

## Konceptframtagning av oljeskimmer med disk/borst-teknik.

*Examensarbete för högskoleingenjörsexamen inom Maskiningenjörsprogrammet*

**Gustav Larsson**

Institutionen för Material- och tillverkningsteknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sweden, 2012-06-11

Examinator: Gert Persson

Examensarbete No. 76/2012

## FÖRORD

Examensarbetet är det avslutande arbetet på Maskiningenjörsprogrammet hos Chalmers Tekniska Högskola. Inriktningen på utbildningen är konstruktion och det är inom det området rapporten utgår ifrån. Utbildningen varar i 3 år och en examen fås då 180hp godkänts.

Examensarbetet består av 15hp, vilket motsvarar 10 veckor, och sker i slutskedet av utbildningen och är ett arbete som sker utanför skolan på ett företag.

Företaget som hjälpt till med detta arbete är Foilex Engineering AB som är ett företag som sanerar olja från vatten och ligger i Göteborg. Ett särskilt tack är riktat till Anders Johansson som hjälpt till med arbetet från början till slut och bidragit med information och teori samt all nödvändig utrustning som arbetet krävt.

Under hela arbetet har även min handledare på Chalmers, Gert Persson, hjälpt till och ett stort tack är riktat till honom. Gert har sett till att arbetet gått framåt och varit ett stöd vid skrivandet av rapporten.

## **SAMMANFATTNING**

Foilex Engineering AB tillverkar överfallsskimmrar som sanerar olja från vatten.

Examensarbetet handlar om att utveckla ett nytt koncept som kan arbeta med diskar eller en borste, då marknaden idag efterfrågar dessa produkter. Sedan tidigare har de tagit fram ett koncept som använder sig av roterande diskar och detta ligger till grund för koncept framtagningen.

Den nya modellen ska kunna byta ut diskarna mot en borste utan att hela modellen ska behöva bytas ut. Examensarbetet kommer att främst att handla om hur detta ska lösa sig genom att sju olika koncept tas fram.

Då koncepten tagits fram efter varandras brister är det koncept 7 som jag anser vara bäst lämpat för ytterligare utveckling. Detta koncept består av tre kassetter som monteras ihop till ett komplement till skimmern. I dessa kassetter kan sedan diskar eller borstar monteras för att sanera olja. Vid byte mellan diskar och borste behövs endast axeln, som diskarna och borsten är monterad på, och avskrapningsverktyget bytas ut vilket minimerar antalet delar hos både kunden och säljaren.

På konceptet gjordes det en vikt-och flyttanalys för att se att konceptets flytläge blir rätt vilket visade att det nya konceptet väger mindre än det koncept från tidigare. Vikten bör vara så låg som möjligt då analysen även visade hur mycket mer flytkraft som bör läggas till.

## **SUMMARY**

Foilex Engineering AB manufactures weir skimmers which decontaminates oil from water. The thesis is about developing a new concept that can work with discs or a brush, which is what the market today wants. Previously, they have developed a concept that uses rotating discs and this is used to develop a new concept.

The new model should be able to replace the discs with a brush without replacing the entire model. The thesis will mainly focus on how to solve this problem by developing seven different concepts.

These concepts have been developed by each other's shortcomings and it is concept 7 that I think is best suited for further development. This concept consists of three cartridges that are assembled and forms a frame that is used as a complement to the skimmer. Discs or a brush can be mounted in these cartridges to clean up oil. When changing between the discs and the brush it's only the shaft and a scraper tool that needs replacing. Since the cartridge don't need to be replaced this will minimize the number of parts for the customer and the vendor.

On this concept there was made a weight and float analysis to see that the displacement would be right. It's important to see that the discs and brush reaches the contaminated water and that the skimmer won't sink. The weight is also important to keep as low as possible as the analysis also shows how much extra flotation that should be added to the flotation frame.

# Innehållsförteckning

1. INLEDNING .....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.1 Syfte .....	2
1.2 Avgränsningar .....	2
1.3 Precisering av frågeställningen.....	2
2. TEORETISK REFERENSRAM .....	3
2.1 Foilex.....	3
2.2 Konkurrenter .....	5
2.3 Pughs matris .....	7
3. METOD.....	8
4. KASSETTEN/RAMEN .....	10
4.1 Koncept 1 .....	11
4.2 Koncept 2 .....	12
4.3 Koncept 3 .....	13
4.4 Koncept 4 .....	14
4.5 Koncept 5 .....	16
4.6 Koncept 6 .....	17
4.7 Koncept 7 .....	19
4.8 Material .....	20
5. AXELKOPPLINGAR.....	21
5.1 Motorkoppling.....	21
5.2 Glidlagerhuskoppling .....	22
6. DISKARNA .....	24
7. BORSTEN.....	26
8. AVSKRAPNINGSVERKTYG .....	28
8.1 Diskavskrapningsverktyg .....	28
8.2 Borstavskrapningsverktyg.....	30
9. VIKT- OCH FLYTANALYS .....	31
9.1 Koncept 1 .....	31
9.2 Koncept 2 .....	31
10. SLUTSATS OCH DISKUSSION .....	34
10.1 Frågeställning och svar.....	34

10.2 Diskussion .....	34
REFERENSER.....	36
BILAGOR.....	

# 1. INLEDNING

Foilex Engineering AB är ett svenskt företag som startade 1991, beläget i Göteborg, och finns representerat i ett 40-tal länder. Företagets arbetsområde är utveckling och försäljning av oljesaneringsprodukter inom offshore-, inland- och industriområden. Foilex sanerar olja och förorenat vatten med hjälp av en hydraul driven patenterad Skimmer/Pump som avskiljer oljan från vattnet. Foilex produkter har använts vid flera stora oljeutsläpp, t.ex. nyligen då British Petroleums oljerigg i den Mexikanska golfen sjönk (Se fig 1.1a och 1.1b).



a



b

*Figur 1.1 a) Olja har samlats upp mha bommar för att koncentrera oljan vilket effektiviserar upptagningen. b) Foilex oljeskimmer har placerats där oljekoncentrationen är som högst och ska börja sanera.*

Foilex produkter finns bl.a. inom den svenska kustbevakningen för att snabbt kunna hantera ett olje-läckage inom Sverige men även för att kunna bistå närliggande länder vid större katastrofer.

## 1.1 Bakgrund

Större oljeutsläpp i våra hav är klassade som miljökatastrofer. Därför är det viktigt att så effektivt som möjligt begränsa spridningen av oljan, både lokalt och globalt. När olyckan har skett måste vattnet saneras från oljan vilket är svårt. Oljan har lägre densitet än vatten och lägger sig därför som skikt över vattnet.

Foilex skimmer är en s.k. överfallsskimmer har som uppgift att ligga på gränsen mellan dessa skikt och pumpa upp vätska med så hög oljekoncentration som möjligt. Detta för att hindra oljan att komma ut i naturen och göra skada.

Företaget vill idag komplettera nuvarande upptagningsmetod med ett tillbehör till sina större oljeupptagare, en s.k. disk/borst-kassett.

En CAD-modell ligger som bakgrund för exjobbet. Den utgör ett komplement till den befintliga skimmern och har som uppgift att ta upp vätska med högre andel olja än tidigare. Modellen är en diskskimmer och består av roterande diskar. På diskarna fastnar oljan som skrapas av och leds till ett uppsamlingsstråg och pumpas sedan upp till en tank.

Den nya modellen ska kunna byta ut de roterande diskarna med en borste, för att på så vis bli en borst-skimmer. Principen som borst-skimmern bygger på är likadan som hos disk-skimmern men istället för diskar används här en roterande borste som skrapas av med en kam.

## 1.1 Syfte

Syftet med exjobbet är att utifrån befintlig CAD-modell ta fram ett koncept och modell som passar båda teknikerna. Modellens alla delar kommer att tilldelas material för att en vikt- och flytanalys ska kunna utföras för att se att modellens flytläge blir rätt.

## 1.2 Avgränsningar

- Det är enbart disk/borst-komplementet som detta jobb kommer ta upp.
- Avskrapningsverktygen är enbart framtagna som ett visuellt stöd för konceptet.
- FEM-analyser och hållfasthet tas inte upp.
- Vikt- och flytanalysen görs enbart på konceptet med diskar.

## 1.3 Precisering av frågeställningen

- Vilka material ska de olika delarna tilldelas?
- Vilken motor ska vara på disk/borst-kassetten?
- Kan disk/borst-kassetten monteras på skimmern?
- Kan kassetten monteras ner? För service/byte.
- Vid service/byte, måste hela kassetten tas av eller går det att ta av en del?
- Kommer skimmern behöva nya flytpontoner för att klara av den nya vikten?
- Kommer komplementen att klara av att jobba i de miljöer de är tänkta?
- Kommer komplementen att effektivisera upptagningen av olja jämfört med tidigare produkt?



## 2.TEORETISK REFERENSRAM

Teorin som ligger till grund för rapporten har hämtats från Foilex samt från konkurrenters hemsidor.

### 2.1 Foilex

All teori samt bilder i detta kapitel kommer ifrån Anders Johansson, Foilex Engineering AB, Göteborg, 2012-05-05.

Foilex skimmer TDS 150 är en överfallsskimmer där oljan rinner ned i en tratt som har en pump monterad i botten (Se fig 2.1).



*Figur 2.1 Foilex överfallsskimmer TDS 150.*

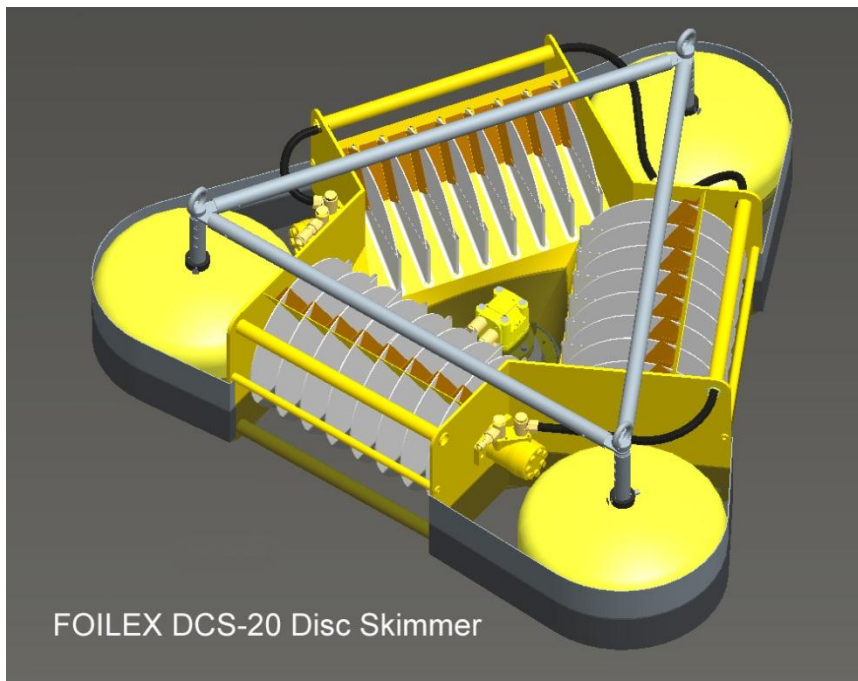
Skimmern håller sig flytande med tre pontoner som utgör skimmerns flytsystem tillsammans med ram-konstruktionen (Se fig 2.2). Principen bygger på att tratten ska ligga mellan skikten av olja och vatten för att pumpa upp så hög koncentration olja som möjligt.



*Figur 2.2 Flytsystemet håller en överfallsskimmer flytande mellan skikten av olja och vatten som sedan pumpar upp oljan till en förvaringstank.*

Foilex skimmer ska kunna utrustas med ett komplement som ska kunna ta upp olja från vatten med diskar eller borstar, beroende på oljans viskositet.

Cad-modellen som ligger till grund för arbetet är framtagen enbart som en disk-skimmer (Se fig 2.3) och det ska utvecklas en ny modell så att diskarna kan bytas ut mot en borste.



*Figur 2.3 Tidigare modell av en diskskimmer som ligger till grund för arbetet.*

Diskskimmern tar upp olja genom att roterande diskar delvis är nedsänkta i olja och vatten. Diskarna är gjorda av aluminium som är ett hydrofobiskt material, vattnet rinner snabbare av materialet än vad olja gör. Detta gör att när disken roterar rinner vattnet av först och oljan sitter kvar. Oljan sitter kvar tills disken skrapas av och oljan samlas upp och leds till pumpen som pumpar upp oljan till förvaring.

Modellens konstruktion och dimensioner utgör grunden för framtagningen av den nya modellen där diskarna ska kunna bytas ut mot en borste.

Diskarna sitter på en axel som drivs av en hydraulmotor från M+S Hydraulics och till utgångsmodellen hade modellen EPMM 50 valts.

Efter att det nya konceptet tagits fram kommer borsten att ha samma ytterdiameter, axelkopplingar och hydraulmotor som hos diskarna för att de ska kunna bytas ut snabbt och smidigt med så få delar som möjligt.

Det har gjorts en vikt- och flytanalys för denna modell. Analysen visar att skimmerns totala vikt är 148 kg (Se bilaga 3) och det är denna vikt som flytsystemet ska bära. Skimmerns flytläge bestämdes till 390 mm ovanför lägsta punkt (Se fig 2.3) för att diskarna skulle vara nedsänkta i olja. Diskarnas avstånd till oljan får inte ändras men flytläget från skimmerns lägsta punkt kan ändras.

Vid detta flytläge ger befintlig modell 82 kg flytkraft med en rest på 66 kg som måste kompenseras. Modellen har inte konstruerats m.a.p. denna rest utan det måste läggas till flytkraft i konstruktionen.

Skimmerns flytsystem bestämmer antalet kassetter som kan monteras till 3 st. Flytsystemets höjd kan modifieras för att göra utrymme för större pontoner. Detta för att skimmern kommer väga mer än tidigare och behöver mer flytkraft.

Modellen är enkel, snygg och praktisk men för att konkurrera med andra företag måste skimmern kunna byta ut diskarna mot en borste och i framtiden även en trumma. Dessa olika utföranden är till för olika oljors viskositet.

## **2.2 Konkurrenter**

Konkurrenter använder idag multi-skimmers för att möta dagens krav på upptagningen av olja och finns i olika utföranden med diskar, borste eller trumma som upptagningsverktyg (Se figurer 2.4, 2.5 och 2.6). Dessa olika konkurrenter och modeller har, förutom utgångsmodellen, legat till grund för dimensionering och utveckling av de nya koncepten.





*Figur 2.4 En multiskimmer från Lamor med disk/borst/trum-funktion.*



*Figur 2.5 En multiskimmer från Markleen med borste monterad. Borsten kan bytas ut mot diskar eller trumma.*



*Figur 2.6 En multiskimmer från Empteezy.*

### **2.3 Pughs matris**

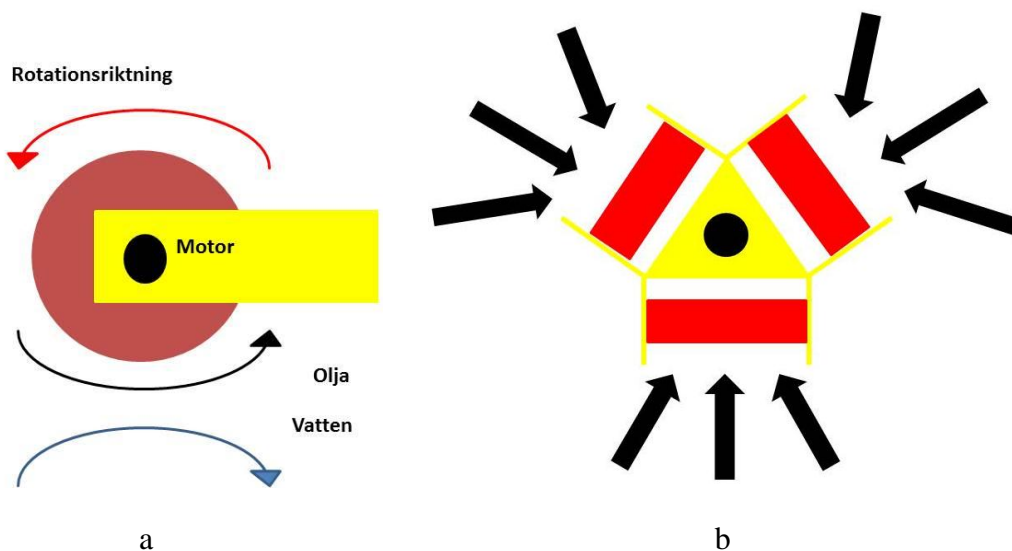
Pughs matris kommer att användas för att ta reda på vilket koncept som är bäst.

Utgångsmodellen kommer att vara en referens vars olika kriterier kommer betygsättas med betygen -1, 0 och +1. Därefter kommer de olika koncepten att vägas mot referensen för att avgöra ifall de olika kriterierna blivit sämre, oförändrade eller bättre. Slutligen summeras betygen för att se vilket koncept som fått högst betyg och som därmed rankas som bäst. Det betyder dock inte att koncepten garanterat kommer vara bättre än referensen men det är ett resultat som ändå visar vilket koncept som rankas bäst.

### 3. METOD

Utifrån befintlig CAD-modell ska både diskarna och borsten granskas så att båda kan monteras ihop med samma skimmer, annars får modellen modifieras. Delarna i komplementen ska därefter tilldelas material med avseende på vilken funktion de kommer att ha, vilka miljöer de utsätts för och hur de kommer monteras ihop, t.ex. bultförband eller svetsförband beroende på om delen lätt ska kunna monteras ner. Motorn som driver Diskarna och Borstarna är bestämt utifrån tidigare modell. Efter att ett koncept valts och materialen bestämts kommer en vikt- och flytanalys att utföras för att bestämma om flytsystemet behöver extra flytkraft för att hålla skimmern i rätt läge i vattnet.

Ett viktigt val var att tidigt bestämma vilket håll som motorn ska rotera för de olika skimmrarna, detta för att veta om oljan rör sig mot eller ifrån skimmern. Motorn ska rotera så att oljan dras in mot skimmern (Se fig 3.1 a) vilket resulterar i att diskarna och borsten inte bara tar upp olja utan även skapar ett flöde som drar oljan mot sig i 360° (Se fig 3.1 b).



Figur 3.1 a) Vy från sidan visar hur oljan och vattnet rör sig då motorn roterar moturs. b) Vy från ovan visar hur oljan dras till skimmern.

När borsten är monterad och motorn roterar moturs blir det svårt att skrapa av oljan på insidan. Skrapan placeras därför på utsidan av skimmern. Placeringen av skrapan gör att oljan inte kan skrapas av och rinna direkt till pumpen, utan måste ledas runt borsten för att nå pumpen.

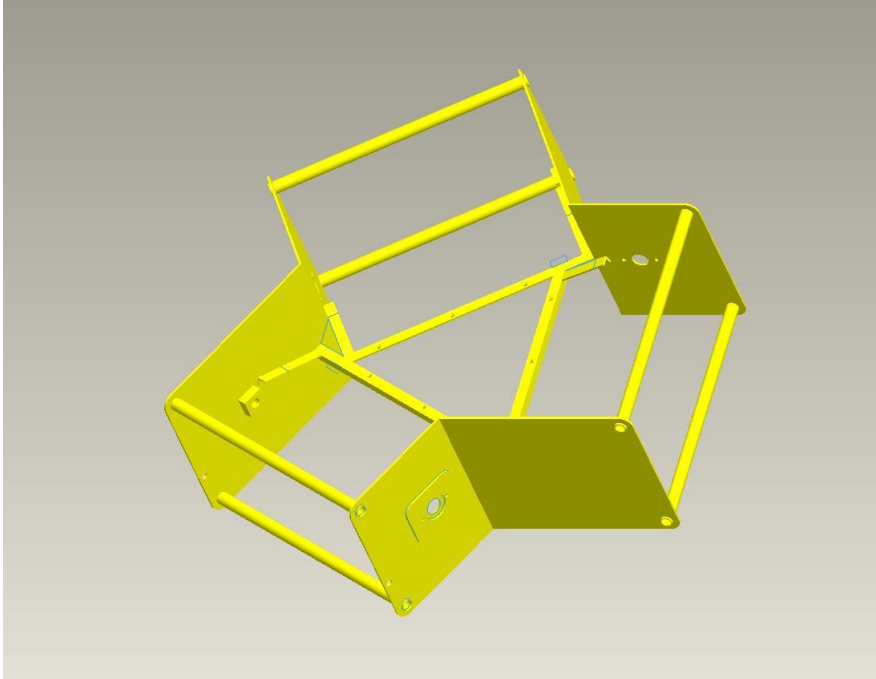
Då det även fungerar att skrapa av diskarna från utsidan görs denna konstruktion så den kan användas till båda modellerna. Detta för att kunden ska kunna använda samma kassett till diskarna och borsten samt att minska antal delar att tillverka och lagerhålla hos säljaren.

Alla delar som ingår i komplementet till överfallsskimmern kommer först dimensioneras för sin funktion. Därefter kommer materialvalet bestämmas för att göra konstruktionen av komplementet starkt, stabilt, hållbart och lätt. Det är av stor betydelse att komplementets vikt hålls lågt eftersom det ska flyta och arbeta i vatten.

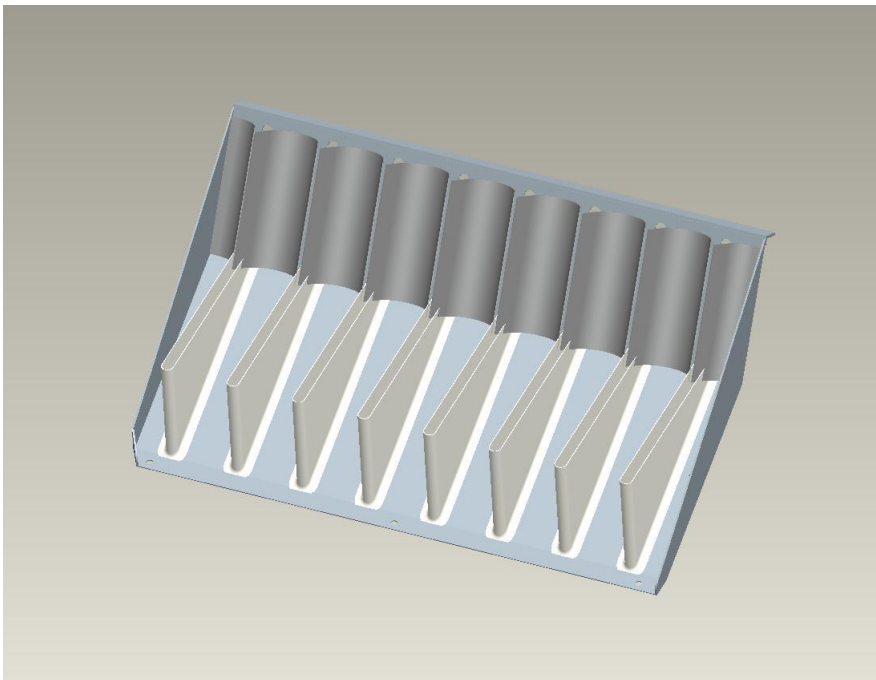
Efter att konceptet är framtaget görs en vikt- och flytanalys för att säkerställa att skimmern inte kommer sjunka. Skimmerns tyngpunkt ska inte vara nära vattenlinjen då den blir ostabil och lätt kan välta, diskarna och borsten måste samtidigt ligga i vattnet för att oljan ska kunna saneras. Då flytsystemet från överfallsskimmern kommer användas och det nya komplementet kommer väga mer än tratten på överfallsskimmern behöver flytsystemet modifieras för att bära upp den nya vikten. Analysen kommer visa hur skimmern kommer flyta i vattnet så att diskarna och borsten är i rätt nivå och att oljan kan tas upp effektivt.

## 4. KASSETTEN/RAMEN

Ramen från utgångsmodellen (Se fig 4.1) är konstruerad för att tre kassetter (Se fig 4.2) med diskar ska kunna monteras tillsammans med flytsystemet . Då komplementet ska kunna byta ut diskarna mot en borste måste det testas ifall ramen och kassetten går att använda.



*Figur 4.1 Ramen från utgångsmodellen.*



*Figur 4.2 Kassetten från utgångsmodellen.*



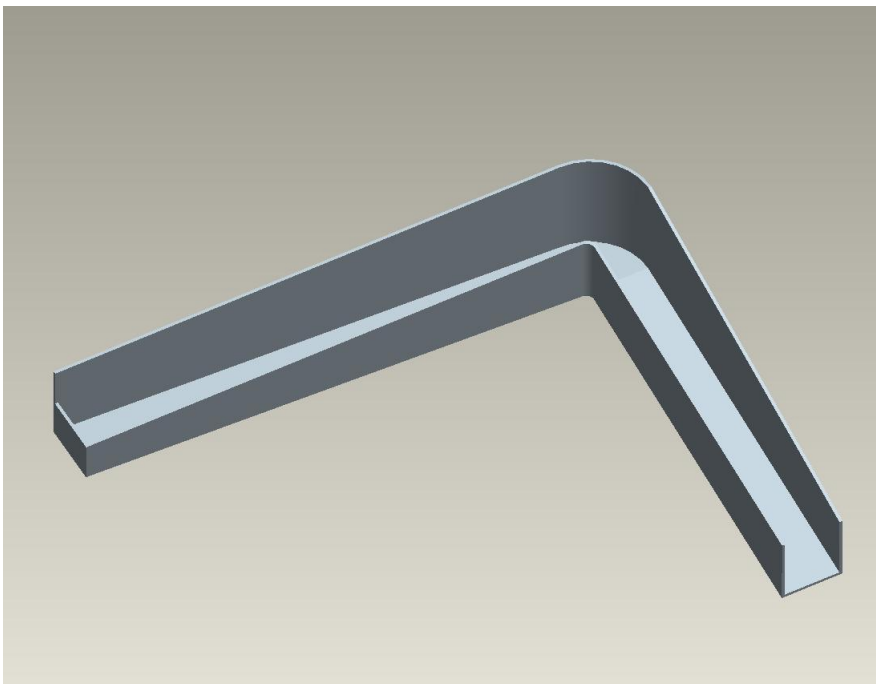
Diskarna och borsten ska ha samma rotationsriktning vilket gör att avskrapningen av borsten inte kan ske på samma sida som diskarna. Avskrapningen sker då på utsidan av skimmern till en ränna som ska transportera oljan runt borsten till pumpen, vilket gör att principen som kassetten till diskarna är gjord för inte går att använda till borsten. Den nya kassetten ska kunna användas till båda modellerna för att slippa tillverkning av delar och spara plats. Då borsten måste skrapas av på utsidan och diskarna kan skrapas av både på in- och utsidan är det borsten som bestämmer hur kassetten konstrueras.

En nackdel med att avskrapningen sker på utsidan är att rännan som oljan ska rinna i placeras vid sidan av diskarna och borsten vilket resulterar i en kortare axel som diskarna och borsten kan utnyttja för att ta upp olja.

Ett antal koncept togs fram för att passa den befintliga ramen och där avskrapningen sker på utsidan. Efter att varje koncept tagits fram monterades de med ramen från den ursprungliga modellen i en ny CAD-modell för att få en bättre bild på vad som är bra eller dåligt och som skulle ändras i nästa koncept.

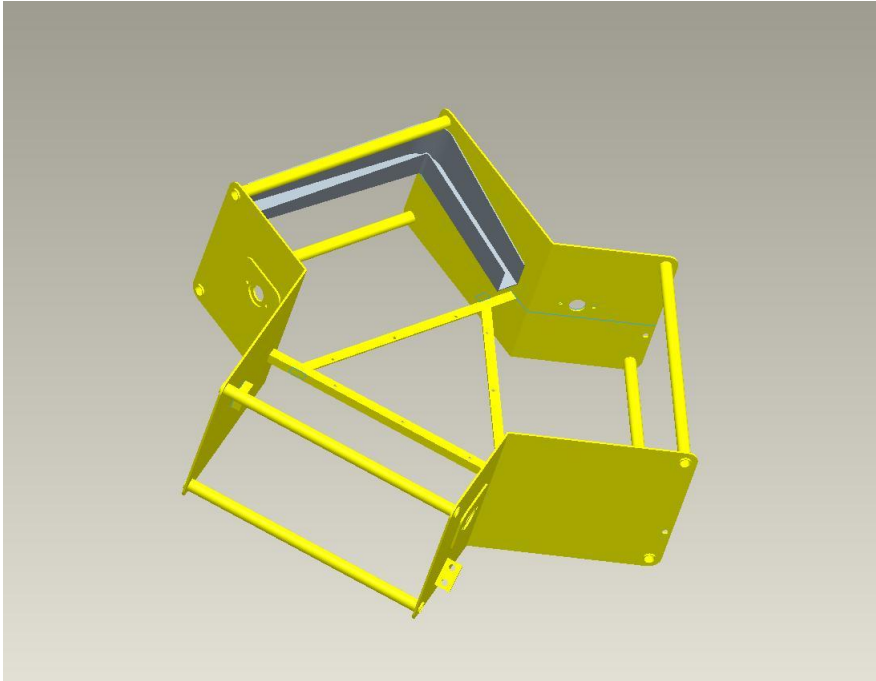
#### 4.1 Koncept 1

Det första konceptet som togs fram hade som funktion att skrapa av oljan på utsidan och leda oljan till insidan via en ränna över disk/borst-axeln (Se fig 4.3).



*Figur 4.3 Koncept 1.*

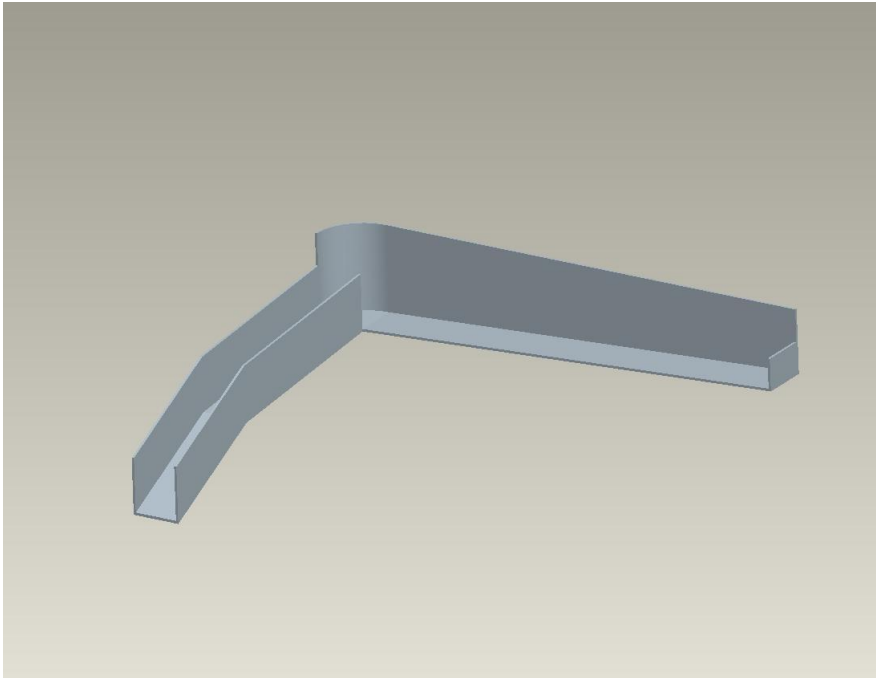
Konceptet placerades i ramen och snabbt kunde man se hur oljan skulle rinna. Oljan skulle inte rinna mot pumpen direkt utan först rinna in i ett hörn (Se fig 4.4). När oljan flödar kommer detta inte vara något problem då oljan kommer pressas mot pumpen men konstruktionen blir inte lika snygg som om oljan naturligt rinner direkt mot pumpen.



*Figur 4.4 Koncept 1 monterad i ramen.*

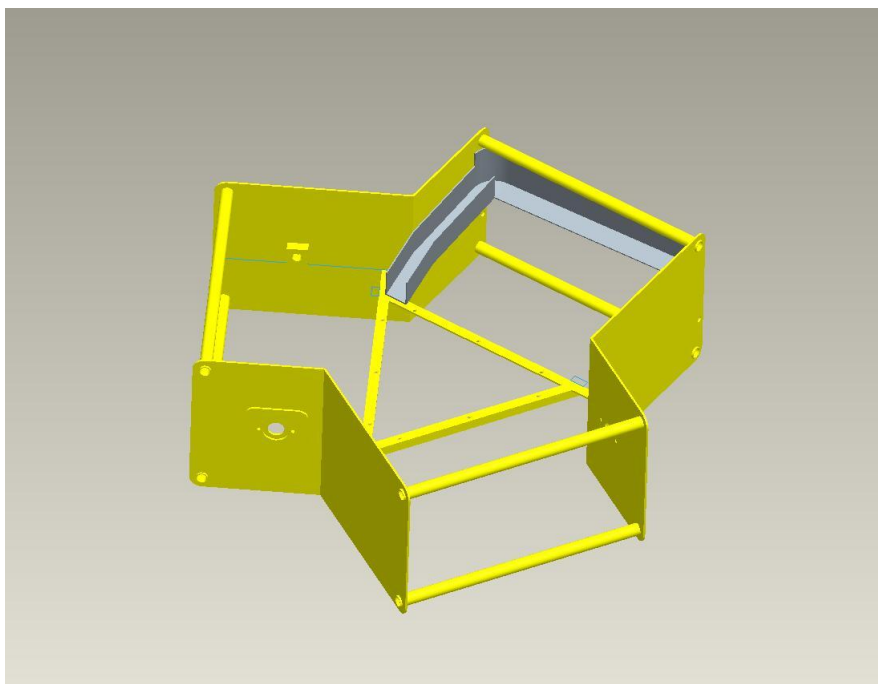
## **4.2 Koncept 2**

Ändringarna som gjordes vid det andra konceptet var att spegla det första konceptet (Se fig 4.5). Rännan som ska leda oljan vid sidan om disk/borst-axeln flyttades till den andra sidan.



*Figur 4.5 Koncept 2.*

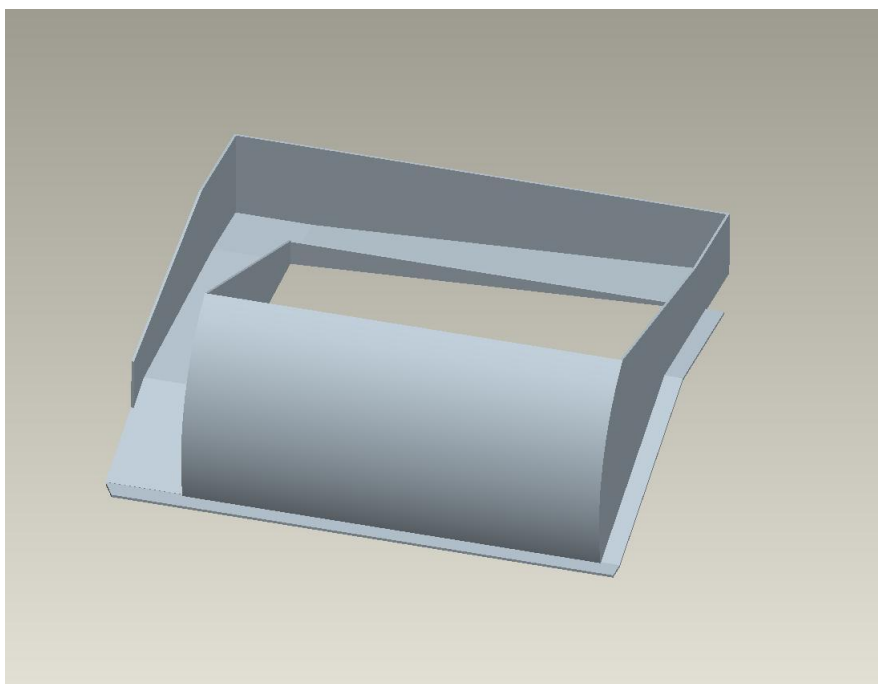
Ändringen resulterade i att oljan leds direkt till pumpen utan att fastna i något hörn hos ramen (Se fig 4.6). Konstruktionen klarar nu av kraven med att oljan ska skrapas av på utsidan för att sedan rinna direkt till pumpen men måste tätas för att inte vatten ska kunna rinna in.



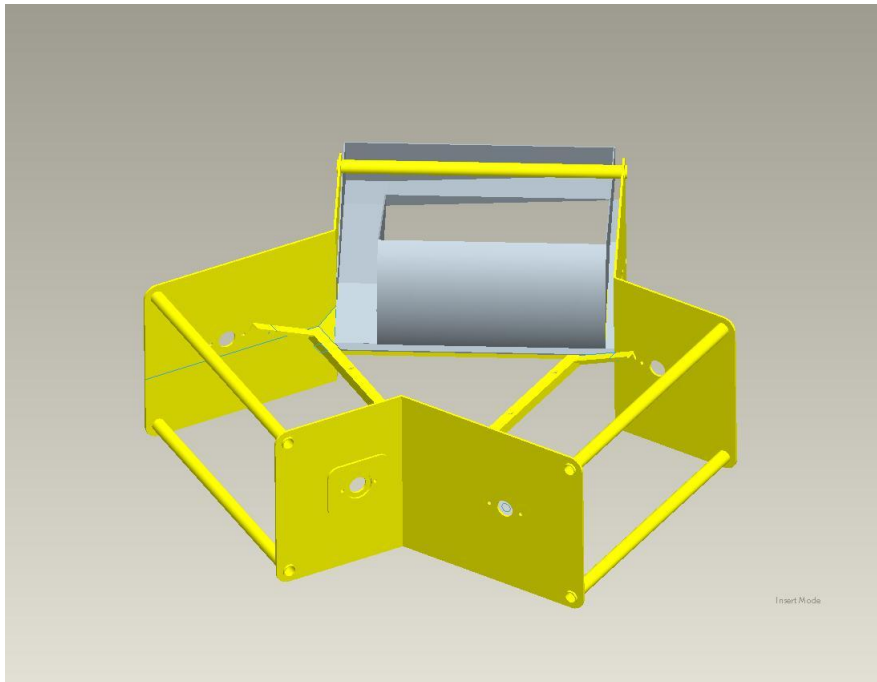
*Figur 4.6 Koncept 2 monterad i ramen.*

### **4.3 Koncept 3**

När placeringen av rännan var bra utvecklades koncept 3. Detta koncept byggde på de tidigare koncepten men kompletterades med ett skydd, flänsar och sidovägg (Se fig 4.7). Skyddet hindrar att vatten kan komma in utifrån och tillsammans med flänsarna och sidoväggen bildar de en starkare och stabilare konstruktion jämfört med tidigare koncept. Kassetten monteras i ramen (Se fig 4.8).



*Figur 4.7 Koncept 3.*

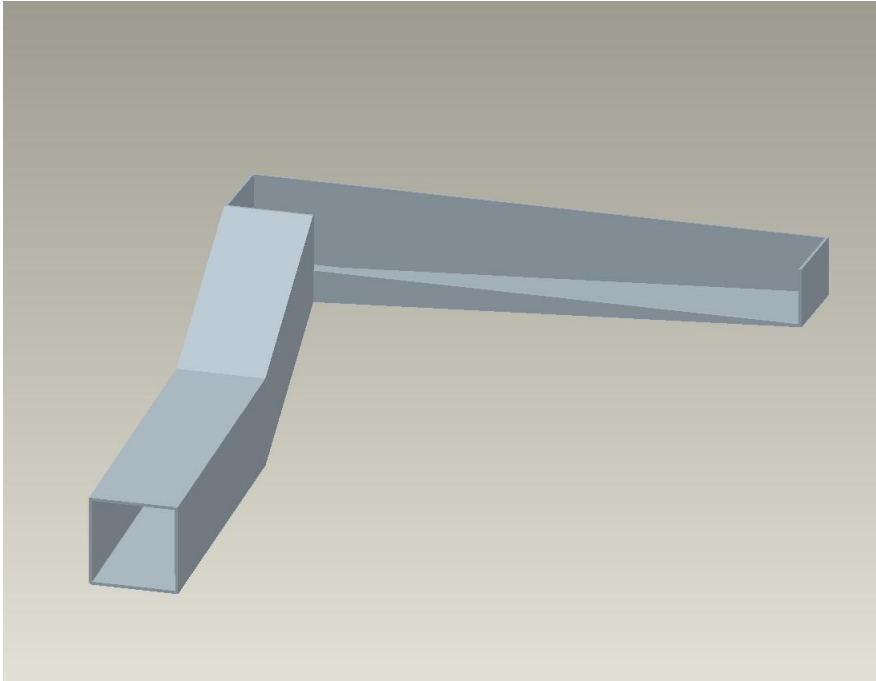


*Figur 4.8 Koncept 3 monterad i ramen.*

Simuleringar av koncepten med diskar eller borste monterade samtidigt som kassetten i ramen visade att det var viktigt att ta hänsyn på vilken höjd och vinkel skrapan har. Vinkeln måste vara så att skrapan kan skrapa av oljan och få den att rinna ner i rännan. Höjden bestämmer hur stor vinkel skrapan kan ha. Om skrapan sitter lågt ner kan en högre vinkel användas vilket resulterar i att oljan lättare rinner ner i rännan och utifrån detta utvecklades nästa koncept.

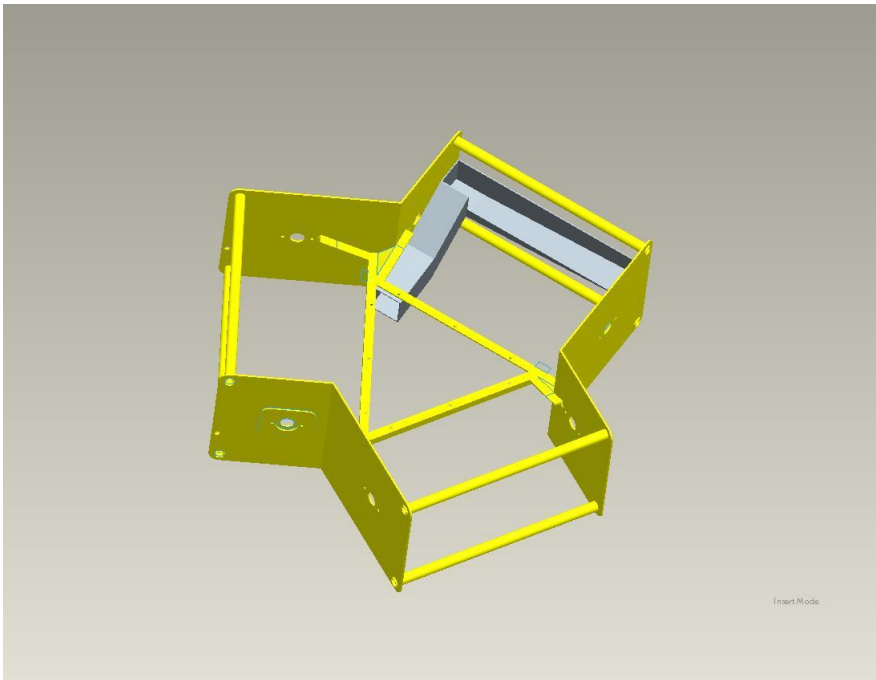
#### **4.4 Koncept 4**

Ett koncept togs fram där rännan inte skulle gå ovanför axeln utan under (Se fig 4.9). Med detta koncept kunde vinkeln vid avskrapningen vara hög vilket är önskvärt. Istället för att oljan ska rinna i en ränna ovanför konstruerades ett alternativ i form av en ränna som går under axeln och genom vattnet fram till pumpen (Se fig 4.10).



*Figur 4.9 Koncept 4.*

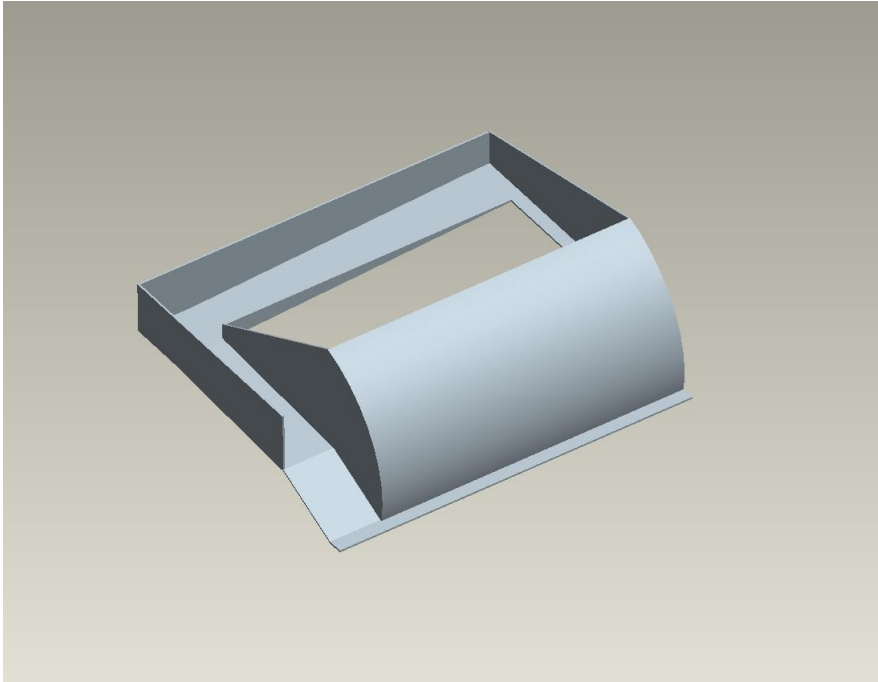
Problemet som dock uppstår är att rännan som samlar upp oljan ifrån avskrapningen hamnade för lågt ner. Rännan kommer så lågt ner att den nästan når vattenytan. Skulle skimmern vara ute till havs där den hela tiden utsätts för vågor och gungar upp och ner i vattnet kommer oljetillförseln till diskarna och borsten att försämrars pga att rännan är i vägen för oljeflödet som rör sig mot skimmern. Resultatet av detta koncept var att oljan ska ledas över axeln och inte under.



*Figur 4.10 Koncept 4 monterad i ramen.*

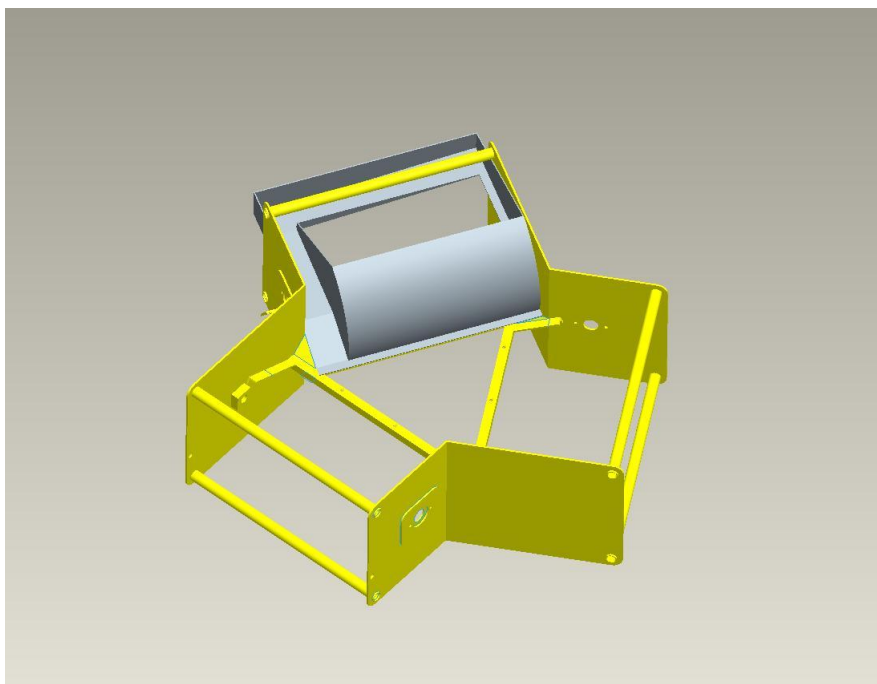
## 4.5 Koncept 5

Nästa koncept är en kassett som skulle klara kraven att passa till ramen och även den axel som diskarna och borsten ska monteras på. Eftersom avskrapningsverktyget placeras på utsidan och rännan ska gå över axeln begränsas lutningen på rännan. Avskrapningsverktyget skrapar av oljan från diskarna och borsten för att oljan sedan ska rinna ner i rännan som leder oljan till pumpen. Detta resulterade i en modell av en kassett (Se fig 4.11) som klarar dessa krav.



*Figur 4.11 Koncept 5.*

Kassetten monterades ihop med ramen för att se om de tillsammans uppfyller krav och funktion (Se fig 4.12). Funktionen med kassetten fäst vid ramen är bra och den kan smidigt monteras på och av för att byta ut rullen och kassetten leder oljan runt diskarna eller borsten till pumpen.



*Figur 4.12 Koncept 5 monterad i ramen.*

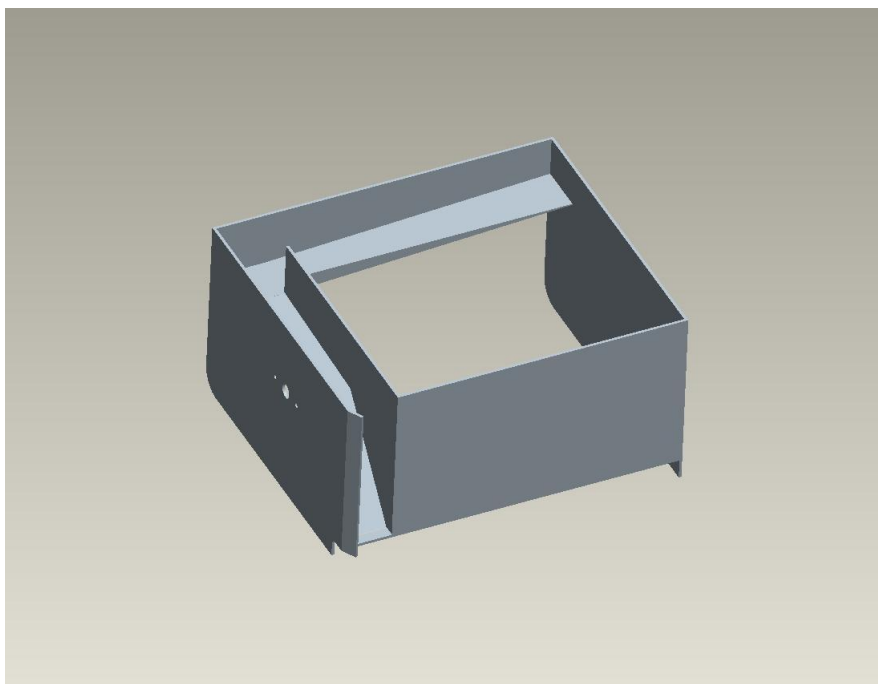
Två problem uppstår med att använda sig utav detta koncept.

Det första är att när kassetten monteras vill man få det tätt mellan kassetten och ramen. Det är svårt att nå hög noggrannhet med toleranser när både ramen och kassetten är tillverkade med svetsförband. När monteringen sker kommer passningen mellan ramen och kassetten variera vilket resulterar i att det kassetten inte passar eller att det inte blir tätt. Om kassetten är mindre än ramen går det att lösa genom att lägga en tättningslist i de fogar som vatten skulle kunna komma in genom. Tättningslistan skulle kunna bestå av en gummilist som pressas mellan kassetten och ramen när de skruvas ihop.

Det andra problemet är att den nya kassetten kommer att väga mycket mer än den från utgångsmodellen. Då det är väldigt viktigt att komplementets vikt blir lågt började ramen analyseras för att se om det går att kombinera ramen (Se fig 4.1) tillsammans med kassetten (Se fig 4.2) då de ändå ska fungera till både diskarna och borsten.

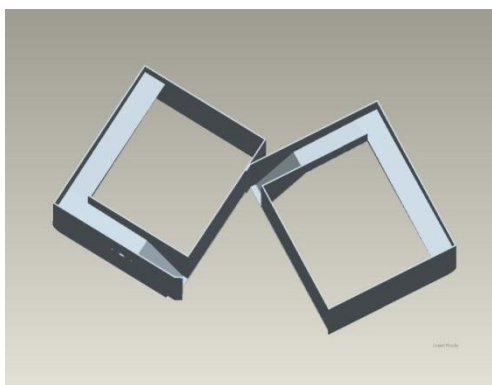
## **4.6 Koncept 6**

Ett nytt koncept togs fram med idén att ramen skulle delas upp till tre delar som skulle kombineras med kassetten och på så vis minska antal delar, vilket leder till lägre vikt. Kassetternas sidor fungerar då som den tidigare ramen för att göra konstruktionen stabil och tät. I kassetten kommer därefter rännan och en skyddande vägg fästas för att göra kassetten enhetlig (Se fig 4.13).

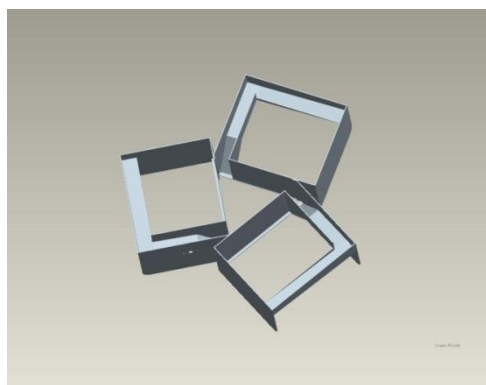


*Figur 4.13 Koncept 6.*

Kassetterna monteras därefter ihop mha skruvar, som gör att de kan monteras ned, och bildar en stabil konstruktion (Se fig 4.14 a och b). Skarven som bildas vid skruvförbanden behöver inte tätas då dessa förband blir tillräckligt starka. Slutligen monteras en tratt i botten som kommer att bära upp hela konstruktionen tillsammans med pumpen.



a



b

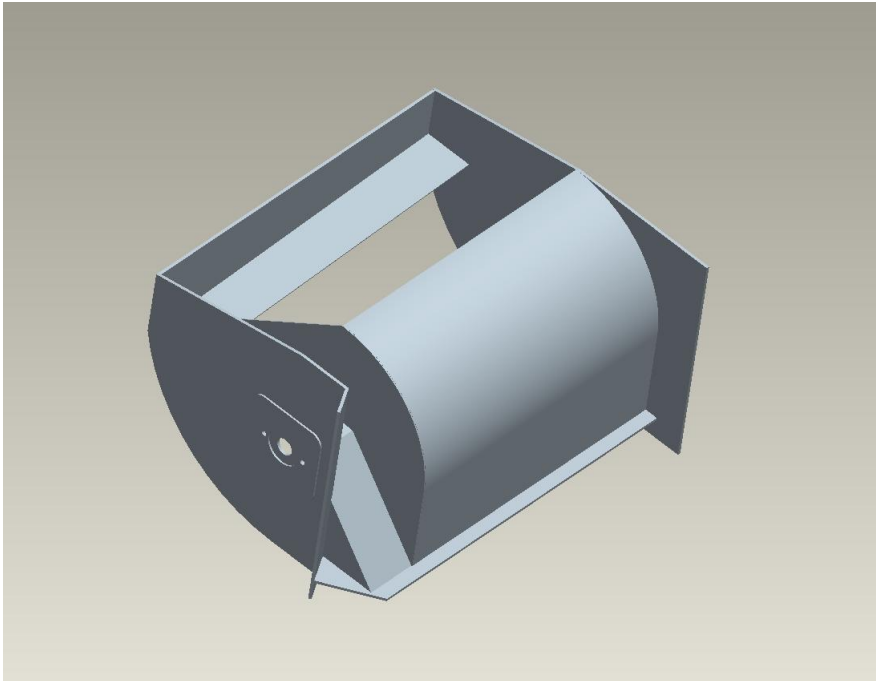
*Figur 4.14 a) Två kassetter monterade med varandra utan ramen. b) Tre kassetter bildar tillsammans en stabil ram.*

Ramen består nu av tre kassetter och är stabil och funktionell. I kassetten finns även möjlighet att lagra en axel på vardera sida (Se kap 7 Axelkopplingar). Dock är konceptet inte särskilt snyggt och t.ex. skruvförbandet som håller samman konstruktionen är svårt att komma åt.



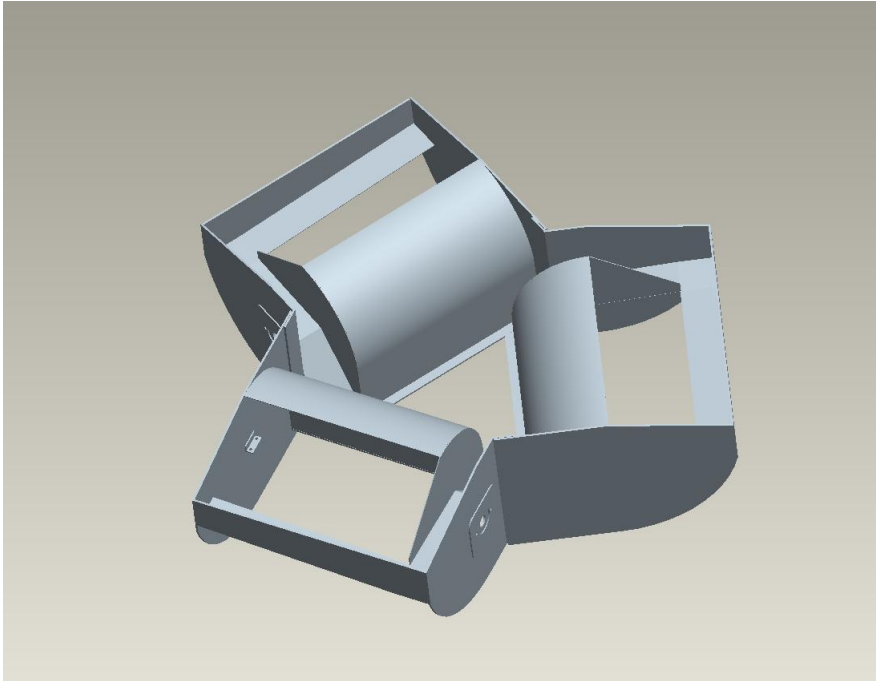
## 4.7 Koncept 7

Ytterligare ett koncept togs fram med alla funktioner som tidigare koncept tagit fram. Vid utvecklingen lades även vikt vid att modellen skulle se snygg ut samt att spara in på material för att göra modellen lättare och då även billigare (Se fig 4.15).



*Figur 4.15 Koncept 7.*

Konceptets slutliga modell består av av tre monterade kassetter och bildar tillsammans en enhet (Se fig 4.16) med plats för 3 axlar med valfri funktion, diskar eller borstar. Tillsammans blir enheten väldigt stark och stabil. Då modellen består av tre likadana kassetter kring centrum kommer enhetens tyngdpunkt hamna i centrum. Detta gör att tyngdkraften från skimmern enbart kommer verka vertikalt på tratten vidare till pumpen.



*Figur 4.16 Tre kassetter bildar en snygg och stabil ram.*

När konceptet var klart skulle fästen placeras för att bära axeln med diskar eller borste. Ena sidan av kassetten har hål så att en hydraulmotor kan monteras och på andra sidan är en L-profil fastsvetsad för att kunna bära ett glidlagerhus.

Koncepten har vägts i en Pugh-matris (Se bilaga 1) och bäst resultat fick koncept 7.

#### **4.8 Material**

Materialvalet stod mellan rostfritt stål och aluminium då dessa två har bra egenskaper i form av styrka, styvhet och tål de situationer som de kommer utsättas för, t.ex havsvatten, olja och solljus. Aluminium väger ca 1/3 jämfört med samma volym stål och valdes således då vikten ska vara så låg som möjligt.

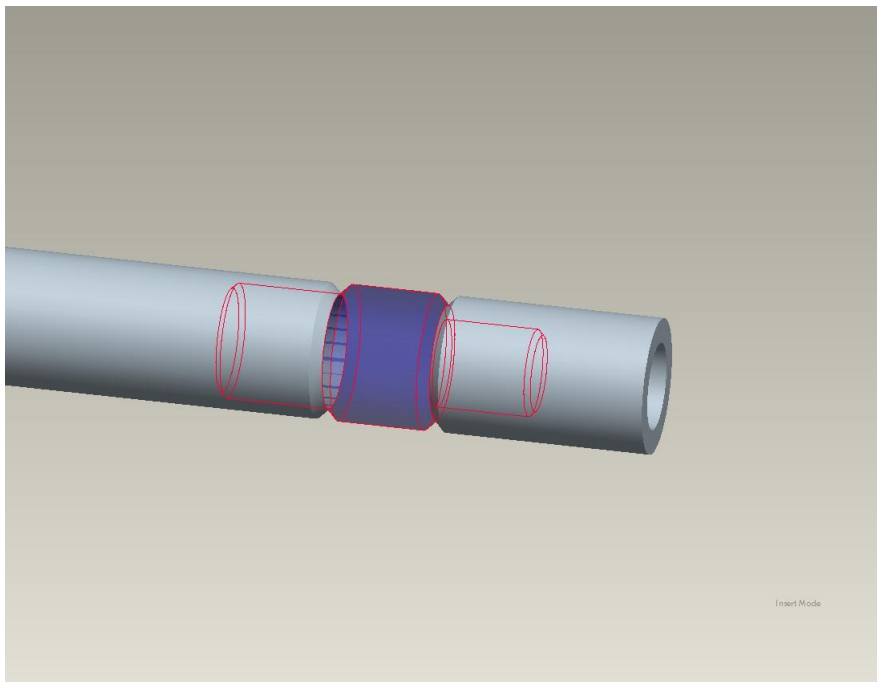
## 5. AXELKOPPLINGAR

Diskarna och borsten ska rotera kring en axel som drivs av en hydraulmotor. Axeln består av ett rör som diskarna eller borsten träs på och låses fast vid. Axelns ändar lagras och kopplas med två olika metoder.

Valet av material hos axelns rör och kopplingar stod mellan rostfritt stål och aluminium. Aluminium är lättare än stål men inte lika styvt. Det är viktigt att materialet i axeln gör den styv. En styvare axel ger en mindre snedställning vid lagringarna och bidrar p.s.v. till en längre livslängd. Dock är det viktigt att materialet nöts snabbare än materialet i motorns axeltapp, då denna inte ska nötas vid t.ex. snedställning för att det är dyrare att byta ut motorn istället för axeln.

### 5.1 Motorkoppling

Kopplingen mellan hydraulmotorn och axeln fanns i tre olika utföranden enligt motorns specifikationer (Se bilaga 2). Motorn är samma som hos utgångsmodellen, EPMM50. I detta fall valdes splinekopplingen då den klarar högst vridmoment. För att röret ska kunna kopplas ihop med hydraulmotorn svetsas först en plugg fast i rørets ände. På pluggen svetsas därefter en splineshylsa (Se fig 5.1) som passar splinesen på hydraulmotorn. Pluggen i splineskopplingen fungerar även som styrning av axeln i ett led, mot motorn. Motorn som används har inbyggd lagring vilket gör att det inte behövs någon extra lagring vid denna sida (Se bilaga 2).



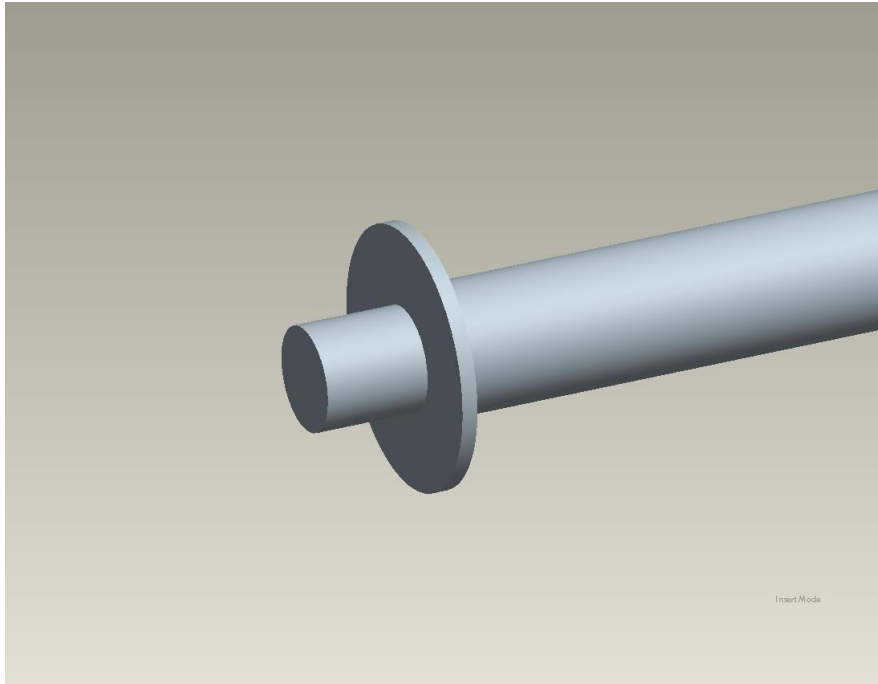
*Figur 5.1 Röret svetsas fast med en plugg vars andra sida svetsas fast i en splineshylsa.*

Det är dock viktigt att monteringen av motorn på ramen sker korrekt utan glapp. Om monteringen är bristfällig kommer axeltappen från motorn att bli skev vilket resulterar i snabbare nötningen i splineskopplingen där det svagare materialet nöts snabbast. Splineshylsan

ska vara det svagare materialet då det är billigare att byta ut axeln jämfört med att byta ut motorn.

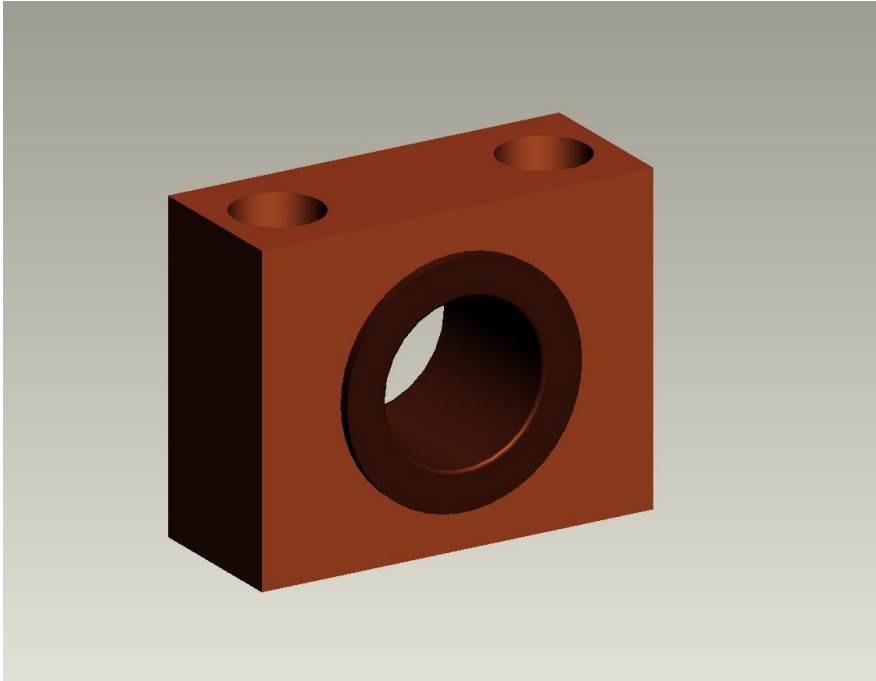
## 5.2 Glidlagerhuskoppling

Den andra kopplingen består av en plugg och ett glidlagerhus. Pluggen svetsas fast i rörets ända (Se fig 5.2) och lagras i ett glidlagerhus (Se fig 5.3). Pluggen har även en fläns som har två funktioner. Första funktionen är att styra axeln i motsatt riktning mot splineskopplingen och andra funktionen är att fungera som ett stopp för diskarna eller borsten.



*Figur 5.2 Längst till vänster syns ena sidan av pluggen och flänsen. Andra sidan av pluggen är fastsvetsad i röret.*

Glidlagerhuset består av ett lagerhus som lagrar ett glidlager med fläns (Se fig 5.3). Flänsens uppgift är att fungera som ett glidlager mellan lagerhuset och pluggens fläns när det uppstår krafter i det axiella ledet mot lagerhuset. När axeln ska monteras i kassetten skruvas lagerhuset fast på en L-profil som är fastsvetsad i kassetten.

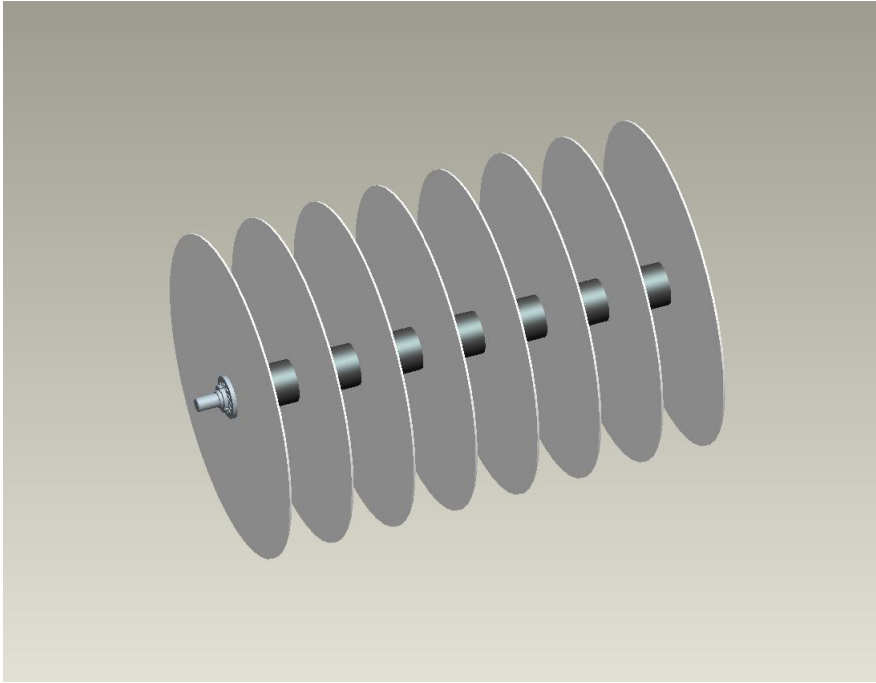


*Figur 5.3 Ett lagerhus med ett glidlager monterat.*

Att glidlager valdes framför t.ex. kullager var pga. storleken och priset. Lagerhusen för ett glidlager är mycket mindre än för kullager.

## 6. DISKARNA

Diskarna dimensionerades utifrån tidigare modell med åtta diskar på samma axel (Se fig 6.1). Då diskarna är tunna är det viktigt att de klarar av de krafter som uppstår. Förutom att diskarna måste klara av att skrapas av ska de även klara av att ta upp axiella krafter samt vara resistent mot saltvatten, olja och UV-strålning.

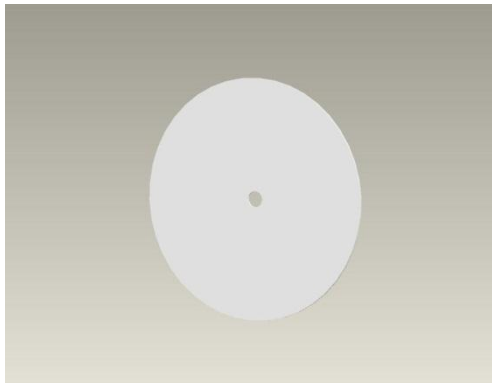


*Figur 6.1 Diskarna monterade med axeln från utgångsmodellen.*

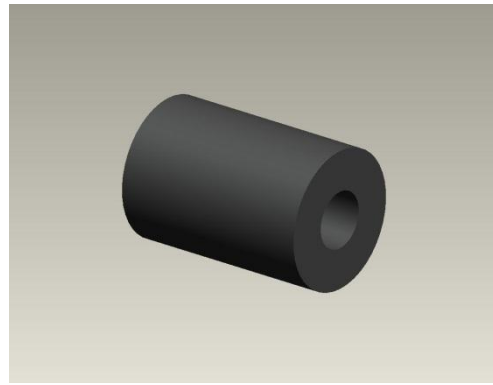
Materialvalet av diskarna stod mellan aluminium och polypropylen som båda är hydrofobiska material. Fördelar med polypropylen jämfört med aluminium är att det väger mindre och är billigare. Dock kommer diskarna att utsättas för UV-strålning vilket gör att polypropylen krymper och blir sprödare. Då diskarna är tunna och utsätts för axiella krafter kommer diskarna gå sönder. Aluminium varken krymper eller blir sprött när det utsätts för UV-strålning. Det är även ett styvare material vilket gör att diskarnas tjocklek blir mindre än om polypropylen hade valts.

Distansdelarna som kommer bestämma avståndet mellan diskarna har mindre diameter och är tjockare än diskarna. Detta gör att materialet inte kommer utsättas för lika stora krafter som diskarna och därför är polypropylen ett bra val pga vikten och priset.

Diskarna kommer vara gjorda av aluminium (Se fig 6.2a) och distanserna av polypropylen (Se fig 6.2b).



a

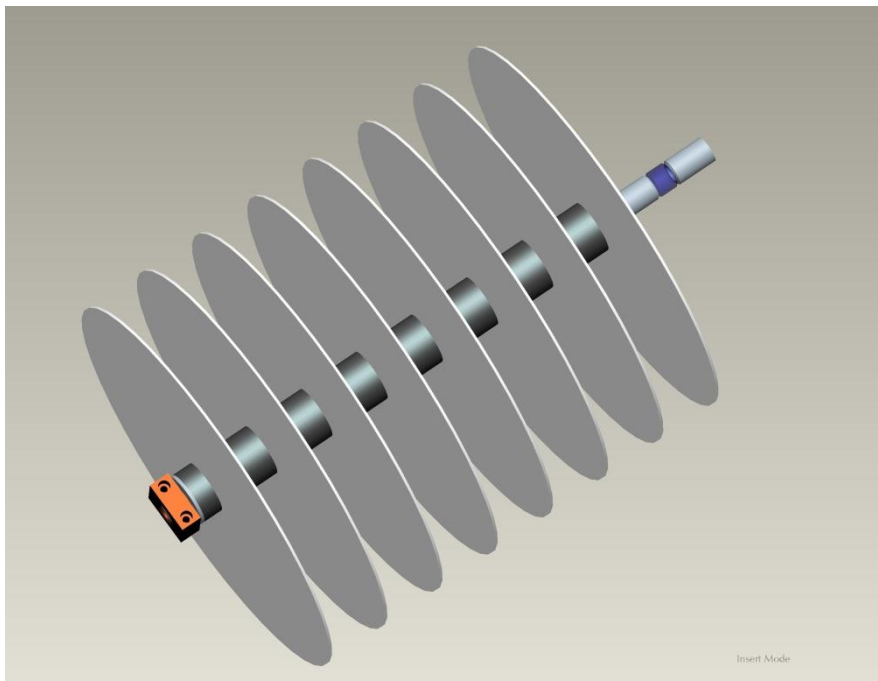


b

*Figur 6.2 a) En disk av aluminium från utgångsmodellen b) En distans av polypropylen som sitter mellan diskarna.*

Den nya modellens axel har inte lika stort utrymme för diskarna pga att rännan som leder oljan till pumpen tar upp plats. Om samma distans skulle användas som hos tidigare modell kan sju diskar fästas på en axel, vilket skulle minska effektiviteten med 12,5 %.

Det är viktigt att samma antal diskar får plats, som tidigare, för att bibehålla lika hög effektivitet. Distanserna kortades därför ned så att avståndet mellan diskarna blev mindre. Konkurrenters längd mellan diskarna varierar och den längd som gjorde att åtta diskar fick plats på axeln är inom dessa längder. Distansens längd minskades så att åtta diskar fick plats och effektiviteten blev oförändrad (Se fig 6.3).



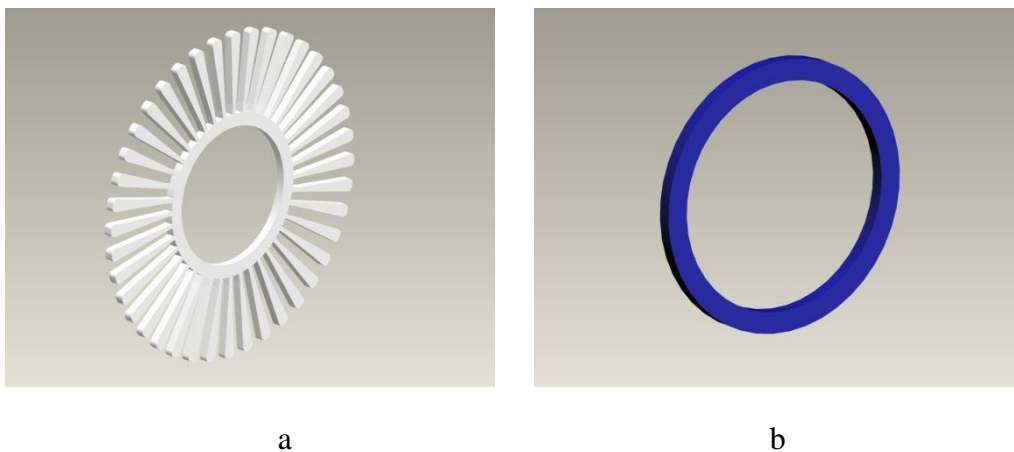
*Figur 6.3 En modell över hur axeln kan komma att se ut med diskarna monterade.*

## 7. BORSTEN

Vid den tidigare modellen fanns det inget koncept där diskarna skulle bytas ut mot en borste. Därför fanns det ingen modell över hur borsten skulle dimensioneras. Det är utifrån kassetten och diskarnas dimensioner som bestämde borstens dimensionering.

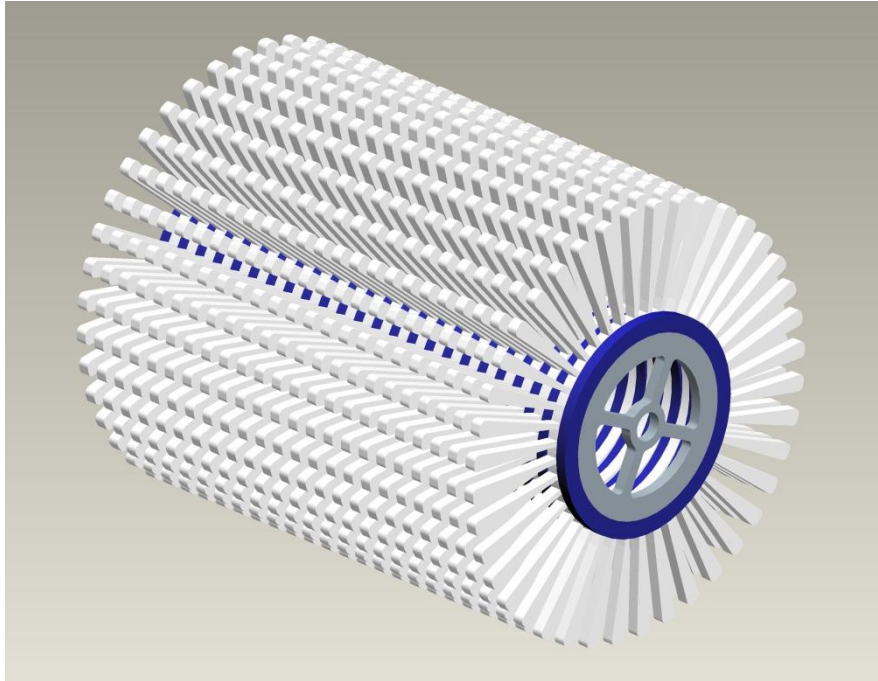
Kassetten styr hur lång borsten kan vara och diametern på borsten kommer vara samma som ytterdiametern på diskarna.

Borstens strån ska dra åt sig olja som därefter ska skrapas av, samma princip som för diskarna. Avskrapningen skiljer sig dock från diskarna. Stråna kommer att skrapas av mha en kam. Kammen leder in stråna och pressar ihop stråna samtidigt som de dras mot kammens sidor och oljan skrapas av. Det är viktigt att stråna inte hamnar mellan fel tandpar hos kammen. Om de leds fel kommer stråna att böjas och utmattning sker snabbare. För att stråna ska hamna mellan rätt tandpar byggs borsten av två olika skikt. I det ena skiktet fästs stråna på utsidan av en ring (Se fig 7.1a) och i det andra fästs inget (Se fig 7.2b) utan detta skikt är en ring och fungerar som en distans. Skikten placeras på varandra till önskad längd på borsten och i ändarna monteras ett nav som är dimensionerat att passa axeln som borsten ska träs på (Se fig 7.2). Kammens tandspetsar placeras mellan två skikt med strån och kan psv leda in stråna mellan rätt tandpar.



*Figur 7.2 a) En modell över ett skikt med borststrån. b) En modell över ett skikt som fungerar som distans mellan skikten med borststrån.*





*Figur 7.2 En preliminär modell över hur borsten ska se ut.*

Stråna kommer att tillverkas av polypropylen som drar till sig olja och stöter ifrån sig vatten. Stråna dimensioneras map tjocklek och längd och detta är något som bestäms när produkten ska tillverkas tillsammans med borsttillverkaren.

Nedan är några parametrar att tänka på när stråna ska dimensioneras.

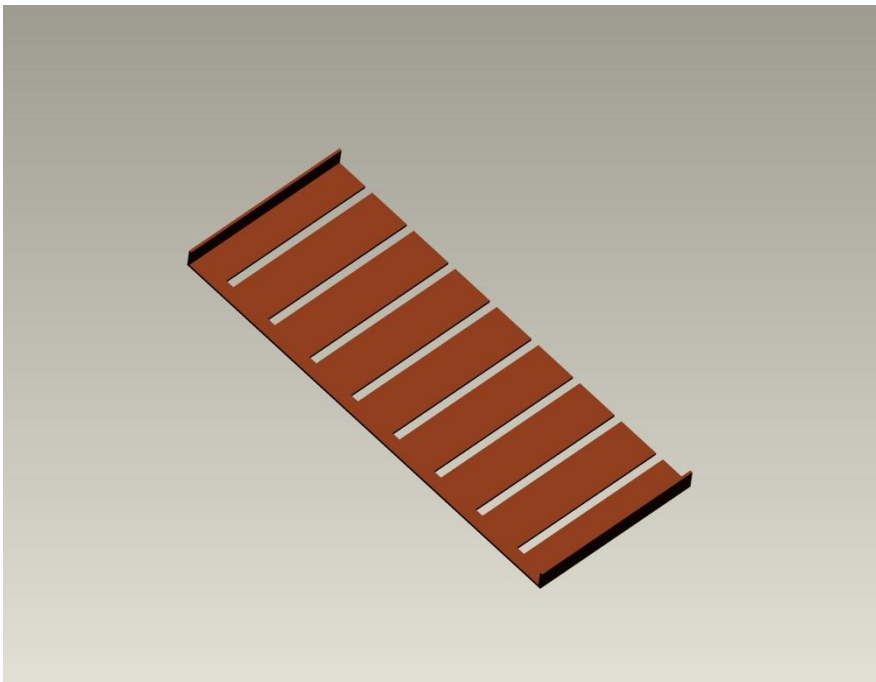
Tjockleken bestämmer hur styva stråna blir. Hållfastheten blir bättre med tjockare strån medans smalare strån har större area som oljan kan fästa vid, sett över hela borsten. Längden påverkar också hållfastheten i det fall att längre strån inte blir lika stabila som korta och minskar psv livslängden innan brott. Längre strån betyder även att ringen som stråna fästs i får en mindre diameter och area vilket resulterar i att antalet strån per ring minskar.

## 8. AVSKRAPNINGSVKTYG

Verktygen är enbart dimensionerade för att ge bra bild över hur konceptet kommer att se ut och fungera i helhet. Då borstens utformning ej är bestämt har ett verktyg konstruerats för att passa just den modell som beskrivs i kap 7.

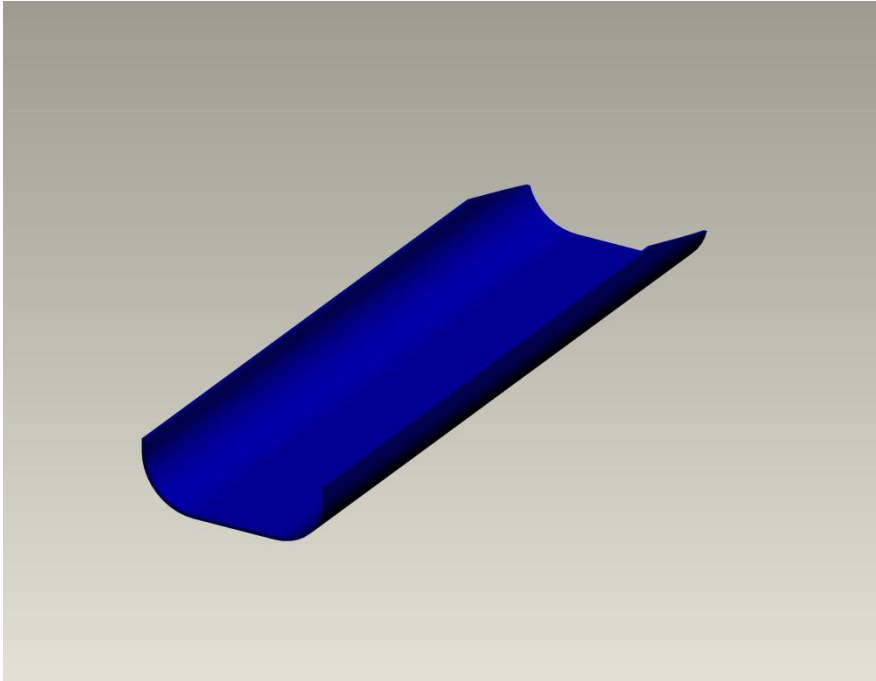
### 8.1 Diskavskrapningsverktyg

När diskar används på skimmern kommer åtta diskar att arbeta på varje axel. Detta kräver en kam med åtta spår och plats för att fästa skraporna (Se fig 8.1). På sidorna fästs flänsar för att ingen olja ska rinna tillbaka till vattnet samt för att verktyget ska kunna monteras i ramen, med t.ex ett skruvförband. Kammen kommer att tillverkas av aluminium pga dess låga vikt, jämfört med rostfritt stål, och dess styvhet.



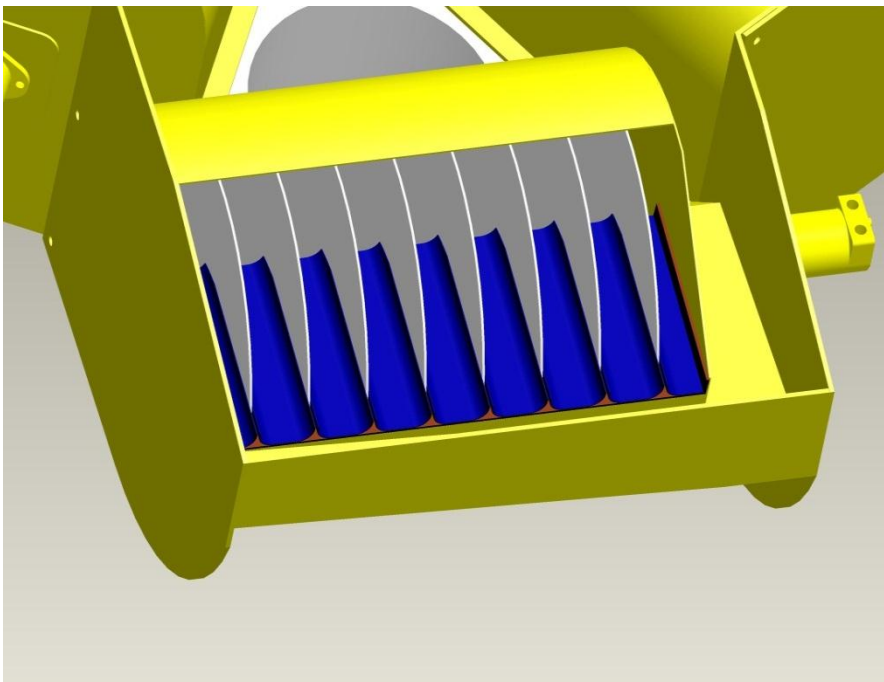
*Figur 8.1 Kam med spår för diskarna.*

Diskarna ska skrapas av mha av en skrapa (Se fig 8.2) som pressas mot diskarna. Skraporna kommer tillverkas av polyeten.



*Figur 8.2 Modell på hur en skrapa kan se ut.*

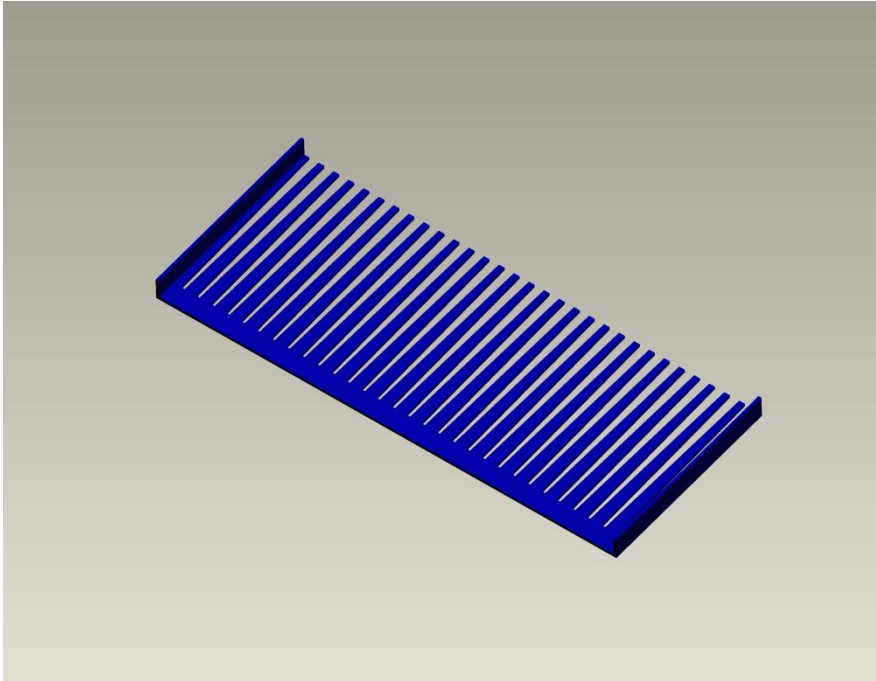
Tillsammans utgör kammen och skrapan det verktyg som fästs i ramen för att skrapa av oljan från diskarna och sedan leda oljan till rännan (Se fig 8.3).



*Figur 8.3 Kammen och skraporna är monterade i ramen med diskarna för att skrapa av olja.*

## 8.2 Borstavskrapningsverktyg

Borstens avskrapningsverktyg är en kam (Se fig 8.4) som först leder in borsten strån in mellan rätt tandpar för att sedan trycka ihop dem och skrapa av olja. På sidorna fästs flänsar för att hindra olja att rinna tillbaka till vattnet och för att kammen ska kunna monteras i ramen. Kammen tillverkas av aluminium som är lätt, jämfört med stål, och styvt.



*Figur 8.4 Kammen som tagits fram för att skrapa av olja från borsten.*

## 9. VIKT- OCH FLYTANALYS

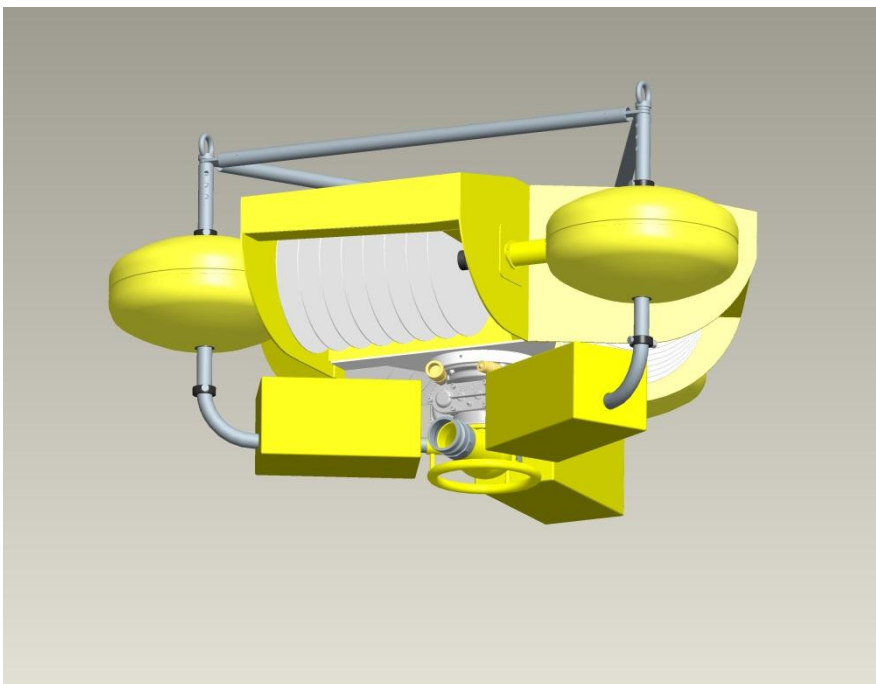
För att säkerställa att skimmern inte kommer att sjunka, pga övervikt, eller flyta med tyngpunkten för nära vattenlinjen, görs en vikt- och flytanalys. Detta för att modifiera det befintliga flytsystemet.

Flytsystemets uppgift, förutom att hålla skimmern flytande, är att dimensioneras så att diskarna och borsten ligger tillräckligt djupt i vattnet för att kunna ta upp olja men ändå inte för djupt. Om skimmern flyter för bra kommer diskarna och borsten inte i kontakt med oljan och inget kommer att kunna pumpas upp. Ligger däremot skimmern för djupt kommer istället skimmern att svämmas över av vatten som sedan pumpas upp till ingen nytta och i värsta fall kan skimmern sjunka.

Då det befintliga flytsystemet inte kommer att klara av att hålla skimmern flytande måste extra flytkraft tillföras. Två olika koncept togs fram för att tillgodose detta.

### 9.1 Koncept 1

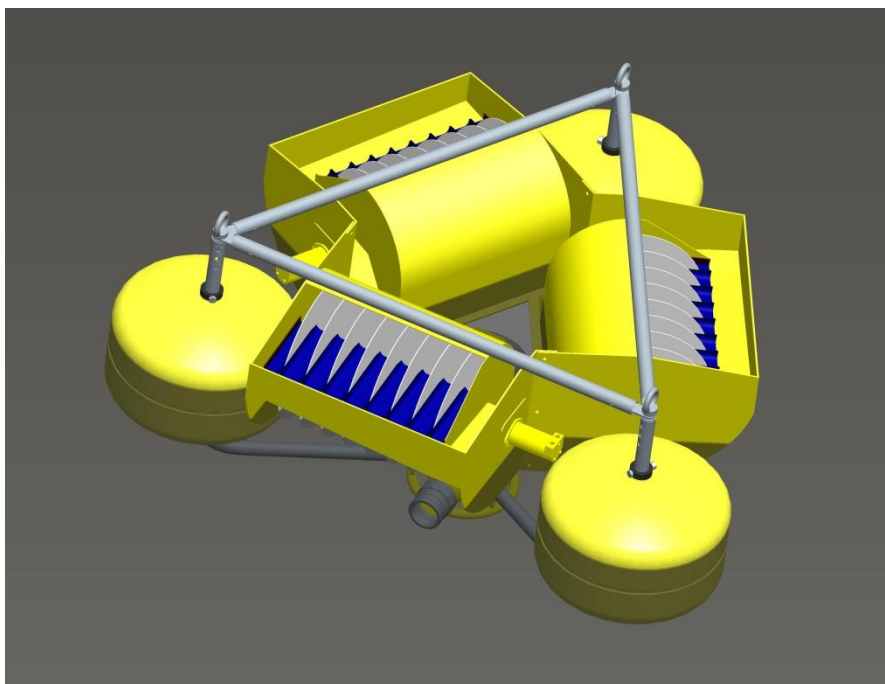
Det första konceptet utgick från att det befintliga flytsystemet skulle vara orört för att inte tillverka och frakta lika många delar. Lösningen var att lägga till 3 nya pontoner på flytsystemets ben (Se fig 9.1).



*Figur 9.1 Koncept 1 med extra pontoner fäst på undersidan flytsystemet.*

### 9.2 Koncept 2

Det andra konceptet tillät att ändra det befintliga flytsystemet. Pontonernas höjd gjordes större för att kompensera den extra flytkraften. Då pontonerna blev högre förlängdes flytsystemets höjd, vilket krävde nya ben, samt att kassetternas läge höjdes (Se fig 9.2).



*Figur 9.2 Koncept 2 med större pontoner och högre flytsystem.*

Koncept 2 blev det koncept som vikt- och flytanalysen utfördes på pga att konceptet blev snyggare och om det behövs mer flytkraft kan pontonerna göras större och flytsystemet kan höjas.

När kassetterna höjdes blev avståndet till pumpen längre och detta komparerades genom att göra tratten längre. Nu kunde även tratten stabiliseras med extra stödstruktur (Se fig 9.3)



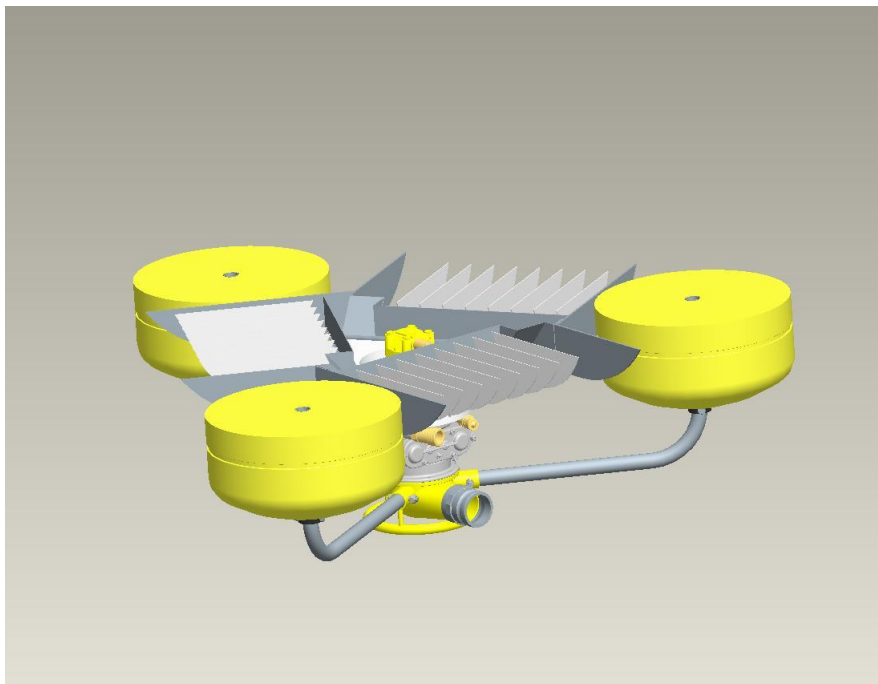
*Figur 9.3 Trattens höjd dimensionerades för höjden hos koncept 2.*

Efter att koncept 2 valts och materialen bestämts för modellens olika delar är det viktigt att veta vad modellen kommer att väga. Då detta är ett koncept är det inte troligt att vikten kommer vara samma som för en färdig prototyp men det är bra att få en uppskattning så det går att dimensionera framtida flytsystem.

Det första som görs är att beräkna vad hela konstruktionen kommer att väga för att kunna veta hur mycket flytkraft som behövs. Vikten kommer dock att ändras något då trattens och flytsystemets vikt kommer att ändras när flytläget höjs och sänks.

Vikten för det framtagna konceptet redovisas i bilaga 3 och blir 135 kg. Detta är framtaget i ProE där delarnas vikt beräknats fram genom att de tilldelats det tänkta materialets densitet.

För att få reda på flytkraften används ett verktyg i ProE som beräknar hur stor volym en assembly har. Det är den undanträngda volymen i vattnet som bestämmer flytkraften. För att kunna veta vid vilken nivå vattenytan kommer hamna skapas ett datumplan i CAD-modellen som ska representera vattenytan. Allt material ovanför detta plan skalas sedan bort för att ProE ska kunna räkna ut hur stor volym som återstår. Mha iterering höjs och sänks detta datumplan tills dess att volymen av den undanträngda vätskan är lika med vikten av hela konstruktionen (Se fig 9.4).



*Figur 9.4 Allt material ovanför flytläget har tagits bort för att beräkna undanträngd volym. Vid detta läge är displacementen 490 mm och flytkraften är 134kg.*

När jämvikt uppnåtts mellan undanträngd volym och vikt kan man se hur stor del av diskarna och borsten som är nedsjunkna i vattnet. Om de ligger för högt eller lågt måste flytsystemet trimmas genom att pontonerna höjs eller sänks för att skapa mer respektive mindre flytkraft. En tabell gjordes vid olika displacement för att se hur flytkraften varierade (Se bilaga 4).

## 10. SLUTSATS OCH DISKUSSION

De första slutsatserna att komma fram till är om konceptet som tagits fram klarar kraven och frågeställningen, se kap 1.2. Efter slutsatserna kommer en diskussion där andra frågor tas upp.

### 10.1 Frågeställning och svar

*Vilka material ska de olika delarna tilldelas?*

De olika delarna har tilldelats olika material beroende på vilken funktion de ska uppfylla och vad de kommer utsättas för. Materialen som använts till detta koncept har varit aluminium, rostfritt stål, polypropylen och polyeten.

*Vilken motor ska vara på Disk/Borst-kassetten?*

Samma motor som hos utgångsmodellen används. Det är en hydralmotor vars beteckning är EPMM 50 men en splineskoppling valdes på axeltappen.

*Kan Disk/Borst-kassetten monteras på skimmern?*

Ja det kan den. När kassetterna, med alla delar, är monterade med varandra är det lättast att med en kran lyfta upp dem för att sedan sänkas ned och monteras på pumpen.

*Kan kassetten monteras ner? För service/byte.*

Ja, på samma sätt som den monterades.

*Vid service/byte, måste hela kassetten tas av eller går det att ta av en del?*

Nej, antingen monteras hela komplementet ned eller så kan byte från t.ex diskar till borste ske utan att komplementet tas loss från pumpen.

*Kommer skimmern behöva nya flytpontoner för att klara av den nya vikten?*

Ja, den nya vikten är mycket högre än då överfallsskimmern är monterad. Dock är vikten för den nya modellen lägre än utgångsmodellens.

*Kommer komplementen att klara av att jobba i de miljöer de är tänkta?*

Ja, de material som valts ska klara av miljöer med havsvatten olja och UV-strålning.

*Kommer komplementen att effektivisera upptagningen av olja jämfört med tidigare produkt?*

Ja, i det fall när effektiviteten mäts som andel olja av den uppumpade vätskan. Om större mängd olja totalt sett pumpas upp jämförs inte.

### 10.2 Diskussion

Resultatet av arbetet är att istället för att använda en ram med monterbara kassetter, från utgångsmodellen, kombinera båda delarna för att minska vikt, material och delar. Konceptet som tagits fram kan senare vidareutvecklas till en prototyp men kräver mycket mer arbete.



Kassetten som tagits fram kanske kostar för mycket att producera vilket ger en dyr produkt som inte blir lika attraktiv hos kunderna.

Borstens vikt kommer ha stor betydelse på hur skimmern kommer flyta. När borsten dimensionerats och dess vikt bestämts måste en ny vikt- och flytanalys göras för att kunna anpassa flytsystemet till båda funktionerna.

Tratten som använts har modifierats från utgångsmodellen och är fäst i pumpen med skruvar. Det är viktigt att göra en analys för att se om den klarar av att bära upp vikten av skimmern, samt att den klarar de krafter som kan uppstå vid arbete ute till havs.

## **REFERENSER**

Personreferenser:

1. Anders Johansson, Foilex Engineering AB, Göteborg, tel 031-222 525.

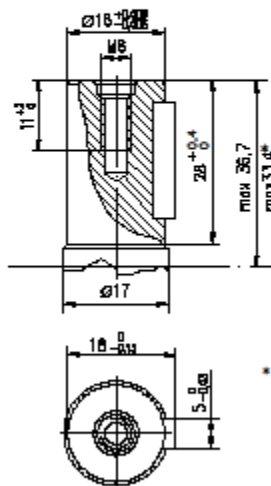
## Pugh Concept Selection Process Summary Chart

	Utgångsmodell	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3	Koncept 4	Koncept 5	Koncept 6	Koncept 7
Vikt	0	1	1	1	-1	-1	1	1
Montering	0	0	0	0	0	0	-1	1
Tilverkning	0	-1	-1	0	-1	0	0	1
Forst och Disk funktion	-1	1	1	1	1	1	1	1
Ijeflöde mot skimmern	0	0	0	0	-1	0	0	0
Byte av Disk/Borste	-1	1	1	1	1	1	1	1
Tät mot vatten	0	-1	-1	0	-1	0	1	1
Estetisk	0	-1	-1	0	-1	1	-1	0
Number better: $\Sigma+$	+0	+3	+3	+2	+2	+3	+4	+6
Number worse: $\Sigma-$	-2	-3	-3	-1	-5	-1	-2	0
Number same: $\Sigma 0$	6	2	2	5	1	4	2	2
Tot:	-2	+0	+0	+1	-3	+2	+2	+6

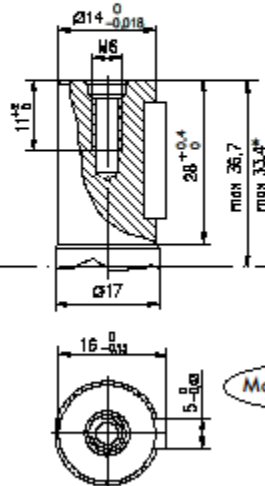


**SHAFT VERSIONS**

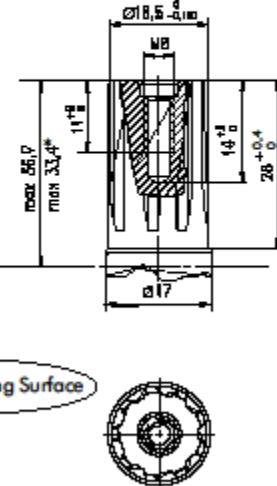
**C** - ø16 Straight shaft,  
key 5x5x16 DIN 6885  
Max. Torque 3,9 daNm



**CK** - ø14 Straight shaft  
key 5x5x16 DIN 6885  
Max. Torque 3 daNm



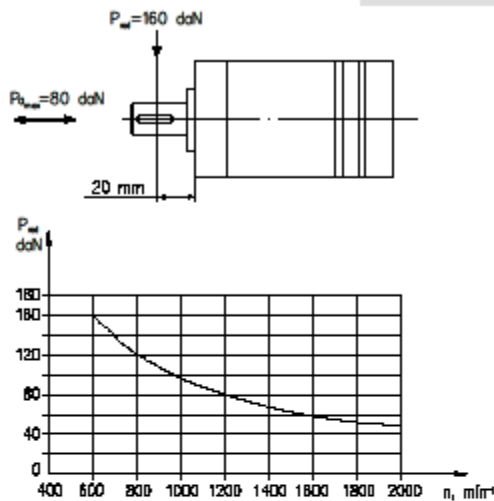
**SH** - Splined, B17x14 DIN 5482  
Max. Torque 4,4 daNm



\* For F Flange

Motor - Mounting Surface

**PERMISSIBLE SHAFT LOAD**



The permissible radial shaft load [Prad] is calculated from the distance [L] between the point of load application and the mounting surface:

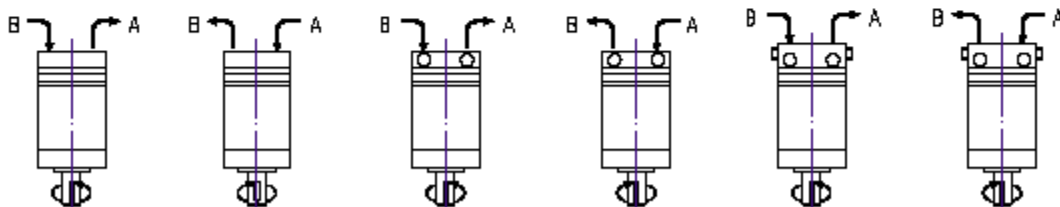
$$P_{rad} = \frac{13040}{(61,5+L)}, \text{ [daN]}$$

[L in mm; L 80]

The drawing shows the permissible radial load when L=20 mm.

If the calculated shaft load exceeds the permissible, a flexible coupling must be used.

**DIRECTION OF SHAFT ROTATION**



**M+S HYDRAULIC**

Viktberäkning.				
<b>Utgångsmodell:</b>				
<b>Del:</b>	<b>Antal:</b>	<b>Kg st:</b>	<b>Kg sum:</b>	<b>Anm:</b>
Pump	1	31,45	31,45	
Flytssystem	1	32,22	32,22	
Disc Package	3	7,651	22,953	
Cassette Frame	1	18,100	18,100	
Scraper Set	3	5,000	15,000	
Extra fender	3	2,170	6,510	Ej med i modellen
Hydraulic Motor EPMM 5	3	2,900	8,700	
Cassette Inlet Weir	1	4,810	4,810	
Hydraulic Couplings	1	4,000	4,000	
Flow Plates	3	1,040	3,120	
Hydraulic Hose Set	3,6	0,290	1,044	
		<b>Tot vikt:</b>	147,907	
<b>Nya konceptet:</b>				
<b>Del:</b>	<b>Antal:</b>	<b>Kg st:</b>	<b>Kg sum:</b>	
Pump	1	31,45	31,45	
Flytssystem	1	32,82	32,82	
Disc package	3	8,18	24,54	
Kassett/Ram	3	8,24	24,72	
Tratt	1	4,56	4,56	
Hydraulic Motor EPMM 5	3	2,9	8,7	
Hydraulic Couplings	1	4	4	
Hydraulic Hose Set	3,6	0,29	1,044	
Scraper set	3	0,9	2,7	
Större pontoner	3	?	?	
		<b>Tot vikt:</b>	134,534	

## Bilaga 4

<b>Displacement</b>	<b>Undanträngd volym</b>
490mm	134 L
500mm	139 L
510mm	145 L
520mm	151 L