

# CHALMERS



## Lyftbara marina evakueringsystem

Examensarbete inom högskoleingenjörprogrammet designingenjör

**JONATAN ROOS**

Institutionen för produkt- och produktionsutveckling

*Avdelningen för Design & Human Factors*

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2014

EXAMENSARBETE 2014-06

# Lyftbara marina evakueringsystem

Examensarbete inom högskoleingenjörprogrammet designingenjör

JONATAN ROOS

Institutionen för produkt- och produktionsutveckling

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2014

Lyftbara marina evakueringsystem  
Examensarbete inom högskoleingenjörprogrammet designingenjör  
JONATAN ROOS

© Jonatan Roos, Sverige 2014

Examensarbete 2014-06 ISSN 1652-9901  
Institutionen för produkt- och produktionsutveckling  
*Avdelningen för design och human factors*  
Chalmers tekniska högskola  
SE-412 96 Göteborg  
Sverige  
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Omslag:

*Bild på den prototyp som examensarbetet mynnade ut i. En uppblåsbar lyft-flotte avsedd att ha ombord Marin Ark 2.*

Tryckeri /Institutionen för Tillämpad mekanik  
Göteborg, Sverige 2014



## Förord

Det är sällan man får äran att jobba med innovation och idéer som skulle kunna rädda liv. Något som jag fått äran att göra i det här projektet. Därför vill jag ägna ett stort tack till Sjöräddningssällskapet, dels för det fantastiska arbete de varje dag utför för Sveriges sjömän, samt för det här examensarbetet. Detta examensarbete på 15 högskolepoäng har varit både spännande, utmanande och precis vad man som studerande till designingenjör drömmer om att få göra.

Ett speciellt stort tack ägnas även åt mina två handledare, Fredrik Falkman på Sjöräddningssällskapet och Håkan Almius på Chalmers.

Vidare vill jag tacka Stena Line, Göteborgs Flottservice AB och Michael Blomqvist på Meriturva.

Tack även till Axel Franzén för hjälp vid prototypbygge.

Jag hoppas att du som läsare skall finna projektet intressant.

## Sammanfattning

Det här arbetet är gjort på beställning av Sjöräddningssällskapet och handlar om att skapa lyftbara marina evakueringssystem. Sjöräddningssällskapet identifierade behovet av att möjliggöra snabbare räddning från livflotte till räddningsbåtar. Detta på grund av att räddningstjänster idag inte har kapaciteten för att ta hand om den mängd passagerare som behöver evakueras i en storskalig olycka till havs. Vilket speciellt beror på att räddningsprocessen idag är begränsad till en eller ett par människor i taget. Syftet med det här arbetet är att identifiera metoder för möjliggöra evakuering av en större skala människor i taget genom att utnyttja kranar som finns på närliggande fartyg.

Arbetet behandlar inte tekniska lösningar i detalj utan syftar till att skapa övergripande konceptuella lösningar. Resultatet blev en uppblåsbar lyft-flotte, av vilken en modell i skala 1:8 byggdes. Lösningen är designad för att användas till livflotten Marin Ark 2, designad av företaget RFD. Konceptet har dock potential för att vara på livflottar av liknande karaktär och är inte begränsat till just den modellen. Det unika med konceptet är att lyft-flotten blåses upp inuti livflotten, med passagerarna redan inuti den. Efter att detta är gjort kan kranar på närliggande fartyg lyfta upp minst 14 personer i taget.

Slutligen diskuteras i det här arbetet möjligheten till att ha en uppblåsbar lyft-flotte som är anpassad för att kunna användas i alla situationer. De fartyg stora nog för att vara utrustade med kran skulle då även vara utrustade med en sådan flotte. På så sätt skulle införandet av massevakuering kunna införas, utan att alla evakueringssystem behöver vara lyftbara från börjar. På längre sikt vore ett mål att alla evakueringssystem också är anpassade för att kunna lyftas med kran.

## Summary

This project is about making liftable marine evacuation systems. It is done in affiliation with the Swedish Sjöräddningssällskapet. It was them who identified the need for quicker evacuation from life rafts to actual safety at land or aboard rescuing ships. As of today rescuing services would be overwhelmed by such a task given the sheer size and amount of passengers aboard modern cruise-ships. Especially due to the fact that evacuation from life rafts to boats are done by rescuing one, or a few persons at a time. The purpose of this project is to evaluate ways to efficiently evacuate a multitude of people simultaneously from life rafts to rescuing ships by utilizing cranes.

Technical solutions are not in detail discussed in this project, but rather conceptual solutions. The result from this project was a liftable means of rescue raft, of which a model was built in scale 8:1. The solution is specifically designed to be applied to the Marin Ark 2 life raft manufactured by RFD. The concept could, however, be used on a range of similar life rafts. The most unique feature of this concept is that it inflates inside the life raft with the passengers already inside it. With this solution nearby ships can evacuate a minimum of 14 persons at a time using cranes aboard.

Lastly in this project the possibility to have universally applicable inflatable means of rescue life rafts aboard all ships equipped with cranes is discussed. That would enable a paradigm shift about the way we rescue people at sea, without having to exchange all of the current evacuation systems aboard ships. A long time goal would be that every evacuation system is made to be liftable.

# Innehållsförteckning

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2 Syfte</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Avgränsningar</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Precisering av frågeställningen</b> .....	<b>2</b>
<b>2. TEORETISK REFERENSRAM</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Sjösättning av livflottar</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 Livflottars konstruktion</b> .....	<b>3</b>
<b>2.3 Olyckor med livflottar</b> .....	<b>5</b>
<b>2.4 Slutsatser från olyckor</b> .....	<b>5</b>
<b>2.5 Existerande Livflottar</b> .....	<b>5</b>
<b>2.5.1 Marin Ark 2</b> .....	<b>5</b>
<b>2.5.2 Viking Solas</b> .....	<b>7</b>
<b>3. METOD</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1 Litteraturstudie</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2 Funktionsanalys</b> .....	<b>8</b>
<b>3.3 Besök hos Göteborgs Flottservice AB</b> .....	<b>8</b>
<b>3.4 Mail med Meriturva</b> .....	<b>8</b>
<b>3.5 Samtal med Kaptenen på Älvsnabben</b> .....	<b>8</b>
<b>3.6 Utveckling av koncept</b> .....	<b>9</b>
<b>3.6.1 De tre huvudkoncepten</b> .....	<b>10</b>
<b>3.6.2 Om huvudkoncepten</b> .....	<b>13</b>
<b>3.6.3 Val av huvudkoncept</b> .....	<b>13</b>
<b>3.6.4 Grund för poängsättning</b> .....	<b>14</b>
<b>3.6.5 Om val av huvudkoncept</b> .....	<b>17</b>
<b>3.6.6 Mock-up prototyp</b> .....	<b>18</b>
<b>3.6.7 Vidareutveckling av koncept</b> .....	<b>19</b>
<b>3.6.8 Skiss på första prototyp</b> .....	<b>22</b>
<b>3.6.9 Måttsättning av prototyp</b> .....	<b>23</b>



3.6.10 3D mock-up av slutgiltig prototyp.....	24
3.6.11 Vidareutveckling av prototyp samt instruktioner .....	25
3.6.12 Bygge av prototyp .....	27
3.6.13 Övning med Stena Danica .....	31
<b>4. SLUTSATS .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Diskussion .....</b>	<b>39</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>41</b>
<b>Bilagor .....</b>	<b>42</b>

# 1.INLEDNING

I dagens tekniska samhälle är det svårt att tänka sig att katastrofer i skala med Titanic skulle kunna hända igen. Sedan dess har mycket skett gällande konstruktion, effektivitet och evakuering till livflottar och livbåtar. Allt detta är väldigt positivt. Samtidigt finns det en sida av evakuering till sjöss som inte har blivit märkbart förbättrad, och det är vad som händer efter att passagerarna befinner sig i livflotten.

Efter att de förlista blivit evakuerade till livflottar tar idag protokollet och regelverket slut, då är det ingens givna ansvar att vidare rädda dem. I en olycka av stor skala hade räddningsmyndigheter inte haft resurser nog för att kunna ta hand om den mängd passagerare som måste evakueras. Speciellt då räddningsmöjligheterna är begränsade till en eller ett par passagerare i taget. Evakuering från livflottar till trygghet på land eller på en närliggande båt sker idag med hjälp av räddningsbåtar och ytbärgare.

Sjöräddningssällskapet vill ändra på detta och utvecklar därför system för att snabbt evakuera en stor mängd människor i taget från livflottar till säkerhet. I det här arbetet utforskas och utvecklas de möjligheterna.

## 1.1 Bakgrund

Sjöräddningssällskapet verkar varje år för att rädda liv till sjö och havs. En stor del av det arbetet är förebyggande.

Dagens regelverk gällande livbåtar och livflottar dikterar att man ska kunna evakuera från båten. Det finns däremot inga regler gällande hur räddningsprocessen ska se ut från livflotte till räddningsbåt. Därför existerar det ett stort glapp mellan förmåga att evakuera båtar och förmågan att sedan få ut människor ur livflottarna. Sjöräddningssällskapet har därför startat ett projekt kallat first-rescue som syftar till att överkomma detta glapp i räddningsprocessen. Tanken med first-rescue är att man istället för att rädda en människa i taget från livflottarna ska evakuering kunna ske med hjälp av kranar som kan evakuera en hel livflotte på en gång. På så sätt sparar man värdefull tid som kan vara skillnaden mellan liv och död. Även om risken är låg för att man ska drunkna i en livflotte så brukar det hamna vatten där i, och det är kyla som är den mest troliga dödsorsaken. Därför är tiden från att man hamnar i livflotten till att man hamnar i räddningsbåten kritisk.

## 1.2 Syfte

Det här exjobbet syftar till att utveckla koncept för hur framtidens livflottor kan se ut. Dessa ska vara lika effektiva som dagens livflottor gällande evakuering, förvaring och gärna ekonomi. Däremot ska flottorna kunna möjliggöra en effektiv räddning från livflotte till räddningsbåt, eller helikopter. Det slutgiltiga konceptet ska sedan visualiseras, antingen med hjälp av datoranimeringar eller genom en fysisk modell.

Resultatet från detta exjobb skall således vara en rapport gällande detaljer och förslag för hur framtidens livflottor ska vara utformade, tillsammans med en fysisk eller virtuell modell för denna livflotte. Den fysiska modellen ska ha viktiga funktioner som kan fungera i sin skala. Till exempel en uppblåsbar fysisk modell.

## 1.3 Avgränsningar

Inte alla tekniska lösningar gällande livbåten kommer att behandlas, utan projektet kommer syfta till att skapa en övergripande konceptuell lösning.

## 1.4 Precisering av frågeställningen

Hur kan man tillverka livflottor som möjliggör effektiv massräddning från livflotte till räddningsbåt med hjälp av lyftkranar, utan att kompromissa gällande förvaringsmöjligheter, evakueringsmöjligheter, användarvänlighet eller ekonomi?

## 2. TEORETISK REFERENSRAM

### 2.1 Sjösättning av livflottar

Det finns tre olika tillvägagångssätt att sjösätta en livflotte. En metod är att hela containern innehållande livflotten kastas i vattnet varav denna blåses upp. Containern med livflotten är genom ett rep fastsatt i fartyget. När ett ryck sker i detta rep aktiveras kolsyrebehållaren och flotten blåses upp. När sedan flotten är i vattnet får passagerare borda den. Detta sker oftast genom uppblåsbara rännor eller "escape chutes", som på svenska benämns evakueringsstrumpa. Dessa är antingen kopplade till en flytbrygga från vilken man bordar livflottarna eller direkt till livflottarna. Sådana evakueringsystem från båt till livflotte brukar kort benämnas MES och står för marine evacuation system.

Ett annan metod är att man blåser upp livflotten hängande från en kran eller ett kransystem, en så kallad davit. Passagerarna får sedan äntra flotten från fartyget, varav den hissas ned till vattnet.

Den sista metoden för att sjösätta en livräddningsflotte är designad utifall att båten sjunker med livflottarna ombord. Livflottarna är då utrustade med hydrostater som automatiskt kommer att skära loss livflottarna från fartyget då de utsetts för ett tryck motsvarande 1.5-4 meters djup. Flottarna flyter sedan upp till ytan och blåser automatiskt upp sig(1).

### 2.2 Livflottars konstruktion

Livflottar är tillverkade i segment av stark väv, överdragen med antingen naturgummi eller polyurethane. Både naturgummi och polyurethane är flexibla och tåliga material som ger båten dess vattentätthet. Formen livflotten får då den blåses upp beror på hur olika segment av väv är sammansatta. I vissa fall används även trådar som sys mellan de olika segmenten, till exempel för att skapa vassa hörn(10)

Beroende på tillverkare antingen svetsas eller limmas de olika segmenten fast vid varandra. Tillverkarna Zodiac och RFD svetsar sina flottor, som har överdrag av polyuretan, medan Viking och DSB limmar sina flottor av naturgummi. Vissa tillverkare använder sig även av båda varianterna(2).

Kopplad till livflotten finns en särskild stålflaska fylld med gas, vanligen en blandning av koldioxid och kväve. Inuti stålflaskan är det övertryck, vilket gör att gasen automatiskt strömmar ut och fyller flotten. Detta sker genom ett ryck i en vajer kopplad till en fjäderbelastad ventil. Inuti stålflaskan finns det vanligen en överkapacitet av gas som ligger på 100%. För att livflotten inte skall spricka av för högt tryck är denna utrustad med en ventil, kallad backventil som låter gas flöda ut vid ett visst tryck. Efter att livflotten är uppblåst behöver denna ventil manuellt slutas så att livflotten håller sin form.

Då man studerar en livflotte i sin container syns tre delar av intresse fastsatta mellan containern och fartyget. Dessa tre delar kallas utlösninglinan, weak-linken och hydrostaten.

Utlösningsslinan är det rep som sitter fast i fartyget och som efter ett ryck startar uppblåsningen av livflotten. Då man kastat in containern kan man behöva manUEllt rycka i utlösningsslinan för att få flotten att blåsas upp. Detta eftersom utlösningsslinan är packad inuti containern och helt måste löpa igenom.

Utlösningsslinan sitter fast i fartyget genom weak-linken. Som namnet antyder är detta en del som är till för att vara svag och automatiskt kunna gå sönder. Om båten skulle sjunka så kommer hydrostaten, som tidigare nämnt, att kapa linan som fäster containern vid fartyget. Containern kommer då att börja flyta upp till ytan. När sedan fartyget har sjunkit till 25 meters djup (utlösningsslinan är oftast 25 meter) så kommer utlösningsslinan mellan det sjunkande fartyget och livflotten att sträckas, varpå flotten börjar blåsas upp. Weak-linken existerar för att fartyget sedan inte ska dra ned livflotten, utan weak-linken skall gå sönder av kraften mellan den uppblåsta flotten och det sjunkande fartyget.



*Figur 2.1 Viking Solas ombord älvsnabben. Den gula dosan är hydrostaten, linan mellan shackel och container (som löper åt vänster) är utlösningsslinan och den röda delen är weak-linken. Foto: Jonatan Roos*

## 2.3 Olyckor med livflottar

Från diverse olyckor finns lärdomar att inhämta kring vad som tidigare gått fel med livflottar, eller varit bra med dem. En faktor som flera gånger haft en avgörande roll är en fungerande hydrostat. Denna är av största vikt vid en snabb förlisning där livflotten inte manuellt hunnit sjösättas. Olyckor där detta varit av stor betydelse är bland annat vid Estonia, 1994 där många av de överlevande fick livflottar som flöt upp och blåstes upp bredvid dem(1).

Onödiga dödsfall har skett på grund av att livflottarna inte har blåst upp som de skall då båten sjunker, vilket kan bero på att utlösningsslinan, weaklinken eller hydrostaten inte fungerar som de skall. Detta är fallet vid ett flertal olyckor; att nämnas kan fiskebåten Netanya som förläste 1998 med 3 omkomna(3). I detta fallet hade utlösningsslinan fastnat i packningen på grund av felaktig service. Vid en liknande olycka omkom en man ombord en fiskebåt vid Lönnskör utanför Bohuskusten, men denna gången på grund av att livflotten saknade hydrostat(1). Olyckan var en snabb förlisning där livflotten inte manuellt hann sjösättas, utan hydrostat fanns då inget hopp om räddning.

Fler lärdomar från Estonia inkluderar att inte alla livflottar blåstes upp samt att många hamnade upp och ned på grund av den hårda vinden. Många hade dessutom svårt att ta sig upp i flottarna från vattnet. Räddningsarbetet försvårades även av att flottarna inte hade någon märkning och det var svårt att veta vilka som var genomsökta och inte. Människorna ombord på flottarna hade inte heller kunskap om att en backventil skulle slutas för att trycket inuti livflotten skulle hållas.

## 2.4 Slutsatser från olyckor

Från dessa olyckor får vi ett antal viktiga saker att tänka på vid designen av livflottar:

Dessa skall vara lätta att sjösätta

Vara självrätande

Behålla trycket (gärna utan manuella handlingar efter sjösättning)

Kunna vara särskiljande från varandra för att underlätta kommunikation och räddning

Klara av att blåsa upp sig själva om containern skulle sjunka tillsammans med båten

Man skall lätt kunna klättra in i dem från vattnet

## 2.5 Existerande Livflottar

Det finns en rad olika varianter på livflottar, de som är av intresse för det här projektet är kanske framför allt RFDs Marin Ark samt vikings SOLAS flottar.

### 2.5.1 Marin Ark 2

Marin Ark 2 är en uppblåsbar, modulbyggd flotte tillverkad av RFD. Varje modul har plats för 158 passagerare. På så sätt gör dem flottor som kan hysa antingen 158, 316, 474, 632, 682, 790, 840 eller 860 passagerare, beroende på hur många moduler som byggs samman. Flotten är byggd på ett sådant sätt att den är symmetrisk gällande upp och ned. På så sätt har de dels kringgått behovet av att flotten skall vara självrätande - det finns ingen rätt eller fel sida, samt sett till att den alltid blåses upp på rätt sida.

Sjösättningen av Marin-Ark går till genom att flotten sänks ner med evakueringsstrumpan fastsatt i fartyget och flotten, när flotten hamnar i vattnet blåses denna upp. På så sätt är flotten designad för att hamna med ett håll nedåt, och med infästningen för evakueringsstrumpan uppåt. I fall fartyget sjunker innan flotten hunnit sjösättas så är den utrustad med en hydrostat och kommer att blåsas upp automatiskt. Infästningen för evakueringsstrumpan kommer även den att lossna automatiskt med hjälp av hydrostat.

Evakueringen genom evakueringsstrumpa tillåter evakuering från höjder upp till 23.5 meter(4). Med den metoden kan upp till 860 passagerare evakueras på under 30 minuter, enligt RFDs hemsida. Marin-Ark används flitigt på både färjor och kryssningsfartyg. En marknad där Marin Ark har över 58 % marknadsandelar, vilket alltså gör det till den populäraste lösningen(5). Nedan visas en bild på Stena Danica utrustad med Marin Ark 2.



*Figur 2. 2 Marin Ark 2 ansluten till Stena Danica. Foto: Jonatan Roos*

Tillverkarna av Marin Ark 2, RFD hävdar att deras Marine evacuation system saknar rivaler både vad det gäller säkerhet och evakuering(6). RFD har tagit till sig trenden att större och större kryssningar byggs, varav deras flottor har fått större och större kapacitet.



## 2.5.2 Viking Solas

SOLAS står för safety of lifes at sea och var en internationell konvention som hölls 1974. Där skapades bestämmelser för hur både båtar och livflottar bör vara konstruerade för att skapa säkerhet till havs (7). Tillverkaren Viking gör livflottar anpassade efter dessa regler vilka de kallar för Solas-livflottar. Flottarna finns i storlekar anpassade för 25, 37 eller 39 passagerare. Flotten är självrätande och sjösätts via davit (8). Inuti livflotten finns det trådar som går från golv till tak, detta för att den ska tåla att bli sjösatt fylld med passagerare och via davit. Det är livflottens lyftbarhet som gör den intressant för det här projektet.

Sjöräddningssällskapet har genomfört tester med viking-solas, där de lyft en sandfylld flotte upp till däck för att undersöka om det skulle kunna vara en metod för att evakuera människor till närliggande båtar. Testet var ett steg till att bekräfta att det som metod hade fungerat, samt att flotten höll för vikten (11).



*Figur 2.3 Bild tagen på besök hos Göteborgs Flottservice AB. Här syns undersidan av en 25 manna livflotte. De orange säckarna som syns på undersidan fylls med vatten för att ge flotten stabilitet. Den vita tuben är kolsyrepatronen med tillräckligt med kolsyra för att fylla hela flotten.*



## **3. METOD**

### **3.1 Litteraturstudie**

Boken "Safety at sea" studerades överskådligt för att få en allmän kännedom kring sjösäkerhet och överlevnad. Dessutom skedde en allmän informationsinhämtning kring konstruktion, historia och användande av livflottar. Mycket av informationen som inhämtats kommer dock inte primärt från litteratur, utan från intervjuer och praktiska erfarenheter.

### **3.2 Funktionsanalys**

För att strukturera upp problemet som skulle lösas gjordes en funktionsanalys. En funktionsanalys inte bara delar upp ett problem till funktioner som skall lösas, utan kan även hjälpa till att skapa ett annat perspektiv på problemet. På så sätt kan en funktionsanalys fungera som ett steg bort från de självklara lösningarna och som ett verktyg för innovation.

BILAGA 1. Sid 1(1)

### **3.3 Besök hos Göteborgs Flottservice AB**

Den 20 februari skedde ett besök hos Göteborgs Flottservice AB. Detta gav en praktisk insyn på uppblåsbara flottar. De visade upp en viking solas 25 manna livflotte, samt en öppen 150-mans livflotte. Besöket gav en förståelse för utsattheten till sjöss. Det var svårt att tänka sig att 25 man skulle få plats på livflotten, en insyn gavs i den fruktansvärda situation det måste vara. Gummit luktade fruktansvärd då det kom i kontakt med vatten och materialet har en sådan friktion så många borde få skavsår. Till råga på allt kommer nästan alla passagerare vara sjösjuka(12)

### **3.4 Mail med Meriturva**

Meriturva är ett center för utbildning inom sjösäkerhet. I kontakt med Michael Blomqvist, Equipment manager på Meriturva, förklarade han att livflottar inte är till för att lyftas. Det innebär ett onödigt riskmoment för de förlista, och flera fall då man försökt göra detta har lett till ödestigra konsekvenser. Han belyste det stora sug och undertryck som bildas då man lyfter livflottarna från vattnet. Han pekar även på det faktum att livflottar är designade för att man ska klara sig på dem i en månad, och det tryggaste därför är att vänta på gynnsamma förhållanden för att sedan i lugn och ro rädda passagerarna från livflotten.

### **3.5 Samtal med kaptenen på Älvsnabben**

Från samtal med kapten och besättning ombord Älvsnabben mellan Lindholmen och Rosenlund inhämtades information om deras evakueringsrutiner. De hade 12 stycken viking solas 25-manna livflottar. För att borda livflottarna var man tvungen att med rep dra dessa till aktern, där det fanns en grind och möjlighet att enkelt gå ut ur fartyget.

I en kortare intervju med kaptenen förklarade hon att huvudorsaken till dödsfall till sjöss inte är kylan, utan drunkningar. Hon var av åsikten att det inte fanns något behov av att lyfta upp livflottarna, utan att man klarar sig bra där, ifall det är torrt. Vidare berättade hon att för att

evakuera livflottar gäller det att invänta bra väder för att sedan bogsera in dem till land. Intressant information som hon nämnde var att det då man handskas med ordentligt nedkylda människor är viktigt hur de lyfts upp ur vattnet. Det sämsta var att lyfta upp dem med huvudet först, för då förvärrades nedkylningen. Istället ska de helst lyftas liggande.

### **3.6 Utveckling av koncept**

Genom brainstorming utvecklades tre huvudkoncept. Dessa huvudkoncept var oförfinade och övergripande lösningar på huvudproblemet. Man kan se dem som lösningsgrupper och under dessa grupper finns det undergrupper med olika lösningar för att få huvudkoncepten att fungera. Koncepten är alltså helt utvecklade i hur detaljerna skulle lösas men med en övergripande bild på hur MES skulle kunna bli lyftbara.

Kort kan man förklara det med att man har två alternativ, antingen att lyfta upp hela flotten på en gång eller i det fall där det inte är möjligt göra olika segment av flotten lyftbara. Utifrån denna tanke producerades tre huvudkoncept, två som baseras på att hela flotten lyfts upp på en gång, och ett koncept som bryter ned en flotte i mindre, lyftbara delar.

Frågan ställd i brainstormingen var; på vilka olika sätt kan en effektiv evakuering möjliggöras från livflotte till räddningsbåt med hjälp av en kran på räddningsbåten.

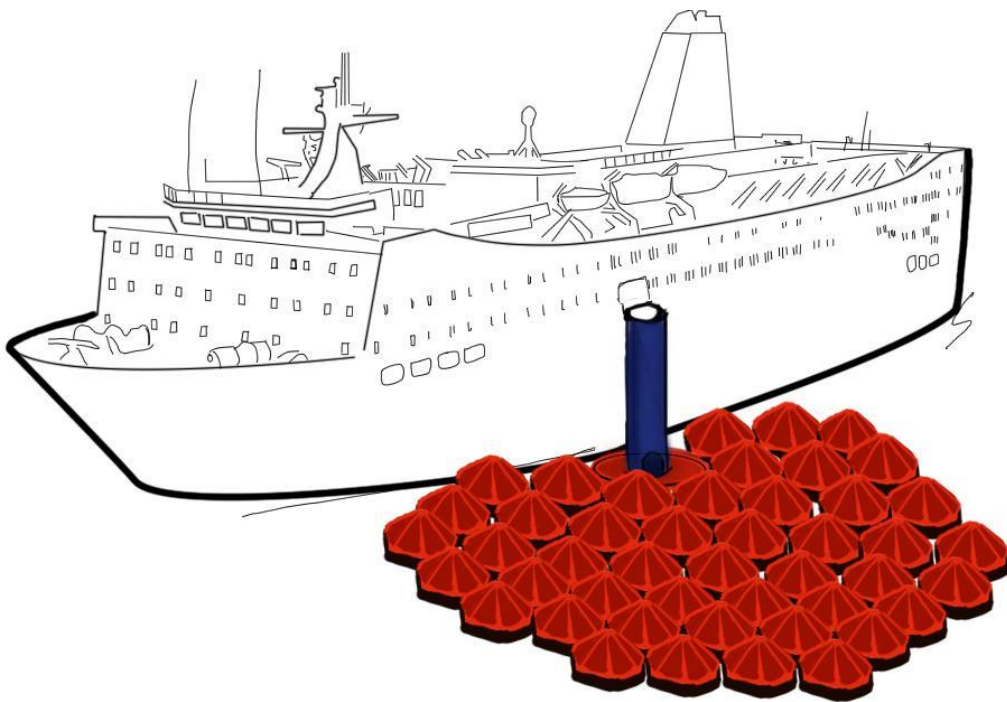
## 3.6.1 De tre huvudkoncepten

### 3.6.1.1 Bikupan

Ett nätverk av Viking-Solas livflottar sitter samman till en stor båt. Man kan röra sig mellan båtarna för att på så sätt få en enkel evakuering från fartyget till flotten. På så sätt behöver man till exempel bara en evakueringsstrumpa på 300 personer istället för en evakueringsstrumpa per flotte. Då det är dags för räddning från flotte till fartyg går det att lösgöra båtarna från varandra, varav fartyget kan lyfta upp en flotte i taget. Lösgörningen hade kunnat ske till exempel genom att rep eller vajrar som håller samman flottarna skärs av manuellt.

Uppblåsningen av alla flottarna hade kunnat ske genom separata tuber med länkad trigging eller med en och samma källa och med ventiler mellan flottarna.

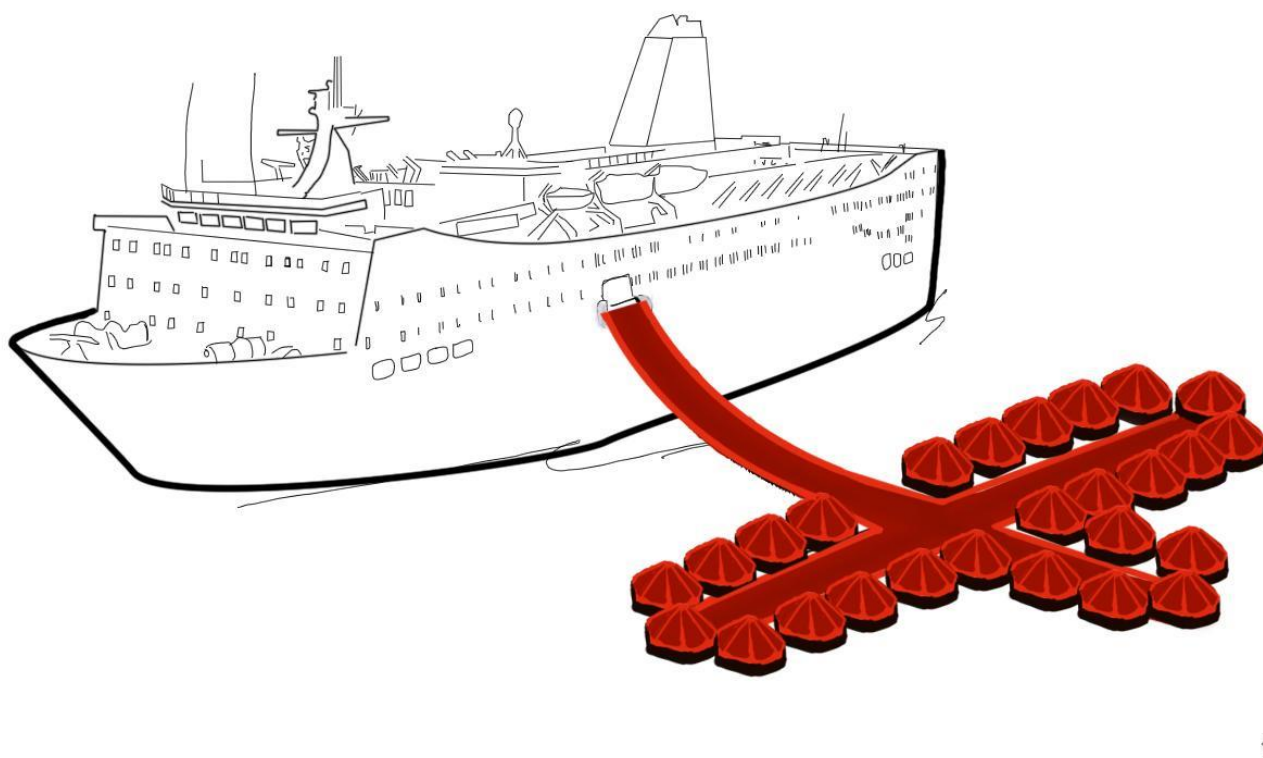
Konceptet har fått sitt namn - bikupan, eftersom båtarna skulle kunna vara strukturerad som hexagonerna i en bikupa. Runt alla flottarna hade det kunnat funnits en uppblåsbar ram.



Figur 3.1 bildförklaring för konceptet "Bikupan". Illustration: Jonatan Roos

### 3.6.1.2 Bryggan

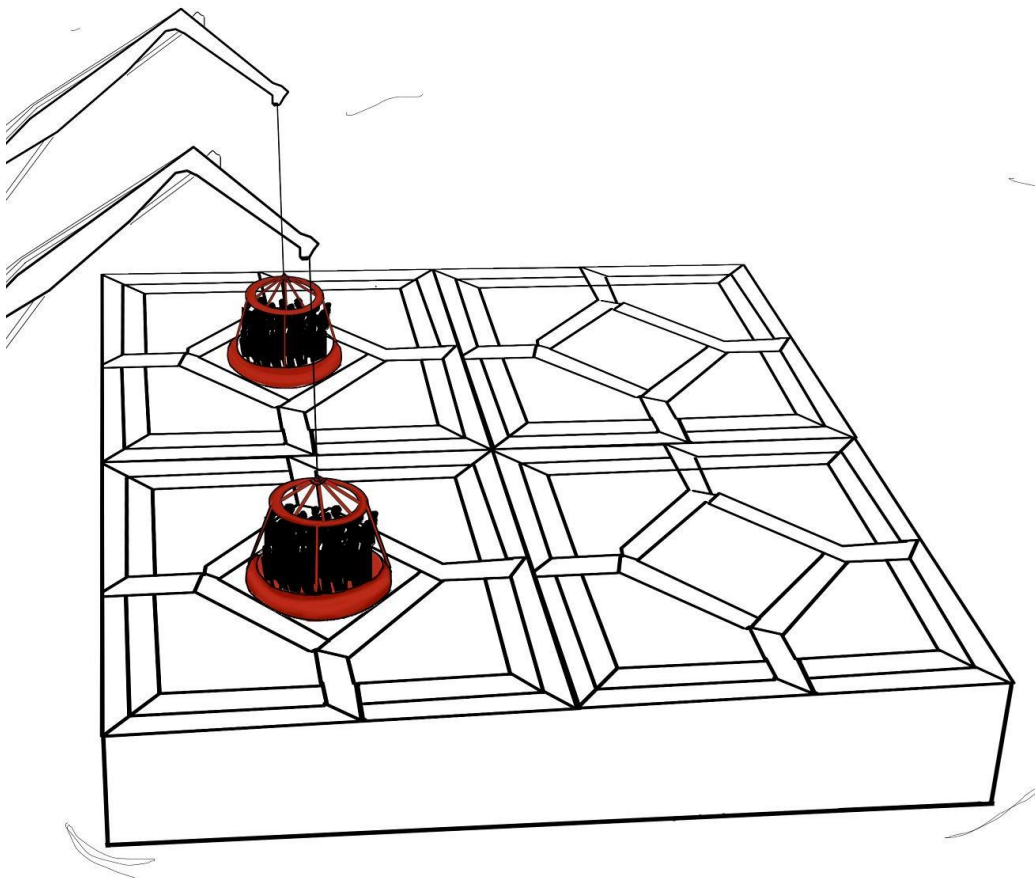
Det här koncept är från början designat av Fredrik Falkman. Evakuering sker ned till en flytbrygga, varifrån man sedan vandrar ut till separata Solas livflottar. Allt blåses upp tillsammans och efter evakuering kan du lösgöra dig från bryggan. Från detta stadie är det bara för räddningsfartygen att lyfta upp flottarna en efter en.



*Figur 3.2 bildförklaring för konceptet "Bryggan". Illustration: Jonatan Roos*

### 3.6.1.3 Ark i en ark

Detta konceptet är baserat på livflotten Marin Ark 2 och inte Vikings Solas flottar. Marin Ark 2 har som tidigare nämnt en kapacitet på upp till 860 passagerare. Eftersom livflotten är så stor går det inte att lyfta upp hela flotten på en gång. Lösningen på detta är att man har ett tak som är löstagbart, samt en inre struktur som gör att man kan lyfta upp segment av livflotten i taget. Dessa uppblåsbara segment kallas i brist på ett bättre namn vidare i rapporten för lyftflottar.



*Figur 3.3 Bildförklaring för koncept "Ark i en ark". Notera att konceptbilden kom till efter att konceptet blivit vidareutvecklat. Illustration: Jonatan Roos*

### 3.6.2 Om huvudkoncepten

Ingen av de tre huvudkoncepten är revolutionerande eller försöker förändra sättet som en livflotte fungerar på. En tanke som varit genomgripande i utvecklingsarbetet är att inte uppfinna hjulet på nytt, utan ta nytta av de år av produktutveckling som skett inom området. Huvudkonceptet som slutligen valdes ändrades från den ursprungliga tanken där segment av livflotten lyfts upp en del i taget till att innehålla separata delar designade enbart med syftet att lyftas. Detta visar hur oförfinade koncepten var i sin tidiga fas. Att tidigt ta beslut kring en koncept-grupp och sedan jobba vidare med denna ledde till en iterativ arbetsprocess där lösningar valdes och sedan byttes ut gång på gång, tills enbart grundtanken existerade för det ursprungliga konceptet.

### 3.6.3 Val av huvudkoncept

För att välja koncept att gå vidare med användes en pughs matris, de fyra kriterierna som användes för att bestämma vilket koncept som skulle gå vidare var följande: genomförbarhet, enkelhet till evakuering, enkelhet att rädda samt komplexitet. Alla kriterier viktas mellan 1-10 där 10 är bäst.

Gällande komplexitet är det en faktor man vill minimera, eftersom en ökad nivå av komplexitet lätt leder till en ökad felintensitet. En 1 i komplexitet motsvarar således den högsta nivån av komplexitet, och en 10 den lägsta nivån av komplexitet.

Koncept	Genomförbarhet	Enkelhet till evakuering	Enkelhet att rädda	komplexitet	Summa
Bikupan	7	6	8	3	24
Bryggan	9	5	8	5	27
Ark i en ark	7	10	8	7	32

*Figur 3.4 En pughs matris som motiverar valet av koncept att vidareutveckla.*

### **3.6.4 Grund för poängsättning**

Här ges grunden till poängen som användes i Pughs Matris och ger en inblick i varför konceptvalet blev som det blev.

#### **3.6.4.1 Genomförbarhet**

Poängen för genomförbarhet syftar till att ge en inblick på hur realistiskt ett koncept är.

##### **3.6.4.1.1 Bikupan**

Konceptet bikupan bedöms vara ett genomförbart koncept. En av de främsta utmaningarna lär vara fästansordningarna mellan flottarna. Dessa behöver vara lätta att ta loss, samtidigt som man vill ha god stabilitet mellan flottarna för att göra evakueringen så enkel som möjligt. Man vill dessutom inte att närliggande flottor drabbas om en flotte välter eller börjar sjunka. En annan utmaning kan vara hur uppblåsningen av hela konceptet skall gå till. Detta tillsammans med en problematik kring hur de evakuerade skall veta vart man skall gå i nätverket av flottor är problem som behöver lösas. Det bedöms dock ha en hög genomförbarhet, varav konceptet får 7 poäng i denna kategori.

##### **3.6.4.1.2 Bryggan**

Genomförbarheten hos konceptet bryggan bedöms som hög. Svårigheten i detta konceptet likt de andra är hur man ska få uppblåsbarheten och självrätningen att fungera hos alla individuella delar. Detta bedöms dock vara en fråga om packning och trigging och därför får konceptet en 9a i genomförbarhet.

##### **3.6.4.1.3 Ark i en ark**

Hos Konceptet ark i en ark finns det fler frågetecken än hos de andra koncepten. Dessa är bland annat hur evakueringen av upp till 860 personer ska gå till, samt hur taket skall vara vattentät men samtidigt kunna lyftas av inför evakueringen? Dessa problem bedöms dock vara lösliga, varav konceptet får 7 poäng.

#### **3.6.4.2 Enkelhet till evakuering**

Denna betygsättning syftar till hur enkelt det är att evakuera från båten till livflottarna. Här får man ta i beaktande det riskmoment som passagerarna utsetts för, samt hur snabbt konceptet kan tänkas möjliggöra evakuering.

##### **3.6.4.2.1 Bikupan**

För att evakuera till bikupan används antingen en ränna eller en evakueringsstrumpa. Därefter behöver passagerarna röra sig emellan en mängd flottor. Där kan många logistiska problem uppstå för att få en jämn mängd människor i flottarna. Att röra sig under svår sjögång kan också vara ett problem som kan leda till svår och tidsödslande evakuering. Bikupan får därför en 6a i evakuering.

### **3.6.4.2.2 Bryggan**

Även hos konceptet bryggan finns problem kring kravet på att den förliste måste röra sig för att åstadkomma trygg evakuering. Här rör det sig om att gå längst en uppblåsbar brygga, något som kan vara mödosamt och riskabelt, speciellt under svår sjögång. Detta hade kunnat underlättats med hjälp av till exempel armstöd längs bryggan, men chansen finns fortfarande att ramla i vattnet från bryggan. Därför får bryggan en 5a i evakuering.

### **3.6.4.2.3 Ark i en ark**

Konceptet ark i en ark påverkar inte evakueringsmöjligheten hos den redan befintliga livflotten. Denna har, som tidigare nämnt, en kapacitet till att evakuera 860 passagerare på mindre än 30 minuter. Således anses ark i en ark ha exemplariska evakueringsmöjligheter och konceptet får där högsta betyg.

### **3.6.4.3 Enkelhet till att rädda**

Enkelhet till att rädda syftar till hur lätt det blir för närliggande båtar att hissa upp och rädda passagerarna från livflottarna. Här i räknas också det arbete som de på livflottarna behöver göra samt risken dessa utsätts för. Ingen hänsyn tas däremot till hur båtarna ska kroka in sig på schaklen som finns på livflottarna.

#### **3.6.4.3.1 Bikupan**

Det svåra i konceptet bikupan blir att få isär flottarna, efter det blir det lätt för kringliggande båtar att lyfta upp dem. Däremot kvarstår problem så som att det kommer uppstå ett sug när båten lyfts upp ur vattnet, på grund av ytspänningen, samt att flotten kan ha ordentligt med vatten i sig. Räddningen bedöms dock inte vara några problem, utan får en 8 i betyg.

#### **3.6.4.3.2 Bryggan**

Beroende på mer exakt utformning hos konceptet bryggan kommer räddningsprocessen att se olika ut. Sitter flottarna ihop med varandra kommer dessa behöva separeras innan lyftet. Sitter de inte ihop utan är separerade enheter efter att man lossat dessa från bryggan så kommer det vara svårare att hitta flottarna, då räddningsbåtarna tvingas navigera till dem en efter en. Räddningen bedöms dock vara i nivå med konceptet bikupan, varav poängen blir en 8a.

#### **3.6.4.3.3 Ark i en ark**

Ark i en ark måste delas upp i sektioner för att kunna få en rimlig mängd människor i taget för räddning. Vikten som är möjlig att lyfta i taget begränsas av kranarna på båtarna, där en övre gräns sätts till 5 ton(11).

Räddningen bedöms dock kunna ske effektivt. Eftersom lyft-flottarna varken behöver vara vattenfyllda eller ge upphov till något undersug kommer det vara möjligt att få upp fler människor per lyft med den här metoden jämfört med att lyfta upp hela Viking-Solas flottar i taget. Ännu en fördel blir att då en räddningsbåt är på plats kan den effektivt evakuera hela flotten utan att flytta på sig. På en negativa sidan finns däremot att det krävs att taket tas loss. Enkelhet till att rädda får därför en 8a i betyg.



### **3.6.4.4 Komplexitet - risk för fel**

Genom att betygsätta komplexiteten hos huvudkoncepten försöker en bedömning göras på hur komplicerat ett koncept är.

#### **3.6.4.4.1 Bikupan**

Gällande bikupan blir speciellt uppblåsningen och packningen det komplicerade. Det finns två alternativ på hur uppblåsningen kan gå till, antingen med en gemensam gaskälla och ventiler emellan flottarna, eller genom separata koldioxidtuber med gemensam trigging.

Att packa flottarna så att dessa blåses upp gemensamt och hamnar rätt kan också bli problematiskt. Ifall att en av flottarna inte skulle blåsas upp heller hamna upp och ned skulle det ge konsekvenser för hela evakueringen, eftersom passagerarna är beroende av att kunna röra sig mellan flottarna.

De faktorerna samt infästningen mellan flottarna gör konceptet komplicerat och ger det 3 poäng.

#### **3.6.4.4.2 Bryggan**

Med konceptet bryggan finns samma problem som i konceptet bikupan gällande uppblåsning, samt sjösättning. Eftersom man bara ska kunna gå från bryggan till flottarna får det dock inte lika ödestriga konsekvenser ifall en flotte inte skulle blåsas upp. Komplexiteten och konsekvenserna av eventuella fel bedöms dock som lägre än hos konceptet bikupan, därför får bryggan en 5a i komplexitet.

#### **3.6.4.4.3 Ark i en ark**

Det som gör ark i en ark komplext är att kunna blåsa upp en struktur inuti flotten, som skall användas för att lyfta ur de förlista, samtidigt som taket måste vara löstagbart. Dessutom måste lösningen vara byggd symmetrisk, så att den fungerar oberoende av vilket håll flotten blåses upp åt. Detta bedöms dock vara relativt enkla problem att lösa. Därför får ark i en ark en 7a i komplexitet.

### 3.6.5 Om val av huvudkoncept

Konceptet ark i en ark valdes som huvudkoncept för vidareutveckling. Den oviktade pugh's matrisen pekar mot detta, men även andra faktorer som inte ryms i matrisen bidrar till att motivera det beslutet. Däribland faktumet att Marin Ark 2 är modul-byggd, vilket gör att en lösning blir applicerbar på en mängd olika varianter av flotten. Även att flotten redan har ett välutvecklat evakueringsystem, samt den mängd passagerare som får plats däri är faktorer som väger tungt. Tyngst väger dock det faktum att Marin-Ark är en väletablerad livflotte, (med 58% marknadsandelar) som lämpar sig för stora farkoster och som håller en hög standard vad gäller säkerhet och evakuering. Med avsikten att införa ett nytt system kan det vara bra att inte gå allt för långt ifrån existerande lösningar, i de fall då det inte är absolut nödvändigt. Det kan också vara en bra strategi att samarbeta med de mest framgångsrika på marknaden, vilket Marin Ark med sina 58 marknadsandelar får räknas som.

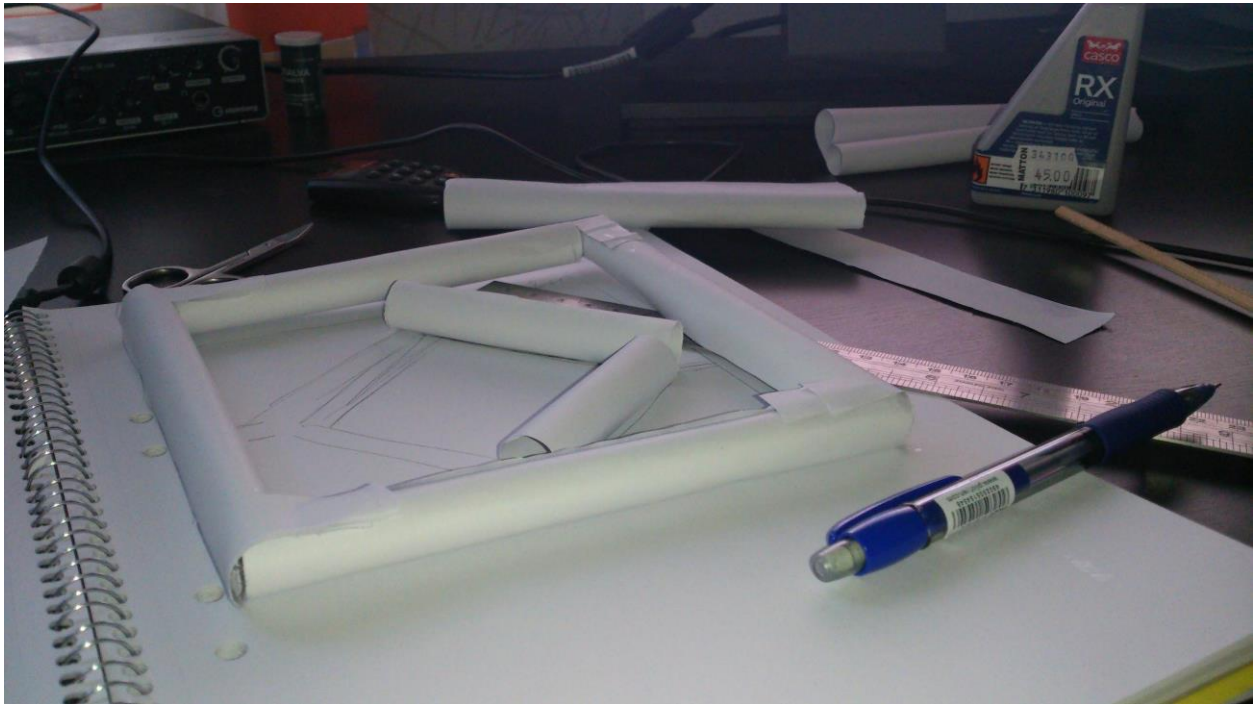
Förutom detta så finns en rad andra fördelar med konceptet. Förutom att det inte blir något undersug på grund av ytspänningen behöver delen som lyfts upp inte heller vara vattentät, vilket innebär att onödig vikt i form av vatten inte behöver lyftas upp. Dagens regelverk dikterar även att det skall finnas en ansvarig på varje flotte, vilket underlättas i det här konceptet jämfört med de andra, givet dess storlek. Om lösningen utformas likt en uppblåsbar means of rescue flotte skulle denna lösning också kunna appliceras på andra, liknande flottor.

En annan fördel med ark i en ark konceptet är faktumet att förändringarna inte behöver förändra en stor del av flottens ursprungliga design, utan kan utformas genom additionen av nya delar till de ursprungliga. Evakueringen från båten till livflotten kommer således kunna vara likadan. En annan positiv aspekt är att evakueringsarbetet kan påskyndas av att en stor mängd människor är samlade på flotten, vilket undanröjer behovet att rescue-runners eller dylikt hämtar mindre flottor till räddningsbåten.

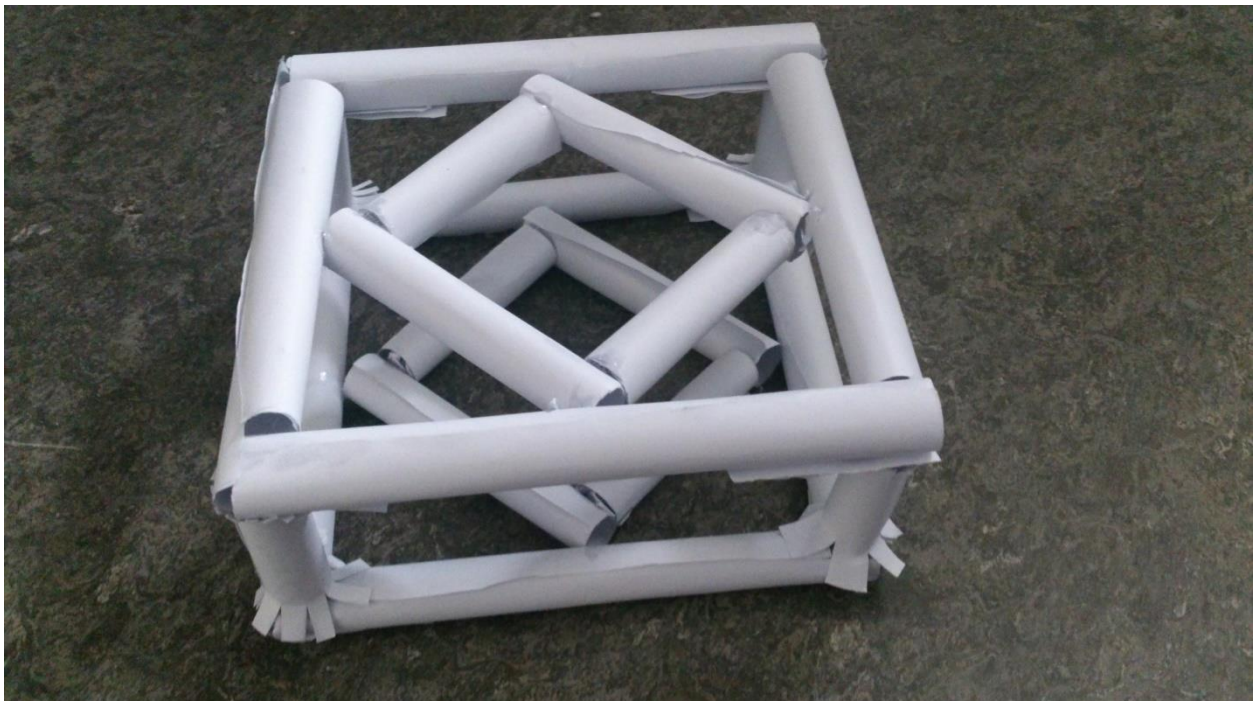
Rent psykologiskt kan det även vara en trygghet att ha en stor mängd människor samlade och med en ansvarig ombord. Förutom detta finns det ännu en anledning att gå mot ark i en ark konceptet, vilket är att de andra flottorna redan är lyftbara.

### 3.6.6 Mock-up prototyp

En enkel mock up gjordes för att studera möjliga lösningar för arken. Att praktiskt kunna ta och känna på olika lösningar kan ge upphov till infallsvinklar som är svåra att få bakom ritbänken eller CAD-systemen.



*Figur 3.5 Början till att bygga en modul av Marin-Ark. Foto: Jonatan Roos*



*Figur 3.6 Prototyp av modul av Marin Ark 2, på vilken koncepten provades.*

*Foto: Jonatan Roos*



*Figur 3.7 Första konceptet, en inre struktur blåses upp och lyfts sedan upp genom taket. Placeringen av lyft-flotten blev i mitten av modulen, dels för att det där fanns mest plats samt att det blir stabilt i modulen att samla en stor mängd människor där för evakuering.*

*Foto: Jonatan Roos*

### **3.6.7 Vidareutveckling av koncept**

Efter valet av huvudkoncept återstod att lösa hur konceptet i detalj skulle utformas. Det fanns ett antal olika sätt att lösa diverse problem eller uppgifter på, som tillsammans skulle skapa konceptet. Nedan listas några av de frågeställningar och alternativ som fanns att välja mellan, alternativt direkt en lösning.

#### **3.6.7.1 Avtagbart tak**

Hur kan taket vara designat för att bli avtagbart, samtidigt som det är vattentät?

En dragkedja hade till exempel inte fungerat, eftersom det då hade läckt in vatten. Taket måste även fungera som golv eftersom Marin Ark 2 är symmetriskt konstruerad.

För att bevara vattentätheten får man skära upp taket då det är dags att evakuera livflotten.

För att enkelt kunna skära upp taket kan kniven befinna sig i en färdig bana. Inspirationen till den här lösningen kom från de papperskärare som finns, där en kniv i en skena rakt skär papper.

Likadant kommer det fungera i livflotten. Kniven följer en bana längst taket. För att förenkla att skära upp vore det möjligt att kniven dessutom är kopplad till en lina, så det enda som krävs är ett ryck i linan för att kniven skall följa banan. För att inte kniven ska råka skära upp taket eller, ännu värre; golvet, så bör där finnas en saftey av sådan natur att kniven endast hamnar i bruk då det är meningen.

### 3.6.7.2 Vatten i lyft-flottarna

Det kan bli tungt att lyfta upp människor i lyft-flotten om denna är fylld med vatten. Det är dock i situationer då det är vatten i flotten som det är som viktigast att evakuera människorna snabbt. För att lyft-flotten inte skall ha vatten i sig får golvet således inte vara vattentätt utan bör ha egenskapen att snabbt kunna få vatten att rinna ut.

Detta kan åstadkommas genom att golvet är uppspönt likt ett nät inuti en bärande del. En uppblåsbar ram med ett nät uppspänd mellan sig bör fungera utmärkt. Nätet hade kunnat vara gjort av liknande nylonväv som används till säkerhetsbälten och vara strukturerat så att det inte finns risk för människor att falla igenom det eller fastna i det.

### 3.6.7.3 Placering av lyft-flottarna

Saker att ha i beaktande:

- Då det inte blir möjligt att lyfta upp alla människor samtidigt, kommer flera lyft-flottar behöva placeras inuti Arken.
- Det kan bli problematiskt att blåsa upp en struktur då det är fullt med människor i flotten. - Strukturen bör uppta så lite plats inuti flotten som möjligt.
- De förlista skall lätt kunna kliva ombord på lyftflotten.

En enkel lösning blev att de outhblåsta lyft-flottarna ligger rätt placerade i livflotten från början, med andra ord på golvet rakt under taket som kommer skäras loss. När de sedan blåses upp kommer passagerarna redan att stå inuti.

Dessa moduler kan ligga ovanpå varandra, så när en lyft-flotte åkt upp så ligger nästa beredd att fyllas och blåsas upp.

En fördel med att ha lyft-flottarna koncentrerade på en plats och inte jämt utspridda i livflotten är att, dels hade taket då behövt öppnas överallt, samt att räddningsbåten enkelt vet var nästa lyft-flotte skall lyftas upp. Det blir då enklare och kan effektivisera räddningsprocessen. Det skapar dessutom tydlighet, både för passagerarna och räddningspersonalen att ha ett och samma tillvägagångssätt för räddningen av alla passagerare. Samtidigt blir flotten troligtvis mer hållbar om taket är kvar i så stor grad som möjligt.

### 3.6.7.4 Geometri på lyft-flottarna

Hur behöver lyft-flottarna vara formsatta, givet att:

Ett golv skall spännas upp

Strukturen skall klara av att lyftas

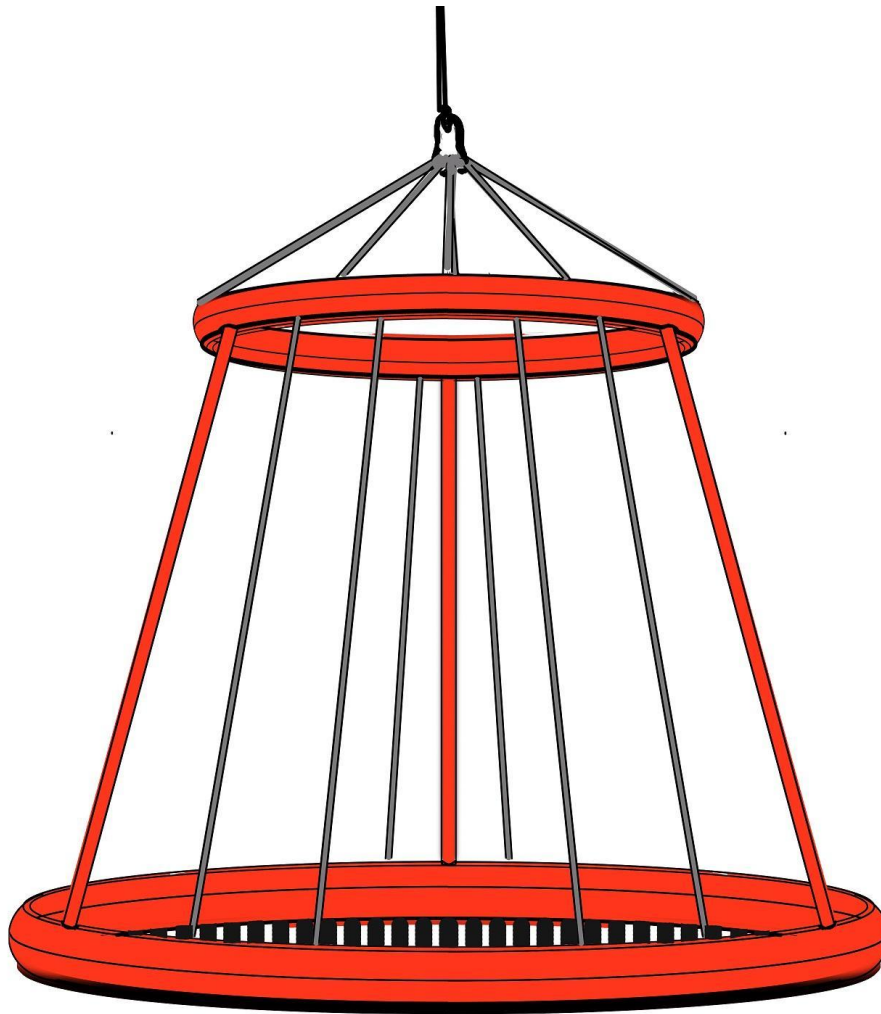
Arean bör maximeras

Den skall blåsas upp med passagerarna redan på plats

Den skall enkelt kunna lyftas upp ur livflotten

För placeringen av lyft-flotten i den fyrkant som finns i mitten av Marin-Ark 2 hade en formen av en fyrkant lika stor som hålet i taket maximerat den area som utnyttjas för att lyfta de förlista. Samtidigt kommer en fyrkant som struktur ge upphov till spänningskoncentrationer i hörn. Dessutom behöver arean ändå vara mindre än hålutrymmet i taket, detta för att säkerhetställa att strukturen enkelt kan lyftas ur utan stora krav på exakthet. En cirkel är den enda geometrin som kommer ha en jämn spänning runt hela geometrin. En cirkel blir också det lämpliga valet då denna form lämnar utrymme till toleranser och enklare kan lyftas igenom fyrkanten i taket. För att formen skall kunna blåsas upp runt de förlista behöver pelare också finnas i strukturen som lyfter upp taket.

### 3.6.8 Skiss på första prototyp



*Figur 3. 8 Prototyp illustrerad med hjälp av photoshop. Illustration: Jonatan Roos*

En prototypskiss gjordes i Photoshop. Notera att illustrationen är gjord i avsikt att vara en första prototyp hur formen skulle kunna se ut. Här har taket, eller den övre delen, en mindre diameter än den undre. Detta för att dels göra modulen mer hållbar, samt för att underlätta då den lyfts upp. (den spetsiga formen kommer vara lättare att “rätt” få ut genom taket på flotten.)

Problemet med detta blir dock att cirkeln med mindre diameter skulle uppta plats där passagerare inte kan stå, eftersom den skulle blåsas upp på dem isådanafall.

För att passagerare skall stå stabilt och inte löpa risk att ramla ut ur lyft-flotten behövs något man kan hålla i sig i. På illustrationen finns vajrar som löper från golv till tak, ett annat alternativ är också staket. Då rep uppåt lämnar mellanrum där människor kan ramla ur bedömdes senare staket vara en lämpligare lösning. Alternativt hade en blandning av båda kunnat funnits.

### **3.6.9 Måtsättning av prototyp**

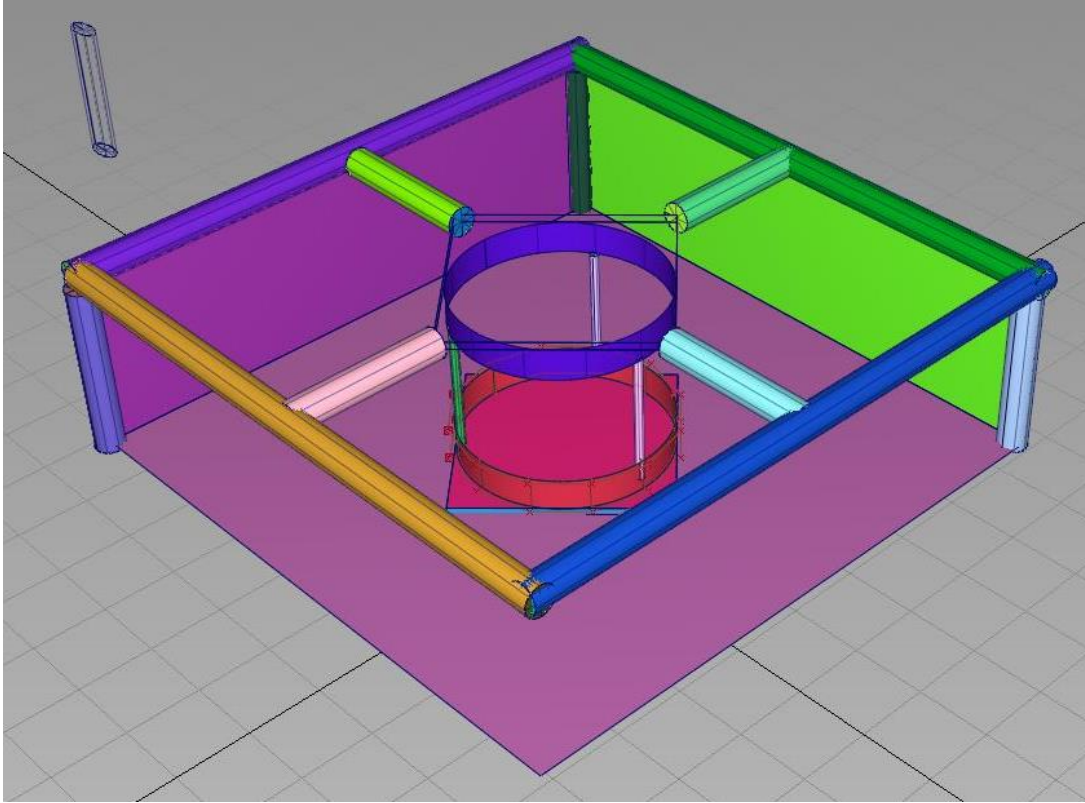
Mått tog dels från en ritningen som fanns i produktbroschyren för Marin Ark 2, samt från mailkontakt med survitec group. Från ritningen fick måtten mätas manuellt, då inte alla var utsatta, därför kommer dessa inte helt stämma överens med verkligheten. Via mailkontakt gavs måtten på den inre och exteriöra höjden på Marin Ark 2, vilka var 2,4 respektive 3 meter.

Från måtten på ritningen drogs slutsen att cirkeln skulle kunna ha en diameter på 2,7 meter. Med det måttet beräknades fram att man då (givet att man står lika tajt packade på lyft-flotten som på livflotten) får plats med minst 14,3 passagerare per lyft-flotte. Höjden på lyft-flotten bestäms till 2,4 meter så att om den skulle råka blåsas upp utan att taket är lossat så kommer det inte innebära en katastrof.



### 3.6.10 3D-mock up av slutgiltig prototyp

För att testa måttsättningen och se en bild på hur prototypen skulle se ut gjordes en quick & dirty 3D protyp i Alias. I denna sattes också måtten för en människa in, i form av en extruderad elipse för att se hur det skulle se ut (måtten för människa var uppskattade från mig själv).

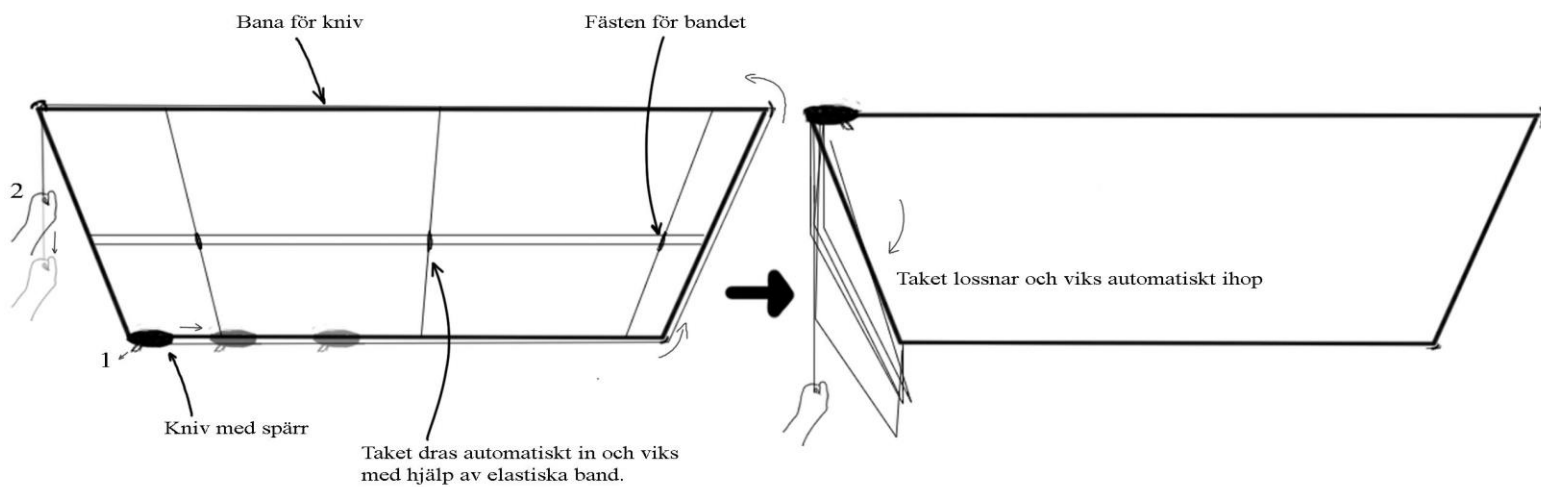


*Figur 3.9 En 3D mock up. Här utan insatt "människa". Visar placeringen av lyft-flotten inuti livflotten. Bilden kan ge intrycket av att det finns en större area att utnyttja i hörnen än i mitten. Det är inte fallet, utan beror på att det i verkligheten är dubbla uppblåsbara-rör längst ytterkanterna, samt att dessa på modellen inte är måttsatta.*

### 3.6.11 Vidareutveckling av prototyp samt instruktioner

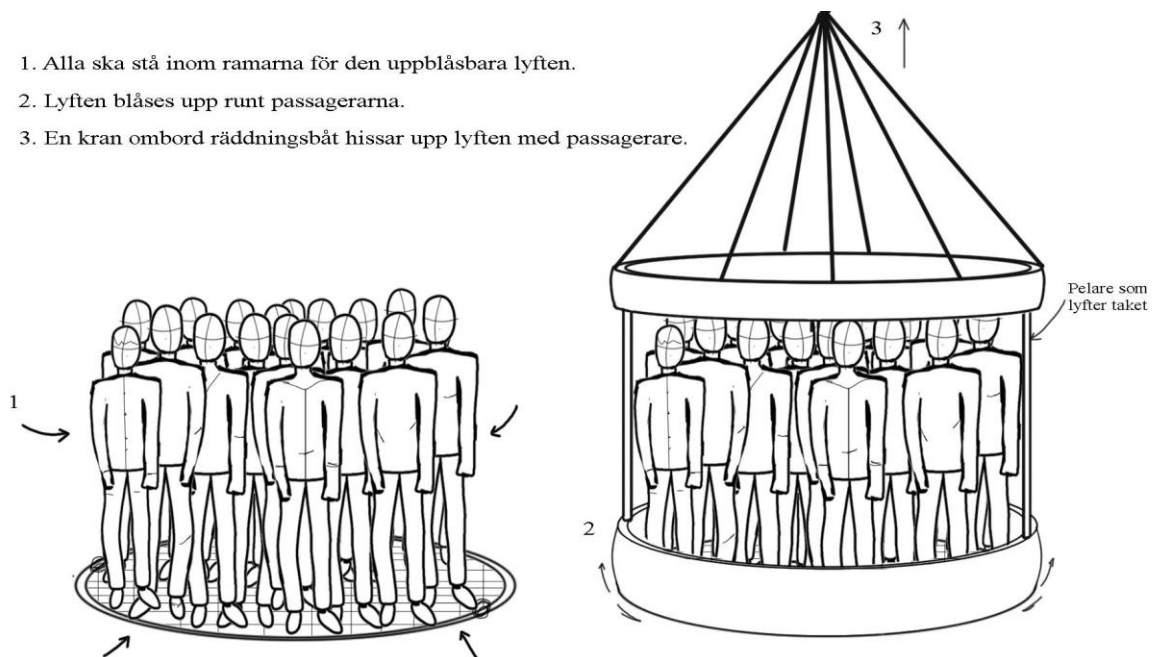
Illustrationer gjordes för att klargöra hur konceptet skall användas, dessa målades i Photoshop med hjälp av en intuos 4 och Lazy Nezumi. Nya tankar som tillkom kring taket var att detta automatiskt med hjälp av resår skulle dra in sig självt, för att inte hamna i ansiktet på passagerare.

1. Lossa säkringen så kniven kan löpa fritt.
2. Dra i snöret. Kniven kommer då följa sin bana och taket lösgörs.



*Figur 3.10 Slutgiltig tanke för hur det skall gå till för att öppna taket. Elastiska band kan ha fästpunkter på taket, vilket gör att när taket skärs upp kommer det att automatiskt vikas ihop.*

1. Alla ska stå inom ramarna för den uppblåsbara lyften.
2. Lyften blåses upp runt passagerarna.
3. En kran ombord räddningsbåt hissar upp lyften med passagerare.



*Figur 3.11 slutlig tanke för konceptet. Illustration: Jonatan Roos*

Slutgiltig tanke för konceptet. Lyft-flotten blåses upp runt passagerarna, och är sedan redo för att lyftas. Efter samtal med Håkan väcktes idén att formen mellan den undre och övre cirkeln skulle kunna ha en lätt radie, för att göra den mer hållbar. Detta illustreras på bilden.

Banden som går från den övre cylindern till den fästanordning som båtarna skall haka in i behöver vara tillräckligt långa för att kunna läggas på ett sätt så att det inte hissas upp mitt bland passagerarna. På bilden är 17 människor inne i lyft-flotten, vilket torde rymmas.

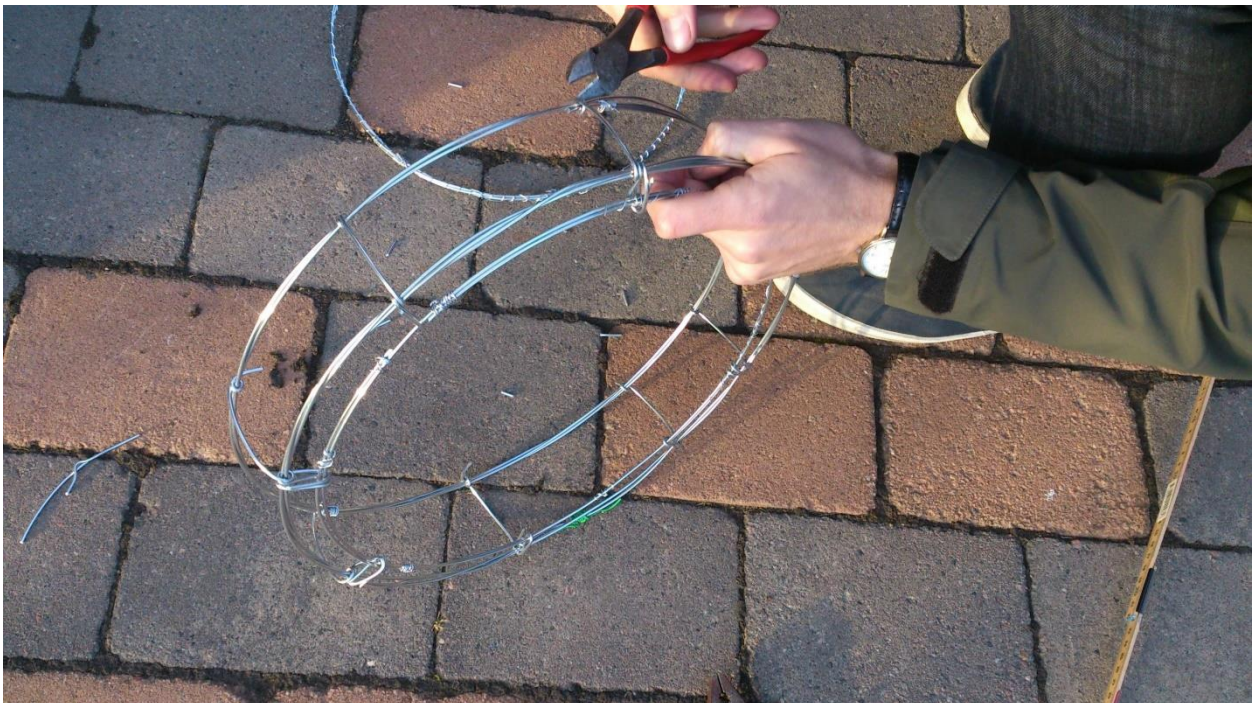


### 3.6.12 Bygga av prototyp

En prototyp byggdes i skala 1:8. Nedan visas bilder över byggets gång.



*Figur 3.12. En ram gjordes av tjock ståltråd. Foto: Jonatan Roos*



*Figur 3.13 Mellan den övre och undre cirkeln drogs ståltråd med en stor radie, för att likna den böj som kommer uppstå av det höga lufftrycket inuti strukturen. Foto: Jonatan Roos*





*Figur 3.14 Till de uppblåsbara pelare som kommer att lyfta taket användes bambupinnar.  
Foto: Jonatan Roos*



*Figur 3.15 Den övre cylindern fästes på bambupinnarna. Sedan var det dags att fästa presenningen för att ge modellen ett "uppblåsbart" utseende. Foto: Jonatan Roos*



*Figur 3.16 Presenningen syddes fast runt stålramen med björntråd. Presenningen vara ett någorlunda naturtroget material till den gummibeklädda väv som används till uppblåsbara flottar.*

Efter att en stålram hade byggts var tanken att pressening skulle dras över denna. Idéen fanns att pressening skulle släta över de ojämnheter som fanns i stålkonstruktionen, tvärtom blev det dock uppenbart att motsatsen skedde och pressening lyfte fram bristerna hos stålkonstruktionen. Denna gjordes således om för att vara mer exakt, med hjälp av kartongbitar och tejp kunde en större grad av uniformitet uppnås i ramen. Efter att detta var gjort kläddes stålkonstruktionen i gasbindor istället för pressening, detta var bra dels eftersom de är självhäftande samt för att de är elastisk



*Figur 3.17 Modifierad modell inklädd i gasbindor. Foto: Jonatan Roos*

Steget därefter var att måla modellen. Då gasbindor absorberar och reser sig av fukt blev ytan inte bra av att sprejmålas. Därför smältes gladpack på runt modellen, varpå den sprejmålades med orange färg. Därefter så skapades golvet med hjälp av pressening som tejpades på i cirkulärt mönster. Därefter gjordes ett räcke av sprejmålad ståltråd. Efter detta så knöts trådarna fast, där kranen skall kroka in.



### 3.6.13 Övning med Stena Danica

Måndagen den 12 maj hölls en övning med Stena Danica där Marin Ark 2 och dess evakueringsystem testades. Observation, medverkan i övningen samt inofficiella intervjuer med deltagare gav en praktisk insyn i evakueringsprocessen.

I ett samtal med en representant från RFD, Thomas, berättade han att konceptet var fullt möjligt rent strukturellt för Arken. Däremot sa han att det var omöjligt med avseende på dagens inpackning, det fanns helt enkelt ingen som helst plats över gällande dagens containerer och packning. Så om man skulle genomföra konceptet så hade det behövts nya packningar och behållare för livflotten. Nedan visas bilder från övningen med kommentarer.



*Figur 3.18 Nedsänkning av Marin Ark 2. Livflotten är packad inuti den svarta behållaren, de blåa rören är evakueringsstrumpor för att ta sig ned till flotten. Foto: Jonatan Roos*





*Figur 3.19 När paketet når vattnet börjar flotten blåsas upp. Varje modul har en separat kolsyrepatron som befinner sig på taket, triggningen är gemensam, så de börjar blåsas upp samtidigt.*

*Från intervju framkom att en blandning av kolsyra och kväve används eftersom kolsyra kan frysa igen ventiler om det är oblandat. Foto: Jonatan Roos*



*Figur 3.20 För att få arken att ligga fint mot båten används vajrar som automatiskt drar in flotten efter att denna blåsts upp. Foto: Jonatan Roos*



*Figur 3.21 När flotten dragits in till båten tog sig folk ned för evakueringsstrumpan. I intervjuer framkom att evakueringsstrumpan upplevdes som osmidig. En intervjuad sa att evakueringsränna var att föredra. Foto: Jonatan Roos*





*Figur 3.22 Inuti Marin Ark 2, här syns det område där det är tänkt att lyft-flottarna ska blåsas upp. (fyrkantspåret på golvet) Röret som går i mitten är ett dräneringsrör så att vatten kan rinna ner från taket. Foto: Jonatan Roos*



*Figur 3.23 Författaren står mellan två av de inre pelarna, i bakgrunden syns dörrar för att hoppa ut eller in i arken. Dessa kan stängas. Det finns även en stega så att människor enkelt kan komma in från vattnet (notera att stegen även finns i taket pga symmetrin). Värt att notera är att dessa pelare kommer "guida" lyftflotten då den lyfts så att den lättare hamnar rätt. Foto: Jonatan Roos*



*Figur 3.24 Människor ombord arken, här syns också B-packen ombord (de orange säckar närmast kameran) de innehåller förnödenheter. Ovanpå B-packen är paddlar för att kunna navigera flotten. Foto: Jonatan Roos*



*Figur 3.25 Modulerna togs slutligen isär och bogserades till kajen, där passagerarna gick iland. Från inuti Arken märktes bogseringen knappt av, då det var så lugn sjögång. På bilden syns även Sjöräddningssällskapet med en rescue-runner. Foto: Jonatan Roos*



## 4. SLUTSATS

Här presenteras det färdiga konceptet som skulle bli utan några som helst modifikationer gällande konstruktionen hos Marin Ark 2. I diskussionen presenteras vidare lösningar som hade kunnat förbättrade konceptet, men som kräver modifikationer hos den befintliga flotten.

Det färdiga konceptet är en uppblåsbar lyft-flotte som enkelt kan placeras inuti Marin Ark 2. Utan några modifikationer på designen av Marin Ark 2 hade man fått placera lyftflottarna på två av de fyra modulerna i taket och två i golvet. Detta på grund av det krav på symmetri som finns i livflotten. Räknat per modul hade en lyft-flotte tagit upp ungefär 9 % av arean, vilket innebär att man minst kan få upp 9 % av passagerarna per lyft. Räknat per modul ger det då att man minst kan lyfta 14,32 personer i taget.

För att fullständigt evakuera livflotten hade det då maximalt behövts 22 lyft-flottar per modul.

Enligt tidigare visade illustrationer så kliver de förlista in i lyft-flotten, som befinner sig på golvet inuti Marin Ark 2 och blåser upp denna, varav de enkelt med kranars hjälp kan evakueras från livflotten till närliggande skepp. Innan de lyfts ut har det med hjälp av en kniv i en bana lossat på taket inuti livflotten.



*Figur 4.1. Den färdiga prototypen sedd snett ovanifrån. Notera att repen är tillräckligt långa för att inte vara i vägen då lyft-flotten blåses upp. Foto: Jonatan Roos*



*Figur 4.2 Prototyp sedd ovanifrån. Foto: Jonatan Roos*



*Figur 4.3 Prototyp sedd från sidan. Notera det räckel som finns för att hålla i sig i.  
Foto: Jonatan Roos*



*Figur 5.3 Prototypen då den lyfts upp. Foto: Jonatan Roos*



*Figur 5.4 Vy nedifrån på prototypen då denna lyfts upp. Foto: Jonatan Roos*

## 4.1 Diskussion

Den begränsande faktorn idag gällande lyft-flottarnas storlek är geometrin på Marin Ark 2. I dagsläget krävs det 44 lyft för att evakuera 632 passagerare. Under beaktande bör dock tas att den siffran representerar ett absolut maximum tal, då den är skapad under förutsättningarna att de förlista får lika stort utrymme per person på livflotten som på lyft-flotten. Så en rimlig summa att anta är snarare att ett tjugotal kan trycka ihop sig under den korta tid det tar att lyftas från flotten till räddningsbåten. Som nämnt är den begränsade faktorn dock formen på Marin Ark 2. Ett förslag är således att man gör förändringar på denna, för att kunna maximera storleken på lyft-flottarna. Samtidigt hade man kunnat, för att utnyttja alla moduler vid evakuering göra den självrätande. Den nya begränsade faktorn blir i sådana fall vikten på lyft-flotten, som med passagerare rimligtvis får gå upp till 4-5 ton. Med en medelvikt i Sverige på 82,9 kg för män och 67,4 kg för kvinnor (9) kommer således, vikten hos lyft-flotten exkluderat, det finnas ett potential för att lyfta 66 personer i taget. Målet bör vara att få upp så många som möjligt per lyft, och man bör anpassa både Marin Ark2 och lyft-flottarna för att lyckas åstadkomma det. Kanske hade det nya supermaterialet grafen varit av nytta för att åstadkomma lyft-flottar som är så lätta, tunna och hållbara som möjligt.

En annan sak som hade behövt ändras är självklart packningen av Marin Ark2, så att den packas med lyft-flottarna implementerade. För att det här skulle vara möjligt hade hela containern som innehåller Marin Ark 2 behövt göras om, då det i dagsläget inte finns något extra utrymme. Det här, tillsammans med de extra materialkostnaderna som lyft-flottarna hade inneburit hade inneburit en ökad produktionskostnad. Likväl är det sällan möjligt att addera fler funktioner hos en produkt utan att också öka kostnaderna för denna. Konceptet syftar dock till att vara så enkelt och kostnadseffektivt som möjligt utan att kompromissa kring säkerhet eller funktion.

Gällande konceptet, hade beräkningar och dimensionsanpassningar efter dessa behövt ske. En tidig tanke (se bildx) på konceptet var att den övre cirkeln skulle ha en mindre diameter, detta eftersom det tordes vara hållbarare. Detta hade man eventuellt kunnat möjliggöra med hjälp av segment av cirkeln som blir uppblåsta till max, medan andra segment verkar som tunna väggar som enbart tillåter luften att passera. När sedan cirkeln blir utsatt för en kraft kommer segmenten vikas inåt, vilket skapar en mindre cirkel.

Beroende på kring hur effektiv och snabb man lyckas göra inkrokningen från räddningsbåtens kran till lyft-flottarna kan det även finnas anledning till att utvärdera ifall det går snabbare att fira ned samma lyft-flotte för att använda denna gång på gång, istället för att ha ett flertal som enbart lyfts upp, och inte åker ned igen. Lyckas man göra inkrokningen effektiv finns det inget behov för det, utan då kommer evakueringen ske snabbare om man lyfter upp lyft-flotte efter lyft-flotte.

Mitt koncept berör en specifik lösning, som hade löst problemet gällande hur evakueringen hade skett från Marin Ark2 till räddningsbåtar. Önskvärt vore dock en universal lösning. Ett förslag på en sådan hade varit att man går vidare med det här projektet, inte i riktningen att man anpassar lyft-flottarna efter Marin Ark2 och vice-versa utan att man istället gör lyft-



flottar liknande de presenterade här obligatoriska för varje båt av lämplig storlek att ha ombord. På så sätt har närliggande båtar både kranar samt uppblåsbara lyft-flottar, detta hade gjort att alla båtar aktivt hade kunnat hjälpa till vid olyckor. Designen för de lyft-flottarna hade då kunnat vara annorlunda från dem presenterade här, och varit mer optimerade för att enkelt kunna dels få över människor från livflottar och livbåtar samt från vatten.

Att få till en sådan lösning hade varit ett bra kortsiktigt mål för att möjliggöra snabb räddning från livflottar, medan man på lång sikt bör sikta mot att ha integrerade lyftbara lösningar för alla evakueringssystem. På så sätt vore de lyft-flottar som finns på båtarna bara en extra säkerhetsåtgärd. Att få till som ett första steg att göra alla evakueringssystem lyftbara hade nog mött mycket motstånd, speciellt på grund utav den kostnad ett sådant projekt hade uppgått till. Därför är ett första steg att gradvis introducera konceptet med lyftbara MES, genom att ha kran och uppblåsbara lyft-flottar på själva räddningsbåtarna, innan man börjar förändra evakueringssystemen.

Det som antagligen kommer att representera den största utmaningen i det här projektet blir inte de tekniska frågorna kring hur man ska få evakueringssystem lyftbara, snarare blir det att övertyga människor om dess nödvändighet. I de intervjuer och samtal jag haft är det många som inte förstår nödvändigheten med det. Kanske för att de aldrig förr har tänkt tanken och för att de litar på att det system som finns är bra. Att system för hur man tar sig från livflotte till räddningsbåt är bra verkar emellertid vara en fördom, givet att de flesta verkar ha dålig koll på den processen. Tanken kring sjöräddning slutar tyvärr idag med att de förlista hamnar "trygga och torra" i livflotten, för att där i stillan ro invänta fint väder. Det är synd att verkligheten sällan slutar lika lyckligt. För mig är det en förhoppning att Sjöräddningssällskapets First Rescue projekt, och det här arbetet, är steg mot en mer realistisk och hanterbar räddningsprocess.

## Referenser

### Bok

1. Transportstyrelsen, Sjöfartsavdelningen, Studie rörande livräddningsflottar, 2010.

### Internetkälla

2. FMV, Aktuellt, 4/2003, Flotta flourescerande flottor, Jerry Lindberg  
[http://www.aef.se/Flygvapnet/Tidskrifter/FMV\\_Aktuellt/FMV2003\\_04.pdf](http://www.aef.se/Flygvapnet/Tidskrifter/FMV_Aktuellt/FMV2003_04.pdf)  
(acc 2014-05-21)
3. Rapport S 1999:02, Olycka med fiskefartyget SG 76 NETANYA, Statens Haverikommission  
[http://www.havkom.se/virtupload/reports/s1999\\_02.pdf](http://www.havkom.se/virtupload/reports/s1999_02.pdf)  
(acc 2014-05-21)
4. Frequently asked questions, Survitecgroup,  
<http://www.survitecgroup.com/support/faqs> (acc 2014-05-21)
5. RFD Marine-Ark Evacuation system, Elcome International  
[http://www.elcome.com/?page\\_id=1959&preview=true](http://www.elcome.com/?page_id=1959&preview=true) (acc 2014-05-21)
6. Survitec manufactures 2000th liferaft for the RFD Marin Ark MES, survitecgroup, 2013-12-03  
<http://www.survitecgroup.com/news/survitec-manufactures-2000th-liferaft-for-the-rfd-marin-ark-mes> (acc 2014-05-21)
7. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974, International Maritime Organization,  
[http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx) (acc 2014-05-21)
8. VIKING davit-launched liferafts can be used for evacuation on their own, or in combination with mass evacuation systems (MES), VIKING, <http://www.viking-life.com/viking.nsf/public/products-davit-launched.html> acc (2014-05-21)
9. Vi växer på bredden, statistiska centralbyrån, <http://www.scb.se/sv/Hitta-statistik/Artiklar/Vi-vaxer-pa-bredden/> (acc 2014-05-21)

### Personreferenser

10. Robert Andersson, Ägare HGB, tel 031-64 00 30
11. Fredrik Falkman, Designingenjör, Sjöräddningssällskapet, Göteborg, tel 077-579 00 90
12. Peter Åkerlund, Göteborgs Flottservice AB, tel 031-54 25 26

## BILAGOR

### Bilaga 1, Funktionsanalys

Funktion	Typ	Kommentarer
Flyta	HF	
Vara självrätande	HF	
Lätt att sjösätta	DF	Viktigt
Lätt att komma in i från vatten	DF	
Flyta upp om båten sjunker	HF	Med hydrostat tex.
Självpuppblåsningsbar	DF	
Behålla trycket efter uppblåsning	DF	
Gå att särskilja vid räddningsarbetet	Ö	
Gå att lyfta upp med kran från andra båtar med passagerare inuti	HF	Viktigaste
Lätt att evakuera till med MES	DF	
Rymma adekvat mängd passagerare för smidig evakuering av tex kryssningsfartyg	HF	Kanske är det lämpligaste inte att ha 200 25-mannabåtar
Kunna lätt förvaras på båt	HF	
Kunna innehålla förnödenheter	HF	
Kräva så få instruktioner som möjligt	Ö	
Kräva så lite arbetet som möjligt från passagerare	Ö	
Isolera mot kyla, vind och väder	Ö	
Kunna tömmas på vatten	DF	

HF=Huvudfunktion

DF=Delfunktion

Ö=Önskvärt

