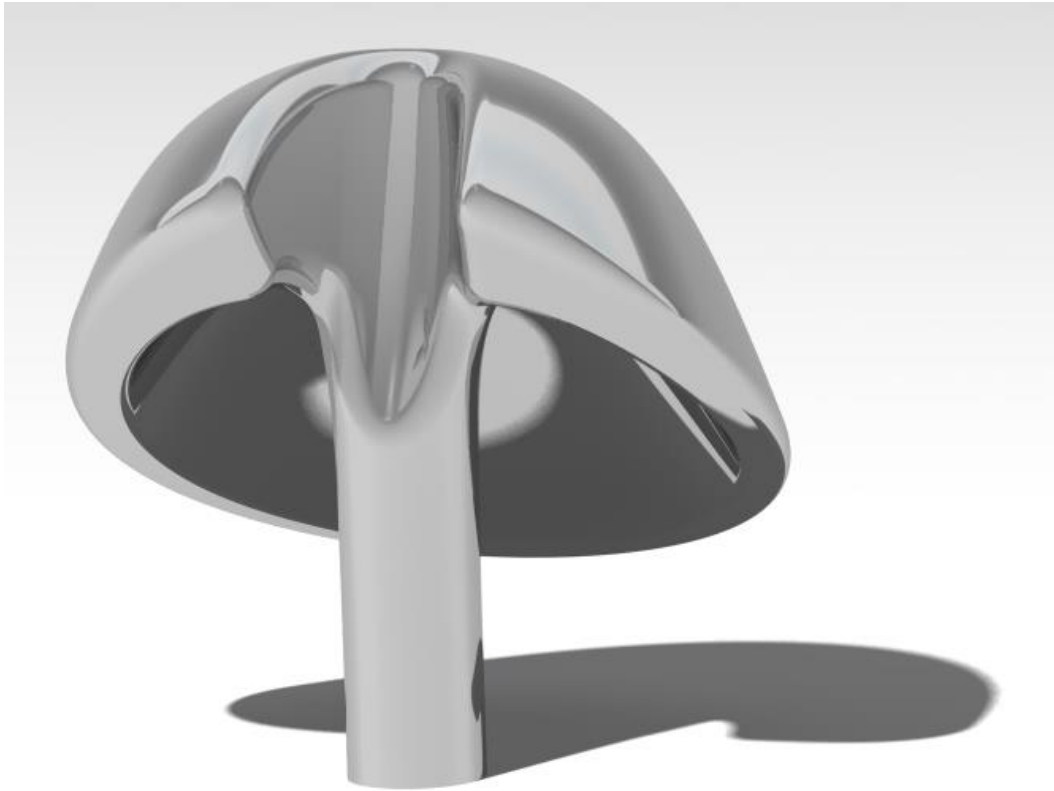




# CHALMERS

---



## **Utveckling av fäste för automatisk koppling av livflotte**

Examensarbete vid högskoleingenjörsprogrammet Designingenjör

Karin Karlsson

Alexandra Torstensson

Samtliga bilder i rapporten tillhör författarna, om inget annat anges.

# FÖRORD

Denna rapport beskriver ett examensarbete på Designingenjörsutbildningen vid Chalmers tekniska högskola. Arbetet omfattar 15hp, motsvarande 10 heltidsveckor, och genomfördes sommaren 2015 vid institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling.

Vi vill tacka Fredrik Falkman på Svenska Sjöräddningssällskapet för hans engagemang och handledning i projektet. Vi vill även tacka Jörgen Lorén med besättning på Stena Danica för de goda råd och all information de gav oss under vårt besök. Ett stort tack går till Håkan Almius, vår handledare och examinator på Chalmers för han lotsat oss genom denna resa. Vi vill också tacka Olof Wranne, programansvarig för Designingenjörsprogrammet, för hans hjälp.

## **SAMMANFATTNING**

Vid nödsituationer till sjöss där större fartyg evakueras finns idag goda evakueringsrutiner styrda av internationella lagar som SOLAS konventionen. Men efter sjösättning av livflottar försämras arbetsgången för räddningsarbetet. För att förbättra detta driver Svenska Sjöräddningssällskapet, SSRS, projekt FIRST med mål att finna nya lösningar för massräddningsarbete till sjöss. Där har bl.a. en ny arbetsgång med lyftbara livflottar tagits fram. Även denna arbetsgång har sina utvecklingsområden, idag krävs att räddningspersonal måste riskera sin säkerhet för att manuellt låsa fast en lina i räddningsflotten innan flotten kan lyftas. Denna rapport beskriver utvecklingsarbetet för en ny sorts låsmekanism som möjliggör fastkoppling av en lina i en flotte på distans - d.v.s. utan manuell koppling.

Projektet inleddes med en grundläggande informationsinsamlingsprocess där litteraturstudie och studiebesök ombord Stena Danica gav grund till en funktionsanalys och kravspecifikation. Efter idé -och konceptgenerering togs två koncept fram. Koncepten modellerades upp i CAD-program och prototyper skrevs ut för testning. Efter prototyptestning och riskanalys valdes det ena konceptet ut till slutkoncept.

Slutkonceptet är en modifierad krok som fästs på flottens tak. Krokens utformning medför att en snara lätt kan släppas ner över kroken och därefter dras åt. Genom en urgröpning och avrundning av själva huvudet på fästet, leds linan runt så att flotten lyfts rakt. Konceptet har stora fördelar i sin enkelhet med få delar och låg risk för haveri. Dessutom finns stora möjligheter för vidareutveckling, främst vad gäller anpassning efter vilken typ av transportmetod räddningsfartyget använder sig utav för att få linan i position.

## **ABSTRACT**

Evacuation procedures at sea are well regulated and described by international law, most notably the SOLAS convention. However, things aren't as clear cut when looking at life raft recovery during a mass rescue situation. The Swedish Sea Rescue Society, SSRS, have an ongoing project called FIRST, with the goal of improving life raft recovery and mass rescue at sea. They have developed a new methodology where life rafts are lifted up to the rescue ship's deck. This is a faster and more efficient way of rescuing evacuees but there are still areas of improvement. Rescue personnel have to manually connect the life raft to a line from the ship, a potentially dangerous assignment. This thesis describes the development of a new locking mechanism that will enable rescue personnel to remotely connect the life raft.

The project began with a basic literature review and a study visit onboard the ferry Stena Danica. This led to a functional specification as well as a requirement specification. After idea and concept generation, two concepts were chosen for prototyping. After testing and risk analysis, one of the concepts were picked as the main concept.

The main concept is a modified hook located on top of the life raft. The shape of the hook ensures that a noose can be lowered down over the hook and then tightened. The head of the hook is rounded with an indentation allowing the line to position itself in a way that ensures a safe lift, keeping the life raft in an upright position. The concept has the advantage of a simple design with few parts, making the risk of failure due to mechanical errors low. There are opportunities for further developments, particularly regarding adaptation to the noose and its method of transportation from the rescue ship.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

BETECKNINGAR .....	1
1. INLEDNING .....	2
1.1 Bakgrund.....	2
1.2 Syfte .....	4
1.3 Avgränsningar .....	4
1.4 Precisering av frågeställningar .....	4
2. TEORETISK REFERENSRAM.....	5
2.1 Fakta om sjöräddning.....	5
2.1.1 SOLAS .....	6
2.1.2 Projekt FIRST .....	7
2.2 Genomgång av använda metoder .....	8
2.2.1 Inledande fas.....	8
2.2.2 Idé och konceptgenererande fas .....	10
2.2.3 Konceptfas .....	11
2.2.4 Utvärderingsfas .....	11
3. METOD.....	13
3.1 Inledande fas.....	13
3.2 Idé och konceptgenererande fas .....	15
3.3 Konceptfas .....	16
3.4 Utvärderingsfas .....	16
4. RESULTAT .....	17
4.1 Inledande fas.....	17
4.2 Idé och konceptgenererande fas .....	18
4.2.1 Urval.....	23
4.3 Konceptfas .....	25
4.3.1 Lasso.....	25
4.3.2 Råttfälla .....	26
4.3.3 Kort presentation av de valda koncepten .....	29
4.4 Utvärderingsfas .....	30
4.4.1 Prototyptestning .....	30
4.4.2 Riskanalys .....	32
4.4.3 Val av slutkoncept .....	34

5. PRESENTATION AV SLUTKONCEPT.....	35
6. SLUTSATS OCH DISKUSSION.....	37
KÄLLOR .....	39

## **BETECKNINGAR**

IMO	International Maritime Organization, ett FN-organ
SOLAS	International Convention for the Safety Of Life At Sea
SSRS	Svenska Sjöräddningssällskapet
SAR	International Convention of Search and Rescue
MES	Marine Evacuation System – evakueringsystem för passagerarfartyg
Ropax-fartyg	Fartyg för transport av passagerare såväl som gods



# 1. INLEDNING

Detta kapitel syftar till att förklara projektets kontext och skall visa vilket syfte och mål projektet har.

## 1.1 Bakgrund

Sedan Titanics förlisning 1912 har stora förändringar inom sjösäkerheten genomförts. Redan 1914 skrevs den första konventionen som sammanställer de regler, rutiner och ramverk som finns för konstruktion, utrustning och processer på sjön. Denna konvention kallas för SOLAS, och används än idag i en reviderad och utökad version. SOLAS-konventionen står under FN-organet IMO, International Maritime Organization. Även om SOLAS är ett väl omfattande och viktigt dokument så finns det fortfarande områden som kan förbättras. Ett sådant område är massräddningsarbete till sjöss.

Genom åren har SOLAS uppdaterats och reviderats, ofta som ett resultat av olyckor som visat på behov av ändrade regler och rutiner. I september 1994 förolyckades Estonia under en storm i Östersjön. Olyckan berodde på att bogvisiret lossnat pga de hårda påfrestningarna från stormen och resulterade i att 852 av de ombordvarande 989 människorna förolyckades. Olyckan visade på flertalet brister vad gäller fartygets konstruktion såväl om livräddningsutrustningens utformning och rutiner. Det snabba olycksförloppet resulterade i att stora delar av evakueringsrutinerna inte fungerade. Av de livflottar som hamnade i vattnet löstes inte alla ut och vissa vändes upp och ner av den hårda vinden. Av de passagerare som hamnat i vattnet hade många svårt att ta sig i livflottarna. (Franson, 2001)

Estonia-olyckan ledde till flertalet regeländringar vad gäller utformningen av fartyg. Detta för att förhindra att en liknande olycka med samma snabba förlopp ska ske igen.

Vad gäller livflottars utformning har mycket hänt. Fartyg ska numera utrustas med utrustning för s.k. torr embarkering, dvs. passagerare ska inte behöva hamna i vattnet vid en evakuering. Detta sker antingen genom att flottar hissas ned med de evakuerade i eller att evakueringen sker genom ett sk MES-system. För de passagerare som ändå hamnar i vattnet ska livflottarna vara utrustade med en äntringsramp för att underlätta ombordstigning från vattnet. För att motverka problematiken med livflottar som hamnar upp och ner infördes regler om att samtliga flottar ska vara självrätande eller utformas så att de är vändbara med utrustning både i golv och taket på flotten. (Franson, 2001)

Liksom vid många andra fartygsolyckor var närliggande fartyg först på plats och de som kom att leda räddningsarbetet. Dock saknade många möjlighet att hjälpa till i sökandet av överlevande. Som en direkt följd av detta finns idag krav på att ropax-fartyg ska ha två beredskapsbåtar ombord med möjlighet till sjösättning i hårt väder. Fartyg ska även utformas så att man lättare kan ta ombord nödställda människor. (Franson, 2001)

Trots moderna evakueringsystem och ett omarbetat regelverk finns det än idag brister i hanteringen av massräddningssituationer - dvs. situationer där antalet nödställda överstiger det antal som sjöräddningen har kapacitet att hantera (IAMSAR Manual Volume III, 2008). Själva evakueringen och den utrustning som krävs för att genomföra räddningsinsatsen är väl reglerad och dokumenterad i SOLAS, problemet är vad som sker med livbåtarna när de fyllts och släppts ner i vattnet. Räddningsinsatsen är inte över för att det förolyckade fartyget har evakuerats, utan när de evakuerade har nått en säker plats. IMO definierar en säker plats som:

*”a location where rescue operations are considered to terminate; where the survivors' safety of life is no longer threatened and where their basic human needs (such as food, shelter and medical needs) can be met; and, a place from which transportation arrangements can be made for the survivors' next or final destination.” (2.7 General Guidance on the "Place of Safety")*

En säker plats är således inte borta från det nödställda fartyget utan på exempelvis land eller ombord ett räddningsfartyg. Idag finns dock inget snabbt och smidigt sätt att ta de nödställda från en livflotte till en säker plats. Faktorer så som väder och vind och mörker kan dessutom försvåra räddningsarbetet ytterligare.

För att förbättra detta driver Svenska Sjöräddningssällskapet, SSRS, ett projekt vid namn FIRST med mål att förbättra massräddningsarbetet till sjöss. I projektet har man tagit fram en metod som innebär att en hel livflotte lyfts upp på räddningsfartygets däck, detta medför att man kan rädda upp till ett 40-tal personer på en gång. Att kunna lyfta en hel flotte åt gången är en klar förbättring mot nuvarande situation, men metoden har vissa förbättringsområden. I dagsläget behöver man skicka ner personal från räddningsfartyget i mindre farkoster för att sätta fast en lina i flotten manuellt.



*Figur 1.1. Manuell fastkoppling av vajer i flotte (First-Rescue.org, 2012). Återgiven med tillstånd*

Detta är ett riskfyllt moment för räddningspersonalen då de blir väldigt utsatta för vind och vågor. Att kroka fast flotten vid stiltje inne i hamn är en sak, men många olyckor sker under ogynnsamma väderförhållanden ute till havs och då måste befälhavare för räddningsfartyget göra en bedömning om risken för räddningspersonalen är för stor för att man ska kunna utföra arbetet eller inte. Således söker man en lösning för att kunna fästa linan utan manuell fastkoppling.

## **1.2 Syfte**

Examensarbetet syftar till att ta fram en metod för att på distans kunna fästa en vajer i en livflotte. Fokus kommer läggas på luftburna lösningar och de möjligheter och begränsningar som en luftburen lösning innebär.

## **1.3 Avgränsningar**

Projektet kommer endast behandla luftburna lösningsförslag, därmed kommer inte lösningar baserade på transportmetoder under eller på vattnet att behandlas. Endast kopplingsmomentet samt hur vajern tas till livflotten kommer behandlas. Därmed kommer ingen särskild hänsyn tas till angränsande områden, så som lyftkranens utformning och placering eller livflottens utformning utöver eventuella fästanordningar.

Då utvecklingsarbetet ännu är i ett tidigt stadium, där fokus främst ligger på att hitta nya lösningar, kommer inget fokus läggas på materialval, tillverkningsmetoder eller ekonomiska aspekter.

## **1.4 Precisering av frågeställningar**

Arbetet syftar till att besvara frågan om hur en vajer kan fästas i en livflotte utan att räddningsmanskaper behöver sättas i vattnet. Utifrån denna huvudfrågeställning och de satta avgränsningarna, skall följande frågor besvaras:

- Hur kan en vajer fästas i en livflotte utan manuell fastkoppling?
- Vilka fördelar finns för den framtagna lösningen jämfört med nuvarande räddningsmetod?

## 2. TEORETISK REFERENS RAM

Detta kapitel syftar till att ge läsaren grundläggande information om den metodik och problemställning som rapporten avhandlar.

### 2.1 Fakta om sjöräddning

Sedan länge har det funnits en tradition på haven att bistå med hjälp till fartyg i nöd. 1974 infördes även detta som regel i SOLAS. Tre år senare slöts ytterligare en konvention inom det internationella FN-organet International Maritime Organization, IMO. Denna konvention, kallad SAR, International Convention of Search and Rescue, anger vilka åtgärder varje sjöfartsnation ska vidta för att kunna bistå vid olyckor till havs. (International Convention on Maritime Search and Rescue (SAR), 1979)

I Sverige ansvarar Sjöfartsverket för sjöräddningen, detta innefattar såväl lokalisering som räddningsinsatsen. På 5 orter i Sverige finns helikopterbaser med helikopter och personal i ständig beredskap. Från dessa baser lyfter räddningsbesättningen inom 15 minuter från inkommet larm, oavsett tid på dygnet (Sjö- och flygräddning, u.d.). Enligt regeringsbeslut gäller att sjöräddningen ska, i 90% av fallen, kunna undsätta en nödställd på svenskt territorialvatten inom 60 minuter från det att besättningen larmats av sjöräddningscentralen. På internationellt vatten gäller tidsramen 90 minuter. (Ekonomityrningsverket)

En undersökning gjord av Det Norske Veritas visar dock att de flesta nödställda undsätts av andra fartyg i närheten. (Ulfvarson, 2008)

Föreskrifterna gällande evakueringsutrustning utgår i dagsläget från livbåtar, det vill säga fasta båtar som firas ner i händelse av evakuering. En stor del av dessa kan dock ersättas med livflottar vilka vecklas ut först i händelse av evakuering, något som ofta görs för att spara utrymme på stora passagerarfartyg.



*Figur 2.1 Förvaring av räddningsflottar ombord Stena Danica*

Idag finns livflottar utformade att rymma mellan 4 och 150 personer. På grund av viktfördelning och materialens mjukhet kan dock livflottar av större modell ej lyftas, endast livbåtar av mindre modell, upp till ca 39 personer, kan idag göras lyftbara. Vid full lastning kommer en flotte av denna storlek att väga strax över 3 ton. Då livflottar idag förses med ballastpåsar för stabilitet uppgår totalvikten för en full livflotte som lyfts från vatten till 4 ton, detta då utöver flottens och passagerarnas vikt även tillkommer vikten för det vatten som stabiliserar flottan via ballastpåsar.

En undersökning från 2015 rörande passagerarfartyg inblandade i olyckor visade att de flesta olyckor inträffar under dagtid och nära kusten eller i hamnområden (Weng & Yang, 2015). Detta kan antas bero på att förekomsten av fartyg är större i dessa områden samt att det är fler fartyg i rörelse i dessa områden under dagtid. Samma undersökning visade dock på att risken för dödsfall i samband med olyckan ökade nattetid samt vid dåligt väder. Högst risk för dödsfall i samband med en olycka inträffade i de fall då fartyget slutligen sjönk. Antalet passagerare påverkade också sannolikheten för att dödsfall skulle inträffa, där kryssningsfartyg med deras stora passagerarantal innebar avsevärt större risk för dödsfall. Att förekomsten av många människor ökar risken för dödsfall är inte förvånande och det visar på vikten av att ha väl fungerande evakueringsystem så väl som väl fungerande system för massräddningsoperationer. Med ökat antal nödställda ökar även omfattningen och komplexiteten i ett massräddningsscenario.

### **2.1.1 SOLAS**

SOLAS står för International Convention for the Safety Of Life At Sea och är den internationella konvention som styr sjösäkerhet i världen. Konventionen började utvecklas efter Titanics förlisning 1912 och har sedan dess byggts på och utvecklats med jämna mellanrum. Idag omfattar SOLAS områden så som fartygskonstruktion, brandsäkerhet och livräddningsutrustning och -rutiner. Enligt konventionen finns tydliga regler för bland annat livbåtskapacitet och flytvästar. Det dikteras även att fartyg i närheten av ett fartyg i nöd är skyldiga att bistå med hjälp. Hur denna hjälp tar sig uttryck eller krav på utrustning som ska finnas ombord på räddningsfartyget för undsättning av nödställda finns dock inte med i konventionen. (International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974)

I de fall då specifikationer finns för livräddningsutrustning, finns dock faktorer att ta hänsyn till vid utformningen av utrustning för massräddningsuppdrag. För utrustning utformad för att lyftas eller vinchas ska en säkerhetsfaktor på 6 läggas till vajrar, rep, block, talja och länkar. Detta innebär för en livflotte med en total maxvikt av 4ton att låsanordning och vajrar ska hålla för en vikt av 24ton. (International Convention for the Safety Of Life At Sea (1974), 6.1.1.6§)

2011 hade 159 länder ratificerat SOLAS, vilket innebär att cirka 99 % av handelsflottans bruttodräktighet omfattas av konventionen (Implications of the United Nations Convention on the Law of the Sea for the International Maritime Organization, 2012).

## 2.1.2 Projekt FIRST

Sedan 2013 bedriver Svenska Sjöräddningssällskapet, SSRS, projektet FIRST. Syftet med projektet är att utveckla metoder och utrustning för att underlätta arbetet vid en massräddning till sjöss. Trafiken på världshaven är idag stor och det finns därför så gott som alltid andra fartyg i närheten när ett fartyg hamnar i sjönöd. Däremot finns ingen lagstiftning som anger hur hjälpen ska se ut. Projekt FIRST syftar, på kort sikt, till att utveckla en metod för att omkringliggande fartyg ska ha möjlighet att kunna bistå med hjälp på ett effektivt sätt. På lång sikt hoppas man på att projektet ska leda till ändrade regler där fartygen inte bara ska vara anpassade för att kunna evakueras snabbt och effektivt utan även för att kunna ta emot evakuerade människor från ett nödställt fartyg. (First-Rescue.org, u.d.)

Inom projektet har den så kallade Lorén-svängen utvecklats. Metoden är ett sätt att dämpa vågorna och på så sätt få ett lugnare hav att arbeta på under räddningsarbetet. Det första skeppet som ankommer till räddningsplatsen gör en kraftig gir runt området där livbåtarna befinner sig. Detta medför att vågorna innanför området som båten cirkulerar kvävs och kvar blir en lugnare vattenyta, se figur 2.2.



*Figur 2.2 Lorén-svängen (First-Rescue.org, 2012). Återgiven med tillstånd*

Den jämnare vattenytan innebär större säkerhet för eventuella räddningsbåtar som behöver sjösättas under arbetet. Det minskar även påfrestningar på livbåtar och lyftanordningar under ett pågående lyft, detta då skillnaden i vind minskar när det inte finns några vågor som tidvis dämpar vinden. Detta medför ett jämnare vindflöde och därmed minskade ryck vid lyftögonblicket. Andra skepp som ankommer senare till platsen kan lägga en ny ring utanför den första ringen och därmed ytterligare hjälpa till att dämpa vågorna.

## **2.2 Genomgång av använda metoder**

För att genomföra utvecklingsarbetet på ett systematiskt och genomarbetat sätt finns en rad metoder till hjälp. Nedan följer en genomgång av de metoder som använts i detta arbete.

### **2.2.1 Inledande fas**

#### **Förstudie**

Inledningsvis i ett projekt så genomförs en förstudie. Förstudien syftar bland annat till att ge en överblick över det studerade området, avgöra om projektet är ekonomiskt gångbart, sätta avgränsningar samt sätta en tidsplan för projektet.

För att få en överblick över det aktuella området ingår oftast en litteraturstudie och i vissa fall även studiebesök och intervjuer. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004)

#### **Funktionsanalys**

En funktionsanalys är en analys av en produkts eller ett systems funktioner. Metoden används för att specificera vilka funktioner en produkt eller lösning bör ha för att fungera på ett önskvärt sätt.

För att genomföra en funktionsanalys behöver problemet vara tydligt konkretiserat och lösningsneutralt formulerat. Detta för att undvika att de specificerade funktionerna vinklar lösningsmöjligheten åt ett visst håll. För att vidga lösningsrymden bör problembeskrivningen även ha en bred och abstrakt formulering.

Utifrån problembeskrivningen listas de delfunktioner som ingår i lösningen. Dessa funktioner formuleras med ett verb och ett substantiv utifrån vilken funktion som avses, till exempel "medge lyft". De angivna funktionerna delas därefter upp i kategorierna Huvudfunktion, Delfunktion och vid behov Stödfunktion. Huvudfunktionen anger produktens huvudsakliga syfte och sätter därmed även gränsen för vad produkten inte ska göra. Delfunktionerna anger vilka funktioner som krävs för att uppfylla huvudfunktionen. Stödfunktionerna anger slutligen vilka funktioner som bör finnas för att delfunktionerna ska kunna samverka.

Funktionsanalysen resulterar i en tabell eller ett flödesschema vilket ger en överskådlig blick över de funktioner som en lösning bör innehålla. Genom att dela upp huvudproblemet i mindre delproblem underlättas lösningsgången då det är lättare att se lösningar på mindre komplexa system än att hitta lösningar till den mer komplexa huvudfrågeställningen. Delloösningarna kombineras sedan ihop till en lösning som fungerar för hela systemet. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004)

#### **Kravspecifikation**

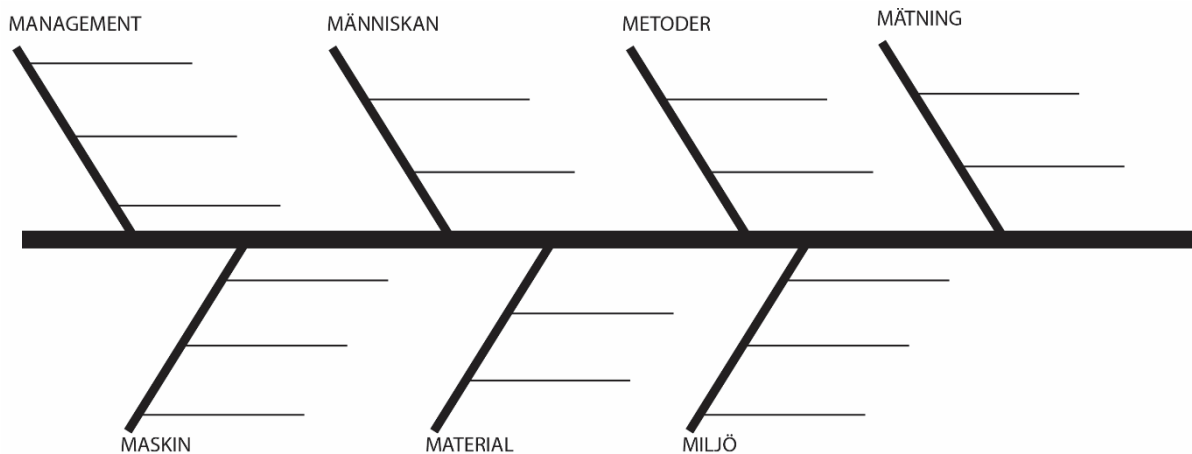
En kravspecifikation är en specifikation över de krav en produkt eller tjänst ska uppfylla för att kunna fungera på ett önskvärt sätt. Kravspecifikationens uppgift är att sätta ramar inom vilka arbetet kan fortgå. Dessa ramar utgörs då av kriterier som måste uppfyllas, som exempelvis viktgränser eller ekonomiska begränsningar.

Kriterierna i en kravspecifikation behöver vara tydligt formulerade och bör formuleras på ett sådant sätt att risken för feltolkningar minimeras. När kriterierna listats kan det i vissa fall vara behjälpligt att vikta dem. Detta då vissa krav, exempelvis lagkrav eller prestandakrav, är fasta krav som den färdiga produkten måste uppfylla, medan andra krav, så kallade önskvärda krav, snarast är sådant som ger lösningen det där lilla extra. Dessa önskvärda krav är sådana som produkten skulle tjäna på att ha, men som inte måste uppfyllas för att produkten ska kunna vara funktionsduglig.

I vissa fall kan listan med kriterier bli väldigt lång. I dessa fall kan det vara en god idé att välja ut några krav och fortsätta utvecklingsarbetet utifrån dessa. I de fall det inte går kan kraven istället grupperas, exempelvis utifrån olika delösningsområden. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004)

### Fiskbensdiagram

Fiskbensdiagram är en presentationsmetod vars syfte är att ge en översikt över orsak-verkansamband. Metoden är lämplig att använda vid produktutveckling då den belyser olika faktorer vilka var och en eller tillsammans ger en viss effekt. Resultatet är en grafisk presentation av orsaks-verkan-sambandet vilket påminner om benen på en fisk, se figur 2.3.



Figur 2.3 Schematisk bild över ett fiskbensdiagram

Metoden följer en enkel princip där man först definierar huvudproblemet. Därefter listas de orsaksområden som kan ge upphov till problemet. Dessa listas som "ben" ut från ryggraden, se figur 4. När alla huvudområden definierats, listas delorsaker till de inringade orsaksområdena.

Inom metoden utgår man ofta från 7M:

- Management. Hur fungerar företagsledningen? Vilken del har ledningen i det uppkomna problemet?
- Människan. Hur stor del av problemet utgörs av den mänskliga faktorn? Förstår exempelvis brukaren hur maskinen eller produkten ska användas?
- Metod. Används rätt produktionsprocesser? Finns de ritningsunderlag och verktyg som behövs?
- Mätning. Kan de nödvändiga mätningarna ske på ett korrekt sätt?
- Maskin. Underhålls maskinerna på regelbunden basis? Är variationen mellan de tillverkade enheterna tillräckligt liten?
- Material. Är tillverkningsmaterialet av tillräckligt bra kvalitet?
- Miljö. Vilken inverkan har miljön på produktiviteten?

Fördelen med ett fiskbensdiagram är att det ger en överblick över ett problemområde. Det kan vara en del av att hitta huvudorsaken till ett problem, eller belysa områden där mer information behöver samlas in.



En annan viktig aspekt av fiskbensdiagrammet är att det kan användas som ett verktyg för att strukturera upp och få överblick över ett ämnesområde. Sett ur det perspektivet utgör de olika benen olika aspekter av ett ämnesområde. (Bergman & Klefsjö, 2012)

## 2.2.2 Idé och konceptgenererande fas

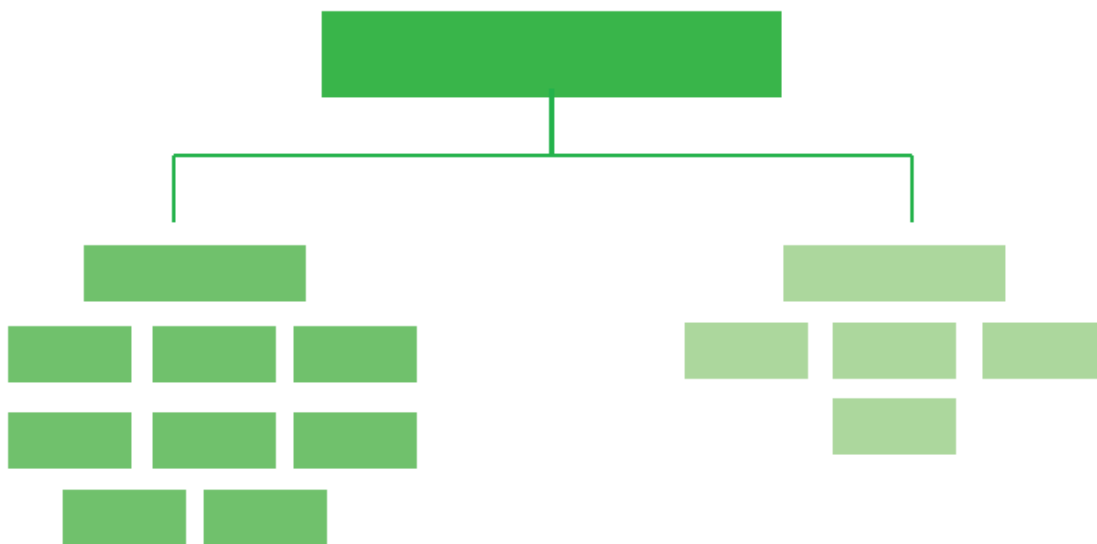
### Idégenerering

Fri idégenerering (även kallad brainstorming) är en metod där ett ämne, fråga eller problem definieras och därefter skall deltagarna i projektgruppen fritt komma på så många idéer och lösningar som möjligt. Under själva idégenereringen får inga idéer eller tankar kritiserats eller analyseras. Även en idé som vid första anblicken kan te sig osannolik eller orealistisk kan så ett frö till en bra lösning. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004)

### KJ-analys

KJ-metoden är en metod för att organisera stora mängder verbal data, exempelvis idéer eller omfattande intervjuvar. Syftet med metoden är dels att få en helhetsbild av det undersökta området, dels att förmedla resultatet på ett lättöverskådligt vis.

Informationen i en KJ-analys och utgår från associationskopplingar och de resulterande kategorierna är ordnade utifrån släktskap. Figur 2.4 visar hur ett släktskapsdiagram erhållet från en KJ-analys kan se ut.



Figur 2.4 Schematisk bild över ett KJ-diagram

En KJ-analys genomförs i flera steg enligt en "bottom up"-metod där man inledningsvis fokuserar på enskilda delområden för att sedan analysera hur dessa delområden hör ihop. När området som ska analyserats tydligt definierats kan följande arbetsgång användas för att genomföra analysen:

Deltagarna skriver ner fakta på små lappar. Beroende på ämne så kan det handla om problem som observerats eller om olika fakta från intervjuvar. Här är det viktigt att det som skrivs på lapparna är fullständiga meningar, som inte går att misstolka.

Alla lappar samlas in och går igenom. Eventuella oklarheter rörande tolkning av texten reds ut och eventuella dubletter tas bort.

Lapparna grupperas utifrån hur deras innehåll är besläktat med varandra. Detta arbete genomförs under tystnad. Eventuella diskussioner tas när alla lappar placerats ut. Det är dock viktigt att alla deltagare är överens om grupperingarna när denna fas är avslutad.

De nya grupperna ges rubriker och pilar dras mellan grupperna för att visa på hur de hör ihop med varandra.

Fördelen med en KJ-analys är att den är en relativt enkel och snabb metod att genomföra samtidigt som den ger en tydlig representation av hur olika delar av ett system hör ihop. (Bergman & Klefsjö, 2012)

### **Pughmatris**

Pugh-matrisen är en metod för att på ett systematiskt sätt jämföra och vikta olika koncept. Den redan existerande lösningen sätts som referenslösning varefter varje koncept viktas utifrån olika kriterier relaterade till om det nya konceptet löser problemet eller utför diverse funktioner bättre eller sämre än referensobjektet. Koncepten viktas enligt en skala, oftast mellan -1 till +1, där referensobjektet satts till 0 för varje viktningskriterie.

Avslutningsvis räknas poängen samman. Det konceptet med högst poäng kan antas vara den bästa av de viktade koncepten. I vissa fall har dock olika kriterier olika stor inverkan på det viktade konceptets lämplighet. Detta medför att innan ett koncept väljs utifrån resultatet i en Pugh-matris bör resultatet studeras och de erhållna viktningspoängen för respektive kriterium bör vägas mot varandra. Även spridningen på poängen bör studeras för att undvika ett koncept med för stor spridning på viktningspoängen. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004)

## **2.2.3 Konceptfas**

### **Modellering**

Modellering av koncept är ett effektivt sätt att få en bra bild över hur produkten kommer se ut och hur olika delar sitter ihop. Modellering kan ske på en mängd olika vis och med olika komplexitet, från enkla pappersmodeller som syftar till att ge en schematisk bild av produkten till avancerade CAD-modeller i datorn. Därmed är metoden enormt flexibel och kan användas i olika stadier av produktutvecklingsprocessen.

## **2.2.4 Utvärderingsfas**

### **Prototyptestning**

En prototyptestning genomförs för att utvärdera ett framtaget koncepts funktionalitet, styrkor, svagheter och förbättringsområden. Tester kan ske på olika nivåer där allt från enkla modeller testas för att ex. garantera att konstruktionen går att montera ihop, till avancerade tester med en produktionsfärdig prototyp.

## What if-metoden

What if-metoden är en riskanalys som används främst inom processindustrin. Metoden syftar till att kartlägga potentiella riskscenarion och dess konsekvenser för att på så vis kunna få fram förebyggande åtgärder. Genom att ställa frågor som t.ex. “vad händer om fjädern havererar?” eller “vad händer om brand utbryter i detta område?” identifieras olika risker. Dessa scenarion analyseras så att dess orsak identifieras, möjliga konsekvenser utreds och sannolikheten för att scenariot inträffar viktas. Detta leder till att förebyggande och förbättrande åtgärder kan föreslås. Metoden sammanställs ofta i ett lättöverskådligt schema eller liknande. (Ingvarson & Roos, 2003)

Vad händer om?	Möjliga orsaker	Konsekvenser	Kommentarer (vidtagna åtgärder)	Riskvärdering (sannolikhet)	Rekommenderad åtgärd
<hr/>					
<hr/>					

*Figur 2.5 Exempel på schema för What if-metoden*

## 3. METOD

I följande avsnitt beskrivs hur de ovan beskrivna metoderna använts i detta projekt.

### 3.1 Inledande fas

#### Förstudie

För att kunna genomföra en produktutvecklingsprocess med trovärdigt resultat förankrat i verkligheten inleddes arbetet med en grundläggande förstudie. Med utgång i den preciserade frågeställningen söktes relevant information om massräddning till sjöss, väder- och vindförhållanden på sjön samt olika transport- och låsmekanismer.

För att få en bild av rutiner och synen på sjöräddningen ombord genomfördes det även ett studiebesök på Stena Danica som trafikerar sträckan Göteborg - Fredrikshamn. Under resan gavs möjlighet att diskutera projektets problemområde, syfte och mål med fartygsbefälen. Där gavs även en ordentlig genomgång av hur Stena Danicas evakueringsystem och räddningsutrustning ser ut. För att ytterligare fördjupa kunskaperna om hur evakuering till sjöss kan gå till, medverkades det även vid ett internutbildningstillfälle för Stena Danicas personal där man gick igenom evakueringsystemet.

#### Funktionsanalys

Litteraturstudie och studiebesök utgjorde därefter grunden för projektets funktionsanalys. Då olika delar av problemområdet har olika krav och funktionsbehov delades funktionsanalysen in i tre kategorier: "Låsanordning", "Transportmetod" och "Hela systemet". Kategorierna behandlades därefter som separata problemområden.

I funktionsanalysen har funktionerna viktats enligt följande: Huvudfunktion (HF), Nödvändig funktion (N) eller Önskvärd funktion (Ö), se bilaga 1. Varje kategori har en och endast en Huvudfunktion, denna funktion är den viktigaste grundfunktionen för problemområdet och är den funktion som de andra funktionerna bör hjälpa till att uppfylla. En Nödvändig funktion definieras som en funktion som anses nödvändig för att uppfylla Huvudfunktionen. En Önskvärd funktion är en funktion som kan vara viktig, men som ej anses nödvändig för att uppfylla Huvudfunktionen.

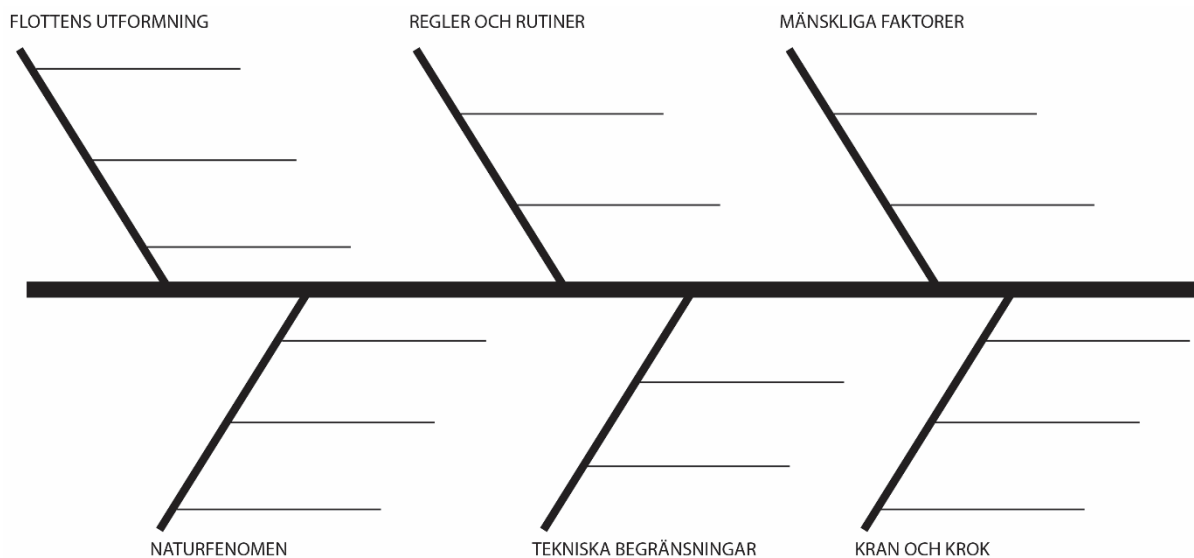
#### Kravspecifikation

Efter funktionsanalysen upprättades en kravspecifikation för problemområdets lösning. Även kravspecifikationen uppdelades i kategorierna "Låsmekanism", "Transportmetod" och "Hela systemet". I kravspecifikationen viktades krav som måste uppfyllas som "Skall", krav som bör uppfyllas men ej är nödvändiga som "Bör" och icke önskvärda krav och egenskaper viktades som "bör ej", se bilaga 2.

## Fiskbensdiagram

Slutligen gjordes ett fiskbensdiagram i syfte att sortera upp de olika aspekterna av problemet. Då de rubriker som används inom 7M inte ansågs helt applicerbara på det aktuella ämnesområdet användes istället följande rubriker (se figur 3.1).

- Flottens utformning
- Regler och rutiner
- Mänskliga faktorer
- Naturfenomen
- Tekniska begränsningar
- Kran och krok



*Figur 3.1 Fiskbensdiagram*

Utifrån de rubrikerna formulerades sedan olika problem som uppstår i den nuvarande situationen och utifrån den nuvarande lösningen.

### 3.2 Idé och konceptgenererande fas

Idégenereringsfasen genomfördes i två separata omgångar. Först genomfördes en fri idégenerering utifrån de tre problemområdeskategorierna som definierats i funktionsanalysen. Därefter genomfördes en strukturerad idégenerering med utgång i det framtagna fiskbensdiagrammet.

När idégenereringsfasen genomförts kategoriserades de olika idéerna utifrån hur de hörde ihop med varandra i ett KJ-diagram. Att göra en KJ-analys på idéerna var ett medvetet val då idéer och funderingar i likhet med verbal information ofta kan vara mer abstrakt formulerade och mindre konkreta. KJ-analysen är ett sätt att konkretisera detta, och ansågs därför lämplig att använda. De olika idéerna kategoriserades efter följande områden:

- Mänskliga faktorer
- Tekniska faktorer
- Flotte
- Metoder och Principer
- Övrigt

Varje huvudkategori delades sedan upp i underkategorier för att förtydliga släktskapet mellan idéerna.

Då det i detta skede blev tydligt att de tre delproblemsområdena blivit mer och mer åtskilda och definierade togs här beslut om att förändra projektets avgränsningar.

#### Pugh-matris och urval

Då den första idégenereringsfasen genomförts och nya avgränsningar satts inleddes en första skissomgång, se figur 3.2. Denna omgång syftade till att ta fram mer utvecklade konceptidéer utifrån de tankar kring låsmekanismer som idégenereringen lett fram till.



Figur 3.2 Exempel på framtagna skisser från den inledande skissomgången

De koncept som tagits fram fördes sedan igenom en urvalsprocess där de först jämfördes mot funktionsanalys och kravspecifikation. De förslag som ej ansågs uppfylla nödvändiga krav och funktioner föll bort och kvarvarande koncept lades in i en Pugh-matris. I Pugh-matrisen jämfördes koncepten i en rad olika funktioner. Det enskilda konceptets förmåga att uppfylla en viss funktion viktades utifrån en skala från -2 till +2 där 0 motsvarade en referens. Referensen var i detta fall dagens lösning, d.v.s. att vajern fästs manuellt i flotten.

### 3.3 Konceptfas

Efter val av låsningsprinciper genomfördes ännu en idégenereringsomgång för att få fram olika konceptvarianter. Idégenereringsprocesserna skilde sig något åt mellan de båda lösningsprinciperna som valts ut. För den ena principen bestod processen av en kombination av handskisser och fysisk modellering i lera och blåskum.



*Figur 3.3 Modellbygge i blåskum och lera*

För den andra utgick man från skisser på olika typer utav fjäderbaserade konstruktioner vilket ledde fram till konceptvarianterna.

Därefter jämfördes de olika koncepten med varandra. Koncepten värderades utifrån olika kriterier såsom funktionalitet, säkerhet och tillförlitlighet. Utifrån detta valdes en variant av lassot och en av rättfällan. De valda koncepten modellerades därefter upp i CAD-programmen Alias Autostudio 2015 och Catia V5. Modellerna skrevs sedan ut i en 3D-skrivare för prototypstening.

### 3.4 Utvärderingsfas

De utskrivna prototyperna monterades ihop och testades så att funktionaliteten kunde utvärderas. Testningen gick till på så vis att prototyperna fästes i en badring och släpptes därefter ner på vatten. Själva testningen innebar att ett snöre med en snara eller ett rep i änden skulle fästas i prototypen av en operatör på land. När operatören lyckats fästa snöret i prototypen lyftes anordningen upp på land. Ett lyckat test definierades enligt följande:

- Snöret fäste i prototypen
- Snöret befann sig i rätt läge inför lyft
- Anordningen klarade av att lyftas rakt

## 4. RESULTAT

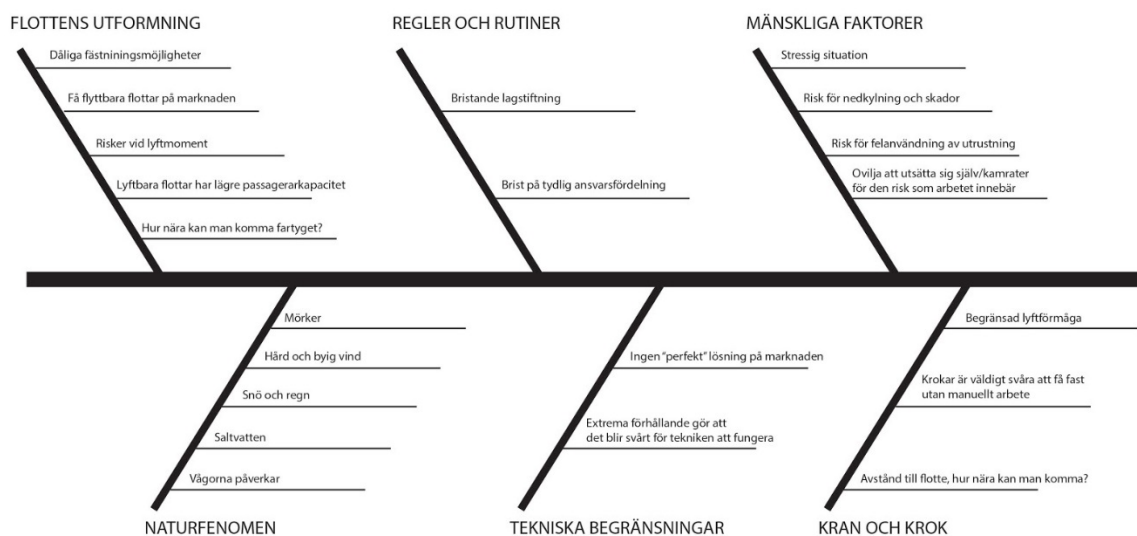
### 4.1 Inledande fas

Efter förstudiens genomförande drogs följande slutsatser:

- Svåra väderförhållande och mörker försvårar räddningsarbetet.
- Räddningsutrustning som befinner sig på ett fartygsdäck blir mycket utsatt för väder, vind, sol och saltvatten.
- En mindre komplex och helst analog lösning är att föredra. Komplexa system är svårare och mer kostsamma att integrera samt riskerar att ha mindre kompatibilitet med den utrustning som används av andra fartyg.
- Man bör ej räkna med hjälp vid fastkopplingsmomentet ifrån de nödställda inne i flotten. Det finns en stor risk för att de är utmattade både fysiskt och psykiskt. En lösning som är beroende av att de nödställda skall utföra något moment är inte en bra lösning.
- Lösningen måste vara lätt att underhålla, då produkten förmodligen kommer utsättas för mycket slitage ifrån väder, sol och saltvatten.
- Det finns olika typer av drönare på marknaden som skulle kunna fungera som lämpliga alternativ till transportmetoden

Slutsatserna konkretiserades sedan i en funktionsanalys och kravspecifikation, se bilaga 1 och 2. I både funktionsanalysen och kravspecifikationen kan man se att problemområdet består utav tre delområden som här kallas "Låsanordning", "Transportmetod" och den mer allmänna "Hela systemet".

Ytterligare en kartläggning av problemområdet genomfördes via ett fiskbensdiagram, se figur 4.1.



Figur 4.1 Det resulterande fiskbensdiagrammet

Som synes är det observerade problemområdet stort. Detta projekt behandlar främst området "Kran och krok", men särskild hänsyn bör ges till områdena "Tekniska begränsningar", "Naturfenomen" och "Flottens utformning" då de bedöms ha störst påverkan för potentiella lösningsmöjligheter.



## 4.2 Idé och konceptgenererande fas

Efter KJ-analysen blev det tydligt att problemområdet såsom det hittills definierats kräver tre skilda större lösningar för att skapa en adekvat totallösning. Följaktligen togs beslut om att avgränsa projektets omfång till att enbart behandla en av dessa tre lösningar. Det problemområdet som valts ut för vidare arbete är "Låsanordningen". Därför kommer resten av rapporten behandla en lösning för själva infästningen mellan vajer och flotte.

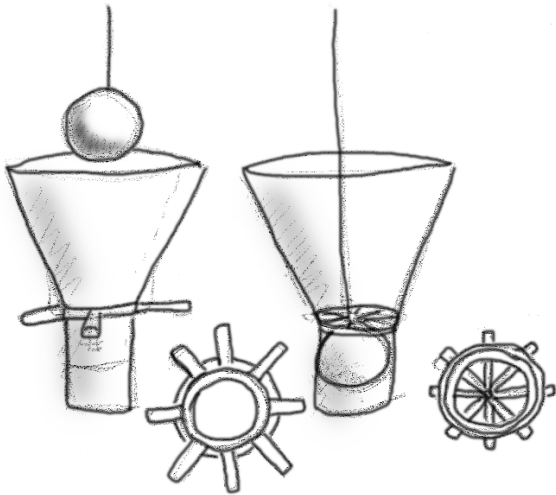
Ur idégenereringsprocessen och KJ-metoden togs ett flertal lösningsförslag fram, se figur 4.2.



*Figur 4.2 De framtagna låsningsprinciperna*

I rapporten kommer dessa lösningsförslag att refereras till som "låsningsprinciper". Nedan följer en kort beskrivning av de framtagna låsningsprinciperna.

## Råttfällan



*Figur 4.3. Låsningsprincip "Råttfällan"*

Från fartyget firas ett fäste ner som fångas upp i en tratt på flotten. I botten sitter en sensor eller utlösare som reagerar på fästet. Denna utlösare gör att en låsmekanism löses ut som då låser fast vajer och fäste i tratten.

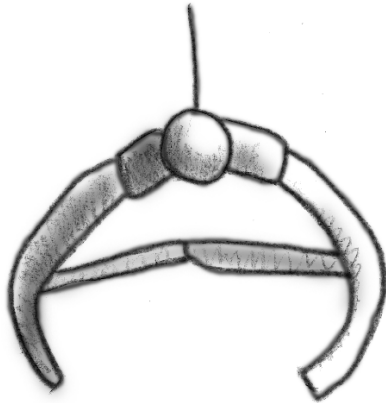
## Lasso



*Figur 4.4 Låsningsprincip "Lasso"*

I änden på vajern sitter en löpsnara som träs över ett fäste på flottens tak. Fästet är utformat så att snaran inte ska kunna glida av när den väl kommit på plats. När snaran har trätts över fästet och flotten börjar lyftas kommer flottens tyngd medföra att snaran dras åt. Detta minimerar risken för att flotten ska kunna glida ur snaran under lyftet.

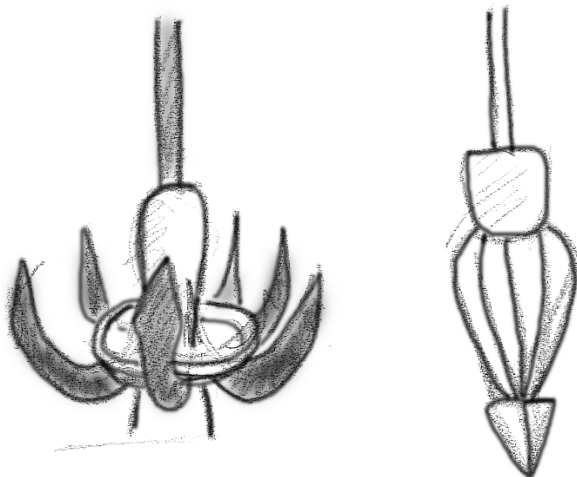
## Griptång



*Figur 4.5 Låsningssprincip "Griptång"*

Från fartyget firas en griptång ner till flotten. Tången hålls öppen med hjälp av en spärr under transportsträckan tills dess att den förts i position över ett fäste på flotten. Spärren trängs undan av fästet vilket medför att tången griper tag om fästet. Tången är utformad på ett sådant sätt att den sluts mer då man börjar lyfta flotten, d.v.s. flottens tyngd utnyttjas för att säkra greppet.

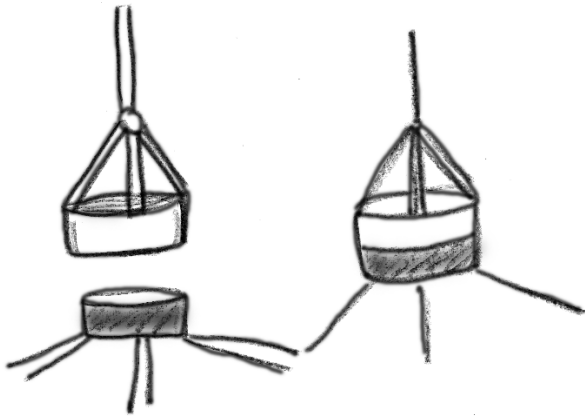
## Bläckfisken



*Figur 4.6 Låsningssprincip "Bläckfisk"*

Bläckfisken består av flera ledade armar försedda med trubbade "hullingar" i änden. Under transporten mellan fartyg och flotte bildar konstruktionen en droppform vilket underlättar positionering mot ett ringformat fäste på flotten. När bläckfisken trätts igenom fästet fälls armarna ut och greppar tag. Hullingarna fixerar bläckfisken på plats så att den ej glider ur. Därefter kan lyftet påbörjas.

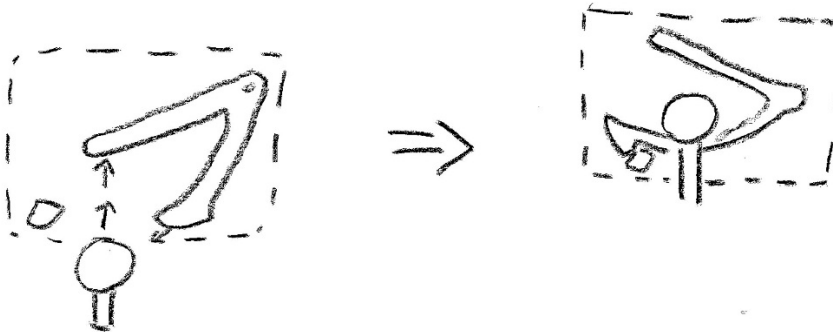
## Magnet



Figur 4.7 Låsningssprincip "Magnet"

Elektromagneter används för att positionera vajer mot fäste. När magneterna hamnat i position fälls ett ställ ut som hakar fast magneterna och säkrar infästningen. Därefter kan flotten lyftas.

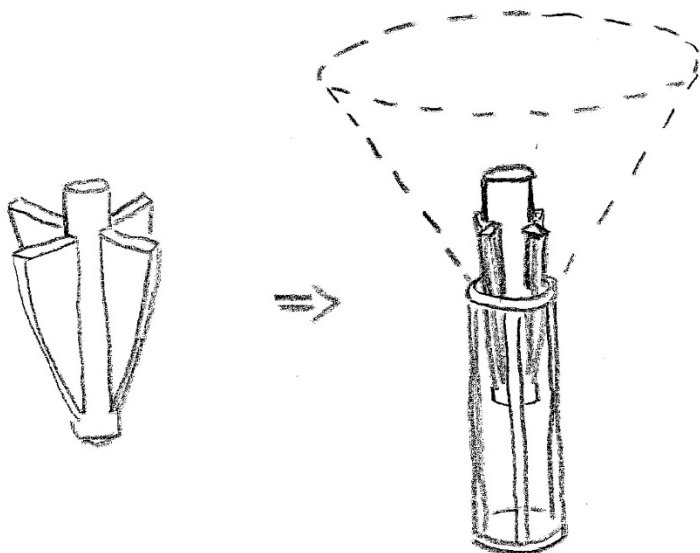
## Vändskiva



Figur 4.8 Låsningssprincip "Vändskiva"

I vajerns ände sitter ett lås som förs över ett fäste på flotten. Då låset sänks ner träffar den en hävarm vilken vrider till låsmekanismen. Detta medför att en spärr skjuts in under fästet. Spärren låses fast med hjälp av ytterligare en infästning som sedan kan öppnas när flotten väl lyfts upp på fartygsdäck.

## Paraplylåset



*Figur 4.9 Låsningssprincip "Paraplylås"*

En låskolv med utstickande fenor firas ner i ett ringformat fäste. Då kolven åker igenom fästet fälls fenorna in och tack vare fjädrar återgår fenorna till sitt ursprungsläge då de passerat fästet vilket säkrar infästningen.

## Krok



*Figur 4.10 Låsningssprincip "Krok"*

En klassisk krok firas ner från fartyget och ska fästa i ett fäste på flotten.

## 4.2.1 Urval

För att hitta den eller de låsningsprinciper som var bäst att arbeta vidare med genomfördes ett urval i två steg. I första steget jämfördes de olika alternativen mot funktionsanalysen och kravspecifikationen. Här valdes låsningsprincipen ”Krok” bort. Detta då funktionerna ”Underlätta fastkroknings”, ”Underlätta räddningsarbete” och ”Underlätta säkert lyft” inte ansågs uppfylla. Kroken i konceptets nuvarande utformning medför att en vridande rörelse krävs för att kroka fast fästet. Detta försvårar fastkrokningsmomentet och försvårar därmed även räddningsarbetet. Den öppna delen av kroken ansågs även utgöra en potentiell risk för att flotten skulle lossna från kroken under pågående lyft. Därmed ansågs även kraven om att lösningen skulle gå att låsa fast och användas säkert uppfylla. Visserligen skulle dessa svagheter antagligen gå att lösa med en vidareutveckling av låsningsprincipen, men möjligheten till värdefulla vidareutvecklingsvägar ansågs mindre för låsningsprincip ”Krok” än för övriga principer. Av den anledningen valdes att endast inkludera 7 av de 8 framtagna låsningsprinciperna i en Pugh-matris.

Som riktlinjer vid urvalet fanns att dels välja låsningsprinciper som ansågs ha goda vidareutvecklingsmöjligheter. Dessutom ansågs det viktigt att om flera principer väljs ut så bör de vara så olika som möjligt. Detta ledde till att ett mer tekniskt avancerat och ett simplare alternativ valdes.

Två låsningsprinciper valdes alltså ut för att arbeta vidare med. Målsättningen när dessa principer valdes var att de skulle ha höga poäng i Pugh-matrisen samt skilja sig åt så mycket som möjligt vad gäller typ av låsningsprincip och hur tekniskt avancerade de var. Figur 4.11 visar de uppställda och poängsatta låsningsprinciperna i Pugh-matrisen.

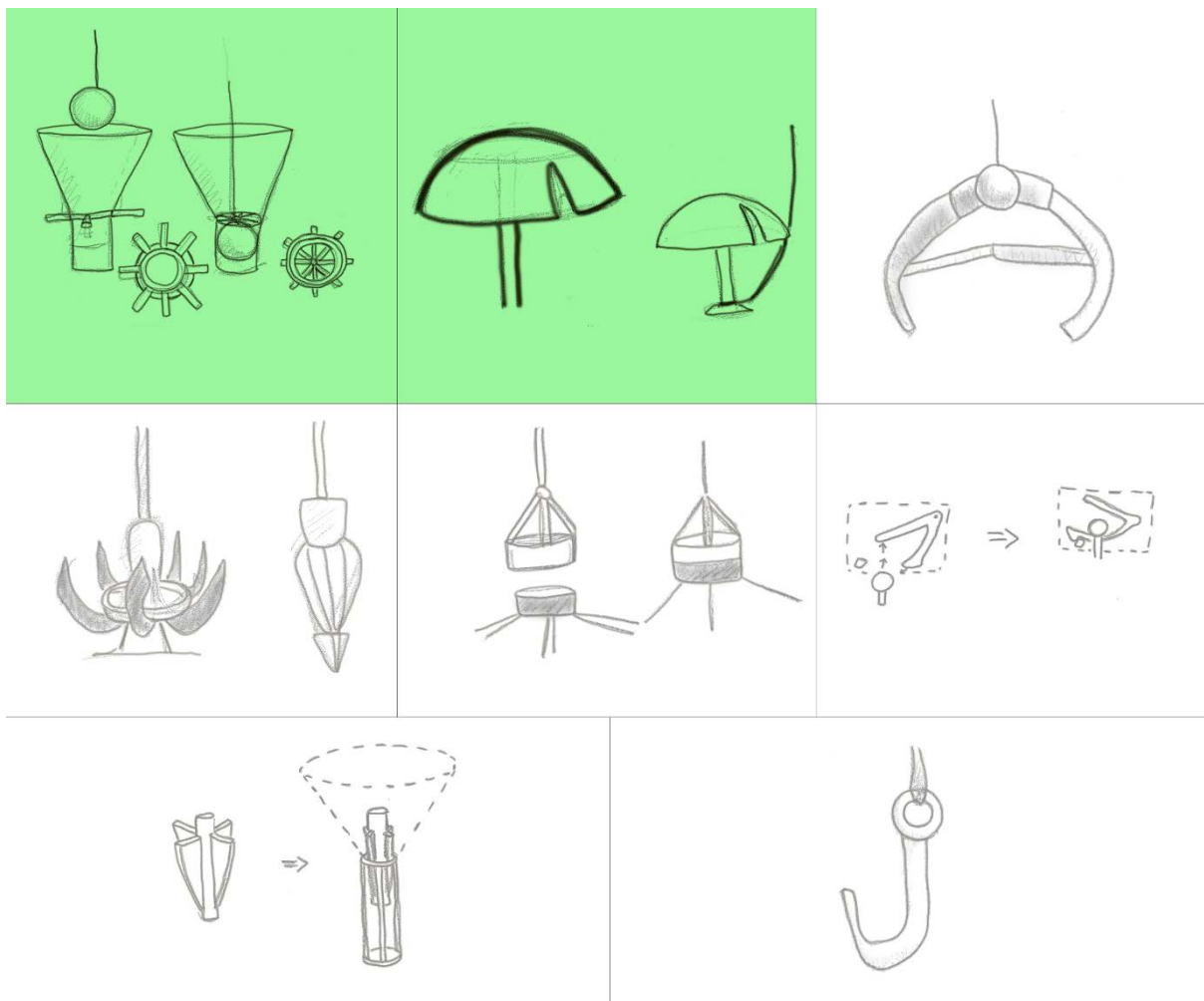
		Koncept							
		Referens	Råttfällan	Lasso	Griptång	Bläckfisken	Magnet	Vändskiva	Paraplylås
Funktion	Lätt att få i rätt läge inför fästmoment	0	2	1	-1	0	1	1	2
	Lätt att fästa i flotten	0	2	2	1	1	2	1	2
	Bra greppförmåga	0	2	2	2	1	1	1	2
	Svår att felanvända	0	2	1	1	1	1	0	1
	Säkerhet mot haveri under användning	0	-1	2	-1	-2	1	1	-1
	Känslighet för temperatur	0	0	1	-1	1	0	0	0
	Känslighet för väder och vind	0	0	-2	-1	1	1	1	1
	Lätt att använda	0	2	1	1	2	1	1	1
	Lätt att underhålla	0	-1	2	1	1	-1	-2	-1
	Komplexitet i systemet	0	-2	2	1	1	-1	-2	-1
	Summa poäng		6	12	3	7	6	2	6
	Rank		3	1	4	2	3	5	3

Figur 4.11 Pugh-matris

Ur tabell 1 kan utläsas att koncept ”Lasso” fick högst poäng med god marginal. Därefter, med ungefär halva Lassots poäng kom koncepten ”Råttfällan”, ”Bläckfisken”, ”Magneteten” och ”Paraplylåset”. Av dessa fyra har samtliga 6 poäng förutom ”Bläckfisken” som har 7 poäng. Endast en av dessa låsningsprinciper skulle dock tas med i det fortsatta arbetet.

Då målet var att ta fram två tekniskt skilda låsningsprinciper för vidareutveckling valdes låsningsprincip ”Bläckfisk” bort. Detta då den ansågs bygga på enkla principer i samma klass som låsningsprincip ”Lasso”. Det låga värdet för kriteriet ”Säkerhet för haveri under användning” antydde även det att konceptet inte var ett av de starkare.

De kvarvarande koncepten var alla av en mer tekniskt avancerad grad. De hade även alla 6 poäng i Pughmatrisen. Av dessa tre valdes låsningsprincipen ”Råttfällan” ut för vidare utveckling, se figur 4.12. Detta då den ansågs ha större utvecklingspotential jämfört med de två kvarvarande principerna. De kriterier som dragit ner totalsumman, främst kriteriet rörande säkerhet under användning, ansågs, till följd av detta, vara möjliga att arbeta bort i ytterligare idégenereringsomgångar.



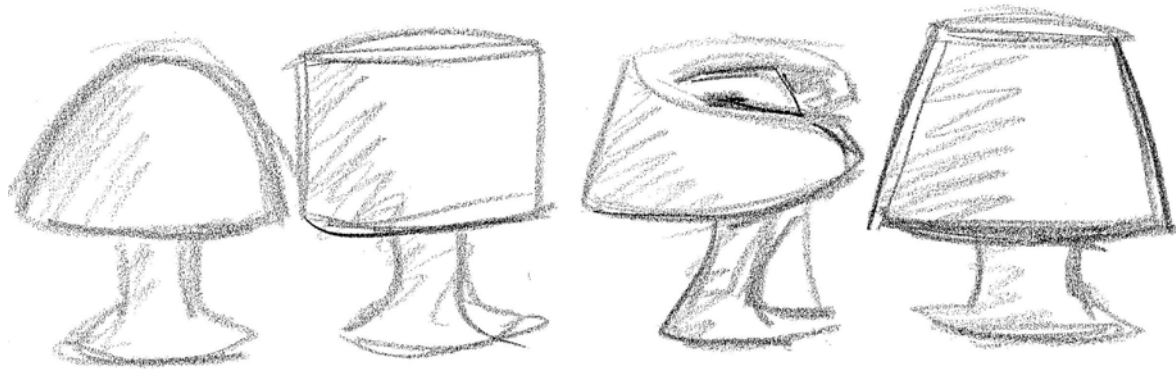
Figur 4.12 De valda låsningsprinciperna

### 4.3 Konceptfas

Konceptgenereringen för de valda låsningsprinciperna resulterade i ett antal konceptvarianter.

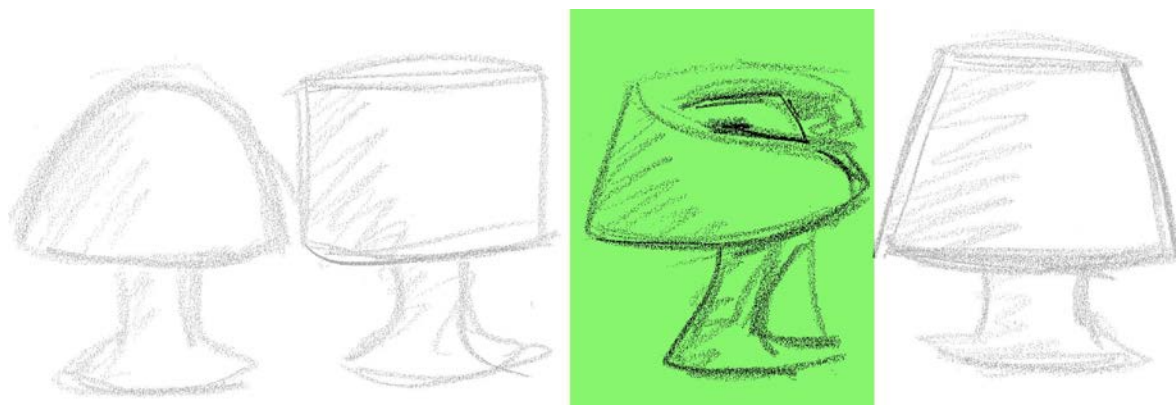
#### 4.3.1 Lasso

De olika konceptvarianterna skilde sig främst åt i den geometriska utformningen. Funktionaliteten är i princip densamma oavsett vilken variant man studerar. Konceptvarianterna presenteras i figur 4.13 och döptes till "Svamp", "Cylinder", "Skärm" och "Kon". Alla har någon form av inbuktning eller ränna där vajern ska löpa under lyft för att garantera att flotten lyfts rakt.



Figur 4.13 Konceptvarianter för Lasso. Fr. v. "Svamp", "Cylinder", "Skärm" och "Kon".

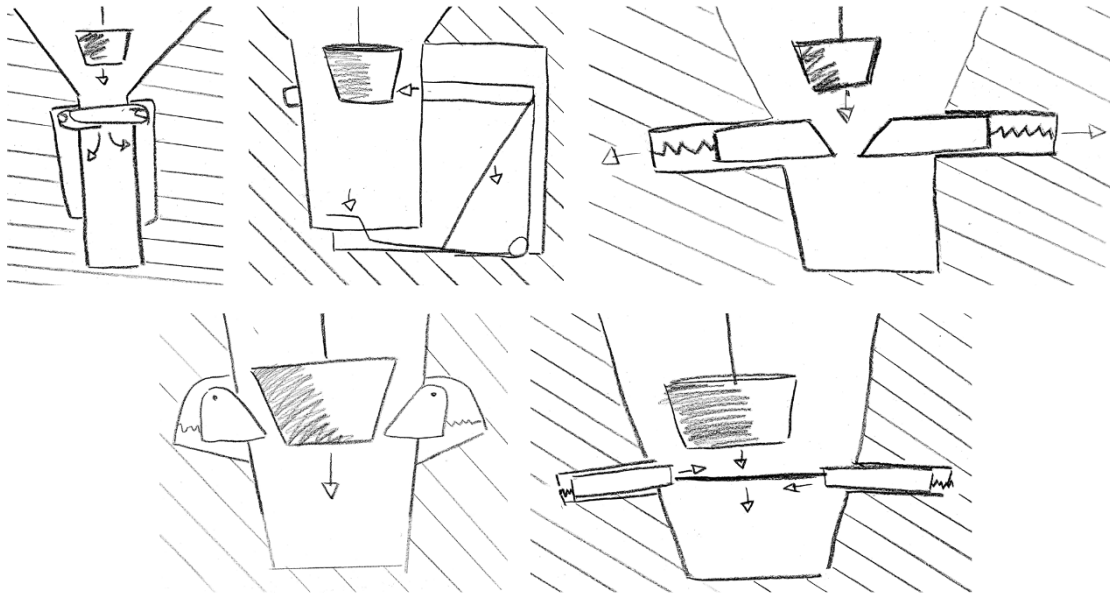
Även om konceptvarianterna inte skiljer sig åt vad gäller funktion så påverkar ändå den geometriska utformningen konceptets egenskaper. Konceptvariant "Cylinder" bedömdes vara svårast att trä snaran över och valdes därför bort. Av de kvarvarande alternativen ansågs konceptvariant "Skärm" mest lämplig. Detta beror på att den dels anses enkel att fästa runt, samt att dess utformning i princip garanterar att flotten lyfts rakt. Risken för att snaran hamnar snett är låg. Därför valdes konceptvariant "Skärm" ut för modellering i Alias Autostudio och Catia.



Figur 4.14 Det valda konceptet - "Krok".



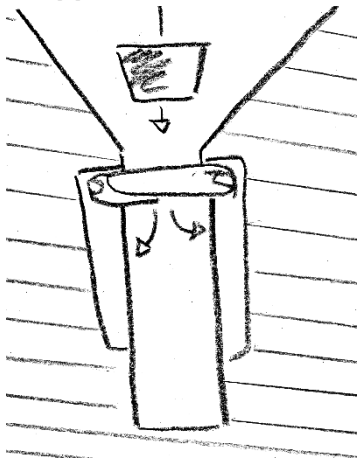
### 4.3.2 Råttfälla



Figur 4.15 Konceptvarianter "Råttfälla"

Konceptgenereringen för råttfälla-principerna resulterade i sex stycken fjäderbaserade konceptvarianter.

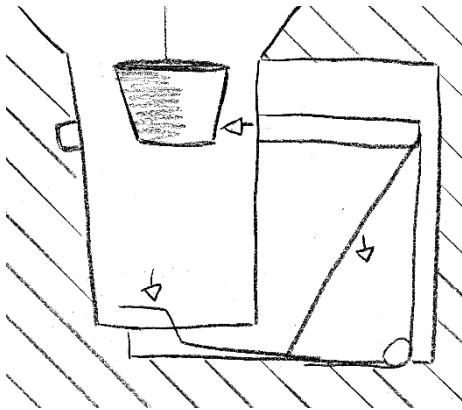
#### "Flipper"



Figur 4.16 Koncept "Flipper"

Konceptvarianten består av ett trattformat munstycke som leder ner till en låsdel. Vid ingången sitter två låsskivor monterade med varsin fjäder. Då en tyngd i änden på vajern släpps ner i tratten så kommer låsskivorna vikas ner och släppa in tyngden i låsdelen. De kommer därefter fjädra tillbaka till ursprungsläget och låsa fast vajern i flotten.

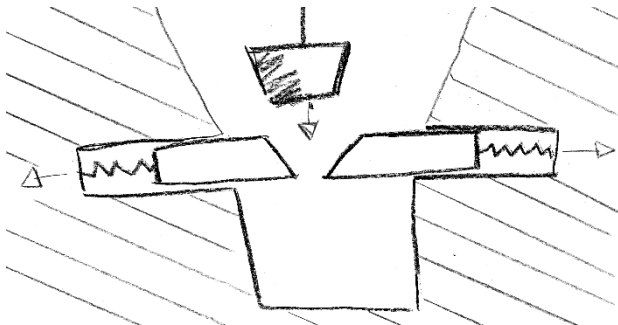
### “Fällan”



Figur 4.17. Koncept "Fällan"

Detta är en förspänd variant där en spärr håller en låsskiva på plats. Då en tyngd firas ner från fartyget och aktiverar en avtryckare i låskonstruktioner faller spärren. Detta leder till att låsskivan trycks ut och fäster flotten i vajern.

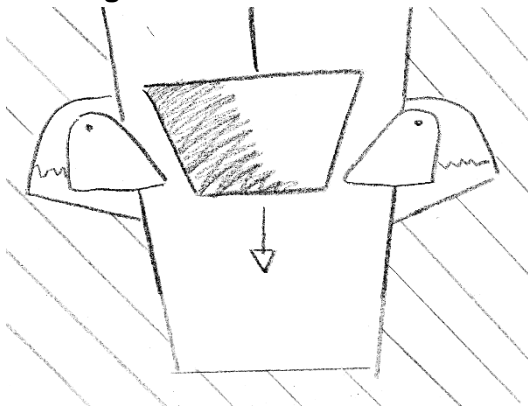
### “Låskolven”



Figur 4.18 Koncept "Låskolven"

Detta koncept påminner om “Flipperspelet” på så vis att en tyngd släpps ner i en tratt som leder till en låsdel. Tyngden tränger därefter undan två låsskivor eller låskolvar som trycks undan i radiell led. Låskolvorna återgår därefter till sitt ursprungliga läge med hjälp av fjädrar.

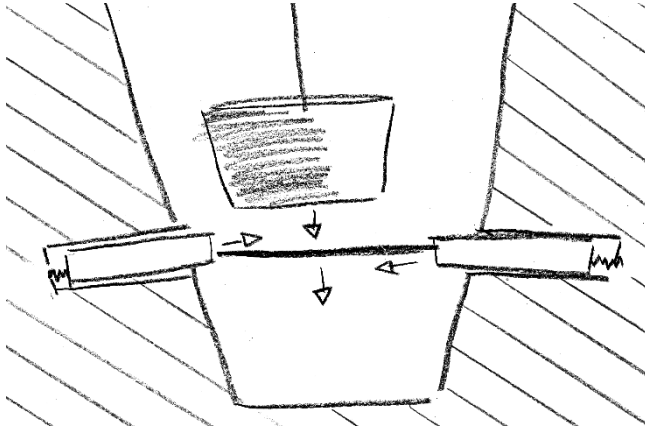
### “Hullingen”



Figur 4.19 Koncept "Hullingen"

Konceptet “Hullingen” är åter igen en variant på trattformat munstycke och låsdel med låsskivor i öppningen. Detta koncept fungerar som “Låskolven” med undantag för att låskolvorna vrids istället för att förflyttas.

### “Spärren”



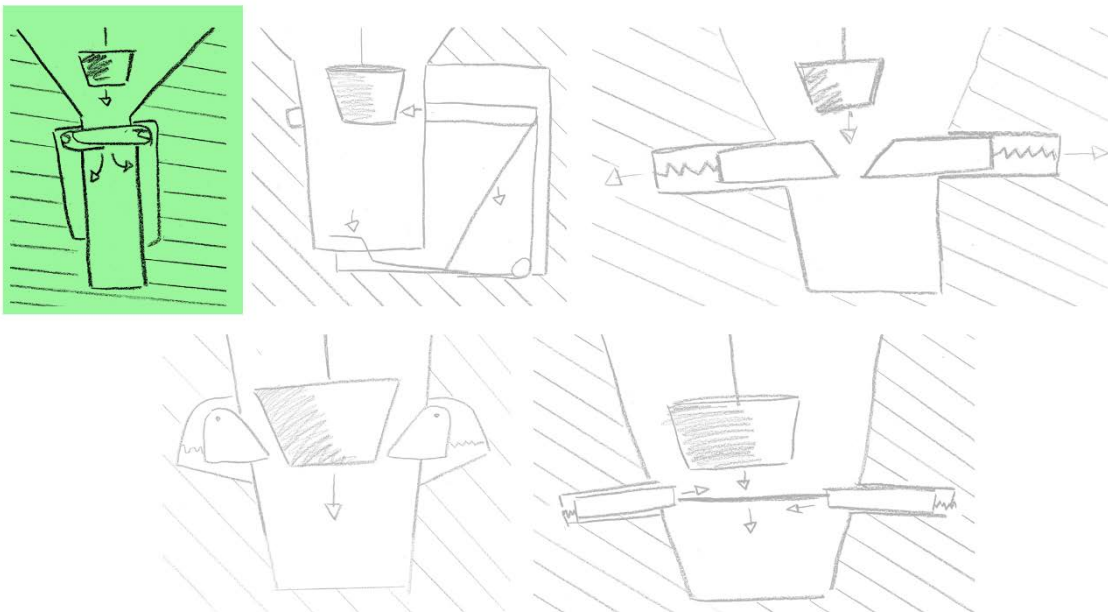
Figur 4.20 Koncept "Spärren"

I detta koncept sitter två låsskivor monterade i ingången till låsdelen. En spärrskiva håller låset öppet, och då en tyngd förs ner från fartyget tvingas spärrskivan bort. Detta medför att låsskivorna åker ut och låser fast flotten i vajern.

### Val av konceptvarianter för "Råttfälla"

De olika förslagen diskuterades och snabbt bedömdes koncepten "Fällan" och "Spärren" vara problematiska. De båda koncepten har en förspänd lösning som bara kan utlösas en gång. Risken för att de råkar utlösas av misstag är för stor då flotten kommer utsättas för en större stöt när den släpps ner ifrån fartygsdäck för uppblåsning på vattenytan. Det ansågs även nödvändigt att låsmekanismen återgår till sin ursprungsposition om ett försök till låsning misslyckas.

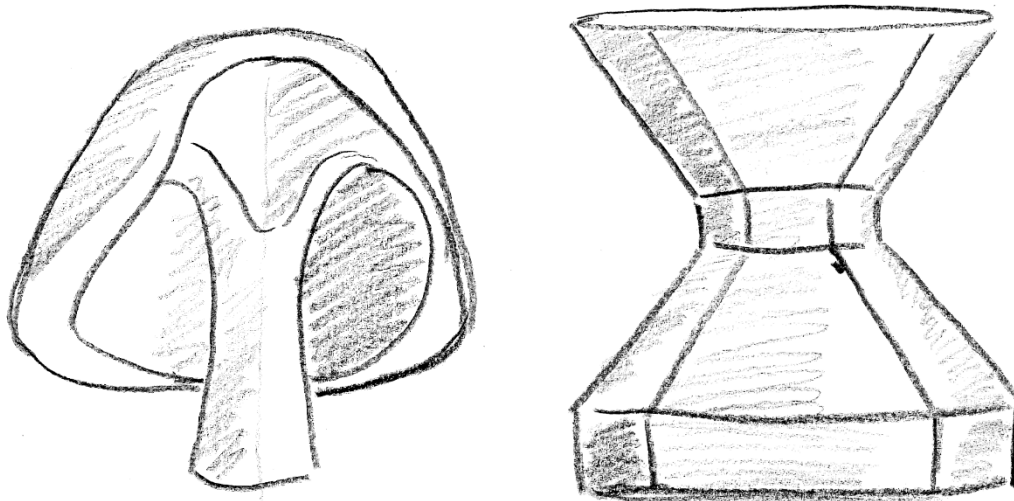
Av de tre kvarvarande och fjäderbaserade koncepten ("Flipperspelet", "Låskolven" och "Hullingen") ansågs "Flipperspelet" vara lämpligast då den påverkas minst av kraftfördelning och vridmoment. Därmed valdes "Flipper" ut för modellering i Catia, se figur 4.21.



Figur 4.21 Det valda konceptet "Flipper"

### 4.3.3 Kort presentation av de valda koncepten

Härefter kommer ”Skärm” och ”Flipper” refereras till som Lasso och Fälla för att förtydliga konceptens funktionalitet och låsprincip.



*Figur 43.22 Skiss på Lasso och Fälla*

Principen för Lasso är en krok med en skärm som medför att en snara förs till korrekt position inför lyft, dras åt och inte glider av kroken. Inbuktningen på krokens fram- och ovansida gör så att knuten i snaran lägger sig i rätt position så att linan dras rakt upp vid lyft.

Fällan är utformad som ett timglas med hexagonalt tvärsnitt. Den övre delen av låset utgörs av en trattkonstruktion som förbättrar träffsäkerheten. Under midjan sitter två låsskivor som vid tryck ovanifrån vrids ner i timglasets botten – även kallad låsdel. Fjädrar under låsskivorna medför att skivan trycks upp igen när trycket försvinner. Principen bygger på att en tyngd från räddningsfartyget släpps ner i timglasets. Detta medför att låsskivorna öppnar sig. Tyngden åker då ner i låsdelen varpå låsskivorna fjädrar tillbaka och låser fast tyngden.

## 4.4 Utvärderingsfas

De valda koncepten skrevs ut i en 3D skrivare så att prototypstening kunde genomföras.



*Figur 4.23 Utskrivna prototyper*

### 4.4.1 Prototypstening

Av prototypsteningen framkom det att båda koncepten fungerar under strikt kontrollerade former. För Lasso gav den överväldigande majoriteten av försök ett positivt resultat.



*Figur 4.24 Korrekt lyft och positionering av lina för Lasso*

Vissa risker kunde dock observeras. För Lasso hittades en större brist som uppstår om snaran fäster men ej vrider sig så att vajern går i mittrännan, utan lyfter med snöret kvar på baksidan.



*Figur 4.25 Snett lyft av Lasso p.g.a. felpositionering av lina*

Även om risken för denna form av felanvändning är förhållandevis liten så är den ändå viktig. När snaran ej vrider sig utan fastnar i bakänden på kroken uppstår en kraftig snedbelastning. Denna belastning kan ge upphov till kraftiga spänningar vilka kan ha negativ inverkan på krockens hållfasthet.

För Fällan gick testningen sämre. Problem med modellen efter nedskalning medförde att inga fjädrar kunde monteras. Olika substitut bestående av buntband och gummiband prövades med otillfredsställande resultat. Trots detta kunde grundfunktionen ändå utvärderas på ett relativt bra vis. Det visade sig att förutsatt att fjädrarna fungerar som sig bör, och att fjäderkrafterna är optimerade mot tyngden för låstyngden, så kommer låset prestera väl. Risken för att linan t.ex. hamnar snett är minimal och risken för att låset släpper under lyft är också väldigt låg.

Det fanns dock även här vissa negativa aspekter. Som tidigare nämnts måste fjäderkrafterna vara väldigt svaga så att låsskivorna kan tryckas ner utan att en större kraft krävs. Dessutom var det komplicerat att separera på lås och låstyngd efter lyft. Detta bedöms vara relativt lätta problem att lösa om konceptet itereras en gång till.

## 4.4.2 Riskanalys

Efter testning genomfördes en What-if analys för respektive koncept. Resultatet för Lasso kan utläsas i figur 4.26.

Vad händer om?	Möjliga orsaker	Konsekvenser	Kommentarer (vidtagna åtgärder)	Riskvärdering (sannolikhet)	Rekommenderad åtgärd
Linan fäster fel	Felanvändning, väder och vind	Påfrestningar i materialet pga snedfördelning		2	Undersökning av hur avrundningen påverkar linan och ev. förbättra formen
Försvagningar i materialet	Exponering för sol, vind och saltvatten, produktionsfel	Bristningar, brott och försämrade materialegenskaper	Fästet förvaras inkapslat i ett hölje tillsammans med resten av flotten när det ej används	1	Regelbundet underhållsarbete, kontroll vid tillverkning
Linan ej fäster	Felanvändning, väder och vind	Linan glider av fästet		4	Undersök möjlighet för förbättrad precision och snara. Förbättra formen på fästet.
Linan går av	Friktion, vind, fel lina, exponering för sol, vind och saltvatten	Räddningsflotten faller ner i vattnet, personskador, materiella skador		1	Minska friktion, se till att rätt lina används, kontroll och underhåll av lina
Kroken lossnar från flotten	Dåliga spännband, för stor tyngd i flotten, felaktig montering, dåligt underhåll, dålig utformning av flottens fot	Räddningsflotten faller ner i vattnet, personskador, materiella skador		1	Underhåll av flotte. Väl anpassad fot till fästet.

Figur 4.26 Riskanalys för koncept Lasso

Slutsatser som dras här är att en fördel som konceptet har är avsaknaden av rörliga delar. Detta medför att Lasso har färre delar som kan haverera eller inte fungera optimalt. Det som kan ses som den största enskilda orsaken till potentiellt fel är påverkan från den yttre miljön - d.v.s. väder, vind, sol och saltvatten. Detta är ett problem som delas med i princip all annan utrustning som förvaras på fartygsdäck. Miljön ställer hårda krav på både underhåll och materialval. Fördelen med detta koncept är att återigen att avsaknad av olika rörliga delar också underlättar för underhållsarbetet.

Några potentiella förbättringar som kan ske för konceptet är att arbeta mer med form och avrundning så att snara eller lina fäster lättare och på rätt vis. En sådan förbättring skulle kunna vara en anpassning som medför att linan kan fästas åt flera håll. I nuläget finns en klar fram och baksida på Lasso - skåran är fram och kåpan är bak.

Något som är viktigt att poängtera är faktumet att riskvärderingen ser till sannolikhet för att scenariot inträffar, inte dess konsekvenser. Detta innebär att trots att scenariot "Linan ej fäster" har viktats som en fyra så innebär inte det att det är ett problem med stora och allvarliga konsekvenser. Om linan ej fäster så får man helt enkelt göra ett nytt försök. Däremot antyds att här finns stora förbättringsmöjligheter.

För konceptet Fällan gav riskanalysen andra resultat, se figur 4.27.

Vad händer om?	Möjliga orsaker	Konsekvenser	Kommentarer (vidtagna åtgärder)	Riskvärdering (sannolikhet)	Rekommenderad åtgärd
Försvagningar i materialet	Exponering för sol, vind och saltvatten, produktionsfel	Bristningar, brott och försämrade materialegenskaper	Fästet förvaras inkapslat i ett hölje tillsammans med resten av flottan när det ej används	1	Regelbundet underhållsarbete, kontroll vid tillverkning
Linan ej fäster	Felanvändning, väder och vind, låsskivorna fjädrar ej upp	Linan glider ur fästet		2	Optimera fjäderkrafter, vidta åtgärder för att inga okända föremål blockerar låsskivorna, kontroll vid tillverkning samt regelbundet underhåll av fäste och lina, optimera "tratt" och fästmetod
Linan går av	Friktion, vind, fel lina, exponering för sol, vind och saltvatten, linan kläms av låsskivorna	Räddningsflotten faller ner i vattnet, personskador, materiella skador		1	Minska friktion, se till att rätt lina används, kontroll och underhåll av lina minska klämrisk
Kroken lossnar från flottan	Dåliga spännband, för stor tyngd i flottan, felaktig montering, dåligt underhåll, dålig utformning av flottens fot	Räddningsflotten faller ner i vattnet, personskador, materiella skador		1	Underhåll av flotte. Väl anpassad fot till fästet.
Endast en av låsskivorna fungerar	Fjädern havererar, låsaxeln havererar, skräp i låset, låsskivan har defekter, tillverkningsfel	ökad materialpåfrestning på låset, vid lyft finns risk att räddningsflotten faller ner i vattnet, personskador, materiella skador		2	Noga underhåll av låsmekanism, korrekt förvaring av lås, kontroll av lås, kontroll vid tillverkning
En eller båda fjädrarna går sönder	Korrosion, väder och vind, anordningen har mottagit slag, felmontering	Låsskivan fjädrar inte tillbaka, linan fäster inte, vid lyft finns risk att räddningsflotten faller ner i vattnet, personskador, materiella skador		2	Noga underhåll av låsmekanism, korrekt förvaring av lås, kontroll av lås, kontroll vid tillverkning
En eller båda låsaxlarna går sönder	Korrosion, väder och vind, anordningen har mottagit slag, felmontering	Låsskivan låses fast och kan inte vridas, låsskivan hamnar snett, låsskivan lossnar		1	Noga underhåll av låsmekanism, korrekt förvaring av lås, kontroll av lås, kontroll vid tillverkning
Det är skräp i tratten	Fåglar, skräp i vatten, skräp från fartyg	Svårare att få lästyngden i låset		3	Optimera trattens utformning
Tratten deformeras	Slag, dåliga materialegenskaper, väder och vind, produktionsfel	Svårare att få lästyngden i låset		3	Adekvat materialval, korrekt förvaring och hantering, kontroll vid tillverkning

Figur 4.27 Riskanalys för koncept Fällan

Av riskanalysen kan man se att Lasso har en klar fördel mot Fällan sett till antalet riskscenarion. Flera rörliga och små delar innebär fler potentiella haverier. Likt Lasso så konstateras även här att påverkan från den yttre miljön är viktig att beakta. En aspekt i den yttre miljön som inte påverkade Lasso men som kan ha stora konsekvenser för Fällan är om skräp eller liknande blockerar ingången till låsdelen. Fällan är även känsligare för produktionsfel vilket innebär att det är viktigt att delarna kontrolleras nog innan de rullas ut från fabrik.

Vad som också framkom var att Fällan hade flera riskområden som kan ha stora och omfattande konsekvenser. Prototypstestningen visade t.ex. hur allvarligt det är när låsskivorna ej fjädrar upp som de ska.

Några problem som särskilt bör nämnas som ej tas upp i riskanalysen är att det inte finns något sätt för räddningspersonal att kontrollera om fjädrarna fungerar som de ska inför lyft eller om det finns något som blockerar åtkomst i tratten. Fjädrarna sitter som bekant monterade på insidan, vilket gör att de är svåra att se. Och även om man kan se att en fjäder fallit bort eller att det är skräp i tratten så finns det inget man kan göra åt det, såvida man inte skickar personal att manuellt lösa problemet.

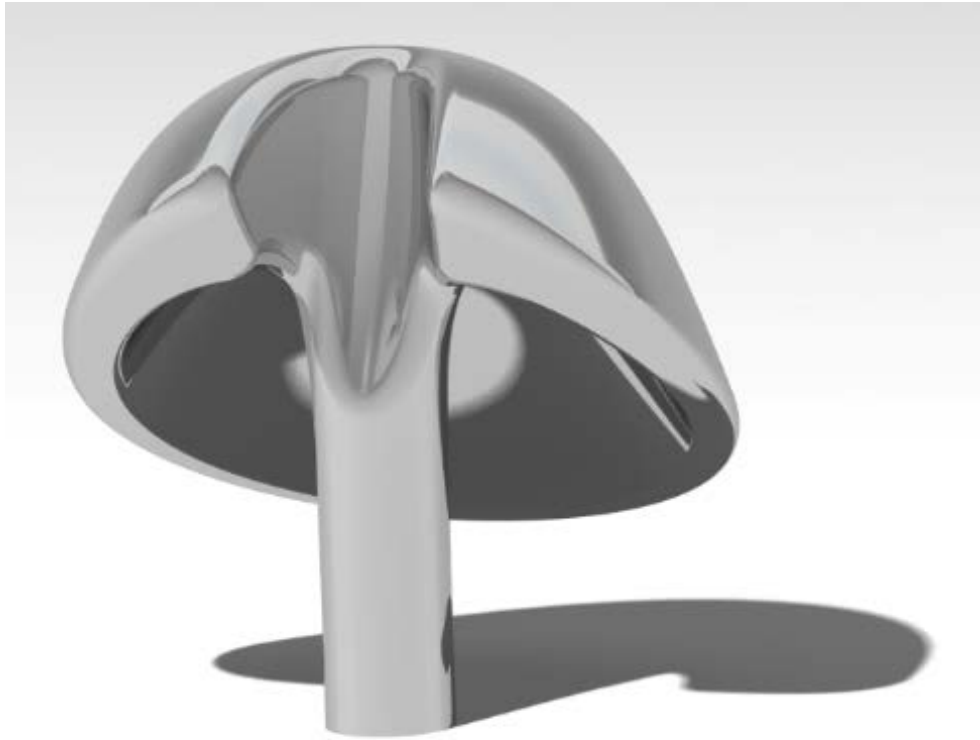


#### **4.4.3 Val av slutkoncept**

Med testning och riskanalys som grund togs beslut att arbeta vidare på koncept Lasso då den bedöms vara säkrare, presterade bättre under testning och bedömdes ha goda utvecklingsmöjligheter.

## 5. PRESENTATION AV SLUTKONCEPT

Slutkonceptet är en utveckling av konceptet Lasso.



*Figur 5.1 Rendering av slutkoncept*

Konceptet består av två huvudområden: Skärm och krok, se figur 5.1. Dessutom tillkommer en fot vars utformning kan varieras beroende på hur infästningen i räddningsflotten önskas ske.

Den primära förändringen som skett i slutkonceptets utformning är att skärmens utformning modifierats för att minska risken för att linan ska hamna snett inför lyft, se figur 5.2.



*Figur 5.2. Jämförelse mellan testmodell t.v. och slutkoncept t.h.*

I dess nuvarande utformning mäter fästet 22cm från fot till topp, med en största skärmbredd av ca 20cm. Detta ska jämföras med de större lyftbara livflottarna som mäter uppemot 6x4m i basyta.

Konceptet har flera fördelar. Som tidigare nämnts medför få komponenter och avsaknad av rörliga delar färre felkällor. Risken för felanvändning anses också vara låg. Konceptet är även flexibelt med flera möjligheter till modifikation så att produkten är optimerad för den specifika flotte och utrustning som den ska användas till. Foten, dvs. den del som fäster kroken i flotten, är ett sådant område. Dessutom innebär den enkla låsningsprincip som kroken är utvecklad för, att ingen specialutrustning behöver användas från räddningsfartygets sida. Om det finns tillgång till tillräckligt stark lina, rep eller vajer så bör man kunna fästa i kroken. Detta är något som rimligtvis bör finnas på ett fartyg stort nog att klara av att lyfta upp flotten.

För att göra en uppskattning av konceptets vikt valdes aluminium som material till fästet. Detta då aluminium kombinerar metallegenskaper så som formbarhet och bra dragstyrka med en låg vikt. Med aluminium som material får fästet en vikt av 4,6kg. Det kan tyckas tungt, men skal jämföras med en totalvikt på flotten av uppemot 4ton.

Vidare beräkningar behöver dock göras för att optimera fästets storlek i förhållande till de påfrestningar som det kommer utsättas för. Det vore även gynnsamt att utföra en vidare analys rörande vilka potentiella material fästet kan tillverkas av.

#### **Metoder för att fästa lassot**

Även om konceptet utvecklats med en lina med en löpsnara i änden i åtanke, innebär inte det att det är den enda metoden för att fästa en lina i flotten. En sådan idé kan vara att man låter en drönare flyga ut och runda kroken och lägger ner lina efter sig där den flugit. När drönaren kommer tillbaka till fartyget fäster man änden på linan i den del av linan som matas ut från fartyget, och skapar på det viset en snara som därefter kan dras åt. Det går självklart även att fästa manuellt i kroken även om hela poängen med att tillhandahålla möjlighet för automatisk fästning går förlorad om man gör på det viset.

## 6. SLUTSATS OCH DISKUSSION

Slutkonceptet är en elegant lösning på problemet med att fästa en lina utan manuellt ingrepp. Man kan förstås diskutera utfallet i vissa metoder - främst Pugh-matrisen som användes mer som ett vägledande än ett beslutsfattande verktyg. Exempelvis kom konceptet "Bläckfisk" tvåa men vi valde ändå att gå vidare med konceptet "Råttfälla". "Bläckfisk" hade flera ledade armar vilket innebär att den hade många potentiella svaga punkter. Den kändes osäker i jämförelse med "Råttfällan". Ett annat avgörande skäl var att vi önskade ha en mer tekniskt avancerad princip att ställa mot den enklare lassoprincipen.

Vad gäller vårt valda koncept så finns även flera möjliga material att tillverka produkten i. Vi har främst tänkt stål eller aluminium. Oavsett vilket material som väljs kan ytbehandling behövas. Idag finns olika statiska block till segling som behandlats med hårdanodiserad aluminium. Detta ger en yta med mycket låg friktion, vilket vore lämpligt för vår krok då det underlättar för linan att löpa runt kroken. Detta blir i synnerlighet viktigt om man väljer att fästa linan genom att dra en lina runt kroken istället för att använda en snara.

### Transportmetod och dess påverkan för konceptet

Slutkonceptet är ett steg på vägen för att helt lösa problematiken kring hur man ska klara av att fästa flotten på distans. För att helt lösa problemet måste även transport av lina mellan fartyg och flotte beaktas. En möjlig transportmetod som fungerar även vid längre sträckor (100-200 meter) är att använda en obemannad luftfarkost eller drönare för att få linan på plats. I ett sådant fall kan man tänka sig att vissa modifikationer på kroken kan göras för att underlätta för drönaren. Man kan t.ex. sätta en transponder eller liknande i foten på kroken.

En sådan lösning har även den sina nackdelar. Då många olyckor sker ute till havs och under sämre väderförhållanden finns en risk att vinden är för stark för att en drönare kan användas effektivt. Med tillräckligt stora resurser kan förstås en drönare byggas som klarar även väldigt starka vindar. Vi anser det möjligt att utrusta fartyg med drönare som klarar vindstyrkor upp mot 20 m/s. Marknaden för drönare av olika slag är stor och utvecklingen kommer bara gå framåt.

Utveckling av en drönare som klarar av de svåra väderförhållanden som finns till sjöss är något som vi önskar ske. Som tidigare nämnts har detta projekt enbart löst en del av problematiken, för att lösa hela problemet med distanskoppling av räddningsflottar måste även transport av lina lösas.

### Möjliga utvecklingsmöjligheter

Testning och riskanalys visade på att kroken har vissa svaga punkter, främst rörande risk för felfästning samt risk för påfrestningar i infästningen till livflotten. Risken för felfästning skulle kunna motverkas genom att göra en variant på krokdelen. Ett förslag är att man har en skärm som kan rotera, vilket i sådant fall skulle innebära att om linan drar snett så vrids skärmen tills linan kommit i rätt position. En annan möjlighet är att modifiera produkten så att det inte finns en fram eller baksida. Detta kan ske genom att man ger skärmen flera skåror in för linan att fästa runt. Dessa båda koncept har nackdelar som kräver vidare testning innan det är möjligt att uttala sig om funktionaliteten. I fallet med den roterande skärmen krävs rörliga delar vilka riskerar att fastna eller haverera. Om man väljer att ha ett koncept med fler skåror att fästa runt riskerar man att lassot fäster runt en del av skärmen istället för kroken. I detta läge tror vi därför mer på det nuvarande konceptet, och ser hellre en vidareutveckling av det. I nuläget är dock konceptet i behov av mer analys gällande hållfasthet och vidare testning.

Även själva fästet i foten på kroken bör vidareutvecklas så att den sitter säkert fastförankrad i livflotten. Här finns en möjlighet att i sådant fall lägga in olika detaljer i foten som finns i kravspecifikation men ej i slutkoncept, ett sådant exempel är någon form av belysning.

Ytterligare en aspekt som bör undersökas är hur fästet beter sig under olika typer av belastning. Fästet bedöms fungera väl under lyftmomentet, där all kraft verkar i vertikal riktning. Däremot är det mer svårbedömt hur fästet påverkas av den sneda belastningen under inhalningsmomentet. Då infästningsmomentet kan ske upp till 50m från fartyget kan denna kraftpåverkan ske i en vinkel närmare  $45^\circ$ . Detta kommer resultera i ett vridande moment. Hur stor påverkan denna vridning har på fästet och dess infästning i flotten beror dock på fotens utformning och är något som bör undersökas vidare vid en närmare utformning av denna del av fästet. Det bedöms som osannolikt att denna sneda belastning skulle ha någon påverkan på flottens stabilitet, då flottens vikt och låga tyngdpunkt utgör en säkerhet mot haveri.

Något annat som är viktigt att komma ihåg är att detta projekt enbart lett till en första prototyp. Kroken behöver mer testning, noggrannare analys av hållfasthetsmässiga aspekter och ett mer utförligt materialval innan den kan anses redo för tillverkning. Men en första prototyp är ändå ett nödvändigt steg på vägen mot en färdig produkt.

## KÄLLOR

- 2.7 *General Guidance on the "Place of Safety"*. (u.d.). Hämtat från International Maritime Rescue Federation: <http://international-maritime-rescue.org/index.php/categoriesmropublic/planningmropublic/2-7-general-guidance-on-the-place-of-safety-mropublic>
- Bergman, B., & Klefsjö, B. (2012). *Kvalitet - från behov till användning*. Studentlitteratur AB. *Ekonomityrningsverket*. (u.d.). Hämtat från Regleringsbrev för budgetåret 2008 avseende Sjöfartsverket inom utgiftsområde 22 Kommunikationer: <http://www.esv.se/Verktyg--stod/Statsliggaren/Regleringsbrev/?RBID=11476>
- First-Rescue.org*. (u.d.). Hämtat från <http://first-rescue.org/> den 22 Augusti 2015
- Franson, J. (2001). *RAPPORT Om vilka åtgärder som vidtagits för att förbättra sjösäkerheten, 1994-2001*. Sjöfartsinspektionen. Hämtat från [http://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/sjofart/sjosakerhetsarbete\\_1994\\_2001\\_rapport.pdf](http://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/sjofart/sjosakerhetsarbete_1994_2001_rapport.pdf)
- IAMSAR Manual Volume III*. (2008). Hämtat från International Maritime Organization: <http://dcaa.trafikstyrelsen.dk:8000/icaodocs/Doc%209731%20-%20AN%20958/DOC%209731%20IAMSAR%20Manual%20Volume%203,%20Mobile%20Facilities%20-%202008%20Edition.PDF>
- (2012). *Implications of the United Nations Convention on the Law of the Sea for the International Maritime Organization*. the Secretariat of the International Maritime Organization (IMO). Hämtat från <http://www.imo.org/en/OurWork/legal/documents/implications%20of%20unclos%20for%20imo.pdf>
- Ingvarson, J., & Roos, A. (2003). *Risikanalytisk metodbeskrivning för beställare - utförare - granskare*. Solna: Brandskyddsföreningens service AB.
- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)*. (1974). Hämtat från International Maritime Organization: <http://www.imo.org/en/About/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-safety-of-life-at-sea-%28solas%29,-1974.aspx>
- International Convention on Maritime Search and Rescue (SAR)*. (1979). Hämtat från International Maritime Organization: <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-Maritime-Search-and-Rescue-%28SAR%29.aspx>
- Jardine-Smith, D. (2015). *International Maritime Rescue Federation*. Hämtat från 2.7 General Guidance on the "Place of Safety": <http://international-maritime-rescue.org/index.php/categoriesmropublic/planningmropublic/2-7-general-guidance-on-the-place-of-safety-mropublic>
- Johannesson, H., Persson, J.-G., & Pettersson, D. (2004). *Produktutveckling - effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm: Liber.
- Sjö- och flygräddning*. (u.d.). Hämtat från Sjöfartsverket: <http://sjofartsverket.se/Sjofart/Sjo--och-flygraddning/> den 22 Augusti 2015
- Ulfvarson, A. (2008). *Evakuering och räddning från stora passagerarfärjor i hårt väder*. Vinnova.
- Weng, J., & Yang, D. (2015). Investigation of shipping accident injury severity and mortality. *Accident Analysis & Prevention*, 92-101.

## Funktionsanalys

Område	Viktning	Funktion	Beskrivning
Låsanordning	HF	Medge fastlåsning	I flotten
	Ö	Underlätta förflyttning	Från fartyg till flotte
	N	Medge frånkoppling	Från flotte
	N	Medge automatisk låsning	
	Ö	Medge manuell låsning	
	Ö	Underlätta förvaring	På fartyg
	N	Medge tunga lyft	Av fullastad flotte
	Ö	Medge synlighet	
	Ö	Underlätta fastkrokning	
	N	Tåla väderförhållanden	Vid hård sjö
	N	Medge underhåll	
	Ö	Optimera vikt	
	Ö	Medge visuell feedback	På låsningsstatus
	N	Medge säker användning	
	Ö	Minimera risker	För felanvändning & skador
	Ö	Medge kompatibilitet	Med olika fästen
Transportmetod	N	Medge förflyttning	Mellan fartyg och flotte
	N	Tåla väderförhållanden	Vid hård sjö
	N	Medge lyft	
	HF	Medge transport	Av fästanordning till flotte
	N	Medge förvaring	På fartyg
	N	Medge underhåll	
	Ö	Underlätta underhåll	
	Ö	Underlätta användning	
	N	Medge fjärrstyrning	
	N	Medge precisionsstyrning	
	Ö	Medge synlighet	
	Ö	Medge strömlös användn.	
	Ö	Medge flytförmåga	
	Ö	Medge hoovringsförmåga	
	Ö	Medge lokalisering	Av farkost i vatten/luft
	Ö	Medge självupprättning	

## Funktionsanalys

Område	Viktning	Funktion	Beskrivning
Transportmetod	Ö	Medge start från vatten	
	Ö	Medge automatisk styrning	
	Ö	Medge manuell styrning	
	N	Medge transport av vajer	
	Ö	Medge låg ljudvolym	
	Ö	Optimera vikt	
	Ö	Optimera användningstid	Vid strömlöst tillstånd
	Ö	Medge visuell feedback	Av systemets status
	Ö	Minimera risker	För felanvändning & skador
Hela systemet	N	Medge förvarning inför lyft	
	Ö	Medge belysning	
	Ö	Underlätta räddningsarbete	
	Ö	Medge visuell feedback	På systemets status
	Ö	Medge säker användning	
	Ö	Minimera ekonomisk kostn.	
	Ö	Följa rådande lagstiftning	
	Ö	Medge snabb inläring	Intuitiv och lätt att använda
	Ö	Optimera antal användare	Minska antalet operatörer
	Ö	Optimera underhåll	
	Ö	Reducera panik	Av nödställda i flotten
	Ö	Underlätta kommunikation	Mellan flotte och fartyg
	Ö	Medge nödstopp	Om något går fel
	Ö	Underlätta säkert lyft	Av flotte

HF = Huvudfunktion

N = Nödvändig

Ö = Önskvärd



## Kravspecifikation

Område	Viktning	Krav
Låsanordning	Skall	låsa fast flotten i vajern inför lyft till fartyg
	Skall	kunna låsas upp så att flotten kan separeras från vajern
	Skall	kunna låsas automatiskt
	Skall	tåla vindstyrka upp till 20 m/s
	Skall	tåla temperaturer mellan -20 - +50 grader Celsius
	Skall	tåla påverkan från saltvatten
	Skall	klara av att lyfta vikter upp till 5 ton
	Skall	kunna låsas manuellt
	Skall	vara enkel att underhålla
	Skall	gå att använda säkert
	Bör	vara enkel att förflytta mellan fartyg och flotte
	Bör	vara lätt att se även vid dåliga väderförhållanden och mörker
	Bör	vara lätt att förvara på fartyget
	Bör	vara lätt att låsa fast i flotten
	Bör	ha en optimerad vikt
	Bör	ge visuell feedback om systemet är låst/olåst
	Bör ej	medföra ökad risk för person/materialskador
	Bör	vara enkel att använda
	Bör	vara kompatibel med olika flottor och vajrar
Transportmetod	Skall	transportera fästanordningen till flotten
	Skall	tåla vindstyrkor upp till 15 m/s
	Skall	tåla temperaturer mellan -20 - +50 grader Celsius
	Skall	tåla påverkan från saltvatten
	Skall	klara av att lyfta vajer och fästanordning
	Skall	kunna förvaras på fartyget
	Skall	kunna underhållas
	Skall	kunna fjärrstyras
	Skall	kunna precisionsstyras
	Skall	kunna användas säkert
	Skall	vara enkel att underhålla
	Bör	tåla vindstyrkor upp till 20 m/s
	Skall	vara enkel att använda

# Kravspecifikation

Område	Viktning	Krav
Transportmetod	Bör	vara enkel att se vid dåliga väderförhållanden och mörker
	Bör	kunna användas i strömlöst tillstånd i 3,5h
	Bör	ha flytförmåga
	Bör	kunna stanna i position över flottens infästningspunkt
	Bör	gå att spåra från fartyget
	Bör	kunna lokalisera flottan
	Bör	kunna lyfta från vatten
	Bör	vara självupprättande
	Skall	kunna styras manuellt
	Bör	kunna styras automatiskt
	Bör	ha en låg ljudvolym
	Bör	ha en optimerad vikt
	Bör	ge visuell feedback om systemets status
	Bör ej	medföra ökad risk för person/materialskador
Hela systemet	Bör	ge förvarning inför lyft
	Bör	erbjuda belysningsmöjligheter
	Bör ej	kräva fler än 2 operatörer för att användas
	Bör	följa rådande lagstiftning
	Bör	vara enkelt att lära sig att använda
	Skall	ge visuell feedback av hela systemets status
	Skall	gå att använda säkert
	Skall	vara lättanvänt
	Bör	följa rådande lagstiftning
	Bör	vara enkelt att lära sig att använda
	Skall	vara enkelt att underhålla
	Skall	gå att nödstoppa
	Bör	underlätta säkra lyft
	Bör	vara enkelt att förvara på fartyget