIJLAGEN 48

1 INLEIDING

Bij DESMAN in Alphen aan de Rijn bestaat de interne opdracht om een totale reinigingsinstallatie te leveren voor het zwerfvuil dat ontstaat en zich ophoopt bij een krooshek. Deze installatie bestaat uit een pomp (het gemaal) met daarvoor het krooshek en de daarbij horende krooshekreiniger.

Dit rapport beschrijft het ontwerp van een dergelijke krooshekreiniger, waarbij stapsgewijs het ontwerpproces wordt behandeld.

De ontwerpopdracht wordt uitgevoerd door een werktuigbouwkunde student voltijd aan de Haagse Hogeschool te Delft en wordt hierin begeleid door Dhr. Ing. G. Post.

1.1 ACHTERGRONDEN

Aan het eind van de opleiding werktuigbouwkunde vindt er een afstudeerperiode plaats. Alle opgedane kennis en ervaringen die tijdens de opleiding verworven zijn worden getoetst en beoordeeld in het afstudeer traject. Dit gebeurd middels een afstudeeropdracht binnen een bedrijf.

Bij DESMAN was een ontwerpopdracht voorhanden, waarbij de opgedane kennis en ervaringen tijdens de opleiding werktuigbouwkunde benodigd zijn om tot een goed eindresultaat te komen.

DESMAN is gespecialiseerd in het bouwen van pompinstallaties. Het bedrijf is fabrikant en dienstverlener tegelijk en produceert sinds 1985 hoogwaardige pompen voor het transport van afvalwater. Voor gemeentelijke opdrachtgevers worden ondertussen ook complete oplossingen gerealiseerd. Pompinstallaties inclusief engineering, besturingskasten, telemetriesystemen, leidingen, kleppen en schuiven. Zelfs het bijbehorende civieltechnische werk wordt uitgevoerd voor steeds meer gemeenten.

Ook het efficiënte transport en beheer van afvalwater kan door DESMAN worden uitgevoerd. Het gaat hierbij om de logistiek van woningen via tussen- en hoofdgemalen tot rioolzuiveringsinstallaties. Er wordt een solide oplossing gezocht, waarbij de continuïteit gewaarborgd wordt, het rendement hoog is en de onderhoudskosten laag zijn. Elke dag doen ca. 10.000 pompen van DESMAN naar tevredenheid hun werk.

1.2 PROBLEEMSTELLING

Door de stijging van de zeespiegel en de hogere eisen die gesteld worden door de gebruikers van open wateren, moet er steeds meer aan watermanagement gedaan worden, om de verschillende wateren op niveau te houden. Hiervoor worden steeds meer gemalen geplaatst, om de watermassa's te verpompen en de verschillende niveaus te nivelleren.

Er zijn in open wateren veel problemen met vervuiling van het water door zwerfvuil, zoals: afval, gras, graspollen, takken, algen, wier, bladeren etc. Dit zwerfvuil levert problemen op voor de pompinstallaties die zich in de gemalen bevinden en het water verpompen. Als gevolg van deze diverse factoren zullen de aanzuigende pompen in de loop van de tijd vast lopen.

Het water dat verpompt wordt zal daarom gezuiverd moeten worden van het aanwezige vuil. Door de stroming wordt het water door een krooshek geleid. Dit krooshek staat voor de pomp en zorgt

ervoor dat het grove vuil niet bij de pomp kan komen. Het kleinere vuil dat door het krooshek heengaat, belemmert de pomp niet in zijn functie, dit vuil wordt mee verpompt. Tegen het krooshek vindt dan een ophoping van het 'grove' zwerfvuil plaats, de hoeveelheid van dit zwerfvuil is afhankelijk van de weersinvloeden en overige situaties in het beoogd gebied.

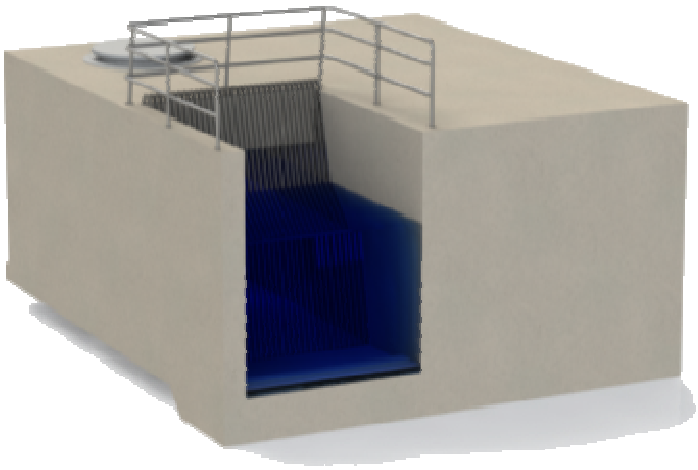
Doordat bij deze krooshekken het vuil op een gegeven moment ophoopt zal een opstopping ontstaan. Hierdoor ontstaat een niveau verschil in het waterpijl tussen de voor en achterzijde van het krooshek. Wanneer wordt gemeten dat dit niveau verschil te groot is dient het krooshek gereinigd te worden.

1.3 OPDRACHTOMSCHRIJVING

De opdracht is het ontwerpen van een hydraulische krooshekreiniger, welke het zwerfafval dat ontstaat en ophoopt tegen het krooshek, af moet voeren.

Voor het bestaande krooshek moet een reiniger ontworpen worden die marktconform is. Er zijn van deze reinigers op de markt maar DESMAN wil zelf een krooshekreiniger ontwerpen welke kan concurreren met de bestaande op de markt zijnde krooshekreinigers. Uiteindelijk wordt een complete oplossing gerealiseerd voor het zwerfvuil probleem, dit inclusief gemaal. Het is de bedoeling dat deze krooshekreiniger opgenomen wordt in het leveringsprogramma van DESMAN.

Het krooshek dient te worden gereinigd door middel van een automatisch werkende krooshekreiniger. De reiniger moet zijn uitgevoerd met een roosterhark die in een slag het krooshek reinigt. De hark van de reiniger is voorzien van tanden welke in het krooshek steken zodat al het vuil meegenomen wordt. Wanneer het krooshek over de gehele lengte gereinigd is, moet de reiniger draaien en het vuil in een vuilbak deponeren welke om de zoveel tijd opgehaald zal worden. De krooshekreiniger wordt geplaatst op een bestaand gemaal (figuur 1.1), waarop een krooshek gemonteerd is. De krooshekreiniger moet op dit krooshek afgestemd worden. De reiniger wordt achter het hekwerk geplaatst.



Figuur 1.1; Bestaand gemaal

1.3.1 Op te leveren producten

Het ontwerp van de krooshekreiniger bestaat uit:

- Een onderzoek naar de bestaande op de markt zijnde krooshekreinigers.
- Het modeleren van de krooshekreiniger in het 3d programma Solid Works, uit dit model kunnen werktekeningen gegenereerd worden. Alle onderdelen dienen daarom gemodelleerd en ontworpen te worden.
- Niet alle onderdelen worden nieuw ontworpen, van de koopdelen moeten specificaties aangegeven worden.
- De verschillende keuzes die tijdens het ontwerp worden gemaakt moeten verantwoord worden.
- Het ontwerp moet voldoen aan de gestelde eisen van de opdrachtgever, zoals beschreven in het programma van eisen en wensen.
- Sterkte berekeningen welke worden uitgevoerd op de mast dienen volgens de NEN 2018 en 6786 norm te zijn. Voor alle overige berekeningen geldt dat de standaard veiligheidsfactoren worden toegepast welke in de werktuigbouwkunde gebruikt worden.
- Een onderbouwde keuze voor de gekozen materialen.
- Een kostprijs berekening van de totale machine.

1.4 DOELSTELLINGEN

Het doel van deze opdracht is: Voor de opdrachtgever een realiseerbaar product ontwerpen, waardoor de student de opleiding met een goed resultaat af kan ronden.

De opdracht wordt uitgevoerd in de beroepsrol van een constructief ontwerper bij een ingenieursbureau. Voor het einde van de afstudeerperiode zal er een krooshekreiniger ontwikkeld zijn welke het zwerfafval dat ontstaat en ophoopt tegen een krooshek afvoert.

Het gaat om een produceerbaar product welke realistisch, toepasbaar en marktconform moet zijn.

1.5 PROJECTGRENZEN

- Het ontwerp van het gemaal en het krooshek. Hier is al een model van en aansluitend op dit model moet de krooshekreiniger ontworpen worden;
- De besturing van de reiniger, o.a. de benodigde schakelkast, elektrische componenten (sensoren, eindschakelaars etc.) schakelschema’s en besturingsschema’s;
- De hydraulische aansturing en het hydraulisch aggregaat en de daarbij horende componenten vallen buiten de opdracht. Wel moet rekening worden gehouden dat er ruimte blijft voor de benodigde leidingen en/of componenten;
- Opstellen van een CE-Document valt buiten het project, wel worden de CE-stappen doorlopen volgens de machine richtlijn.

1.6 PROGRAMMA VAN EISEN EN WENSEN

Om de eisen en wensen van de opdrachtgever duidelijk in kaart te brengen is een onderscheid gemaakt tussen de eisen en wensen.

1.6.1 Eisen

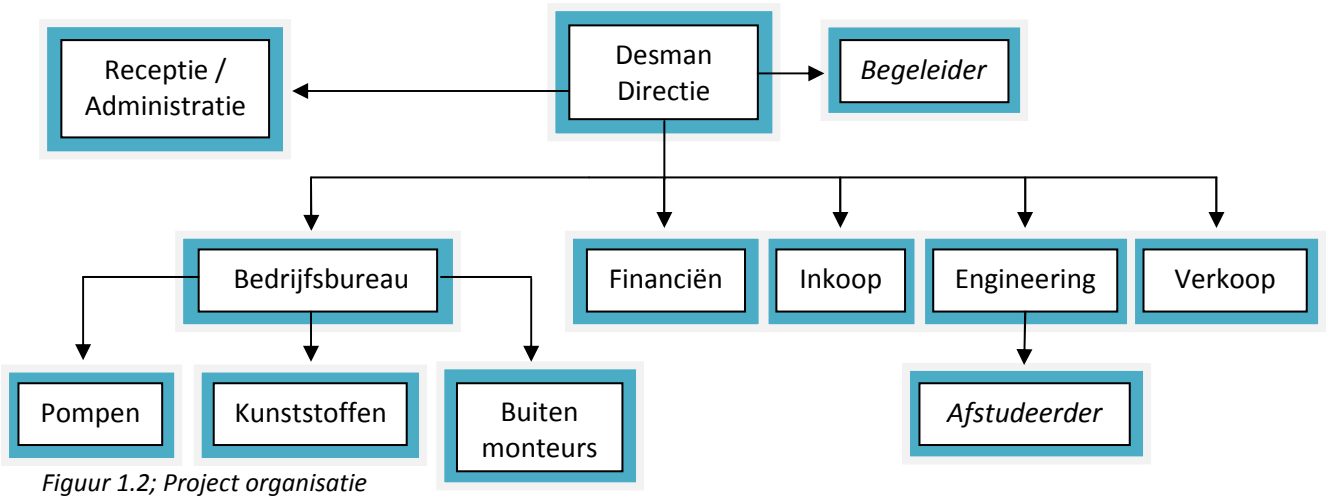
- Het krooshek reinigen door een automatisch werkende krooshekreiniger;
- Uitgevoerd in een vaste opstelling, het frame wordt gemonteerd op de betonnen vloer. De reiniger laten roteren om het vuil in de daarvoor bestemde afvalbak te deponeren;
- De reiniger dient het krooshek van onder tot boven te reinigen, met een maximale diepte van 3.200 [*mm*];
- Compact, in verband met de beschikbare ruimte;
- Over het bestaande hekwerk heen construeren;
- De reiniger dient het krooshek over de volle breedte van 2.500 [*mm*] te reinigen;
- De reiniger dient een last van 250 *[Kg]* aan zwerfafval te kunnen verplaatsen;
- Het opgehoopte afval door de krooshekreiniger in de zijdelings geplaatste kroosopvangbak deponeren;
- De reiniger en het krooshek moeten op elkaar afgestemd zijn;
- Hydrauliek-unit mag niet in het frame van de krooshekreiniger geplaatst worden;
- De hydrauliek-unit moet opgesteld worden in de betreedbare buitenopstellingskast, evenals de besturing van de reiniger;
- Het krooshek mag tijdens het reinigen niet belast worden door de reiniger;
- De reiniger dusdanig uitvoeren dat service en onderhoud eenvoudig kunnen worden uitgevoerd, zonder dat extra voorzieningen vereist zijn;
- Bij alle voorkomende waterpeilen goed functioneren;
- Stalen delen beschermen tegen de optredende weersinvloeden;
- Het ontwerp moet qua prijs en mogelijkheden marktconform zijn;
- CE – Conform, ontwerp dient te voldoen aan de richtlijnen welke van toepassing zijn.

1.6.2 Wensen

- De leidingen moeten zoveel mogelijk weggewerkt worden;
- De mast moet zo strak mogelijk ontworpen worden met zo min mogelijk aan uitstekende delen;
- Geen katrollen;
- Telescoopcilinder in de mast, twee-traps met één pers en retour leiding;
- Bedrijfslogo in de mast verwerken;
- Vuilwerend construeren;
- Onderhoudsarm;
- Bedieningsvriendelijk;
- Visueel mooi vormgegeven, daar de reiniger in het zicht is geplaatst;
- Verlichting op de mast.

1.7 PROJECTORGANISATIE

Het project wordt uitgevoerd binnen DESMAN. Onderstaand schema (figuur 1.2) geeft de bedrijfsstructuur weer. De begeleider tijdens deze afstudeerstage is Dhr. Ing. G. Post, welke tijdens de afstudeerstage de student begeleid en waar nodig advies geeft. Voor vragen en adviezen kunnen ook de andere werknemers binnen DESMAN aangesproken worden.



Figuur 1.2; Project organisatie

1.8 WERKWIJZE

In het ontwerprapport wordt stapsgewijs het ontwerp van de krooshekreiniger behandeld. In eerste instantie worden de projectopdracht, de projectgrenzen en de gestelde eisen & wensen aangaande het project nauwkeurig behandeld. Op deze manier wordt de opdracht duidelijk uiteen gezet en zijn alle voorwaarden van het project bekend.

In de onderzoeksfase wordt gekeken naar de bestaande krooshekreinigers, welke typen en soorten er al op de markt zijn. Ook wordt er een materiaal onderzoek gedaan naar de mogelijk te gebruiken materialen in het ontwerp.

In de analyse fase worden de hoofd en deel functies van de krooshekreiniger behandeld, om een duidelijk beeld te krijgen over de functie van de reiniger. Verder wordt beschreven wat de functies van de afzonderlijke hoofdonderdelen zijn.

In de conceptfase wordt gekeken naar de mogelijkheden die er zijn bij het ontwerp. Ideeën en concepten worden behandeld, voor en tegen argumenten worden bekeken, waarna een definitieve concept keuze wordt gemaakt.

In de ontwerp fase wordt het complete ontwerp beschreven, het totaal ontwerp wordt opgesplitst in verschillende delen welke los behandeld worden.

Verder wordt er een kostprijscalculatie gemaakt, om te kijken of de ontworpen krooshekreiniger marktconform is en kan concurreren met de bestaande reinigers.

Vervolgens wordt er aandacht besteed aan de machinerichtlijn en de daarbij horende CE-stappen.

Tot slot wordt een conclusie geschreven en worden er aanbevelingen gedaan aangaande het ontwerp van de krooshekreiniger.

2 ONDERZOEKSFASE

In dit hoofdstuk wordt de onderzoeksfase beschreven, in eerste instantie wordt een globaal concurrentie onderzoek uitgevoerd naar de bestaande krooshekreinigers. Vervolgens wordt gekeken welke materialen waar toegepast kunnen worden in het ontwerp.

2.1 CONCURRENTIE ONDERZOEK

Het is belangrijk alvorens een product te ontwerpen, te onderzoeken wat er reeds op de markt te verkrijgen is. Er zijn al diverse krooshekreinigers op de markt, in deze paragraaf worden de bestaande reinigers bekeken zodat een beeld ontstaat van de bestaande machines. Er worden drie krooshekreinigers onder de loep genomen, deze worden geleverd door verschillende grote leveranciers in deze markt.

Jansen Venneboer is een leverancier van krooshekreinigers, het leveringspakket bestaat uit een stationaire en een verrijdbare krooshekreiniger. Beide installaties reinigen het krooshek en zorgen voor een storingsvrije watertoevoer naar de pompinstallaties welke zich in de gemalen bevinden. Er wordt alleen ingegaan op de stationaire uitvoering, omdat deze overeenkomt met de te ontwerpen krooshekreiniger. De stationaire uitvoering, de pelikaan genaamd (figuur 2.1) bestaat uit een vierkant frame welke vast op de betonnen vloer is bevestigd. Het draaipunt van de mast bevindt zich bovenop het frame, middels een cilinder kan de reiniger de gewenste reinigingshoek bereiken. De mast bestaat uit een drietal kokers die doormiddel van een cilinder in het centrum uitgeschoven wordt. De hark bestaat uit een frame met dunne gebogen strippen met daartussen en grof gaaswerk zodat het meegeschepte water makkelijk weg kan lopen. De reiniger heeft een maximaal diepte bereik van 4 meter, een breedte bereik van 2,5 meter en kan een zwenkhoek van 180° maken. De besturing en de aandrijving is geïntegreerd in de reiniger, desondanks is de reiniger vrij compact. De functie van de reiniger is verder eender aan de nieuw te ontwerpen reiniger.

Figuur: 2.1; Krooshekreiniger Pelikaan.

Ook Bosker & zonen is een machine fabriek waar krooshekreinigers worden geproduceerd. Het leveringspakket bestaat uit diverse soorten reinigers, zo worden er stationaire, verrijdbare en bovenloop reinigers geleverd. Het frame van de stationaire reiniger, de bandit (figuur 2.2) bestaat uit een vierkante constructie met het draaipunt onderin het frame. De aandrijving en besturing bevinden zich onder in het frame. Het draaipunt van de mast bevind zich uit het midden boven het frame. Middels een hydraulische cilinder wordt de mast in de juiste hoek gepositioneerd. De uitschuifbare mast wordt uitgestuurd met behulp van drie hydraulische rammen.[1]

Figuur 2.2; Krooshekreiniger Bandit.

[1] Een hydraulische cilinder om onderdelen uit elkaar te drukken.

Het scharnierpunt van de hark bevindt zich aan het uiteinde van de mast, de hark wordt gekanteld door een hydraulische cilinder welke op de mast bevestigd is. De hark is voorzien van tanden welke in het krooshek grijpen en zodoende het opgesloten vuil meenemen. Deze reiniger draait tot 270°, heeft een diepte bereik van 5 meter en een breedte bereik van 2,5 meter.

Voor de opdrachtgever: Waterschap Groot Salland in Zwolle heeft Arcadis B.V. een krooshekreiniger ontworpen, deze is vervolgens door A.S. Zwaans B.V. geproduceerd (figuur 2.3). De krooshekreiniger bestaat uit een vierkant frame, vast staand op de betonnen vloer met het draaipunt in de voet van de machine waardoor de reiniger in zijn totaal meedraait. Ook bij deze reiniger bevind de besturing en de aandrijving zicht in de machine. De mast bestaat uit twee kokers die in elkaar schuiven, dit gebeurd middels een hydraulische cilinder. De reiniger wordt in reinigingspositie gebracht door een cilinder, die zich tussen het frame en de mast bevind. De hark is een dichte bak, door de vorm van de bak loopt het water aan de kant van het rek tijdens het reinigen uit de bak.

Figuur 2.3; Krooshekreiniger Arcadis.

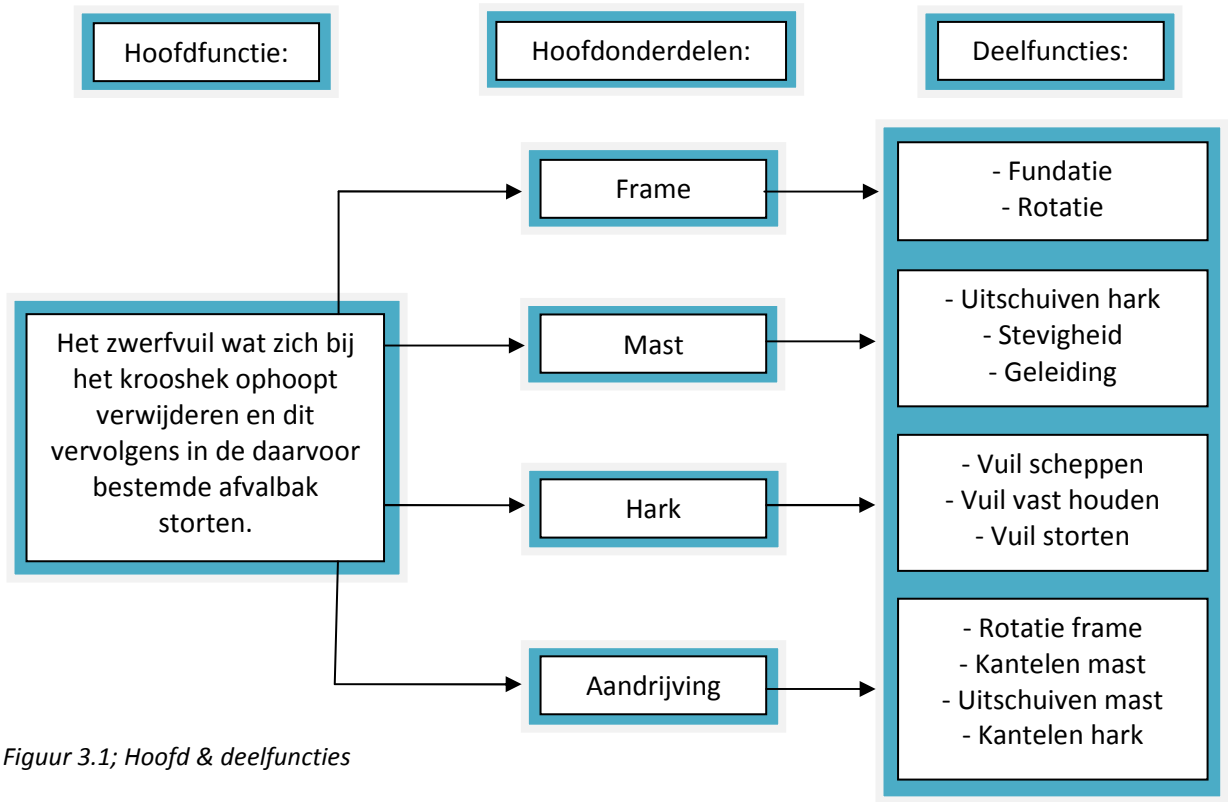
2.2 MATERIAAL ONDERZOEK

Bij het materiaal onderzoek worden materialen en eventuele behandelingen van deze materialen onderzocht welke mogelijk gebruikt kunnen worden bij het ontwerp van de krooshekreiniger. In eerste instantie worden de materialen: staal, roestvast staal en aluminium bekeken, deze materialen kunnen worden toegepast op de constructieve delen van de machine. Vervolgens wordt er gekeken naar materialen welke toegepast kunnen worden als lagerbussen en andere geleidende delen in de krooshekreiniger. Tot slot worden de rubber/kunststof materialen bekeken welke toegepast kunnen worden bij het afdichten van delen en het geleiden van de uitschuifbare mast. De materialen welke worden toegepast in het ontwerp, worden in hoofdstuk 4.2 gekozen met behulp van een keuze tabel. **Zie bijlage I**, voor het materiaal onderzoek.

3 ANALYSEFASE

In de analyse fase wordt het te ontwerpen product geanalyseerd, het gaat hierbij om de hoofd onderdelen en welke functies deze delen hebben in het totaal.

3.1 HOOFD & DEELFUNCTIES



Figuur 3.1; Hoofd & deelfuncties

De hoofdfunctie en de verschillende deelfuncties worden bovenstaand weergegeven (figuur 3.1). De krooshekreiniger is in vier hoofdonderdelen gesplitst, elk hoofdonderdeel heeft zijn eigen functie, deze worden weergegeven bij de deelfuncties.

3.2 FUNCTIE ANALYSE ONDERDELEN

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

Frame:
Het frame is de basis van de krooshekreiniger, dit deel van de machine wordt op de betonnen vloer van het gemaal geplaatst. Het frame moet daarom beschikken over een bodemplaat welke op het beton vast gezet kan worden. Op dit frame wordt ook de mast gemonteerd, deze mast moet een zwenkbeweging en neergaande beweging kunnen maken.
Het frame moet daarom kunnen roteren en er moet een mechanisme aanwezig zijn om de op-en neergaande beweging te kunnen realiseren, het scharnier punt hiervoor zal zich ook op het frame bevinden. Het frame moet bestand zijn tegen de weersinvloeden waaraan de reiniger wordt bloot

gesteld. Verder heeft het frame de functie om de optredende belastingen ten gevolge van het vuil in de hark en de belastingen welke optreden in de mast op te vangen en door te geleiden naar de betonnen vloer.

Mast
De functie van de mast is het in positie brengen (uitschuiven) van de hark zodat het ontstane vuil tegen het krooshek verplaatst kan worden. In de mast moet ruimte beschikbaar blijven om een telescoop cilinder te monteren, deze cilinder moet de mast in en uit sturen. De mast moet de optredende belastingen ten gevolge van het eigengewicht en het zwerfvuil in de hark door geleiden naar het frame. De mast moet in en uit kunnen schuiven, hiervoor moet geleiding aanwezig zijn om deze beweging vloeiend uit te voeren.

Hark
De functie van de hark is het opscheppen, het vasthouden en het lossen van het zwerfvuil wat tegen het krooshek opgehoopt is. De hark wordt langs het krooshek getrokken waarbij het vuil meegenomen moet worden, het water wat meegeschept wordt moet afgevoerd kunnen worden. De hark moet worden voorzien van uitstekende 'tanden' welke tussen de gleuven van het krooshek grijpen, op deze manier wordt het vuil tussen het krooshek meegenomen.

Aandrijving
Op verschillende posities in de krooshekreiniger moeten onderdelen aangedreven worden, dit om alle benodigde rotaties / translaties te kunnen realiseren, dit is dan ook de functie van de aandrijving. Het frame moet kunnen roteren, voor deze beweging moet er een aandrijving in het frame verwerkt worden welke dit mogelijk maakt. Voor de op en neer gaande beweging van de mast moet er een aandrijving tussen het frame en de mast komen. Aan het uiteinde van de mast bevind zich de hark, de functie van deze aandrijving is het kantelen van de hark in de gewenste posities.

4 CONCEPTFASE

Dit hoofdstuk beschrijft de concept fase van de krooshekreinger, diverse mogelijkheden voor het ontwerp en de materiaal keuzes van de afzonderlijke delen van de krooshekreiniger worden in een keuze overzicht weergegeven. In een ontwerp omgeving worden vaak meerdere concepten doormiddel van morfologie geordend en gevisualiseerd, meerdere concepten worden gekozen en gecontroleerd op consistentie. De concepten worden dan beoordeeld op functionaliteit en produceerbaarheid. Aan deze concepten worden scores toegekend waaruit een grafiek wordt gegenereerd. Aangezien de krooshekreiniger een nieuw ontwerp is, met een complexe en selectieve samenhang tussen de verschillende delen is het niet reëel verschillende concepten te behandelen. Daarom wordt de morfologische manier zoals hierboven omschreven niet toegepast. Om toch een duidelijke keuzeafweging te maken wordt deze op deelonderdelen niveau uitgevoerd. Hierin worden in de keuzeverantwoording per deelonderdeel de gemaakte keuzes verantwoord en onderbouwd. Vervolgens worden de ontwerp en materiaal keuzes tegelijk behandeld in de keuzeverantwoording. Bij de verschillende keuzes is vooral naar de: functionaliteit, de produceerbaarheid, de kostprijs en het visuele aspect van de krooshekreiniger gekeken.

4.1 KEUZE OVERZICHT ONTWERP

Het keuze overzicht (tabel 4.1) is opgebouwd uit de vier hoofdfuncties van de krooshekreiniger: Het frame, de mast, de hark en de aandrijving. Onder deze hoofdonderdelen worden de subonderdelen behandeld die betrekking op het hoofdonderdeel hebben.

Frame			
Vorm	Vierkant frame, met beplating	Ronde buis met dicht flenzen	
Positie draaipunt	Onder het frame	Op het frame	
Rotatie mechanisme	Draaikrans	Aandrijfrol en gebruik makend van wrijving	Doorlopende as met tandwiel, uiteinden geborgd in lagerhuis
Scharnierpunt voor de mast	As met SKF Lagerhuis	Eigen ontwerp, as met uiteinden in Lagerhuis met lagers	Lagerinrichting integreren in frame.
Bevestiging frame	vierkante Bodemplaat bevestiging met ankers in het beton.	Frame aan onderzijde voorzien van oren met bevestigings gaten	Ronde bodemplaat
Verbinden van de delen	Bout / moer verbinding	lijmen	Lassen
Mast			
Profiel	Ronde buis	Vierkante buis	Twee gezette profielen tegen elkaar lassen
Aantal uitschuif delen	Twee	Drie	Vier
Geleiding	Geleidingsblokken	Lineair geleiding	As met geleiding bussen
Bevestiging geleiding	Lijmen	Boutverbinding	
Hydraulische olie toevoer voor cilinder uitschuiven	Haspel achter op de mast	Telescoopleidingen	

Hark			
Vorm	Half rond, tanden recht	Vierkante / hoekig	Ronding met vlakke bovenkant, tanden onder hoek
Open / dichte bak	Geperforeerde plaat met diverse ruggen ter versteviging	Gaas met diverse ruggen ter versteviging	Dichte plaat
Mechanisme kantelen	Cilinder bovenop uiteinde mast, scharnier mechanisme met as en bussen.	Cilinder in de mast, verwerken scharnier mechanisme met as en bussen.	Scharnier stelsel met cilinder bovenop mast
Aandrijving			
Rotatie mechanisme frame	Rol aandrijving	Elektromotor + reductor en tandwiel	Hydromotor + reductor en tandwiel
Hoekverstelling mast	Elektromotor	Hydraulische cilinder	
Uitschuiven mast	Hydraulische telescoop cilinder	Schroefspindel	Tandheugel + kettingwiel
Hoekverdraaiing hark	Tandrondsel, aangedreven door een hydro motor	Hydraulische cilinder	

Tabel 4.1; Keuze overzicht vormgeving.

4.2 KEUZE OVERZICHT MATERIALEN

In figuur 4.2 worden diverse mogelijke materialen aangegeven, welke voor bepaalde onderdelen van de krooshekreiniger gebruikt kunnen worden.

Frame						
Plaatwerk: bodemplaat, buis, oren etc.	Aluminium	Staal + Natlak	Staal + verzinken + Poedercoating		RVS	
Draaikranslager	Staal (C45)	Staal + Verzinken	Staal (C45) + poedercoating			
Tandwiel, voor aandrijving draaikranslager	Staal (C45) + verzinken	Gietstaal	Aluminium brons			
Lager ring	Aluminium	Staal (C15) + poedercoaten	RVS			
Lagerbussen	Messing	Brons	POM			
Mast						
Gezette profielen, plaatwerk etc.	Aluminium	Staal + verzinken	RVS		Staal + poedercoaten	
Geleidingsblokken	POM-C	Nylon	Brons	Messing	PE	PTFE
Telescoop leidingen voor de hydraulische olie	Aluminium	RVS				

Hark				
Profielen, plaatwerk, strippen etc.	Aluminium	Staal + verzinken	RVS	Staal + poedercoaten
Scharnier as	RVS	Aluminium		
Scharnier bussen	Brons	Messing	POM	
Aandrijving				
Cilinderstangen	Staal	RVS hard-verchroomde as	Aluminium	
Cilinderbuizen	S355, Standaard buizen, buitenbuis poedercoaten	RVS	Staal	
Geleidingsdelen cilinder: Kop en zuiger.	Messing	Aluminium brons	Brons	
Afdichtingen	NBR	NR	PTFE	

Tabel 4.2; Keuze overzicht materialen.

4.3 KEUZEVERANTWOORDING ONTWERP EN MATERIALEN

In het keuze overzicht van het ontwerp en de materialen zijn verschillende keuzes gemaakt. De gemaakte keuzes zijn in tabel 4.1 en 4.2 met een dikke/donkere rand omkaderd. Per hoofd onderdeel worden de gekozen criteria beschreven en wordt er aangegeven waarom deze keuze's gemaakt zijn.

4.3.1 Frame

Vorm en materiaal plaatwerk
Er is gekozen voor een ronde buis, er wordt een standaard buismaat gebruikt zodat de kosten laag blijven. Het voordeel van een rond frame ten opzichte van een vierkant frame zijn:

- Eenvoudiger, een rond frame bestaat uit een buis en twee blindflenzen, een vierkant frame daarentegen bestaat uit vier afzonderlijke platen met een bodem en topplaat;
- Minder arbeid;
- Minder materiaal benodigd.

Ook esthetisch is het mooier om een rond frame te nemen, er steken ook geen hoeken uit bij het ronddraaien. Een vierkant frame heeft echter meer inwendig volume, daar de besturing niet in het frame geplaatst wordt is dit volume niet benodigd, onnodige loze ruimtes worden voorkomen door een rond frame te nemen. Verder wordt er door een ronde vorm afgeweken van de concurrerende frames waardoor direct onderscheid met de alternatieve reinigers wordt gemaakt.

Voor de delen van het frame is gekozen deze uit S235 te maken, dit is een veel toegepast en gebruikt constructie staal soort. Er zijn veel materialen welke gebruikt kunnen worden voor deze delen van het frame. Roestvast staal heeft het grote voordeel van corrosie bestendigheid, maar het nadeel dat een standaard buismaat niet in de benodigde afmeting is te verkrijgen. Verder is het ook een relatief duur materiaal en is het moeilijker te bewerken door de taaiheid van het materiaal. Aluminium heeft een lage soortelijke massa, het is een zacht materiaal met mindere mechanische eigenschappen en is ook duurder dan staal. Staal is het meest geschikt voor de functie van het frame, de goede mechanische eigenschappen, lasbaarheid en eenvoudige bewerking leveren veel voordelen op bij het produceren van het frame. Het plaatwerk wordt gestraald en wordt vervolgens in elkaar gelast. De

benodigde machinebuis is ook standaard leverbaar in staal. Wanneer het frame is gelast wordt deze van een zinklaag voorzien, middel onderdompeling en vervolgens wordt een coating aangebracht, hierdoor wordt het frame corrosiebestendig gemaakt. Gekozen is voor een poedercoating, deze is goed dekkend, slijt, slag en stoot-vast en daardoor beter bestand tegen beschadigingen dan natlak. Visueel is een poedercoating ook mooier dan een laklaag en kunnen ook alle gewenste kleuren worden toegepast. Wanneer er naar verloop van tijd toch een beschadiging optreed in de coating, beschermt de zelfherstellende zinklaag het frame tegen optredende corrosie.

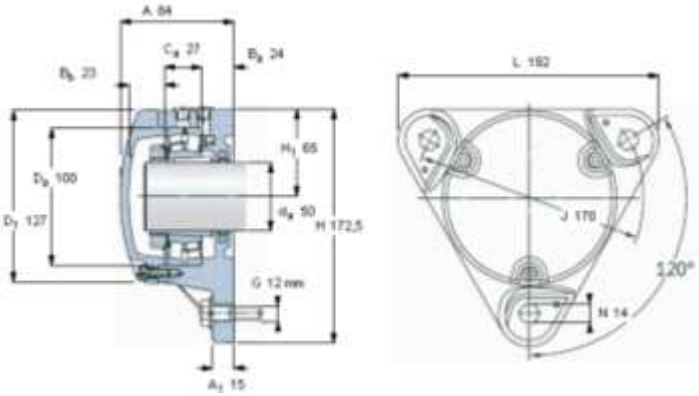
Positie draaipunt
Het draaipunt komt onderin het frame, wanneer de reiniger draait zal het complete frame mee draaien. Op deze manier kan de aandrijving, voor de rotatie van de mast binnen in de vrije ruimte van de buis gemonteerd worden. De aandrijving voor de hoekverstelling van de mast moet zich altijd boven het draaipunt bevinden (zie figuur 2.1). Anders ontstaat er een conflict tussen de op en neer gaande beweging en de rotatie beweging van de mast

Rotatie mechanisme
Voor de rotatie van het frame is een draaikranslager gekozen, dit is ideaal doordat lagering en aandrijf mogelijkheid in één onderdeel zijn verwerkt. Een draaikranslager neemt een grote belasting op en is eenvoudig te bevestigen in de ronde buis. het draaikranslager wordt aan de buitenzijde aan de buis bevestigd. Aan de binnenzijde zitten de tanden die aangedreven kunnen worden.

Het poedercoaten van het draaikranslager is niet mogelijk, om toch een corrosie bestendige laag aan te brengen is er gekozen voor een verzinkte uitvoering. Dit is een standaard optie, na aanvraag van beide lagers bleek het verzinkte lager 30% duurder dan een staal lager. Toch is gekozen voor dit lager, door de zinklaag is het lager corrosie bestendig en zal bij een eventuele kleine beschadiging de zinklaag zichzelf weer herstellen. Ook het tandwiel welke doormiddel van de elektromotor de draaikrans aandrijft wordt uit staal (C45) gemaakt en vervolgens verzinkt, dit om de zelfde redenen als bij het draaikranslager.

Scharnierpunt voor de mast
Aan de bovenzijde van het frame komt het scharnierpunt voor de mast. Om de mast te laten scharnieren zijn twee lagerpunten benodigd welke de as aan beide zijden ondersteunen. Gekeken is naar staande lagerhuizen en flens lagerhuizen (figuur 4.1). Gekozen is voor de flensuitvoering waarbij twee opstaande oren op het frame worden gelast waaraan de lagerhuizen worden bevestigd. Staande lagerhuizen moeten opgehoogd worden om de benodigde hoogte te verkrijgen, ook visueel is het mooier en strakker om flens lagerhuizen te nemen. Standaard zijn deze lagerhuizen bij diverse gespecialiseerde bedrijven te verkrijgen.
Voordelen van deze lagerhuizen zijn:

- Vocht dicht;
- Te verkrijgen in RVS of staal met een gele chromaat[2] corrosie werende laag;
- Hoge precisie;
- Eenvoudige montage.



Figuur 4.1; SKF standaard flens lagerblok

[2] Chemische bewerking waarbij een conversielaag ontstaat op het metaaloppervlak

Uit prijstechnisch en esthetisch oogpunt wordt toch gekozen om het lager in de opstaande oren te integreren (tabel 4.3). Qua functionaliteit zijn beide opties gelijk, echter vallen de benodigde flenslager huizen groot uit, steken uit aan weerszijden en passen niet bij het geheel van de machine. Het lager welke gebruikt wordt is gelijk aan het lager welke gebruikt wordt in een standaard lagerhuis (bijlage II.4.1). Als huis wordt de opstaande plaat gebruikt, afdichtingen worden aangebracht om het lager te beschermen tegen vocht.

	Functionaliteit	Prijs, in €	Visueel
SKF lagerblok	Gelijk aan geïntegreerd lager.	2x Lagerblok : € 860,- 2x Chromaat coating : € 90,- **Totaal : € 950,-**	Vallen groot uit, steken aan beide zijden uit.
Integreren lager in frame	Gelijk aan SKF lagerblok.	2x CARB lager : € 234,- Kotteren gaten : € 225,- 2x RVS opsluitring : € 110,- 2x Afstandlagerbus : € 90,- Afdichtingen : € 15,- **Totaal : € 674,-**	Mooier, geen uitstekende delen.

Tabel 4.3; Keuze tabel lagering scharnier as frame

De ring om het lager en de as op te sluiten wordt vervaardigd uit roestvast staal, dit vanwege de goed corrosie werende eigenschappen van dit materiaal.
De afstand lagerbussen worden uit messing vervaardigd, dit vanwege de hardheid en zelfsmerende eigenschappen van het materiaal. Tevens is dit materiaal corrosie bestendig.

Bevestiging frame
Voor de bevestiging van het frame op de betonnen vloer is gekozen voor een vierkante plaat, deze plaat is vierkant genomen zodat het een groot draagvlak heeft tegen het kantelen van het frame. Deze belasting ten gevolge van het optredende moment in de mast wordt doorgevoerd naar de basisplaat. In rechte positie, wanneer de mast is uitgeschoven, treed het grootste moment in de basisplaat op, hierdoor zal het frame de neiging tot kantelen hebben. Wanneer een vierkante plaat wordt gekozen kunnen meerdere bouten aan één zijde op één lijn worden bevestigd waardoor elke bout aan gelijke belasting onderhevig is. Bij een ronde plaat liggen de bouten niet op één lijn waardoor de achterste bout de grootste belasting krijgt. Verder is het prijstechnisch beter een vierkante plaat te nemen, wanneer een ronde plaat wordt gelaserd worden de kosten voor een vierkante plaat doorberekend. In de betonnen vloer komen mechanische ankers, de uitstekende draadeinden worden door de gaten in de bodemplaat gestoken en vast gezet met moeren. Op deze manier komt het frame stevig op de betonnen vloer te staan zodat het frame vast opgesteld staat.

Verbinden van de delen
De diverse onderdelen van het frame worden aan elkaar verbonden, het gekozen materiaal is mede om zijn goede las eigenschappen gekozen. Door de verschillende delen aan elkaar te lassen ontstaat er een stevig en solide frame. Ook is het goedkoper dan alle delen afzonderlijk middels een boutverbinding te bevestigen, het voordeel hiervan is dat het frame compleet uit elkaar kan. Het levert echter hogere productie kosten op. Daarom wordt waar mogelijk gelast, delen welke demontabel moeten zijn, worden middels een bout verbinding geconstrueerd.

4.3.2 Mast

Profiel
Er is gekozen voor gezette profielen welke aan elkaar gelast worden, hierdoor ontstaat een kokerprofiel. Op deze manier kunnen willekeurige maten verkregen worden en hoeft er niet gekeken te worden naar de standaard kokermaten. Ook kunnen de montage gaten van te voren in de plaat worden gelaserd, wat productie kosten scheelt. Door de tegenwoordige kant technieken van plaatstaal is dit ook goed te realiseren. Het belangrijkste punt bij deze keuze is dat een standaard koker nooit helemaal haaks is, doordat de mast uitschuifbaar dient te zijn en de delen dus in elkaar schuiven is dit zeker van belang. Na informatie ingewonnen te hebben bleek deze manier preciezer (nauwkeuriger) dan standaard kokers. Wanneer de beide gezette profielen aan elkaar worden gelast zijn de mechanische eigenschapen gelijkwaardig aan die van een kokerprofiel.

De mast wordt compleet (constructie delen) in roestvast staal 304 uitgevoerd, het benodigde materiaal is makkelijk te verkrijgen, te bewerken en het is redelijk goed lasbaar. Er is voor roestvast staal gekozen omdat 'gewoon' staal met een coating niet praktisch is. Dit omdat na het lassen van de gezette profielen (kokers) het moeilijk is deze lange 'kokers' aan de binnenzijde te stralen en te coaten. Ook bij het in en uitschuiven van de mast kan de coating beschadigen waadoor het materiaal zijn corrosie bestendigheid verliest. Er is niet voor RVS 316 gekozen, dit materiaal is wel meer corrosie bestendig maar dit is vooral tegen zoutcorrosie. Daar de krooshekreinger niet met zout water in aanraking komt heeft deze materiaal eigenschap geen voordeel voor het beoogde doel van de reiniger. Afgewogen zijn kwaliteit, lasbaarheid en prijs, waarna de keuze voor roestvast staal 304 gemaakt is. Verder is er gekeken naar aluminium, dit is een ligt materiaal met relatief lage mechanische eigenschappen, deze eigenschappen verbeteren is mogelijk maar dit heeft prijstechnisch weer nadelen. Veder zal aluminium voor de gewenste toepassing ook een nabehandeling moeten ondergaan: anodiseren.

Aantal uitschuif delen
Het aantal schuifdelen van de mast wordt in het ontwerp bepaald, dit is afhankelijk van de minimale in-stand en de maximale uitstand van de mast. Voorkeur gaat uit naar zo min mogelijk delen, bij drie delen zal elk deel een stuk in het volgende deel steken zodat er op elk punt in de mast een dubbele koker zit. Dit heeft een gunstige uitwerking op het totale traagheidsmoment van de mast waardoor de belastingen goed opgevangen kunnen worden.

Geleiding
Er is gekozen voor geleidingsblokken, lineair geleidingen zijn zeer kostbaar en moeten uiterst nauwkeurig op elkaar afgestemd worden, wat hoge productie kosten met zich meebrengt. Ook zal de mast onderhevig zijn aan doorbuiging door de belasting op de tip van de mast, deze doorzakking zal invloed hebben op de loop eigenschappen van de geleiding. Geleidingsblokken kunnen deze krachten, welke in scheefstand van de mast resulteren, beter opvangen.

Er zijn veel verschillende soorten geleidingsmaterialen daarom is een selectietabel (tabel 4.4) opgesteld wat een duidelijk beeld geeft van de eigenschappen en de voor-en nadelen van de verschillende materialen.

	Wrijvings coëfficiënt[3]	Mechanische sterkte[4] *[Mpa]*	Bijzondere voor/nadelen ten opzichte van de overige materialen welke vermeld staan in deze tabel.
POM-C	0,2 – 0,3	63	Zeer goede maatvastheid, zeer hoge slijtageweerstand
Nylon	0,4	75	Vocht opnemend, daardoor niet maatvast
Brons	0,4	140	Goede loopeigenschappen bij hoge snelheden / massa
Messing	0,4	250	Zelfsmerende eigenschappen / hoge soortelijke massa
PE	0,25	22	Goede chemische bestendigheid
PTFE	0,08	25	Lage wrijvingscoëfficiënt, chemische bestendigheid

Tabel 4.4; Eigenschappen diverse geleidingsmaterialen

Voor de geleidingsblokken is gekozen voor Polyacetaal (POM-C), dit door de goede maatvastheid, de hoge mechanische sterkte en de hoge slijtage weerstand. Door de hoge wrijvingscoëfficiënt en de massa van brons en messing zijn dit niet de ideale materialen. Verder heeft POM-C goede glij-eigenschappen, is het makkelijk te bewerken en heeft het een hoge hardheid.

Bevestiging geleiding
De POM-C geleidingsblokken worden middels een boutverbinding aan de mast bevestigd. Een lijmverbinding heeft het voordeel dat er geen gaten in de geleidingsblokken komen en bestaat ook het gevaar voor uitstekende boutkoppen niet. Nadeel van de lijm verbinding is dat de mast in een vocht omgeving werkt, wanneer het vriest en het vocht in de lijm verbinding bevriest zet het uit, deze uitzetting zorgt ervoor dat de lijm los komt. Het zekere wordt voor het onzekere genomen en ingekamerde roestvast stalen bouten worden gebruikt voor de montage.

Hydraulische olie toevoer, voor cilinder uitschuiven
Omdat aan de voorzijde van de mast een hydraulische cilinder wordt gemonteerd moeten de toevoer en de retour leiding met de mast ingeschoven worden. Er is gekozen voor een telescoopleidingsysteem bovenop, of in de mast, dit wordt tijdens het ontwerp bepaald. Een haspel met flexibele leidingen aan de achterzijde van de mast is ingewikkeld, steekt uit en is prijstechnisch niet interessant, ook is dit draaiende deel storing gevoelig en is het visueel niet mooi als er een grote haspel achter op de mast gemonteerd is.

De telescoopleidingen worden ook uitgevoerd in roestvast staal 304, doordat deze delen in elkaar schuiven zal een eventuele aangebrachte coating op stalen delen slijten of beschadigen waardoor corrosie kan optreden. Er worden roestvast stalen standaard buismaten gebruikt om de kosten te reduceren. De koppen (waarin zich de geleiding en afdichtingen bevinden) worden ook uitgevoerd in roestvast staal 304. Beide onderdelen kunnen door de gelijkwaardigheid van het materiaal gemakkelijk aan elkaar verbonden worden middels een lasverbinding.

4.3.3 Hark

Vorm
Er is gekozen voor een harkbak voorzien van een ronding met vlakke bovenkant en tanden onder een hoek (Figuur 4.2 (3)). De tanden van de hark komen in het verlengde van de harkbak, onder dezelfde hoek. In een vierkante of halfronde bak kan vuil blijven steken of achterblijven. Ook zal bij deze harkvormen de kantelhoek groter moeten zijn om de bak volkomen te legen. Het vierde model is gelijkend aan het derde, de ronding is gekozen zodat het vuil er makkelijk uit kan glijden en niet blijft

[3] www.tribologie.nl
[4] www.hamel.nl

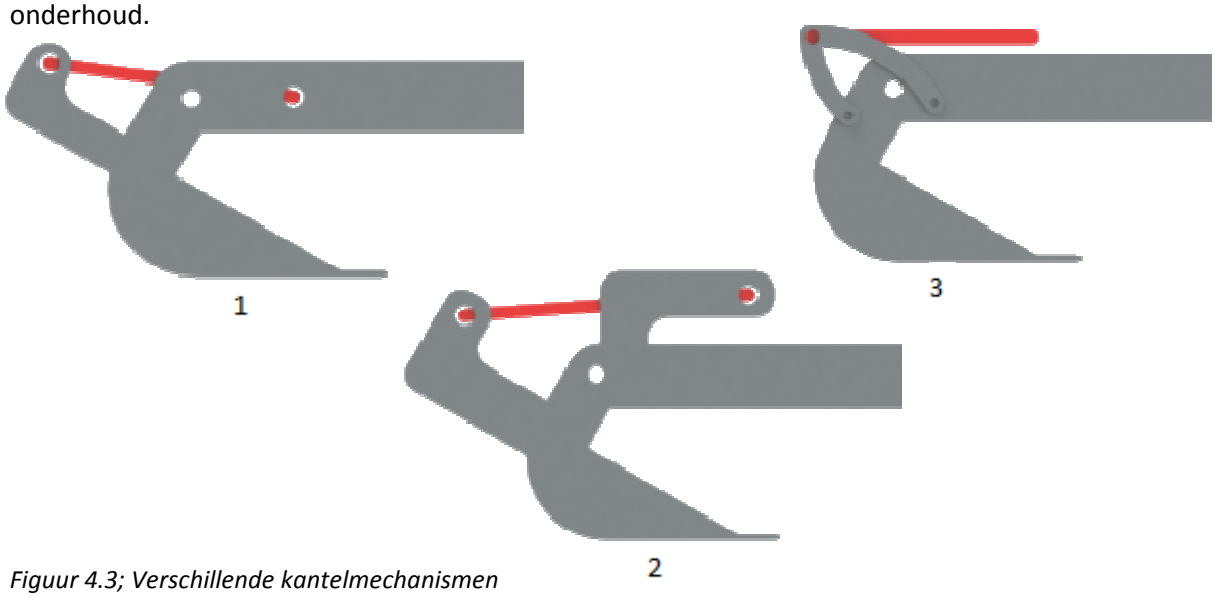
steken achter een hoek. De grote van de bak moet worden bepaald zodat per cyclus de maximale hoeveelheid vuil (250 *[Kg]*) niet wordt overschreden.

Figuur 4.2; Verschillende vormen hark

Ook de hark wordt uit roestvast staal 304 vervaardigd, dit om dezelfde redenen als bij de mast. Dit deel van de krooshekreiniger komt altijd in contact met water en de tanden van de hark 'schuren' langs het rek wat resulteert in beschadigingen van het materiaal. De geperforeerde plaat is in roestvast staal standaard te verkrijgen en hoeft dan ook niet nabewerkt te worden met een coating.

Open / dichte bak
Er is gekozen voor een openbak met dichte zijkanten en een geperforeerde plaat zodat het meegeschepte water makkelijk weg kan lopen. De zijplaten dienen ter versteviging van de bak, ook komen er verschillende ruggen om de constructie stijf te maken. Geperforeerde plaat is een stuk steviger dan gaas en ook makkelijk te verkrijgen. Het gaten patroon in de plaat is niet erg groot, zodat ook het kleinere vuil meegenomen wordt.

Mechanisme kantelen
De hark van de krooshekreiniger moet kunnen kantelen (Figuur 4.3) om het zwerfvuil te scheppen en te lossen. Het mooiste ontwerp zou zijn om de cilinder in de mast te verwerken (1) Hierbij komen er geen uitstekende delen bovenop de mast te zitten. Het derde ontwerp heeft veel draaiende delen, deze delen kunnen snel vol komen te zitten met vuil waardoor het geheel vast kan lopen. Daarom wordt voor het eerste ontwerp gekozen, mocht dit niet mogelijk zijn in verband met de inbouw maten wordt ontwerp twee gekozen. Voor het scharnier punt wordt een as met geleidingsbussen gebruikt, lagerhuizen en lagers zijn op deze manier niet nodig, dit is goedkoper en het vergt minder onderhoud.



Figuur 4.3; Verschillende kantelmechanismen

De scharnier as wordt ook uit roestvast staal geproduceerd, door de frequente bewegingen van de as, waardoor een coating snel zal slijten en in de omgeving waarin het materiaal zich bevind is dit de beste oplossing.

De scharnierbussen worden uit messing vervaardigd, dit vanwege de hardheid en goede zelfsmerende eigenschappen van het materiaal. Tevens is dit materiaal corrosie bestendig.

4.3.4 Aandrijving

Rotatie mechanisme frame
Voor het rotatie mechanisme is gekozen voor een motor + reductor met op de as van de reductor een tandwiel gemonteerd die de draaikrans aandrijft. De tanden van het motortandwiel grijpen in de draaikranslager zodat een zuivere overbrenging ontstaat. Een hydromotor was ook een optie, daar er al een aggregaat aanwezig is voor de hydraulische componenten. Een hydromotor is echter niet zo exact te positioneren als een elektromotor (na ijlen van hydrauliek olie). Dit is wel een vereiste omdat de hark anders in aanraking met de zijwanden van het gemaal komt, wanneer deze niet recht voor het rek is gepositioneerd. Wanneer een aangedreven rol toegepast zou worden, bestaat de kans dat deze gaat slippen, dit levert problemen op in de besturing (niet exact te krijgen). Er is daarom voor een elektromotor met vertragingskast (reductor) gekozen omdat deze precies te regelen is en eenvoudig is aan te sluiten. In het frame is voldoende vrije ruimte om een dergelijke motor te plaatsen, ook beschermd het afgesloten frame de aandrijving tegen vuil, vocht etc.

Hoekverstelling mast
Voor de hoekverstelling van de mast wordt een hydraulische cilinder gebruikt, deze wordt gekoppeld aan de hydrauliek-unit in de buitenopstellingskast. Er is voor deze oplossing gekozen omdat dit in deze situatie de eenvoudigste manier is om de mast te verstellen. Eindschakelaars voor de juiste posities zijn niet benodigd, de cilinder zal in twee standen werken, volledig uit of volledig in. Reinigingsstand mast wordt bereikt bij ingetrokken cilinder, horizontale positie van de mast wordt bereikt bij einde slag cilinder. Op deze manier zijn er weinig besturingselementen benodigd en de mast komt telkens op dezelfde posities uit.
Bij diverse leveranciers zijn standaard cilinders te verkrijgen, waarbij een breed scala aan afmetingen beschikbaar is. De cilinderstang wordt uitgevoerd in roestvast staal en de cilinderbuis wordt vervaardigd uit een standaard staal soort en vervolgens gepoedercoat, de redenering voor deze keuze is reeds beschreven. (Hoofdstuk: 4.3.2)

Uitschuiven mast
Voor het uitschuiven van de mast is gekozen voor een telescoopcilinder, welke ook gekoppeld wordt aan de hydrauliek-unit in de buitenopstellingskast. Er wordt dus niet gekozen voor een aandrijving met tandwielen. Deze aandrijvingen zijn storinggevoelig en hebben een grote kans op vastlopende delen. Ook schroefspindels bestaan uit diverse draaiende delen, welke ook stroef zullen gaan lopen na gelang de mast doorbuigt. Beide bovengenoemde opties hebben ook een elektrische aandrijving nodig, omdat er al een hydraulisch aggregaat aanwezig zijn deze extra elektrische aandrijvingen niet nodig. Mede ook dat een elektrische aandrijving veel ruimte inneemt ten opzichte van een in de mast verwerkte telescoopcilinder. Verder is de wens van de opdrachtgever ook om een cilinder met één toevoerleiding en één retour leiding toe te passen, dit zodat er minder leidingen benodigd zijn welke bij het inschuiven van de mast ook ingeschoven moeten worden. Deze cilinder zal compleet ontworpen moeten worden omdat dubbelwerkende telescoopcilinders met twee vaste aansluitingen niet standaard verkrijgbaar zijn.

De cilinderstangen van de framecilinder en telescoopcilinder is standaard verkrijgbaar in roestvast staal hartverchroomde as, dit zijn standaard as maten. Doordat deze assen tot het standaard pakket van diverse bedrijven horen zijn deze eenvoudig te verkrijgen en ook prijstechnisch is dit interessant.

Voor de cilinderbuizen wordt getracht ook standaard buismaten te gebruiken, de buitenbuis wordt een zo genoemde machinebuis. Deze buitenbuis wordt wanneer de cilinder gemonteerd is aan de

buitenzijde gepoedercoat voor de corrosie bestendigheid. De binnenzijde van de buis komt alleen in aanraking met de hydraulische olie, deze zijde hoeft dan ook niet behandeld te worden.

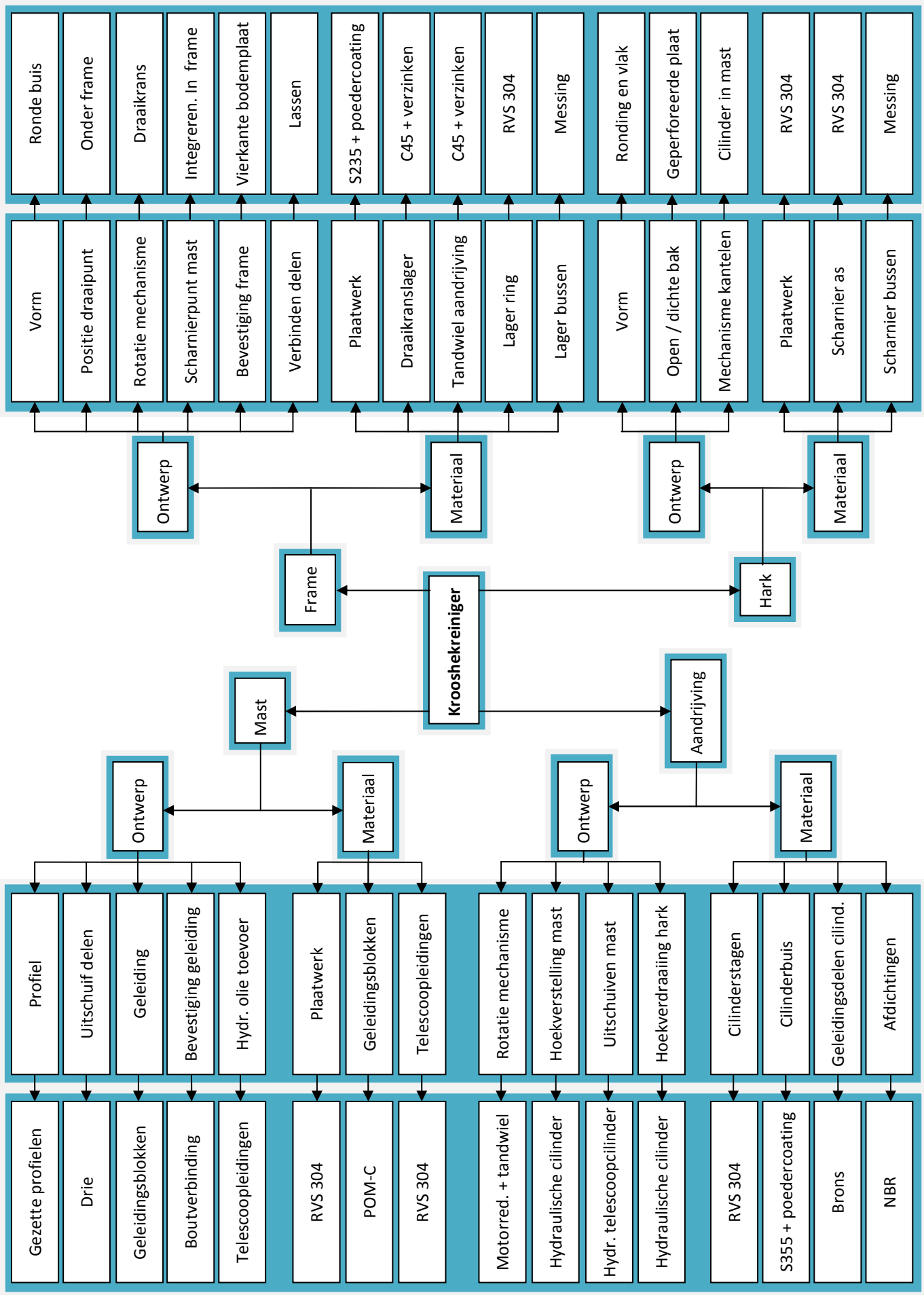
De geleidingsdelen van de cilinder worden vervaardigd uit gietbrons 12, dit materiaal is gekozen omdat het zeer goede loop en glij-eigenschappen heeft, het een zeer goede slijtvastheid heeft en het corrosie bestendig is. Een uitstekend materiaal voor deze functie.

Voor de afdichtingen is het rubber: NBR gekozen, dit is een veel toegepast rubber voor afdichtingen in de hydrauliek. Door zijn bestendigheid tegen water en olie en de bedrijfstemperaturen waarin het materiaal afdicht heeft dit rubber de voorkeur. Ook in de koude wintermaanden blijft dit materiaal functioneren tot een temperatuur van -30°C.

Hoekverstelling hark
De hoekverstelling van de hark gebeurd ook middels een hydraulische cilinder, welke ook weer gekoppeld wordt aan de hydrauliek-unit. De keuze voor een hydraulische cilinder is eenvoudig, daar er al een hydrauliek unit aanwezig is de cilinder hieraan te koppelen. Een elektrische aandrijving kan simpelweg niet daar de hark regelmatig onder water gaat. Wel moet bij de keuze voor de cilinder rekening worden gehouden met de corrosie bestendigheid.

De cilinder die voor de kanteling van de hark wordt gebruikt wordt compleet uitgevoerd in roestvast staal. Doordat deze cilinder tijdens het reinigen compleet onder water gaat is dit de veiligste optie om corrosie bestendig te blijven. Ook deze cilinders behoren tot het standaard leveringspakket van diverse cilinder leveranciers.

De volgende pagina geeft de gekozen keuzes nogmaals weer in een flow-sheet.

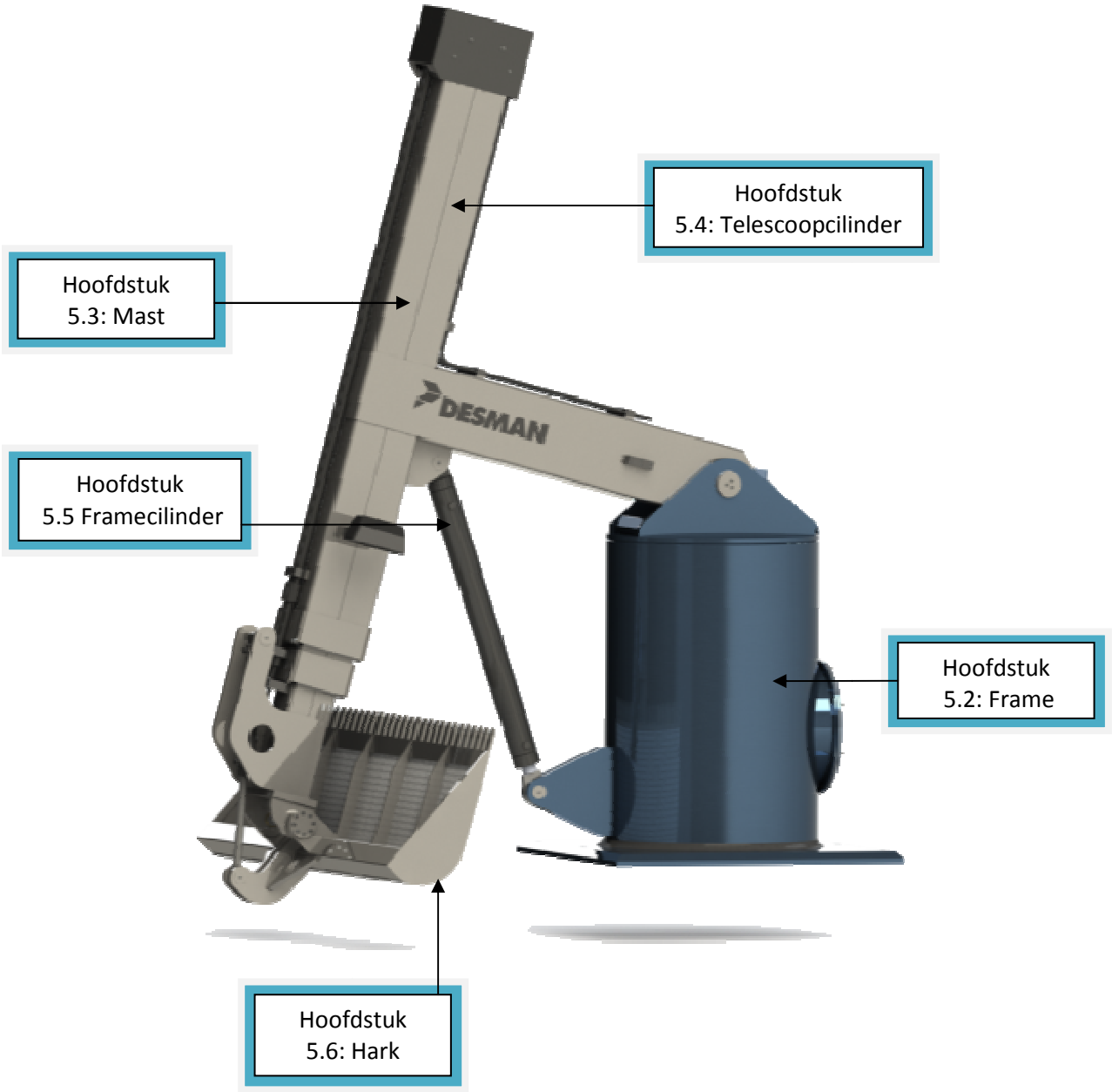

Krooshekreiniger
Frame
Mast
Hark
Aandrijving
Ontwerp
Materiaal
Ontwerp
Materiaal
Ontwerp
Materiaal
Ontwerp
Materiaal
Vorm
Positie draaipunt
Rotatie mechanisme
Scharnierpunt mast
Bevestiging frame
Verbinden delen
Plaatwerk
Draaikranslager
Tandwiel aandrijving
Lager ring
Lager bussen
Vorm
Open / dichte bak
Mechanisme kantelen
Plaatwerk
Scharnier as
Scharnier bussen
Ronde buis
Onder frame
Draaikrans
Integreren. In frame
Vierkante bodemplaat
Lassen
S235 + poedercoating
C45 + verzinken
C45 + verzinken
RVS 304
Messing
Ronding en vlak
Geperforeerde plaat
Cilinder in mast
RVS 304
RVS 304
Messing
Profiel
Uitschuif delen
Geleiding
Bevestiging geleiding
Hydr. olie toevoer
Plaatwerk
Geleidingsblokken
Telescoopleidingen
Rotatie mechanisme
Hoekverstelling mast
Uitschuiven mast
Hoekverdraaiing hark
Cilinderstagen
Cilinderbuis
Geleidingsdelen cilind.
Afdichtingen
Gezette profielen
Drie
Geleidingsblokken
Boutverbinding
Telescoopleidingen
RVS 304
POM-C
RVS 304
Motorred. + tandwiel
Hydraulische cilinder
Hydr. telescoopcilinder
Hydraulische cilinder
RVS 304
S355 + poedercoating
Brons
NBR

5 ONTWERPFASE

In eerste instantie is naar aanleiding van de gemaakte keuzes in de vormgeving een 3D model van de krooshekreiniger gemaakt. Tussen het ontwerpen en de sterkte berekeningen heeft een wisselwerking plaatsgevonden. In eerste instantie is een bepaalde constructie gekozen, aangaande deze constructies zijn sterkteberekeningen gemaakt en waar nodig is het ontwerp aangepast.

5.1 OVERZICHT

Het overzicht (figuur 5.1) geeft de indeling van dit hoofdstuk aan. In eerste instantie wordt het frame behandeld. Vervolgens de mast en de geïntegreerde telescoopcilinder. Verder wordt de framecilinder en tot slot de hark behandeld.



Figuur 5.1; Overzicht krooshekreiniger

5.2 FRAME

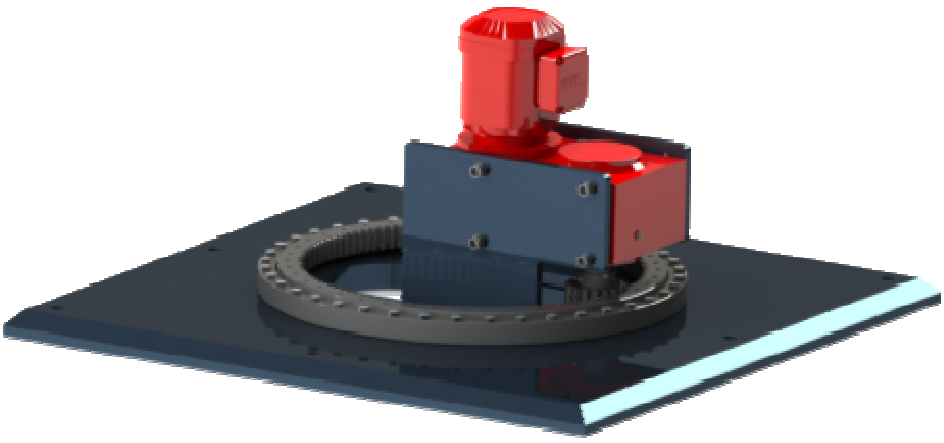
In deze paragraaf wordt het frame beschreven, in eerste instantie wordt de vormgeving van het frame behandeld waarna ook het fabricage proces uitgewerkt wordt. **Zie bijlage II.**

5.2.1 Vormgeving

De opbouw van het frame (figuur 5.2) begint bij de voetplaat, deze dikke plaat wordt op de betonnen vloer van het gemaal geplaatst. De uitstekende mechanische ankers die in de betonnen vloer zijn bevestigd steken door de aangebrachte bevestigingsgaten van de voet heen. De voetplaat wordt vervolgens met een borgring en een moer geborgd. Aan de voetplaat zijn schuine kanten aangebracht zodat scherpe kanten vermeden worden.
Verder is er in de voet een gat aangebracht om de benodigde hydraulische en elektrische leidingen naar het besturingshuis te kunnen leiden, dit is mogelijk door een geul in de betonnen vloer welke uitkomt onder het frame. In bijlage II.5 wordt de bevestiging van de bodemplaat behandeld.

Figuur 5.2; Totaal frame

Op de voetplaat is het draaikranslager (figuur 5.3, bijlage II.1) bevestigd, dit lager heeft binnenvertanding en is met de buitenring doormiddel van bouten aan de bodemplaat verbonden. De binnen vertanding wordt aangedreven door een elektromotor met bijhorende reductie kast. Er is voor dit type kast gekozen omdat dit eigenlijk de enige vorm was die qua afmetingen goed paste in het ontwerp. De motor 'hangt' tussen een constructie van twee platen welke aan de bodemplaat zijn gelast. De zijplaten zijn voorzien van sleufgaten waardoor het tandwiel, verbonden aan de uitgaande as van de reductiekast verstelbaar is. Hierdoor kan het tandwiel in de juiste positie worden gemonteerd. Het tandwiel wordt doormiddel van een spie verbonden aan de uitgaande as van de reductiekast. In bijlage II.2 wordt de gekozen motor en reductiekast bepaald.

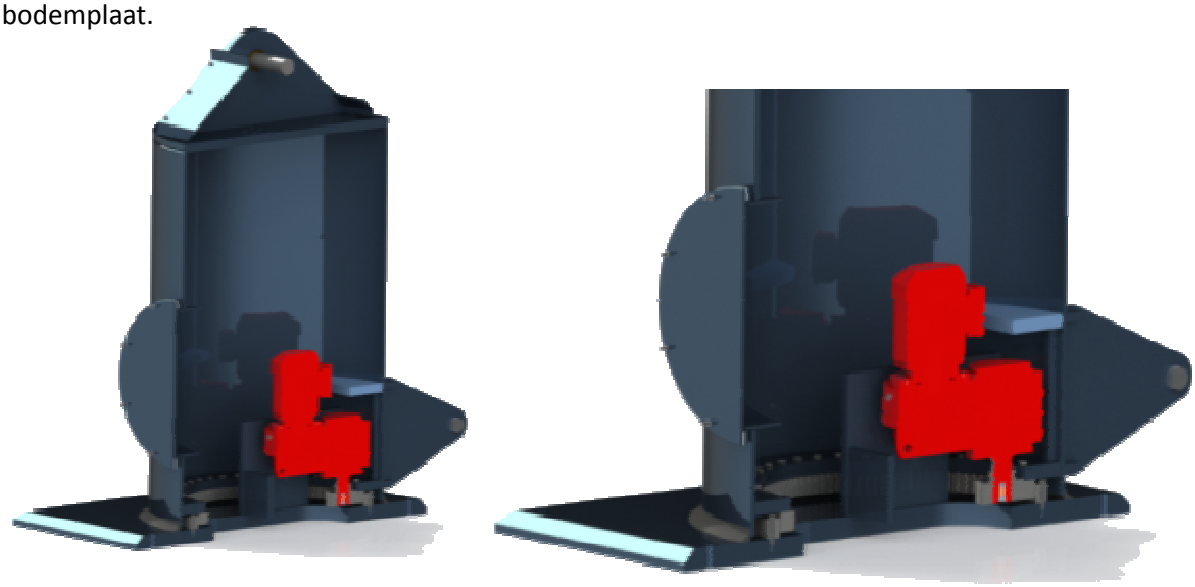


Figuur 5.3; Bodemplaat, draaikranslager en motoropstelling

Op de binnen ring van het draaikranslager is een flens bevestigd (figuur 5.4) welke met bouten aan het draaikranslager is verbonden. De grote buis van het frame wordt over deze flens geschoven en hieraan rondom vast gelast. Op deze manier wordt de rotatie van het frame gerealiseerd. Door dit

ontwerp ontstaat er geen klemmingsgevaar van draaiende delen, dit is volledig afgeschermd en wordt er ook hier voldaan aan de geldende machine richtlijnen voor de veiligheid. De gebruikte buis is een standaard gelaste machine buis en is te verkrijgen bij diverse leveranciers. Aan de onderzijde van de buis bevind zich een afdichtingsrubber, om vocht en vuil tegen te houden.

Aan de achterzijde van het frame is een 'mangat' aangebracht. In het gat wordt een standaard gewalste buis met bijhorende flens gelast, waarop doormiddel van een bout-moer verbinding een kop flens is gemonteerd om het gat af te sluiten. Tussen deze flenzen is een pakking aangebracht welke vuil en vocht afwerend werkt. Het 'mangat' dient ervoor om de bouten van het draaikranslager aan te kunnen draaien, de elektromotor en bijhorende reductor te monteren en de hydraulische en elektrische leidingen te monteren en door te geleiden naar het gat in de bodemplaat.

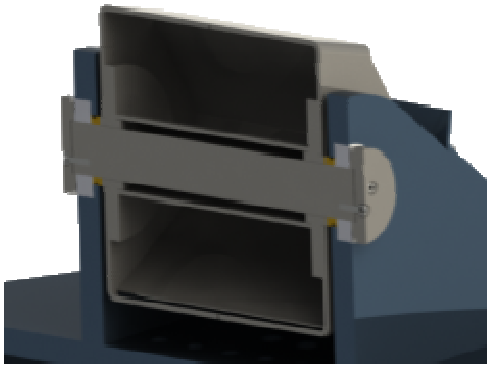


Figuur 5.4; Doorsnede frame

Aan de voorzijde van het frame zijn de oren (bijlage II.3 , II.6) voor de framecilinder aangebracht, met daarin een cilinderpen gemonteerd, op deze pen wordt de gaffel van de cilinder gemonteerd. Deze cilinder zorgt voor de op-en neergaande beweging van de mast. De cilinder as wordt opgesloten door een bout en een afsluitring aan beide zijden van de oren. Deze oren krijgen een grote belasting te verwerken wanneer de cilinder de mast omhoog drukt. Daarom moeten de oren solide aan het frame worden bevestigd. De tussenafstand van beide oren is klein om de cilinderpen niet overmatig te belasten, nadeel is echter wel dat de oren aan de binnenzijde niet gelast kunnen worden. Er is gekozen om de oren door de buis heen te steken een aan de binnenzijde van de buis rondom af te lassen. In de buis worden de benodigde uitsparingen gebrand waar het oor doorheen gestoken wordt. De onderzijde van het oor steunt op de flens welke op het draaikranslager is bevestigd. De drukbelasting aan de onderzijde van het oor wordt op deze manier doorgeleid naar de flens en het draaikranslager. Aan de bovenzijde wordt er aan het oor getrokken, ook hier is een versteviging aangebracht, een plaat die in de ronding van de buis is aangebracht. Deze plaat zorgt voor de verdeling van de belasting over een deel van de buis.

Aan de bovenzijde is het frame afgesloten met een blindflens, deze wordt rondom gelast, dit resulteert in een vormvast en afgesloten frame. In deze plaat zijn gaten aangebracht om de benodigde hydraulische leidingen welke van de mast afkomen met schotdoorvoeren naar de bodem van het frame te brengen. Er is voldoende ruimte overgehouden om deze leidingen te kunnen monteren.

Op de blindflens aan de bovenzijde zijn twee oren gelast, waar de mast tussen wordt gemonteerd. Tussen beide oren bevind zich de scharnier as (bijlage II.4) van het frame, welke verbonden is aan de mast. De as (figuur 5.5) wordt in beide oren ondersteund en gelagerd door twee lagers. Om de buitenzijde van de oren zoveel mogelijk glad te houden is er gekozen om geen lagerhuizen te gebruiken maar de lagers in het oor te verwerken. Gekozen is de as te ondersteunen middels CARB lagers, deze lagers kunnen naast een axiale belasting grote radiale belastingen opnemen en zijn geschikt voor een laag toerental. De lagers en de as worden aan de buitenzijde van de oren opgesloten door een dikke ring welke op de binnenring van het lager drukt. Aan de buitenzijde wordt deze ring door een afdichting afgedicht. Aan de binnenzijde bevind zich een afstandsring welke de mast op moet sluiten. Deze ring is ook voorzien van een afdichting, in de vorm van een o-ring, op deze manier wordt het lager aan beide zijden afgedicht.



Figuur 5.5; Scharnieras

Voor de afwerking en het visuele oogpunt zijn de oren voor zover mogelijk afgedekt met gezette platen welke met boutjes op de oren zijn bevestigd. Aan de onderzijde zijn uitsparingen aangebracht, zodat het ontstane water tussen de oren weg kan lopen.

5.2.2 Fabricage proces

De meeste onderdelen van het frame worden uit plaat materiaal gebrand/gelaserd en vervolgens gestraald. De grote buis en de buis voor het mangat zijn standaard buizen en worden ook gestraald. Op de bodemplaat wordt de ophanging van de motorreductor gelast, vervolgens wordt het draaikranslager gemonteerd evenals de motorreductor met gemonteerd tandwiel. Door de aanwezige sleufgaten in de plaat kan het tandwiel afgesteld worden ten opzichte van het draaikranslager.

Ook het hoofdframe wordt gelast, de buis wordt aan de onderflens gelast en alle overige lasverbindingen worden aangebracht. De cilinderoren aan de voorzijde van het frame worden aan de binnen en zover als mogelijk aan de buitenzijde gelast. De oren welke bovenop het frame staan worden met de juiste tussenafstand op de bovenflens gelast.
Wanneer het totale frame gelast is worden de lagerpassingen in de boven oren gekoterd, zodat de gaten exact recht tegenover elkaar komen te staan. De exacte tussenmaat tussen de binnenringen van de lagers wordt opgemeten zodat de lengte van de messing bussen bepaald kan worden.

Wanneer dit alles gebeurd is wordt de buis met alle aangelaste delen over de motorreductor heen geschoven en wordt de flens aan de onderzijde gemonteerd op het draaikranslager. Door gebruik te maken van het mangat kunnen alle bouten aangedraaid worden.

Als laatste stap worden de gezette platen aan de bovenzijde op de oren geschroefd en word het mangat afgesloten met een blindflens welke rondom is voorzien van bouten.

5.3 MAST

In deze paragraaf wordt de mast (figuur 5.6) beschreven, de mast is in drie delen opgebouwd welke stapsgewijs beschreven worden. In eerste instantie wordt de vormgeving van de mast beschreven waarna in ook het fabricage proces wordt behandeld. In bijlage III worden de sterkte berekeningen aan de mast behandeld, dit volgens de NEN 2018 norm. **Zie bijlage III.**

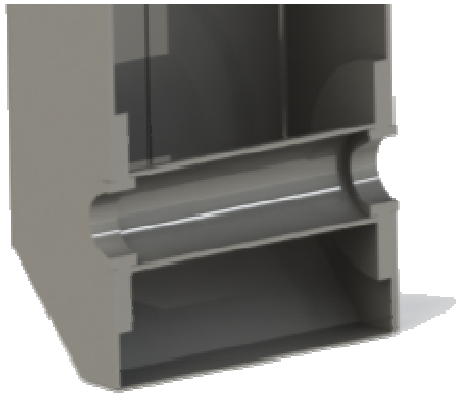
Figuur 5.6; Totale mast

5.3.1 Vormgeving

Achtergedeelte

De mast (Bijlage III.10) bestaat uit gezette u-profielen die over de gehele lengte aan elkaar worden gelast, waardoor een koker profiel ontstaat. In de onderzijde van de mast (figuur 5.7) bevindt zich het scharnierpunt (figuur 5.8) van de mast, welke aan de scharnier as van het frame wordt bevestigd. Tegen de beide binnenzijden van deze koker zijn twee schijven aangebracht met daartussen een niet dragende afstandsbus. De beide schijven dragen de belastingen van de mast over aan het frame. Gekozen is voor twee smalle schijven zodat de belasting dicht bij het ondersteunende oor van het frame optreedt en zodat het resulteert in een klein raakvlak op de scharnier as, wat onnodige frictie en wrijving voorkomt. Aan de onderzijde wordt een gezette plaat gelast die het geheel vormstijf, afwerkt en dicht maakt.

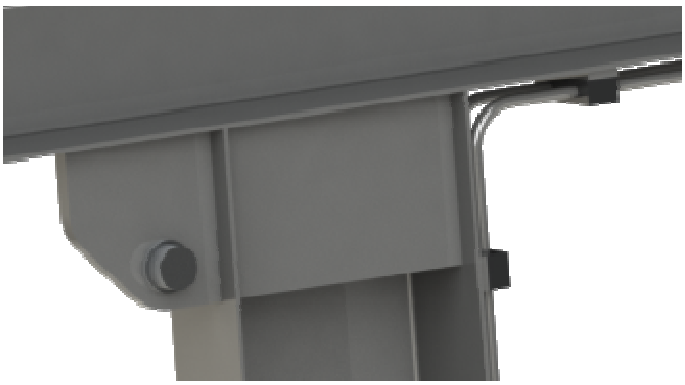
Figuur 5.7; Achtergedeelte mast



Figuur 5.8; Scharnierpunt mast

Aan de bovenzijde, tegen het horizontale deel zijn de cilinderoren (figuur 5.9) bevestigd, aan dit oor wordt de drukcilinder van de mast bevestigd. Door de hoge krachten die optreden ten gevolge van

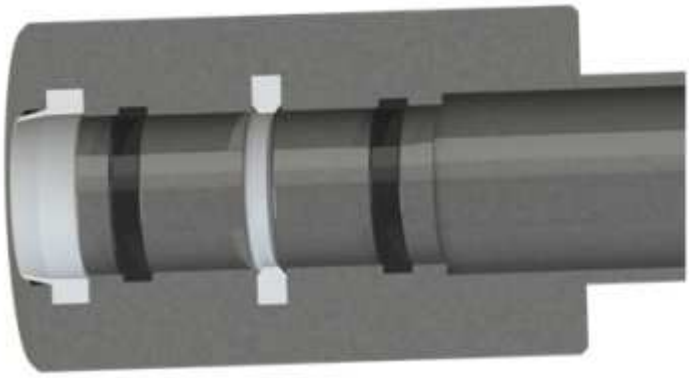
de cilinderkracht is het oor door de verticale koker heen gestoken, zodat een goede verdeling van de belasting plaats vindt. In de verticale koker zijn de benodigde gleuven gelaserd, de plaat zit tot tegen de achterzijde van de koker. De plaat wordt rondom afgelast zodat de spanningen in het materiaal ten gevolge van de las gelijk verdeeld worden. In het oor bevindt zich de pen waaraan de cilinder wordt bevestigd, door twee afsluitringen en bouten wordt de pen vast gehouden.



Figuur 5.9; Cilinderoren

Aan de achterzijde van dit deel van de mast bevind zicht de montage plaat (bijlage III.8) voor de telescoop cilinder, deze plaat wordt rondom met bouten aan de koker bevestigd. Aan deze plaat worden de oren gelast waartussen de gaffel van de telescoop cilinder wordt gemonteerd. Ook hier wordt de pen opgesloten door twee ringen en bouten. Aan deze plaat worden ook de hydrauliek leidingen van de cilinders bevestigd. Dit zijn vaste leidingen die langs de mast naar het frame lopen. Kunststof blokken welke aan de mast zijn bevestigd klemmen de leidingen vast. Aan de onderzijde van deze vaste leidingen worden flexibele hydraulische leidingen gemonteerd, deze moeten ruimte hebben wanneer de mast kantelt.

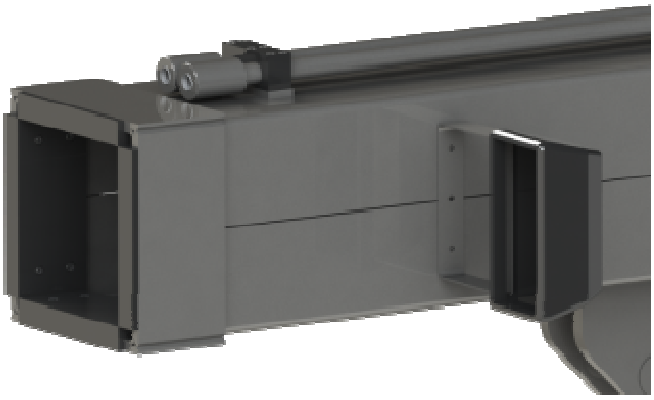
Aan de bovenzijde van de mast bevinden zich de telescoop leidingen (figuur 5.10), deze leidingen zijn nodig om de cilinder welke de kantelbeweging van de hark verwezenlijkt, van hydraulische olie te voorzien. Getracht is deze leidingen in de mast te verwerken maar hier was geen ruimte voor. De leiding bestaat uit een standaard RVS buis, aan de voorzijde is een kop gelast waarin zich de benodigde manchet bevindt zodat de hydraulische olie op druk blijft en er niet uit lekt. Aan de voorzijde zit een afstrijker om vuil tegen te houden. In de kop worden twee geleidingsringen gemonteerd, deze worden vervaardigd uit POM, dit materiaal is sterk een heeft een lage wrijvingscoëfficiënt. Op deze manier is de kop niet over de gehele lengte dragend, zodat veel wrijving en slijtage wordt voorkomen. De leidingen worden ondersteund door POM blokken. Deze blokken zijn bevestigd op een strip welke weer op de mast is gelast. De POM blokken zijn deelbaar en worden met bouten aan elkaar verbonden.



Figuur 5.10; Geleidingskop + buis

Aan de voorzijde (figuur 5.11) bevinden zich de geleidingsblokken (bijlage III.7) waarlangs het middengedeelte van de mast zal transleren. Montage platen voor deze blokken worden rondom de

koker vast gelast, aan deze platen worden de POM-blokken geschroefd. De bouten zijn dieper ingekamerd zodat bij slijtage van de POM-blokken de koppen van de bouten niet bloot komen te liggen. De geleidingsblokken zijn voorzien van een borst die de ontstane schuifkrachten opnemen en de montage bouten hierdoor ontlasten. Op deze manier blijven de geleidingsblokken zeker op hun plaats. Verder is er een lamp aan de zijkant van de mast bevestigd, dit was een wens van de opdrachtgever.



Figuur 5.11; Voorzijde en geleidingsblokken

Middengedeelte

Het middengedeelte (figuur 5.12) van de mast schuift in het achtergedeelte en bestaat dus uit een kleiner gezet profiel. Aan de achterzijde zijn geleidingsblokken gemonteerd evenals aan de voorzijde. Aan de voorzijde zijn de blokken eender uitgevoerd als bij het achtergedeelte. Aan de achterzijde zijn de geleidingsblokken (figuur 5.13) met bouten op de gezette profielen gemonteerd. Onder deze blokken bevindt zich een strip welke middels een proplas verbinding op de koker wordt bevestigd. In de POM blokken is een kamer gefreesd welke over de RVS strip heen valt, op deze manier worden de bouten ontlast en blijft het geleidingsblok op zijn plaats.

Figuur 5.12; Middengedeelte mast

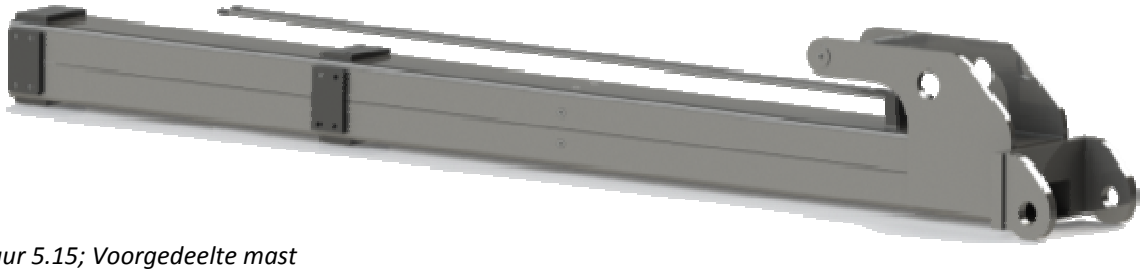
Figuur 5.13; Montage geleidingsblokken

Verder schuift de telescoopleiding aan de bovenzijde in de geleidingsbus van het achtergedeelte. Aan de achterkant van de leiding zitten Acrylnitrilbutadiëenrubber (NBR) geleidingsbussen bevestigd die de leiding aan de achterzijde geleiden (figuur 5.14). In de leiding is een ondiepe kamer gedraaid, door de elastische eigenschap van dit rubber kan deze over de buis in deze kamer worden getrokken. Op deze manier zit het rubber opgesloten.

Figuur 5.14; Geleiding telescoopleidingen

Voorgedeelte

Het voorgedeelte (figuur 5.15) schuift in het middengedeelte van de mast. Ook dit deel is voorzien van POM geleidingsblokken, welke ook over de gelaste strippen vallen. De geleidingsblokken in het midden komen wanneer de mast uit gaat tegen de voorste blokken van het middengedeelte, hierdoor wordt het middengedeelte meegenomen en uitgeschoven. Wanneer de mast weer ingeschoven wordt, schuift het voorste blok van de telescoopleidingen het middengedeelte weer terug.

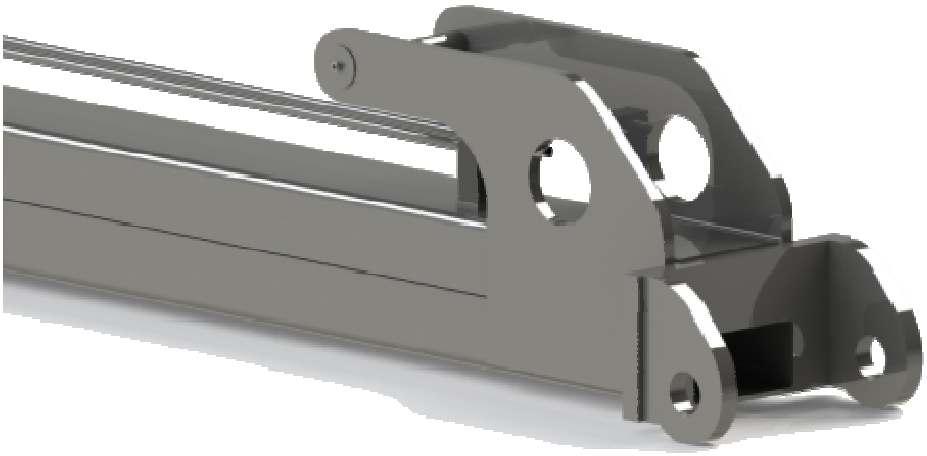


Figuur 5.15; Voorgedeelte mast

Halverwege het voorgedeelte is een plaat ingebracht (Figuur 5.16) welke rondom met verzonken bouten in de koker is bevestigd. De cilinderstang van de telescoopcilinder wordt door het gat in de plaat heen gestoken en met een moer aan de achterzijde bevestigd. Er is een platte kant in het gat en op de cilinderstang aangebracht zodat deze niet verdraaid wanneer de moer aangedraaid wordt.

Figuur 5.16; Bevestigingsplaat telescoopcilinder

Aan de voorzijde (figuur 5.17) bevind zich de bevestiging voor de hark, getracht is de cilinder in de koker te plaatsen, maar hiervoor was onvoldoende ruimte. Aan beide zijden van de koker zijn er platen aangelast, om de spanningen gelijkmatig te verdelen worden de oren symmetrisch gelast. Aan deze oren wordt de kantelcilinder voor de hark bevestigd. De gaten in de oren zijn om gewicht te besparen. De cilinderpen waaraan de gaffel van de cilinder wordt bevestigd, loopt van het ene tot het ander oor en wordt geborgd door twee ringen en bouten. Afstandsbussen fixeren de cilinder in het midden van de pen.



Figuur 5.17; Voorzijde voorgedeelte

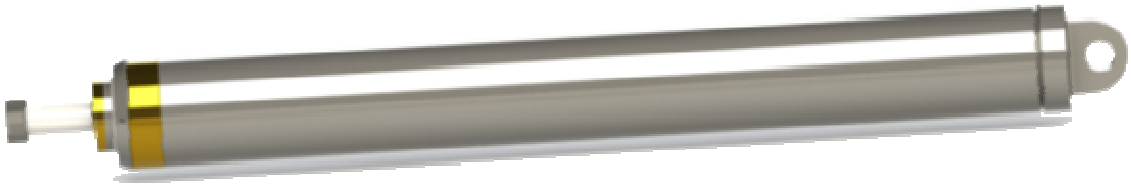
De telescoopleidingen eindigen onder de kantelcilinder, met behulp van flexibele hydraulische slangen wordt de cilinder aangesloten op de telescoopleiding. De oren welke aan de voorkant uitsteken, vormen het scharnier van de hark. Deze worden middels een plaat via een lasverbinding aan de koker verbonden. In deze bevestigingsplaat zit een gat, zodat het water wat in de koker zal lopen ook weer makkelijk weg kan lopen wanneer de mast boven het waterniveau komt.

5.3.2 Fabricage proces

In eerste instantie worden de benodigde draaidelen vervaardigd, dit zijn onder andere de scharnierschijven en de telescoopleiding bussen. Vervolgens wordt het RVS frame gelast en de gezette profielen worden middels automatisch lassen aan elkaar verbonden. De profielen zijn alle symmetrisch uitgevoerd zodat de optredende spanningen door het lassen gelijkmatig worden verdeeld over het materiaal. Bij de verticale koker worden eerst de beide oren voor de bevestiging van de framecilinder gelast. Waarna de beide lossen delen aan het achtergedeelte van de mast worden gelast, hierna worden de gezette profielen over de gehele lengte aan elkaar gelast. Hierdoor ontstaat een solide verbinding tussen de verticale koker en de totale mast. De benodigde montagegaten worden in de mast aangebracht. Het voorste deel wordt nabewerkt, de gaten voor de ophanging van de hark worden op maat gekotterd, ook wordt de tussenafstand tussen de oren op maat gebracht. Alle onderdelen die via een boutverbinding op de mast zijn bevestigd kunnen aangebracht worden, de verschillende geleidingsblokken worden gemonteerd en de verschillende kokerdelen worden in elkaar geschoven. De mast zelf is nu volledig geassembleerd, de telescoopleidingen aan de bovenzijde worden gemonteerd op de daarvoor bestemde steunen. De geleidingskoppen worden op de buizen gelast, waarna de koppen inwendig op maat worden gedraaid.
De benodigde afdichtingen en geleidingsringen worden gemonteerd en het geheel wordt in elkaar geschoven. Uiteindelijk wordt de telescoopcilinder (Hoofdstuk 5.4) gemonteerd in de mast waarna de kap aan de achterzijde bevestigd kan worden.

5.4 TELESCOOPCILINDER

De telescoopcilinder (figuur 5.18, bijlage III.11) is nodig om de uitgaande translerende beweging van de mast te realiseren. Er is een dubbelwerkende telescoop cilinder ontworpen welke twee vaste aansluitingen heeft. Een dergelijke cilinder behoort niet tot het leveringspakket van de cilinderleveranciers. Twee vaste aansluitingen was het uitgangspunt bij het ontwerp van de telescoopcilinder, hierdoor kunnen de aanvoer en de retourleiding vast worden gemonteerd en is hiervoor geen verstelling benodigd. Een standaard dubbelwerkende telescoopcilinder heeft één vaste aansluiting en één translerende aansluiting.

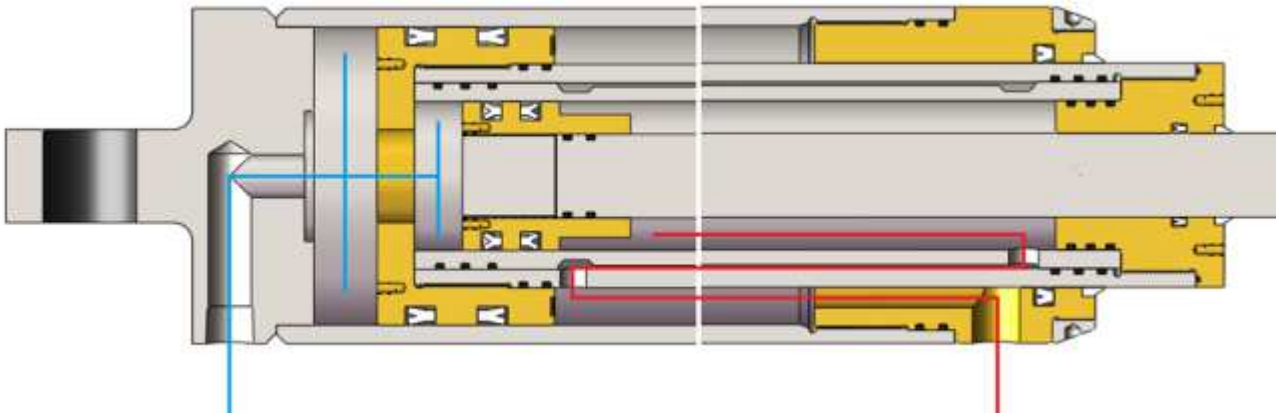


Figuur 5.18; Dubbelwerkende telescoopcilinder

5.4.1 Werking

Aan de bodemzijde van de telescoopcilinder (figuur 5.19) bevindt zich de toevoer aansluiting van de cilinder. De hydraulische olie (blauwe lijn) wordt onder druk de cilinder in gepompt. De cilinder bestaat uit twee trappen die na elkaar uit gaan. In eerste instantie zal de grote zuiger uitgaan, daar deze een groter oppervlak heeft. Vervolgens zal de kleine zuiger uitgaan. Aan het eind van de slag komen de zuigers tegen de koppen aan, dit is de uiterste stand van de cilinder. De olie welke zich aan de onderzijde van de zuiger bevind zal via de retour aansluiting (rode lijn) terug lopen.

Het aansluitgat van de retourleiding bevind zich aan de onderzijde, in de grote kop van de cilinder. Wanneer op de retouraansluiting (rode lijn) druk wordt gezet zal de olie de lijn volgen. In eerste instantie zal de grote zuiger terug worden geduwd, vervolgens zal de olie de kleine zuiger terug duwen. Aan het eind komen de zuigers weer tegen de bodem aan, dit is de ingeschoven stand van de cilinder.



Figuur 5.19; Werking telescoopcilinder

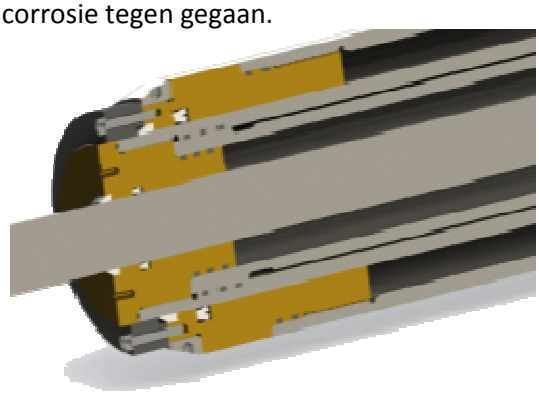
5.4.2 Vormgeving

Op de bodem van de telescoopcilinder (figuur 5.19) zit een gaffel gelast die nodig is om de cilinder scharnierend in de mast te bevestigen. In de bodem is ook het aansluitgat aangebracht om de cilinder uit te sturen, aan de zijkant is voldoende ruimte, tussen de koker en de telescoopcilinder om de leiding te monteren. De bodem is op de buitenbuis van de cilinder gelast, dit is een standaard machinebuis die wanneer de cilinder is gemonteerd aan de buitenzijde gepoedercoat wordt. De zuigers en koppen zijn vervaardigd uit gietbrons 12, omdat dit materiaal zeer goede loop-en glij-eigenschappen heeft, een goede slijtvastheid heeft en derhalve corrosie bestendig is. De zuigers worden afgedicht met hoge druk manchetten, doordat de zuigers worden afgedicht kan drukopbouw boven de zuiger plaatsvinden. Manchetten worden gebruikt als dynamische afdichting, daar de zuiger heen en weer beweegt zijn deze van toepassing.

Wanneer de cilinder in uiterste stand staat zal de binnenste zuiger tegen de kop aangedrukt worden en is de retour aansluiting afgesloten. Wanneer de cilinder weer teruggestuurd wordt, zal er een druk oppervlak nodig zijn op de zuiger, om dit te realiseren. Vandaar dat de zuiger aan de voorzijde is verjongt zodat de olie tegen de zuiger kan worden gedrukt en benodigde oppervlakte zorg draagt voor het verplaatsen van de zuiger.

De kleine zuiger wordt ook afgedicht met manchetten, de cilinderstang is met schroefdraad in de zuiger bevestigd en wordt afgedicht met een tweetal O-ringen. O-ringen dienen als statische afdichting. Aan de onderzijde is de zuiger afgedraaid, dit om eendere reden als bij de grote zuiger, dat als wanneer de cilinder in uiterste stand staat zal de retour aansluiting zal worden afgesloten. Dit oppervak is het kleinste oppervlak van de cilinder en is dus maatgevend voor de maximale kracht welke de cilinder kan leveren. Op de kopse kanten van de zuigers en koppen zijn draadgaten aangebracht zodat deze onderdelen eenvoudig gemonteerd kunnen worden.
De beide cilinderkoppen worden met schroefdraad bevestigd en aan de buitenzijde afgedicht met statische O-ring afdichtingen en aan de binnenzijde met dynamische manchet afdichtingen. Aan de voorzijde bevinden zich afstrijkers om binnendringend vuil tegen te houden.

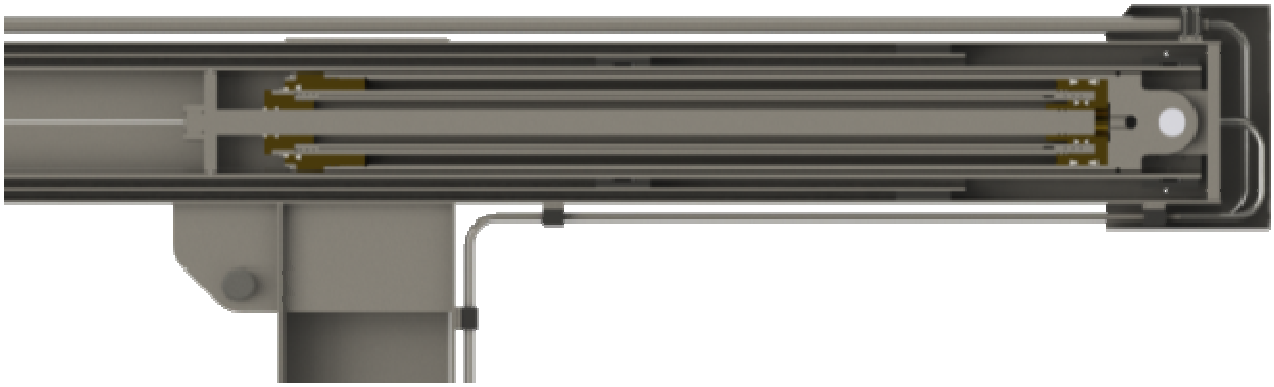
De binnenste buis is een standaard precisie buis, deze buis is in de lengte richting verjongt zodat er een kanaal tussen beide buizen ontstaat. De buis welke hieromheen zit is een standaard hartverchroomde buis, beide buizen zijn door diverse leveranciers te leveren. Bij het ontwerp is rekening gehouden met de standaard te verkrijgen buismaten. Door de precisie tolerantie van de buizen, zullen deze in elkaar kunnen schuiven. Doormiddel van statische O-ring afdichtingen worden de buizen afgedicht. De binnenste buis is totaal opgesloten, een corrosie beschermde laag is daarom niet nodig. De buitenste hardverchroomde buis steekt wanneer de cilinder in rust is (figuur 5.20) wel een gedeelte uit. Na montage van de cilinder wordt een viltring op de voorzijde van deze buis gemonteerd, deze viltring is verzadigd met vet waardoor de buis gesmeerd blijft, hierdoor wordt corrosie tegen gegaan.



Figuur 2.20; Viltring voorzijde cilinder

De grote kop is voorzien van een RVS ring, deze ring is voorzien van een geleidelijke afschuining. Wanneer de mast ingetrokken wordt zal de binnenste koker (figuur 5.21) net over de cilinder heen schuiven, door een schuine kant aan te brengen ontstaat een zoekrand waardoor de koker niet vast zal lopen op de cilinder. Rondom zijn in deze ring gaten aangebracht om het monteren te vergemakkelijken.

De stang van de cilinder is van RVS, wanneer de cilinder in rust is steek het overgrote deel van de stang in de cilinder, hier zal geen corrosie optreden. Echter de voorkant van de stang wordt wel blootgesteld aan de omgeving, daarom is voor een volledige standaard hardverchroomde RVS stang gekozen.



Figuur 5.21; Montage telescoop cilinder

Aan de achterzijde (figuur 5.21) wordt de cilinder middels een pen gemonteerd tussen de gaffels welke op de montageplaat zijn gelast. Aan de voorzijde wordt de stang door een plaat heen gestoken die rondom aan de koker is vast geschroefd. Aan de voorzijde van de stang is schroefdraad gesneden waarop een moer wordt gedraaid om deze te borgen. Om verdraaiing van de cilinderstang tegen te gaan tijdens montage en wanneer de machine in werking is, zijn er op de stang en in het gat van de plaat platte kanten aangebracht welke verdraaiing van de stang tegengaan.

5.4.3 Fabricage proces

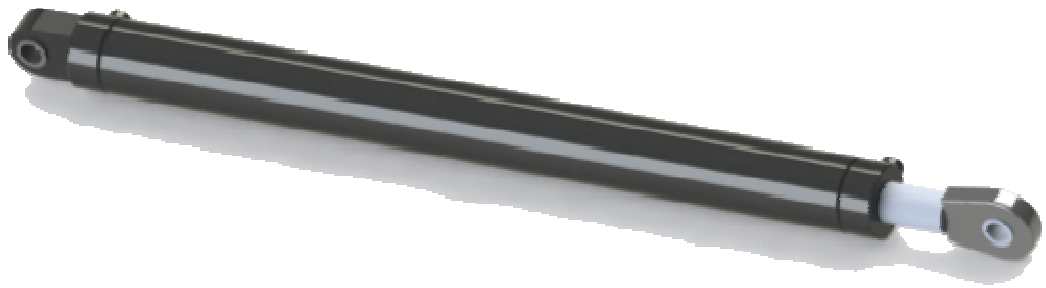
De te bewerken onderdelen worden in eerste instantie bewerkt. Het gaat hierbij om de zuigers, koppen en bodem etc. van de cilinder. Bij alle onderdelen worden de benodigde bewerkingen uitgevoerd. De binnenste buizen worden na het monteren van de benodigde O-ringen in elkaar geschoven, door de exacte toleranties op de standaard buizen mag dit geen problemen opleveren. Deze buizen moeten wel zeer geleidelijk en precies in elkaar worden geschoven om vreten van de buizen te voorkomen. De stang en de zuiger worden met de benodigde afdichtingen op elkaar gemonteerd en in de buis gestoken, waarna de kop op de cilinder wordt geschroefd. Vervolgens wordt de grote zuiger op het geheel gemonteerd. Het midden gedeelte van de cilinder is nu geassembleerd.

Op de buitenbuis wordt de bodem met de bijhorende gaffel gelast, na het lassen wordt de machinebuis aan de binnenzijde op maat gedraaid. Het totale middengedeelte wordt in de buitenbuis geschoven, en de kop aan de voorzijde wordt met de benodigde afdichtingen aangebracht. Vervolgens wordt de RVS beschermring op de kop geschroefd. Wanneer de cilinder in zijn totaal is gemonteerd wordt de machinebuis aan de buitenzijde gepoedercoat.

Als laatste wordt de viltring op de kop geschroefd en kan de cilinder worden gemonteerd in de mast.

5.5 FRAMECILINDER

De framecilinder (figuur 5.22) is bevestigd aan het frame en aan de mast. Deze cilinder zorgt voor de op en neerwaartse zwenkbeweging van de mast. Bijlage III.9 geeft de sterkteberekening en de keuze voor de afmetingen van de cilinder weer. Het betreft een standaard cilinder uitgevoerd met een RVS stang. De slag van de cilinder bedraagt 1.300 *[mm].* Gezien de functie van de cilinder kan volstaan worden met een enkelwerkende cilinder. Wanneer de mast de opwaartse beweging maakt, zal de cilinder bekrachtigd worden. Er is echter toch voor een dubbelwerkende cilinder gekozen. Door de cilinder dubbelwerkend uit te voeren zal zich bij de ingaande slag ook olie aan de onderzijde van de cilinder bevinden. Deze olie beschermd de binnenkant van de cilinder tegen het eventuele vocht dat zich op de cilinderstang bevindt wanneer deze ingetrokken wordt. Prijstechnisch zit er geen groot verschil tussen een enkelwerkende en dubbelwerkende cilinder, daar de cilinder in de buitenlucht is opgesteld is dit een steekhoudende keuze.

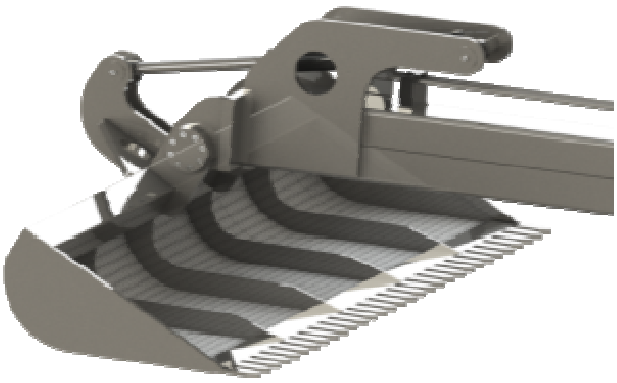


Figuur 5.22; Frame cilinder

De stang van de cilinder wordt in RVS 431 verchroomd uitgevoerd, dit is een standaardoptie bij de bestelling van een hydraulische cilinder. Aan de bodemzijde is de cilinder voorzien van een dwars oog, dit oog is geïntegreerd op de bodem en wordt op de cilinder gelast.
Op de stang wordt een gelenkoog gelast, afwijkend aan het oog aan de bodemzijde. In dit oog zit een glijlagering die een eventuele kleine schuinstelling op kan vangen. Verder is er een smeernippel aangebracht zodat de glijlagering gesmeerd kan worden.

5.6 HARK

In deze paragraaf wordt de hark (figuur 5.23) beschreven. De hark is aan de mast bevestigd en zal het krooshek reinigen. De tanden van de hark steken door de spijlen van het krooshek. **Zie bijlage IV.**

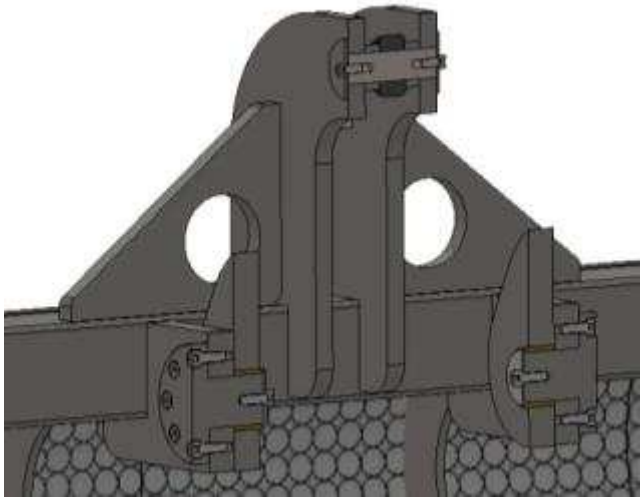


Figuur 5.23; Totaal hark

5.6.1 Vormgeving

De hark wordt totaal uit RVS vervaardigd. De middelste koker zorgt voor de stijfheid van de hark. Aan weerszijden van de hark bevinden zich blindplaten om de bak af te dichten. Verschillende ruggen zijn aangebracht om een vormstijf geheel te verwezenlijken. De ruggen zijn laag gehouden zodat het niet ten koste gaat van het volume van de bak. Een geperforeerde plaat is om de ruggen en blindplaten heen gebogen en wordt op diverse plekken middels lasverbindingen aan het totaal verbonden. Het water wat mee wordt geschept kan via de geperforeerde plaat uit de hark stromen. Aan de voorzijde is een strip bevestigd, waar allemaal punten uitgelaserd zijn, deze punten grijpen in het krooshek waardoor deze gereinigd kan worden. De strip zit op diverse plaatsen aan het geheel gelast.

De totale hark wordt gemonteerd aan de mast, de oren welke op de mast zijn gelast, dienen als scharnierpunt voor de hark (figuur 5.24). De hark is ook voorzien van oren die doormiddel van een astap scharnieren in de oren van de mast.

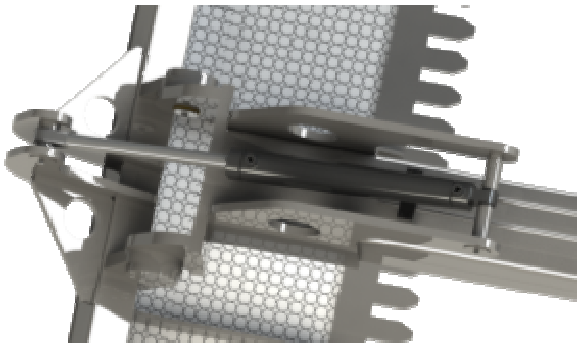


Figuur 5.24; doorsnede montage hark

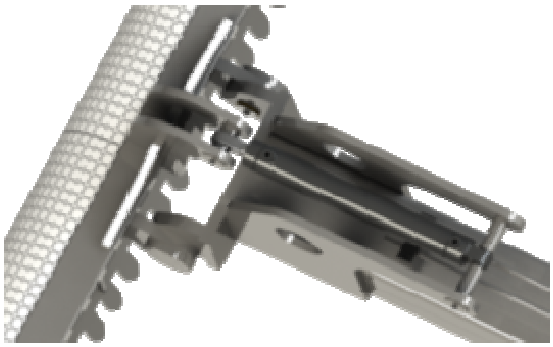
Op het oor van de hark wordt een astap met bouten bevestigd. De as steekt door het oor van de mast heen en wordt aan de binnenzijde geborgd door een sluitring en een bout. Een messing bus welke als lagering dient, is aangebracht in het oor van de mast. Door de as niet helemaal door te steken wordt geld en gewicht bespaard.

De oren welke bovenop de koker van de hark staan dienen, voor de montage van de cilinderstang. De oren zijn hoog uitgevoerd zodat de cilinder de benodigde slag kan maken waarbij deze niet in aanraking met de mast komt. In de opstaande oren zijn uitsparingen aangebracht die om de koker heen vallen, dit om een stijf geheel te krijgen waarbij de krachten over de koker verdeeld worden. Aan beide zijden van deze oren zijn verstevigingsoren aangebracht om een vormvast geheel te verkrijgen en vervorming tegen te gaan. Waar mogelijk, is gewicht bespaard door het aanbrengen van gewichtbesparende gaten.

Kantel cilinder
Getracht is de kantelcilinder (figuur 5.25) in de koker te verwerken, zodat de mast aan de bovenzijde 'glad' zou blijven, dit was echter niet mogelijk. De gaffel aan de stangzijde wordt met een as tussen de oren van de hark bevestigd, met twee ringen en bouten wordt deze opgesloten. Afstandsbussen zorgen ervoor dat de cilinder in het midden gepositioneerd blijft. Aan de bodemzijde van de cilinder is de gaffel hetzelfde bevestigd. Aan een lange as welke tussen de oren is gemonteerd wordt de gaffel van de cilinder bevestigd. De standaardcilinder is totaal vervaardigd uit RVS. De gaffels van de cilinder worden vervaardigd uit CuSn12, dit bleek goedkoper en functioneler dan RVS.



Cilinder uit



Cilinder in

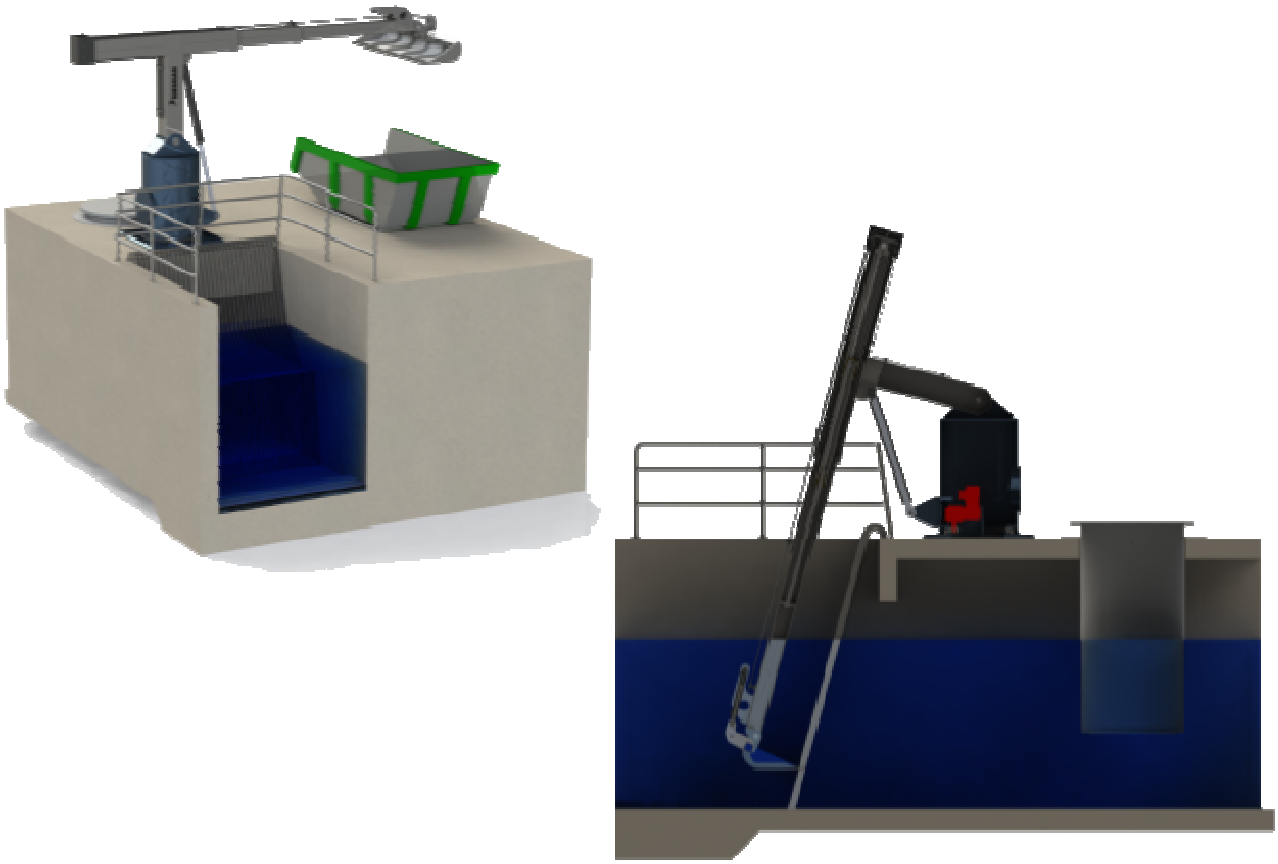
Figuur 5.25; Kantelcilinder hark

5.6.2 Fabricage proces

De complete hark is vervaardigd uit RVS 304, de verschillende plaatdelen en de 'hark' aan de voorzijde worden gestraald om de walshuid te verwijderen. Vervolgens worden platen middels plasmasnijden of lasersnijden in de gewenste vorm gesneden. De complete hark wordt in elkaar gelast, de geperforeerde plaat wordt ook vast gelast. Wanneer de hark is afgelast worden de gaten in de oren waarin de hark scharniert op maat gekoterd. Ook de afstand tussen de oren wordt op maat gebracht, zodat speling in het scharnier voorkomen wordt. Ook worden de gaten in de oren, waar de cilinder gaffels op worden gemonteerd, op maat gekoterd.

5.7 TOTAAL OPSTELLING

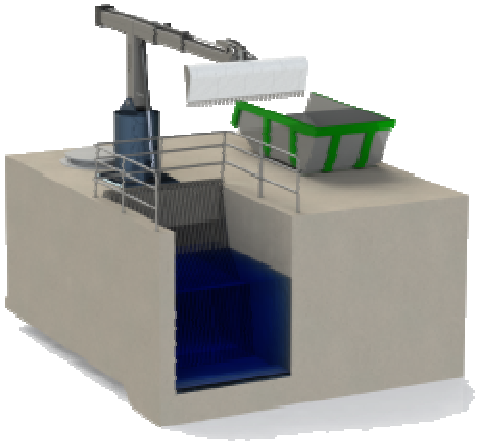
De krooshekreiniger wordt op het gemaal geplaatst (figuur 5.26), Achter de krooshekreiniger bevind zich de schacht van de pomp. Een standaard vuilcontainer wordt gebruikt om het zwerfafval, uit het water, in te deponeren. Deze wordt om de zoveel tijd geleegd. De hark komt niet helemaal tot de bodem, dit om te voorkomen dat grond wordt mee geschept. **Zie bijlage V.**



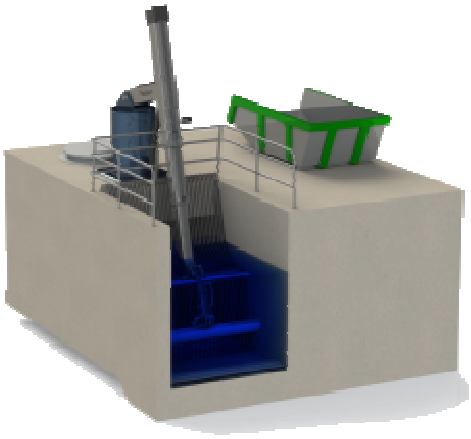
Figuur 5.26; Totaal opstelling krooshekreiniger

De verschillende stappen om het krooshek te reinigen worden afgebeeld in figuur 5.27.

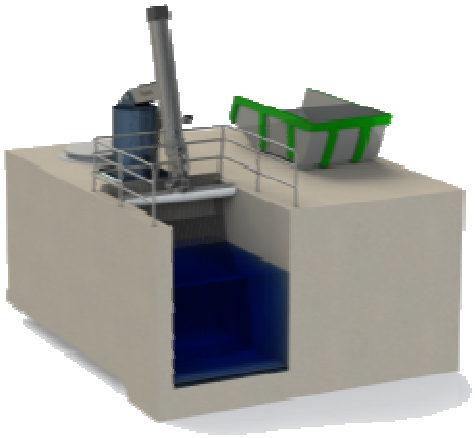
Stap 1 : Het frame staat parallel met het krooshek, de mast is volledig uitgeschoven en de hark staat in open stand.
Stap 2 : De framecilinder bevestigd aan de mast gaat in waardoor de mast kantelt en in reinigingspositie komt te staan.
Stap 3 : Door middel van de telescoopcilinder schuift de mast in en reinigt het rek.
Stap 4 : De frame cilinder gaat weer uit, en tegelijk gaat de kantel cilinder van de hark uit zodat de hark kantelt.
Stap 5 : De elektromotor in het frame drijft het draaikranslager aan waardoor de krooshekreiniger een roterende beweging maakt.
Stap 6 : De mast schuift weer uit middels de telescoopcilinder, vervolgens wordt de kantelcilinder van de hark uitgestuurd waardoor de hark kantelt en het vuil in de container stort.



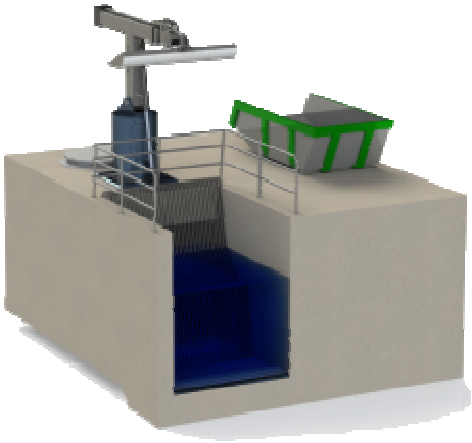
Stap 1



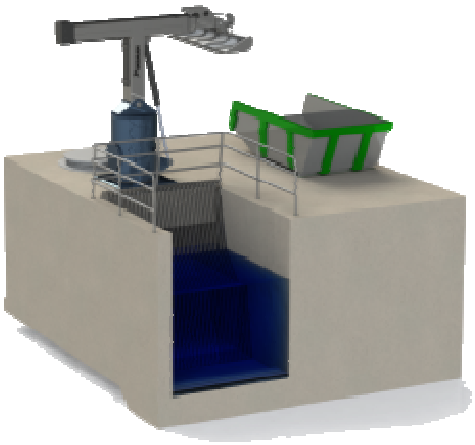
Stap 2



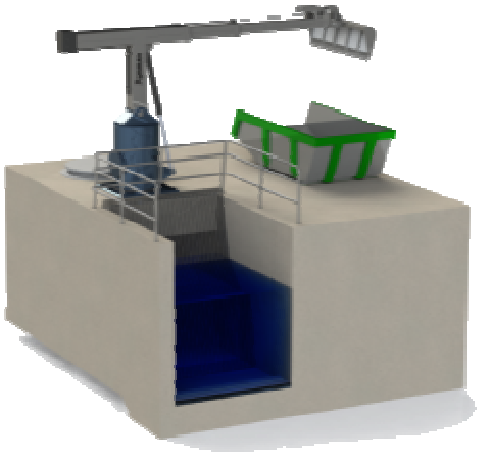
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Stap 6

Figuur 5.27; Reiniging krooshek in stappen

6 KOSTPRIJS CALCULATIE

Voor de kostprijscalculatie zijn diverse prijzen aangevraagd, voor alle koopdelen is de prijs aangevraagd, voor diverse overige delen zijn materiaal prijzen aangevraagd en zijn diverse punten uit ervaring bepaald.

De engineeringkosten worden afgeschreven op tien krooshekreinigers, er wordt vanuit gegaan dat er één per jaar wordt verkocht, uitgestreken over tien jaar.

De krooshekreiniger die ontwikkeld is door Bosker (Hoofdstuk 2.1), een grote leverancier van krooshekreinigers en tevens concurrent levert de reiniger voor € 56.000,-.

Frame

Standaard gelaste buis	: € 740,-
Overig materiaal (gebrand plaatwerk)	: € 3.440,-
Totaal constructie frame (laswerk, 16 uur*)*	: € 1.350,-
Na bewerken na het lassen (kotteren gaten)	: € 225,-
Draaikranslager verzinkt	: € 1.195,-
Motorreductor en tandwiel	: € 1.070,-
Frame cilinder	: € 997,-
Scharnieras, lagers en bussen	: € 590,-
Cilinderassen, bussen en ringen	: € 195,-
Poedercoaten	: € 330,-
Bevestigingsartikelen	: € 180,-
Montage (8 uur)	: € 360,-

Mast

Materiaal (plasma gesneden platen)	: € 6.480,-
Zetwerk	: € 750,-
Totaal constructie frame (laswerk)	: € 1.500,-
Nabewerken na het lassen	: € 265,-
Materiaal geleidingsblokken	: € 521,-
Bewerken geleidingsblokken	: € 445,-
Telescoop cilinder totaal	: € 7.750
Telescoopleidingen (totaal systeem)	: € 1.225
Bevestigingsartikelen	: € 120,-
Hydraulische leidingen en steunen	: € 850,-
Montage (40 uur)	: € 1.800,-

Hark

Materiaal (plasma gesneden platen)	: € 2.200,-
Totaal constructie (Laswerk, 12 uur)	: € 540,-
Nabewerken na het lassen (kotteren gaten)	: € 375,-
Kantelcilinder	: € 932,-
Bevestigingsartikelen	: € 50,-
Montage (16 uur)	: € 720,-

Engineering

Engineering (320 uur) / 10	: € 1.600
	_____+
KOSTPRIJS	: € 38.945,-

7 MACHINERICHTLIJN

Een CE-boek opstellen valt buiten de opdracht, wel is gekeken naar de CE-stappen: de machine groep, de begrenzing, de veiligheid en gezondheidseisen zijn behandeld. Bij al deze onderdelen is alleen naar het mechanische gedeelte en de aandrijving van de krooshekreiniger gekeken. De besturing van de krooshekreiniger valt buiten het project en wordt daarom ook niet behandeld. Door de verschillende stappen door te lopen wordt de krooshekreiniger aan de geldende normen en richtlijnen getoetst. En zal blijken dat de machine overeenstemt met de volgende algemene (geharmoniseerde) normen:

Nieuwe machinerichtlijn	: 2006/42/EG
Veiligheid van machines	: NEN-EN-ISO 12100, 14121
Norm voor hijskranen	: NEN 2018
Norm bij vermoeiing van onderdelen	: NEN 6786

Met behulp van deze gegevens kan uiteindelijk een compleet CE-boek worden opgesteld.
Zie bijlage VI.

8 CONCLUSIE/ AANBEVELING

De opdracht: een krooshekreiniger ontwerpen, die het opgehoopte zwerfafval dat tegen het krooshek ophoopt, afvoert zodat de pompinstallatie geen hinder ondervindt bij het verpompen van het water.

De benodigde stappen zijn uitgevoerd om tot een produceerbaar ontwerp te komen. Diverse mogelijkheden, voor-en nadelen zijn afgewogen om tot een goed eindresultaat te komen.

De doelstelling: een produceerbare krooshekreiniger ontwerpen volgens de eisen- en wensen van de opdrachtgever, welke realistisch, toepasbaar en marktconform moet zijn. Geconcludeerd mag worden dat de doelstelling is behaald. De krooshekreiniger is realiseerbaar doordat alle fabricage processen en het compleet assembleren van de krooshekreiniger mogelijk zijn gebleken. De gestelde eisen- en wensen van de opdrachtgever zijn in acht genomen waardoor de krooshekreiniger ook toepasbaar is. Een kostprijscalculatie is gemaakt om te kijken of de krooshekreiniger marktconform is. Het verschil tussen de kostprijs van de in dit rapport beschreven krooshekreiniger en de vraagprijs van de concurrent is voldoende zodat een goede winstmarge tot de mogelijkheden behoord.

De aanbeveling is dan ook de ontworpen krooshekreiniger in productie te nemen, tijdens de testfase van het eerste model de eventuele knelpunten aanpakken zodat deze mankementen welke tijdens het testen naar voren komen aangepast kunnen worden in het ontwerp.

9 BRONVERMELDING

Bij het ontwerp van de krooshekreinger en het onderzoek naar verschillende materialen en producten zijn diverse bronnen gebruikt. De gebruikte bronnen worden opgesplitst in internetbronnen en documenten.

9.1 INTERNETBRONNEN

www.desman.nl	: Informatie stagebedrijf
www.mfbosker.com	: Krooshekreinger concurrent
www.aszwaans.nl	: Krooshekreinger concurrent
www.jansen-venneboer.com	: Krooshekreinger concurrent
www.demetaalgids.nl	: Materiaal onderzoek
www.hhi-metaalwerken.nl	: Materiaal onderzoek
www.mijnsbergen.nl	: Draaikranslager
www.skf.com	: informatie over lagerhuizen
www.vector.nu	: Motorreductor
www.abshydro.nl	: Hydraulische cilinders
www.vanleeuwenbuizen.nl	: Diverse buizen telescoopcilinder
www.madler.du	: Tandwiel motorreductor
www.snijcon.nl	: Snij en straal bedrijf plaatstaal
www.ville.nl	: Constuctie bedrijf voor las,- zet,- knip,- wals etc. bewerkingen

9.2 DOCUMENTEN

Hibbeler, R.C. (2006). Sterkteleer.	: Sterkte berekeningen
Hibbeler, R.C. (2006). Statica.	: Sterkte berekeningen

10 BIJLAGEN

Zie document: Afstudeerscriptie – Bijlagen

I. MATERIAAL ONDERZOEK

II. STERKTEBEREKENINGEN FRAME

III. STERKTEBEREKENINGEN MAST

IV. STERKTEBEREKENINGEN HARK

V. GEGEVENS KROOSHEKREINIGER

VI. MACHINERICHTLIJN