

CHALMERS



Utveckling av sjöräddningsfarkost för SSRS

För räddningsinsatser vintertid då isen varken bär eller brister

Daniela Gripenby Andersson
Phu Lieng

Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling
Avdelningen för Design and Human factors
Examinator: Pontus Wallgren, Forskarassistent

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2013

Förord

Denna rapport behandlar ett examensarbete på femton högskolepoäng vid Chalmers tekniska högskola, Campus Lindholmen, i Göteborg. Arbetet utfördes på institutionen för Produkt- och produktionsutveckling och i samarbete med Svenska sjöräddningssällskapet, SSRS.

Utan stöd och vägledning från ett flertal personer hade det inte varit möjligt att genomföra detta arbete. För det vill vi tacka Pontus Wallgren och Thore Hagman som varit våra handledare, på Chalmers respektive SSRS, och som stått för stöd och vägledning genom hela projektet. Ett stort tack vill vi även rikta till Fredrik Falkman, industridesigner på SSRS och Henrik Paersch, på Arctic Airboats, för tips och råd under arbetsprocessen.

Vidare vill vi även tacka sjöräddarna på räddningsstationen i Hovås för det trevliga besöket och för den givande informationen. Dessutom vill vi gärna tacka personal på räddningsstationerna i Kronoberg, Åmål och Örnköldsvik för svar på utskickade enkäter.

För stöd och vägledning med beräkningar vill vi även rikta ett stort tack till Sune Olsson och Kjell Melkersson.

Sist men inte minst vill vi även tacka alla studenter på Designingenjörsprogrammet med avgångsår 2013, för tre trevliga år.

Göteborg, maj 2013

Daniela Gripenby Andersson och Phu Lieng

Sammanfattning

Svenska sjöräddningssällskapet (SSRS) är en ideell organisation inom sjöräddning som har bedrivit aktiv verksamhet sedan år 1907. Efter ett besök vid huvudkontoret i Långedrag, Göteborg, framkom att SSRS upptäckt problem med att bedriva sjöräddning under vintertid, då isen varken bär eller brister. Detta då det saknas en lätthanterlig farkost med låg vikt som kan användas på både vatten, snö och is utan att ta skada eller sjunka. Målet med arbetet var därför att, i samarbete med SSRS, ta fram ett lösningskoncept för ovan beskrivna omständigheter.

Denna rapport redovisar det tillvägagångssätt, i form av olika metoder, som använts för att undersöka det behov av farkoster som råder då isen varken bär eller brister och för att nå slutresultatet. Först presenteras en förstudie, följt av en brukarstudie, en idé- och konceptgenereringsfas och slutligen en utvärdering samt en diskussion.

Det slutliga konceptet utgörs av en larvbandsfarkost, med en maxhastighet på cirka 5 - 7 knop i vatten, motsvarande en hastighet av 9 - 13 kilometer per timme. Hastigheten på is kommer dock vara betydligt högre. I konceptet ingår även en tillhörande flotte. Detta förutsätter att det finns två besättningsmän, en sjöräddare som styr i farkosten och en sjöräddare som sitter i flotten och har övergripande ansvar för den nödställda. Farkosten drivs av två elmotorer placerade i farkostens mittkonsol som i sin tur driver respektive larvband, vilka befinner sig längs skrovet längsida. Det skall dock tilläggas att primärt fokus i detta arbete legat på utformningen av larvbandsfarkosten och inte av flotten.

Konceptet är mer av ett framtidskoncept, då det baseras på batterier med en energidensitet på åtminstone 500 Wh/kg, vilket enligt Ny Teknik är under utveckling. Vidare finns dock möjligheten att använda sig av utbytbara batterier, vilket medför att befintliga batterier kan utnyttjas. Dessutom finns möjligheten att använda farkosten i andra avseenden, till exempel på grusvägar. Däremot befinner sig konceptet endast på ett tidigt konceptuellt stadiet och därför krävs fler tester och beräkningar för att få den helt funktions- och produktionsduglig.

Arbetets genomförda brukarstudier har utvisat att den framtagna farkosten sannolikt inte kommer användas dagligen, då antalet larm som rör isterräng är relativt få. Det bör även tilläggas att konceptet inte är tänkt att ersätta någon av de befintliga farkosterna i SSRS flotta. Av denna anledning är det sannolikt att konceptet endast kommer användas till enstaka utryckningsinsatser. En konsekvens av detta är att styckpriset på det framtagna konceptet, vid en framtida tillverkning, blir relativt högt. I relation till att konceptet syftar till att användas för att rädda liv står de ekonomiska aspekterna dock inte högt aktade. Detta medför även att de miljömässiga aspekterna från SSRS sida kommer i andra hand, varför konceptets fokus ligger på att tjänstgöra som räddningsfarkost och inte på att vara miljövänlig. Detta till trots utgör slutkonceptet, sett till framdrivningsmekanism, ett mer miljövänligt alternativ till dagens räddningsfarkoster.

Abstract

Swedish Maritime Search and Rescue Society (SSRS) is a nonprofit organization of sea rescue activities that has been active since 1907. After a visit to the headquarters in Långedrag, Gothenburg, it was discovered that SSRS have noticed problems with sea rescue during the winter, when the ice neither holds nor breaks. This is because there is no lightweight and easy to maneuver craft that can be used on water, snow and ice without taking damage or sink. The aim of this work was therefore, in cooperation with SSRS, to develop a solution concept for the said circumstances.

This report describes the approach, in the form of various methods used to examine the need for crafts that will uphold when the ice either holds or breaks and the means to achieve the end result. Firstly a preliminary study is presented, followed by a user study, an idea and concept generation phase and finally an evaluation and a discussion.

The final concept consists of a caterpillar track vehicle, with a maximum speed of approximately 5-6 knots in water, equivalent to a speed of 9-11 kilometers per hour. The speed on ice will be significantly higher. The concept also includes an accompanying raft, which results in that there have to be two crew members, one that drives while the other sits in the raft and has overall responsibility for the distressed. The raft is large enough for two lying persons, or four seated. The craft is powered by two electric motors which drives the tracks, which are located along the long side of the hull. It should be added that the primary focus has been on the vehicle and not on the raft.

The concept is more of a futuristic concept, since it is based on batteries with an energy density with at least 500Wh/kg, which according to Ny Teknik are under development. Furthermore, there is the possibility to use replaceable batteries, which means that existing batteries can be utilized. It is also possible to use the craft in other ways, such as on dirt roads. However, the concept is only an early conceptual stage and therefore requires more tests and calculations to get it fully functional and suitable for production.

The projects user studies has revealed that the developed craft will not be used daily, as the number of alarms related to ice terrain are relatively few. It should be added that the concept is not meant to replace any of the existing craft in SSRS fleet. For this reason, it is likely that the concept will only be used for occasional emergency efforts. One consequence of this is that the unit price of the chosen concept, at an upcoming production will be relatively high. In relation to that the concept is meant to be used for saving lives and therefore the economic aspect is not highly regarded. This also means that the environmental aspects which SSRS has undertaken is placed secondly, which is why the focus of the concept is to serve as a rescue craft and not on being environmentally friendly. Despite this, the final concept, in terms of propulsion mechanism, is a more environmentally friendly alternative in comparison to today's rescue crafts.

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål.....	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Precisering av frågeställningen.....	1
1.5 Disposition av rapporten	2
2 Teoretisk referensram.....	3
2.1 Hydromekanik	3
2.2 Isfakta	5
3 Fas 1 - Förstudie	7
3.1 Metod och genomförande.....	7
3.2 Resultat av förstudie	8
4 Fas 2 - Brukarstudier	11
4.1 Metod och genomförande.....	11
4.2 Resultat av brukarstudier	13
5 Fas 3 - Konceptgenerering	18
5.1 Metod och genomförande.....	18
5.2 Resultat av konceptgenereringsfasen	20
5.3 Idégenerering.....	27
5.4 Morfologisk matris	29
5.5 Konceptval.....	36
5.6 Beräkningar	45
5.7 Presentation av slutkoncept	51
6. Fas 4 - Utvärdering.....	62
6.1 Metod och genomförande.....	62
6.2 Resultat.....	63
7. Diskussion och slutsats.....	67
Referenser	
Bilagor	

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Svenska sjöräddningssällskapet, även känt som SSRS, är en ideell organisation inom sjöräddning som har räddat liv i svenska vatten i över hundra år. Organisationen har dock upptäckt brister och problem med sjöräddning vid istäckt vatten, där det är svårt att på ett enkelt och snabbt sätt få enheter till räddningsplatsen. Detta är särskilt ett problem vid insjöar och havsvikar där fritidsaktiviteter, exempelvis skridskoåkning, ofta pågår. I dagsläget används vattenskotrar, sväware, större räddningsbåtar och helikoptrar samt till viss del snöskotrar i räddningsarbetet. Problemet med att bedriva sjöräddning på isbelagda vatten, där isen varken bär eller brister, är avsaknaden av en lätthanterlig farkost med låg vikt som kan användas på både vatten, snö och is utan att ta skada eller sjunka.

1.2 Syfte och mål

På grund av ovanstående bakgrund är syftet med examensarbetet att underlätta sjöräddningsarbete vintertid och undersöka det behov av farkoster som råder då isen varken bär eller brister. Målet är att i samarbete med SSRS, utifrån vissa kriterier, ta fram ett eller flera tänkbara farkostkoncept för rådande omständigheter.

1.3 Avgränsningar

För att hålla arbetet inom rimlig omfattning kommer lösningar endast att tas fram på konceptnivå som är så pass rimliga att de kan ge en inblick på att de kommer fungera. Däremot kommer det inte utföras några tester för att utvärdera konceptets funktion och design. De utvärderingar som genomförs kommer endast vara i form av antaganden och resonemang. De modeller som skapas kommer vara småskaliga på grund av arbetets tidsram och kommer användas som underlag för CAD-modell och visualisering för produkten.

1.4 Precisering av frågeställningen

Problemet är en relativt öppen fråga, sett till möjliga lösningar, såvida vissa kriterier från SSRS sida uppfylls. Exempel på dessa kriterier är att farkosten:

- Erhåller låg vikt, för smidighetens skull
- Kan transportera en till två människor, utöver förare
- Möjliggör hastighet som överkommer den nödvändiga räckvidden genom minsta möjliga aktionstid.

För att göra konceptet så realistiskt som möjligt ställde arbetsgruppen upp följande frågeställningar, vilka kommer besvaras kontinuerligt i rapporten:

- Vad för teori behövs till detta arbete och hur ska den användas?
- Vilka metoder behövs?
- Vad för farkoster använder SSRS i nuläget?
- Vilka andra farkoster finns det som löser det huvudsakliga problemet?
- Vad för liknande projekt finns det? Inspirerande koncept, arbeten inom närliggande områden?

1.5 Disposition av rapporten

Rapporten är uppdelad i huvudsakligen sju kapitel, där första kapitlet behandlar bakgrund, syfte och mål samt avgränsningar. Vidare i kapitel två redovisas, för arbetet, nödvändig teori som sätter in läsaren i sammanhanget. Kapitel tre till och med sex motsvarar och presenterar arbetets designprocess. Från förstudie, brukarstudier, idégenerering och konceptframtagning till presentation av slutkonceptet och slutligen utvärdering. Vart och ett av dessa kapitel representerar en fas i designprocessen. I varje fas ingår en metodbeskrivning, en genomförandedel och en resultatdel, specifika för respektive fas. Efter kapitel sex redovisas en diskussion och en slutsats, vilket avslutar arbetet. Det bör tilläggas att de bilder och visualiseringar som presenteras i denna rapport lämpligen betraktas i färg.

2 Teoretisk referensram

Denna teoretiska referensram presenterar viktig bakgrundsteori om hydromekanik och relevant fakta om is, vilket är av värde vid det senare design- och konstruktionsarbetet av farkosten. I enlighet med kapitel 1.4 *Precisering av frågeställningen*.

2.1 Hydromekanik

Sedan utvecklingen av livbåten började i mitten av 1700-talet har många idéer och uppfinningar för att rädda människor till sjöss sett ljuset. Från användningen av så kallade raketapparater, vilket innebar räddning via korghalning, till roddlivbåtar och till dagens moderna räddningsbåtar av olika modeller. Genom alla år har fyra fundamentala egenskaper för livbåtar definierats:

- God flytförmåga
 - Bra stabilitet
 - Självlänsande
 - Självrätande
- (Hagman, T., 2006)

Ovanstående egenskaper är mycket viktiga att ta hänsyn till vid kommande konceptutveckling och för att undersöka dessa togs hydromekanik i beaktning. Hydromekanik är den gren inom mekaniken som innefattar hydrostatik och hydrodynamik och kan på ett enkelt sätt beskrivas som läran om vattnets rörelser under inverkan av krafter (Acheson, D.J., 1990). Vidare utgör principer och teorier inom hydromekaniken grundstenar för beräkningar inom skeppsindustrin (Acheson, D.J., 1990). I kommande avsnitt beskrivs de fyra fundamentala egenskaperna mer ingående.

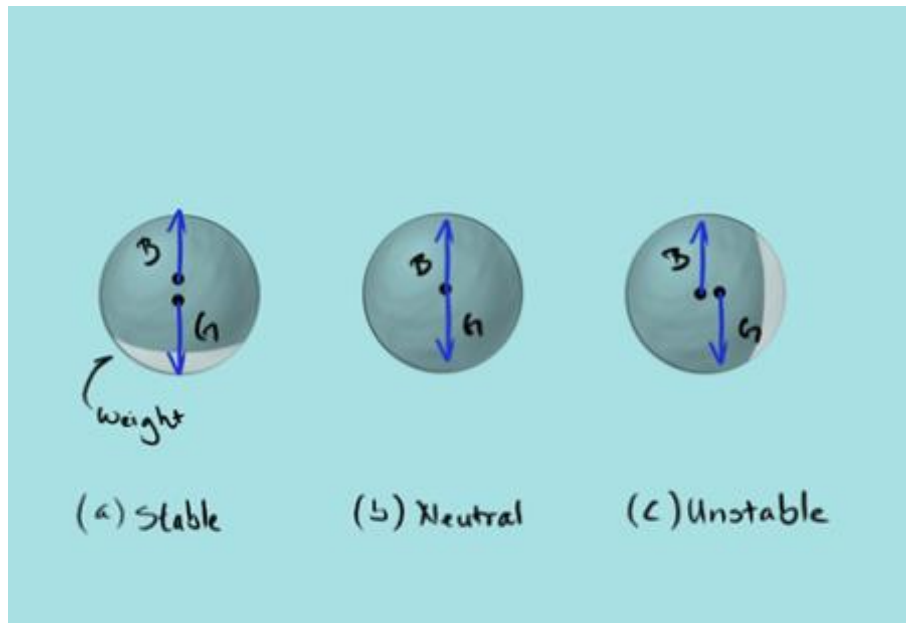
2.1.1 Flytkraft

Det är ett välkänt faktum att objekt upplevs som lättare och faktiskt väger mindre i vatten än vad de gör i luft. Det är dessutom så att material med förhållandevis låg vikt, som exempelvis trä, flyter på vatten. Dessa observationer bygger på teorin att en vätska utövar en uppåtgående kraft på en kropp nedsänkt i den. Denna kraft medför att kroppen/objektet bärs upp eller med andra ord flyter ovanpå vätskan och kallas därför flytkraft (Çengel, Y. A och Turner, R. H., 2001). Flytkraft är ett annat ord för att benämna flytförmåga (Nationalencyklopedin 2013(1))

Känt är också att den flytkraft som verkar på ett, i vätska, nedsänkt objekt motsvarar tyngden på den av objektet undanträngda vätskan. Detta innebär att volymen av den undanträngda vätskan måste vara lika stor som objektets volym, vilket även gör det möjligt att beräkna objektets vikt om dess densitet är känd. Vidare krävs att tyngden av den undanträngda vätskan och lyftkraften måste ha samma riktninglinje för att dessa ska vara i jämvikt. Detta fenomen är även känt som Arkimedes princip, som även kan uttryckas som en formel vilken lyder så här: $F_L = \rho \cdot V \cdot g$ (Çengel, Y. A och Turner, R. H., 2001).

2.1.2 Stabilitet och självvrätning

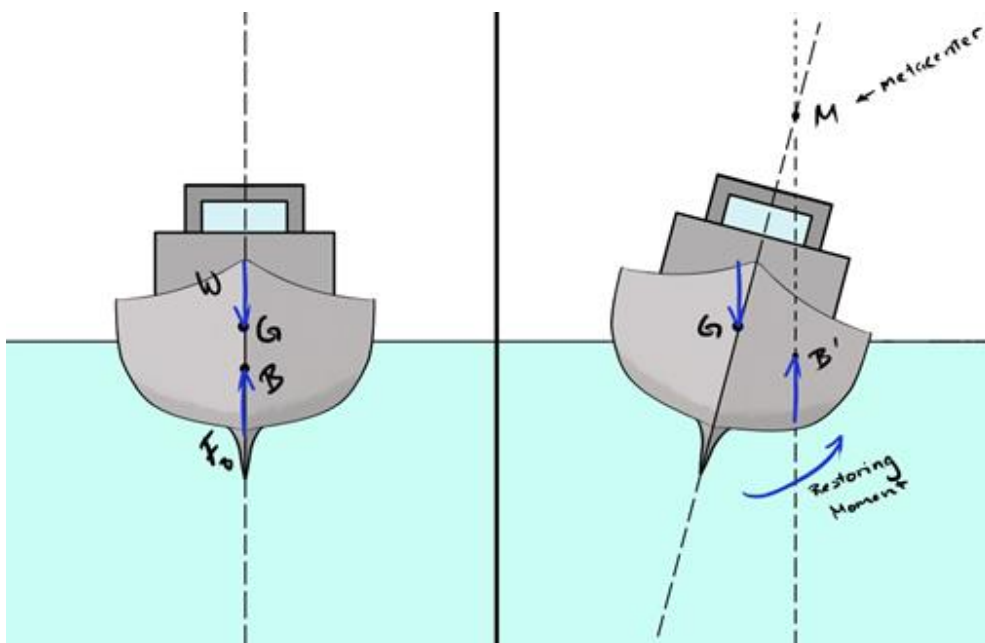
När det gäller design- och konstruktionsarbete av fartyg och andra vattengående farkoster är det viktigt att kunna uppskatta stabiliteten hos nedsänkta och flytande objekt utan externa fästelement. Hos objekt av denna typ, som är i statisk jämvikt, balanserar tyngden och lyftkraften upp varandra vilket medför att objekten är naturligt stabila i vertikal riktning. De består stabila i denna riktning även om objekten sänks eller höjs till ett annat djup. Likaså kommer ett nedsänkt objekt som flyttas upp eller ned i djupled av en extern kraft att återgå till dess ursprungliga läge (Çengel, Y. A och Turner, R. H., 2001).



Figur 2.1 Stabilitetsfaser för ett i vätska nedsänkt objekt (Avbild från Çengel, Y. A och Turner, R. H., 2001)

Stabiliteten i rotationsled hos nedsänkta objekt beror på den relativa placeringen av gravitationscentrat och lyftkraftscentrat. Ett nedsänkt objekt sägs därför vara stabilt i rotationsled om det är bottentungt, alltså då punkten G (gravitationscentrat) befinner sig nedanför punkten B (lyftkraftscentrat), (se objekt a i figur 2.1) Om ett objekt som är stabilt på detta sätt störs av en rotationsverkande kraft uppkommer ett återförande kraftmoment för att återställa objektet till dess ursprungliga stabila läge. Liknande kriterier gäller för flytande objekt, förutom att objektet till skillnad från nedsänkta objekt kan vara i stabilt läge även om punkten G är ovanför punkten B (se figur 2.2). Detta beror på att centrat hos den undanträngda vätskan förflyttas till en punkt B' medan gravitationscentrat, G, hos det flytande objektet är oförändrat i läge. Om förflyttningen till punkten B' är tillräckligt stor orsakar gravitationskraften och lyftkraften, i dess nya läge, ett kraftmoment som återför objektet till dess stabila läge (Çengel, Y. A och Turner, R. H., 2001). Denna egenskap hos ett objekt, ofta båt, kallas självvrätning.

Ett mått för att mäta stabiliteten hos flytande objekt är den metacentriska höjden (GM), vilket är avståndet mellan gravitationscentrat (G) och metacentrat (M) (se figur 2.2). Ett flytande objekt är stabilt om punkten M befinner sig ovanför punkten G, alltså då GM är positivt. Avståndet mellan den metacentriska höjden och gravitationspunkten är därmed ett mått på stabiliteten; ju större avstånd, desto stabilare objekt (Çengel, Y. A och Turner, R. H., 2001). Vid senare design- och konstruktionsarbete av det kommande farkostkonceptet är detta ett viktigt mått att ta hänsyn till.



Figur 2.2 Självrätande system för ett i vätska flytande objekt (Avbild från Çengel, Y. A och Turner, R. H., 2001)

2.1.3 Sjävlänsning

Sjävlänsning innebär att vatten som kommit in i skrovet självmant kan tömmas, vilket är viktigt för att minska risken att farkosten sjunker på grund av den extra vikt som vatten bidrar med (Nationalencyklopedin, 2013(2)).

2.2 Isfakta

När isen lägger sig på sjöar och hav på våra nordliga breddgrader är frestelsen stor för att ge sig ut på isarna för att promenera, fiska, åka skridskor, köra skoter eller för att issegla, då vädret är fint. Samtidigt som detta kan ge härliga naturupplevelser är isaktiviteter ofta förknippade med vissa risker, särskilt om aktivitetsutövaren inte är förberedd eller medveten om vad som kan inträffa. Beroende på väder och tidsperiod är isen mer eller mindre hållbar och lämpar sig olika väl för olika aktiviteter. Det är även så att isens tjocklek och därmed dess stabilitet varierar beroende på den omgivande terrängen. Vid vass, bryggor och broar samt där vattnet är i rörelse, som vid utlopp och inlopp, är exempel på områden där isen ofta är tunnare. Allmänt känt är även att snö är isolerande varför snöbetäckt is ofta är farligare och tunnare än klarblank (Issäkerhet, 2013).

Vid aktiviteter på is, såsom skidåkning och snöskoterkörning, då hastigheten är relativt hög, fördelas utövarens vikt över en större yta vilket innebär att risken för att komma för långt ut på alltför tunn is är stor, vilket även är relevant att beakta vid skridskoåkning. Vid iskörning med skoter kan motorljud och vibrationer även medföra svårigheter att uppfatta varningssignaler från isen, såsom knakningar. Ett vanligt råd är att isens tjocklek bör vara minst tio centimeter för att vara säker att beträdas och för skoterkörning bör isen vara minst femton centimeter tjock (Issäkerhet, 2013).

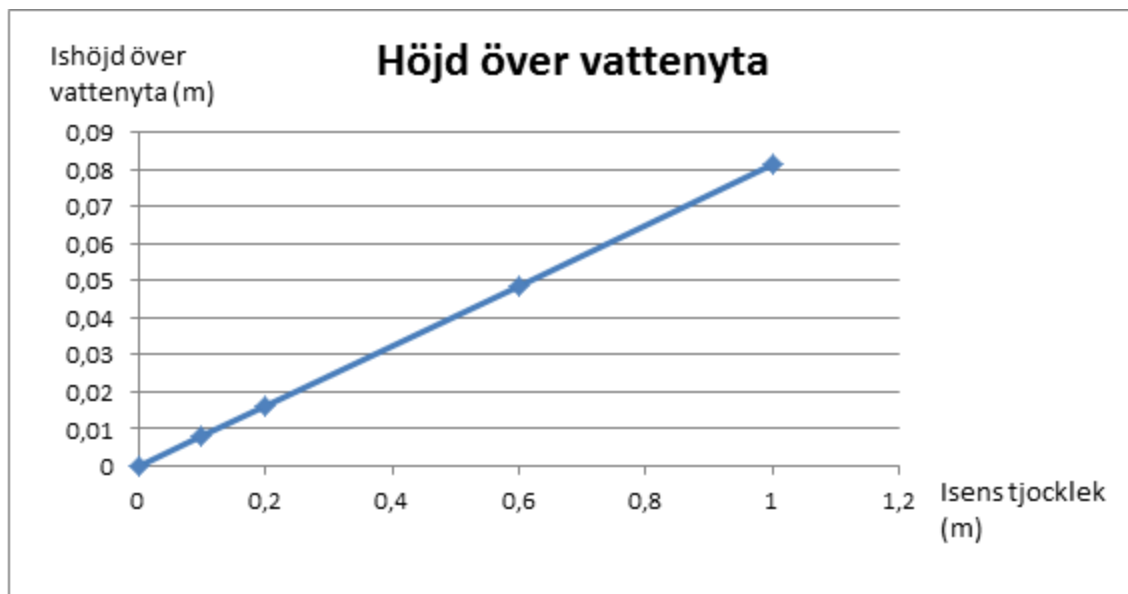
Vad som även är viktigt att påpeka är att det förekommer skillnader i egenskaper mellan is i havsvikar och på insjöar. Isens egenskaper och karaktär beror på saltkoncentrationen i vattnet, på insjöar bildas hård och glasklar is, så kallad kärnis, medan havsis har en något porös men ändå hård konsistens. Detta medför att havsisar alltid är svagare än insjöisar och dessutom innebär båttrafik, vind och vågor

att havsis lätt bryts upp och flyter iväg i form av drivis. Till drivis inräknas all is som är på drift och kan lika gärna bestå av isflak som av större sammanhängande isfält. Drivis som packas och pressas samman hårt av vågor och vind bildar ofta såkallade packisvallar, vilka i regel består av cirka femton till tjugo centimeter tjock is. Både drivis och packisvallar utgör faromoment för sjöfarten eftersom vattnets rörelse håller isen i rörelse och ger upphov till svårforcerade vallar (SMHI, 2012).

Om isen väl brister finns en utmaning i att få upp den nödställda ur vattnet innan dennes kroppstemperatur har sjunkit till under kritiskt värde, annars föreligger risken för att personen utvecklar hypotermi. En person anses vara drabbad av accidentiell hypotermi när dennes kroppstemperatur oplanerat sänkts till under 35° grader Celsius, vilket innebär en gradvis försämring av viktiga kroppsfunktioner och som inom kort kan utvecklas till ett potentiellt livshotande tillstånd (Socialstyrelsen, 2008). Efter upptagning bör blöta kläder tas av så fort som möjligt, därefter är långsam uppvärmning att föredra eftersom detta minskar risken för att personen hamnar i chocktillstånd (Sjöräddning, 2013(3)).

2.2.1 Isens höjd över vattenytan

För att farkosten ska kunna användas på både is och i vatten krävs en utformning som klarar av övergångar mellan is och vatten och omvänt. Med hjälp av Arkimedes princip (se kapitel 2.1.1 *Flytkraft*) kunde isens ungefärliga höjd över vattenytan beräknas som en funktion av isens tjocklek. Fem värden på isens tjocklek användes som grund för figur 2.3 nedan som visar på ett linjärt förhållande. Detta innebär även att oavsett isens tjocklek (förutsatt att isen ses som ett rätblock) kommer endast en tiondel av isens tjocklek ligga ovanför vattnets yta.



Figur 2.3 Diagram som visar isens höjd över vattenytan.

Dessa värden ligger till grund för hur farkostens skrov bör utformas så att så smidiga övergångar kan möjliggöras. Däremot är det viktigt att även beakta att detta endast gäller vid platt och jämn is. Vid vallar och rännor kan isen vara betydligt högre, vilket innebära att farkosten i sig ej bör vara känslig för ojämnt underlag med vassa och spetsiga kanter. Hänsyn till detta har tagits under konceptutvecklingen.

3 Fas 1 - Förstudie

För att få en insikt om problemställning, relevant fakta och vidare behov som kan uppkomma har en förstudie utförts. I de kommande avsnitten beskrivs de metoder som har använts och de moment som har uppstått i samband med denna fas.

3.1 Metod och genomförande

Här presenteras de metoder och genomföranden som är specifika för förstudiefasen. De metoder som presenteras här kommer senare stå som grund för nästkommande kapitel, kapitel 4 Fas 2 - *Brukarstudier*.

3.1.1 Inledande möte med företaget

För att få en klar bild över problemställningen och SSRS:s önskemål på lösningen, genomfördes ett introduktionsmöte med samtliga intressenter. Mötet lade grunden till vidare brukarstudier inom fas två, se kapitel 4.1 *Metod och genomförande*.

Det inledande mötet ägde rum den 25 januari på SSRSs huvudkontor i Långedrag, Göteborg, tillsammans med handledare och examinator från Chalmers, samt med handledare från SSRS. Under det inledande mötet diskuterades arbetets huvudsakliga inriktning och omfattning. För att lättare kunna formulera och ställa upp en problemställning gavs en inblick i SSRS räddningsarbete.

3.1.2 Studie av SSRSs organisation

För att tydliggöra organisationens funktionalitet, genomfördes en studie av organisationens och till denna direkt kopplade verksamheters strukturer.

3.1.3 Studie av befintliga räddningsfarkoster inom SSRS

En översiktlig bild över de nuvarande fordonslösningarna inom sjöräddning är viktig för att få ett helhetsintryck av de enheter som anses uppfylla kundens krav och behov. Detta är även en informationskälla för de eventuella brister som finns i nuvarande lösningar och en inspirationskälla för idé- och konceptgenereringsfasen, se kapitel fem. Befintliga farkoster inom SSRS flotta har därför undersökts sett till bland annat skrovutformning, framdrivningsmekanism och drivmedel.

3.2 Resultat av förstudie

Resultatet från förstudien, med dess ingående metoder beskrivna på föregående sida, presenteras här nedan.

3.2.1 Inledande möte med företaget

SSRS upplever att det finns vissa svårigheter med att utföra räddningsinsatser under vintertid då isen varken bär eller brister. Dessa svårigheter uppstår på havsvikar såväl som på insjöar eftersom de nuvarande räddningsenheterna inte är helt anpassade för detta underlag. Dessutom medför färjor och övriga fartyg, som trafikerar Göteborgs skärgård under vinterhalvåret, bildning av snövallar och rännor i isen vilket innebär svårigheter för särskilt svävare att ta sig fram. Därför diskuterades möjligheterna med att använda andra transportmedel utöver de som finns i SSRS ägo, såsom snöskoter och helikopter, vilka dock inte är helt optimala som räddningsenheter på grund av dess utformning (se kapitel 5.2.1 *Inspirerande farkoster*).

Patrullering, eftersök och uttryckning är generellt sett de vanligast förekommande insatstyperna. Vid larm skickas alltid minst två besättningar från olika stationer ut, detta för att en besättning alltid ska ha medvind till räddningsplatsen och på så sätt komma fram snabbare. Då trenden att utöva äventyrssporter på is, särskilt skridskoåkning, växer sig allt större, ökar också antalet insatser för att undsätta personer som skadats i samband med dessa sporter.

Önskemålet från SSRSs sida är en enkel transportlösning sett till form och funktion som kan användas i såväl vatten-, is- och snöterräng och medföra smidig övergång mellan dessa. För att kunna erbjuda säker upptagning av nödställd bör farkosten inneha någon form av bromssystem samt även kunna stanna och stå stilla på underlaget. En motsvarighet till dagens Rescuerunner (se kapitel 3.2.3) är eftertraktad, varför lösningen behöver erhålla låg vikt, medelhög hastighet, vara lätthanterlig och kunna transportera en till två personer. Enkel transporter av farkosten är av stort värde, gärna inuti bagageutrymmet på en Volvo V70 eller med hjälp av släpvagn.

3.2.2 Studie av SSRSs organisation

Det är idag den statliga myndigheten Sjöfartsverket som enligt räddningstjänstslagen är ansvarig för all sjöräddning i Sverige. Det är egentligen Räddningsverket som har ansvar för räddningsinsatser i Sverige, men Sjöfartsverket har dock delegerats ansvaret för räddningsinsatser till havs då denna myndighet innehar de kunskaper som anses nödvändiga (Hagman, T. 2006).

Internationellt sett är sjöräddningsorganisationer uppförda i enlighet med IAMSAR-manualen (International Aeronautical and Maritime Search and Rescue) där verksamheten indelas i följande tre avdelningar; SAR Management, Mission Co-ordination och Mobile Facilities (Hagman, T. 2006):

- SAR Management är organisationen som ansvarar för framtagning av regler, instruktioner, material och slutande av avtal. I Sverige benämns denna som Sjöfartsverket.
- Mission Co-ordination tar emot och vidarebefordrar larm och leder insatser. Sjärräddningscentralen (MRCC) i Göteborg är den enhet som fyller denna funktion i Sverige.
- Mobile Facilities är de organisationer som utför själva insatserna, det vill säga SSRS, sjöpolisen, försvaret och kustbevakningen för att nämna några.

Med andra ord är SSRS en aktiv organisation i avdelningen Mobile Facilities med mission Co-ordination och SAR Management som påverkande verksamheter. Mobile Facilities kan i sin tur bestå av olika former av insatser såsom patrullering, eftersök och uttryckning. I och med det är de olika

insatserna även uppdelade efter prioritetsnivå, där prio 1 (prioritet ett) är larm av högsta grad och behandlar nödställd som är i fara för liv eller i överhängande fara för liv. Av de 2500 larm SSRS får per år, vilka även består av sjuktransport och förebyggande larm, är 800-900 larm på prio 1 nivå (Hagman, T. 2006).

Kopplat till detta har SSRS en såkallad Noll-vision, vilket innebär en vision om noll omkomna till sjöss, vilken har funnits sedan organisationens uppkomst år 1907. Sedan dess har SSRS varit en ideell organisation inom sjöräddning och har idag över 1800 sjöräddare och drygt 75 000 stödmedlemmar runt om i Sverige. SSRS är dessutom verksamma vid 70 % av alla räddningsinsatser i Sverige tack vare deras cirka 70 stationer, utplacerade längs Sveriges kuster samt vid några stora insjöar. Till deras insatser har de cirka 170 enheter varav 9 olika typer av farkoster, allt ifrån den lilla snabbgående Rescuerunners på 3,6 meter till den tunga räddningskryssaren på 24 meter. De farkoster som är mest relevanta att ha i åtanke för detta arbete beskrivs mer ingående i nästa kapitel (Sjöräddning, 2013(1)).

3.2.3 Studie av befintliga räddningsfarkoster inom SSRS

Relevant för att få ett bra underlag till vidare undersökningar är att titta närmare på de befintliga farkoster av mindre typ som har koppling till smidig sjöräddning under vintertid, vilka följer härafter.

• *Rescuerunner*

Längd: 3,6 m

Torrsvikt: 350 kg

Djupgång: 10-30 cm

Material:

- Ytterskrov: Polyeten

- Kasset: Sandwichkomposit

Fart: 34 knop

Motor:

- Fyrtakts bensinmotor, 140 hk, Yamaha 140

- Yamaha vattenjetaggregat

Besättning: 1-2 personer

Nybyggnadskostnad: 400 000 kr



Figur 3.1 Rescuerunners i aktion (Källa: sjoraddning.se, 2013(2))

En specialutvecklad sjöräddningsscooter (se figur 3.1) för insatser i grunda vatten, brytande sjö och för snabb upptagning av nödsatta. Scootern har ett mjukt och utbytbart ytterskrov i polyeten vilket minskar risken för personskador vid insats och medför samtidigt att scootern är relativt lätt att underhålla. Denna farkost, som även har ett lågt akterdäck för att medföra smidig räddning ur vatten, används nu vid sjöräddning i flera delar av världen (Sjöräddning, 2013(2)), (Rescuerunner, 2013) (Safeatsea, 2007). Denna farkost är dock endast byggd för användning i vatten men då en motsvarighet till Rescuerunners är eftersökt ansågs den värdefull att undersöka.

• Täcktt svävare

Längd: 5.5 m

Torrsvikt: 730 kg

Material: Glasfiberarmerad polyester

Fart: 25 knop i vatten, 34 knop på is

Motor:

- Fyrtakts bensinmotor, 100 hk

- Fyrtakts lyftmotor, 20 hk

Besättning: 2-3 personer

Nybyggenskostnad: 850 000 kr



Figur 3.2 Täcktt svävare i aktion (Källa: sjoraddning.se, 2013(2))

Svävaren (se figur 3.2) är anpassad för att kunna användas över is, vatten och land och är den farkost som i dagsläget är mest lämpad för insatser då isen varken bär eller brister (Sjöräddning, 2013(2)). En kritisk detalj på denna farkost är dess känsliga kjol som är i behov av att bytas med jämna mellanrum (Hagman, T., 2013).

• Öppen svävare

Längd: 4.7 meter

Torrsvikt: 300 kg

Material: Glasfiberarmerad komposit

Fart: 25 knop i vatten, 34 knop på is

Motor: Tvåtaktsmotor, 65 hk

Besättning: 2 personer

Nybyggenskostnad: 350 000 kr



Figur 3.3 Öppen svävare i aktion (Källa: sjoraddning.se, 2013(2))

Den öppna svävaren (se figur 3.3) är främst utvecklad för att användas över is och vatten i insjöar där behovet av sjuktransporter inte är akut. Det är en snabb och smidig farkost som även kan användas i strömmande vatten och vid översvämningar (Sjöräddning, 2013(2)).

4 Fas 2 - Brukarstudier

4.1 Metod och genomförande

Efter att ha genomfört förstudien och med detta fått en klar bild över arbetets problemställning och erhållit fakta om SSRS organisation samt om dess nuvarande räddningsfarkoster, var det av vikt att genomföra brukarstudier. De metoder som presenteras har använts för att utföra dessa brukarstudier, vilka står till grund för arbetets kundbehov och sedermera kravbild.

4.1.1 Intervjuer

Intervjuer är datainsamlingsmetoder av kvalitativ typ och kan huvudsakligen delas in i fem olika typer, vilka är; gruppintervjuer, personliga intervjuer, besöksintervjuer, telefonintervjuer och fokusgrupper. Varje intervjutyp kan sedermera delas in i tre strukturtyper; strukturerade, semistrukturerade samt ostrukturerade vilka lämpar sig olika väl beroende på situation. Strukturerade intervjuer liknar i sitt utförande en enkät med slutna frågor i given ordning som besvaras genom olika svarsalternativ. En semistrukturerad intervju består av såväl slutna som öppna frågor medan en ostrukturerad endast består av öppna frågor. Den öppna frågetypen gör det möjligt för följdfrågor, även kallad probing, för ytterligare information och djupare förståelse för deltagarens svar (Karlsson I.C.M, 2000).

För att få en klar bild av vilken typ av farkost det är som efterfrågas av SSRS krävs en grundlig undersökning av befintliga krav- och kundbehov. Detta har genomförts i form av intervjuer med kompetenta kontakter på SSRS Göteborg och RS Hovås. Till detta användes intervjuer av semistrukturerad typ för att generera så bred kvantifierbar information som möjligt.

4.1.2 Enkät

Enkäter är en annan form av datainsamlingsmetod som oftast används för kvantitativ datainsamling. Precis som för intervjuer finns det tre olika strukturtyper vilka är desamma som för intervjuer; strukturerade, semistrukturerade och ostrukturerade. Anledningen till att enkäter oftast är en kvantitativ datainsamlingsmetod är för att det är betydligt svårare att ställa relevanta följdfrågor, vilket även gör det svårt att få bekräftelse på vad det är deltagaren menar (Karlsson I.C.M, 2000). För arbetets ändamål skickades semistrukturerade enkäter, i form av epost, ut till tre olika räddningsstationer runt om i landet för att få in mer data kring sjöräddning och behovet som följer.

4.1.3 Kj-metoden

För att kunna kategorisera och få en överblick över insamlad data kan en såkallad Kj-metod användas. Kj-metoden utvecklades av Jiro Kawakita (därav namnet Kj-metod) för att på ett snabbt och effektivt sätt kunna gruppera de kvalitativa data som insamlats via exempelvis enkäter och/eller intervjuer (Spool. J. M. 2004).

Allra först kommer projektteamet tillsammans fram till en frågeställning kring ämnet, som ska ligga till grund för projektet. Varje medlem i teamet skall sedan, helt individuellt, skriva ner lösningar/svar/idéer eller förslag på lappar, exempelvis post-it lappar, där en lapp används för varje idé/förslag. Alternativt kan befintliga lösningar och förslag skrivas av från datainsamlingen. Dessa sprids sedan ut på en lämplig yta och sorteras ett flertal gånger, helst en gång av varje teammedlem, tills ett lämpligt antal grupper bildats. Därefter tillskrivs varje grupp en lämplig rubrik som därefter rangordnas efter grad av viktighet. Kj-metoden har i detta arbete använts för att sortera upp krav och kundbehov, vilka insamlades enligt föregående rubriker. Metoden fungerade även som utgångspunkt för kommande funktionsanalys.

4.1.4 Funktionsanalys

Efter att en bredare beskrivning av projektproblemet har utförts gör man en funktionsanalys som beskriver de funktioner som en produkt innehåller. Funktionsanalys går med andra ord ut på att beskriva de aktuella funktioner som finns på den befintliga produkten och på så sätt kunna se vilka av funktionerna som är nödvändiga att ta hänsyn till i vidare utveckling. Utformningen av funktionsanalysen går ut på att man först hittar ett verb och sedan ett substantiv som tillsammans förklarar funktionen, exempelvis "passa hand" (Johannesson, H. et al., 2004). I detta arbete kommer funktionsanalysen väl till pass för att finna de funktioner som är viktiga att erhålla för det farkostkoncept som skall utvecklas.

4.1.5 Kravbild

En kravbild är en översiktlig bild på de krav som produkten bör uppfylla, till skillnad från kravspecifikation som är mer exakt och specifik. Exempel på krav i kravbild är: ha en hög hastighet. Liknande krav i kravspecifikation skulle snarare se ut så här: ha en topphastighet på 30 knop. De båda metoderna används dock för att begränsa produkten, både sett till form och funktion, så att produkten bli mer realistiskt. Den kan också ses som ett kvitto ur kundens perspektiv, där denne kan kontrollera huruvida produkten verkligen uppfyller de krav som har satts (Johannesson, H. et al., 2004). Eftersom detta arbete innebär en relativt öppen frågeställning ersätter kravbilden helt en kravspecifikation.

4.2 Resultat av brukarstudier

Här presenteras resultaten av de metoder som använts för att genomföra arbetets brukarstudier, vilka är intervjuer och enkätundersökningar, enligt föregående kapitel. Resultaten från dessa har sedan sammanställts till ett kundbehov som sedan förtydligas i en funktionsanalys och sedermera i en kravbild.

4.2.1 Sammanställning av intervjuer och enkäter

Den information som erhöles under intervjun med Thore Hagman fredagen den 15 februari vid SSRS huvudkontor i Långedrag samt från besöket och intervjun med aktiva sjöräddare vid RS Hovås den 25 mars har sammanställts och redovisas nedan. Därefter följer en sammanställning av enkätsvaren.

SSRS är en organisation som verkar för att vara så miljövänlig som möjligt och som vill ligga i framkant vad gäller miljöarbete. Den huvudsakliga arbetsuppgiften går dock ut på att rädda liv, vilket medför att miljöaspekter trots allt får komma först i andra hand. Räddningsinsatser såsom utryckningar, eftersök och patrullering kräver säkra och pålitliga fordon och då huvudsaken är att de klarar av sina uppgifter, har de utrustats med kraftfulla motorer. Dessa motorer drar en hel del bränsle i form av bensin eller diesel, då dessa drivmedel anses tillförlitliga. Det lite miljövänligare dieselbränslet EcoPar används i dagsläget till vissa enheter. På frågan huruvida SSRS resonerar kring eldrift gavs svaret att det ur miljösynpunkt skulle vara mycket fördelaktigt med el men att den kraft som då skulle behöva genereras av elmotorerna troligtvis skulle medföra en alltför stor batterimängd och vikt. De ansåg däremot att eldriftsprincipen skulle kunna vara av stort intresse till mindre farkoster vars användningsområden kräver mindre räckvidd.

Under det inledande mötet vid huvudkontoret framkom att det är längs kusterna som flest olyckor förekommer, vilket bekräftades under dessa intervjuer. Då det handlar om räddningsinsatser är tid en mycket viktig faktor. Det är av denna anledning som SSRS alltid skickar ut två besättningar från två olika stationer, vilket nämnts i kapitel 3.2.3. Då olyckor oftast inträffar inom en radie på ungefär 5 sjömil (cirka 9 km) krävs det att räddningsinsatsen kan anlända relativt snabbt. Anspänningstiden, det vill säga den tid det tar för besättningen att rycka ut från och med att de har tagit emot larmet, ligger på cirka 15 minuter och med en hastighet på 30 knop nås olycksplatsen på cirka 10 minuter. Avståndet till olycksplatsen skiljer sig naturligtvis från gång till gång och från station till station. Som exempel framgick det att det längsta avståndet till olycksplatsen från räddningsstationen i Hovås, på ett ungefär är 3 sjömil (cirka 6 km) varför lämplig drifttid för alla typer av sjöräddningsfarkoster, av sjöräddarna, ansågs vara åtminstone en timme.

Det uppskattas förekomma cirka 2500 larm per år för SSRS, vilket motsvarar cirka sju larm per dag. Utav 2500 larm är 800-900 larm av typen prio 1, vilket motsvarar två till tre larm per dag (Hagman T, 2013). På stationer som Hovås beräknas det totala antalet larm uppgå till endast femtio per år, varav ungefär tre berör isförhållanden (Boustedt T, 2013).

På frågan som behandlade önskemål hos en ny räddningsfarkost, fanns det skilda åsikter. Från organisationens sida var önskemålet att räddningsfarkosten var lättare, både ur hanterings- och transporteringsynpunkt. Sjøräddarna i Hovås ansåg däremot att det var viktigare att utgå ifrån vilka insatser det rör sig om och därefter undersöka vilka egenskaper som är viktigast. Vid eftersök är det till exempel viktigare att ha en räddningsfarkost som är utrustad med lampor för mörkerseende och därmed även ger bra sikt. Både företaget och sjöräddarna var överens om problemet med ljudnivån hos de befintliga farkosterna som är i bruk under vintertid. Detta problem berör både svävarna och SSRS nya hydrokopter (se kapitel 5.2.1), byggd i samarbete med Arctic Airboat. Ett annat problem som

särskilt rör svävarna är det underhåll som krävs för att återskapa svävaren till användbart skick efter insats. Ett önskemål från bägge sidor var därför en mindre underhållskrävande farkost.

En viktig aspekt som togs upp under intervjun med sjöräddarna var skydd för den nödställda efter upptagning, i form av vindskydd eller dylikt, för att förhindra nedkylning. I och med detta diskuterades även fördelar och nackdelar med en täckt respektive öppen farkost. Om det är en öppen farkost som används, alltså utan tak, så behöver besättningen klä på sig ordentligt med kläder innan insatsen, vilket tar tid. Detta är inte tvunget om farkosten är täckt. Viktigt att även ha i åtanke är att uppvärmning av en nedkyld person bör ske gradvis, för att undvika risk för chock, varför en täckt farkost isåfall inte bör ha värmesystem. Förutom det förklarade sjöräddarna att det är viktigt att tänka på att farkosten inte bryter upp isen under användning, då detta i sin tur kan medföra att isvallar eller isvakar kan uppstå, vilket kan innebära fara för andra i omgivningen. För att göra själva upptagningen av nödställd säker önskades det utrymme för minst två besättningsmän ombord på farkosten. Vidare ansåg SSRS att ekonomi, såsom tillverkningskostnader, är viktigt att tänka på men att det vid nybyggnationer av räddningsfarkoster inte är något som behöver tas hänsyn till i första hand.

Enkät svar från tre räddningsstationer; Kronoberg, Örnköldsvik och Åmål visade att förhållanden och förutsättningar kan vara väldigt olika från station till station och därmed även behovet. Detta innebär även att önskemålen skiljer sig mellan stationer. I exempelvis Kronoberg förekommer det ofta isvallar under vintertid och det blir därav svårt att ta sig fram på konventionellt sätt. Åmål station har däremot vintervila när det inte finns isfritt vatten att ta sig ut genom. Största svårigheten för RS Örnköldsvik är isrännor, öppet vatten och drivis utanför skärgården då de kommer ut på Östersjön. Även åsikten om användningsmöjligheterna med ett mindre farkostkoncept varierade mellan de olika stationerna, dock var de enade om att lastmöjligheterna hos en mindre farkost antagligen är bristande.

4.2.2 Kundbehov

Efter att ha genomfört intervjuer samt enkätundersökningar med kompetenta personer inom SSRS har kundbehovet kunnat kartläggas och beskrivs härnäst. Vilket tidigare har nämnts finns ur ett historiskt perspektiv fyra fundamentala egenskaper som en livbåt bör besitta, nämligen; god flytförmåga, bra stabilitet, vara självlänsande samt självvrätande. Anledningen till att dessa egenskaper är så pass viktiga är för att livbåten i första hand skall vara ett redskap som gör räddningsinsatser säkra, både för livräddare och nödställda (Hagman, T. 2006). Det sistnämnda är vad som får ses vara utgångsbehovet i detta arbete.

Det inledande mötet, de efterföljande intervjuerna och de utskickade enkäterna har, med hjälp av Kj-metoden (se bilaga C), fört fram behov och egenskaper med det kommande konceptet. Eftersom den ekonomiska aspekten sätter stopp för att ha full kapacitet av räddningsfarkoster vid varje station eller där behovet finns, är ett högt skattat önskemål att konceptet ska vara lätt att transporteras, helst inne i bagageutrymmet på en Volvo V70, alternativt med släpvagn. Detta innebär att farkosten måste vara av mindre modell vilket dock innebär att utrymmet i farkosten kommer vara begränsat, vilket även medför att antalet personer som kan använda den kommer begränsas till högst en till två personer. Det rekommenderade antalet besättningsmän vid räddningsinsatser har dock visat sig vara två till tre personer. Vad gäller konceptets totala bärvikt är det fördelaktigt att dimensionera farkosten för åtminstone tre, möjligtvis fyra personer, för att åstadkomma säkerhetsmarginaler. Utöver en låg vikt och liten volym är det eftertraktat om farkosten kan komma upp i en medelhög hastighet (5-15 knop, alltså 2,5 – 7,8 m/s) i vatten samt att den är enkel, sett till både utformning (för enkelt underhåll) och funktion.

Med svävaren i åtanke är den höga ljudnivån ett stort problem, varför det önskades att konceptet skulle ha en låg ljudnivå, åtminstone så att samtal kan föras. En normal samtalston har en ljudnivå på cirka 60 dB(A) och uppfattbarheten av tal ökar med röstnivån upp till ca 78 dB(A). Om denna ljudnivå överstigs går det inte längre att kompensera uppfattbarheten med en högre röststyrka (Bohgard. M. et al., 2010). Den ljudnivå som genereras av farkosten bör därför hållas under ovan nämnd nivå. Önskvärt är även att utveckla ett koncept som är så miljövänligt som möjligt, sett ur hela produktens livscykelperspektiv. Naturligtvis kommer detta ha i åtanke genom hela processen men på grund av arbetets komplexitet och omfattning har miljön inte varit prioritet ett i detta arbete. Det är också så att högsta prioritet för SSRS är att rädda liv, varför fokus ligger på prestanda, funktion och säkerhet när det gäller deras farkoster.

Den allra viktigaste egenskapen som efterfrågats och som ligger till grund för detta arbete är att utveckla ett koncept som ska klara av att användas till räddningsinsatser både i vatten och på is som varken bär eller brister. Det är en klar fördel att utveckla ett koncept som klarar av alla förhållanden men då detta koncept inte är tänkt att helt ersätta de befintliga farkoster som används i dagsläget är det bättre att inrikta konceptet mot en specifik typ av räddningsarbete, i detta fall mot utryckningsinsatser.

4.2.3 Funktionsanalys

Utifrån sammanställningen av analyserna och kundbehovet, genererades det fram en funktionsanalys för det kommande konceptet, som kan ses nedan i tabell 4.1. Där HF står för huvudfunktion, DF för delfunktion och Ö för önskvärt.

Tabell 4.1 Funktionsanalys

Verb	Substantiv	Funktion	Kommentar
Medföra	räddningsinsats	HF	
Ha	låg vikt	DF	Relativt andra farkoster
Vara	kompakt	DF	Kunna få plats i t.ex. en Volvo V70, alternativt på släpvagn
Inneha	god stabilitet	DF	
Vara	lätthanterlig	DF/Ö	
Möjliggöra	snabb övergång mellan snö, is och vatten	HF	
Transportera	nödställd	HF	
Vara	självrätande	Ö	
Erbjuda	säkerhet	DF	För livräddare och nödställd
Vara	lätt att transportera	DF	
Vara	miljövänlig	Ö	
Erhålla	medelhög hastighet	DF	Ca 5-15 knop (2,5 – 7,8 m/s) på vatten
Medge	utrymme för minst två personer	DF	Förare samt nödställd
Vara	mycket enkel att underhålla	Ö	
Vara	tystlåten vid användning	DF	Helst under 78 dB(A)
Ha	nödvändig drifttid	Ö	Cirka en timme
Erhålla	god flytförmåga	DF	
Vara	självlänsande	Ö	
Medföra	smidig upptagning av nödställd	DF	
Tåla	användning på ojämn is	DF	
Inneha	utbytbara delar	Ö	För enklare underhåll
Kunna	stanna och stå still på vatten och is	HF	
Erbjuda	bromsfunktion	DF	

4.2.4 Kravbild

Utifrån kundbehovet och funktionsanalysen samt den teoretiska referensramen ställdes en kravbild upp (se tabell 4.2). Detta för att klargöra konceptets användningsområde samt dess egenskaper och funktioner, vilka har delats upp i fyra huvudkategorier; teknisk information, säkerhet, underhåll och miljö.

Det farkostkoncept som skall tas fram kommer huvudsakligen användas vid kortare räddningsinsatser i samband med fritidsaktiviteter vintertid, såsom skridskoåkning på insjöar och i havsvikar, då isen varken bär eller brister.

Tabell 4.2 Kravbild

Teknisk information

Vikt	Låg vikt för transport i bagageutrymme i Volvo V70, alternativt på släpvagn.
Hastighet	Hastighet mellan 5-15 knop på vatten.
Transport	Farkosten skall kunna transporteras i bagageutrymme på en Volvo V70 eller möjligtvis på släpvagn.
Driftstid	På grund av farkostens användningsområde bör dess driftstid vara cirka en timme med en minsta räckvidd på två mil.
Ljud	Den av farkosten genererade ljudnivån bör hållas under 78 dB(A).
Underlag	Farkosten skall kunna användas på is-, snö- och vattenytor, med smidig övergång mellan dessa.

Säkerhet

Allmän säkerhet	Farkosten skall inte utsätta förare och passagerare för direkt fara
Broms	Broms bör ingå för att medföra en säkrare räddningsinsats

Underhåll

Utformning	Utformningen bör vara så enkel som möjligt för lättare underhåll
Moduldelar	Skapa moduler för de olika delar som farkosten innefattar och på så sätt gör det lättare att byta ut delarna som går sönder, vilket i sin tur ökar lättheten att underhålla farkosten

Miljö

Drivmedel	Det mest miljövänligaste drivmedel bör användas.
Material	Ett miljövänligt material bör användas, ett material som kan återvinnas

5 Fas 3 - Konceptgenerering

Då brukarstudierna avklarats och sammanställts till krav och kundbehov kunde nästa fas, idé- och konceptgenereringsfasen påbörjas. Härfter presenteras och beskrivs de metoder som använts under denna fas.

5.1 Metod och genomförande

Att få struktur på konceptgenereringsfasen är viktigt och genom att använda sig av pålitliga metoder, kan konceptet växa fram. Fasen påbörjas med inspirationssökning som leder vidare till en brainstormingssession och därefter följer metoder som är lämpliga i samband med konceptgenereringen.

5.1.1 Inspirationssökning

Genom att ta inspiration från befintliga koncept/produkter kan element och principer eventuellt återanvändas till ett nytt koncept, med andra ord är detta en idégenereringsmetod i detta fall.

De produkter/koncept som tagits med här är sådana som ansågs vara av värde då de består av detaljer som var av värde att ta med i detta arbete. Därav kan det även förekomma produkter/koncept som inte har med själva användningsområdet, is- och vattenterräng, att göra.

5.1.2 Brainstorming

Brainstorming är en idégenereringsmetod som går ut på att generera så många idéer som möjligt.

Oavsett hur realistiska eller orealistiska idéerna är ska de inte kritiseras vid första ögonblicket. Idéerna kan vid senare tillfälle då de ska diskuteras förkastas, kritiseras eller utvecklas vidare (Johannesson, H. et al., 2004). I detta arbete kommer brainstorming användas med föregående metod, inspirationsökning, som grund. Detta för att erhålla ett bra underlag för kommande idéer, vilket därmed även gör arbetet mer greppbart.

5.1.3 Morfologisk matris

Efter att ha genomgått en idégenereringsfas skall koncept genereras fram, vilket lämpligen utförs med hjälp av en så kallad Morfologisk matris. Denna matris används för att dela upp produkten i olika funktioner och till varje funktion tilldelas sedan olika dellösningar. När alla funktioner och dellösningar har sammanställts väljs en dellösning från varje funktion och bildar ett koncept. Detta är en iterativ process vilket innebär att ett flertal olika koncept kan skapas (Johannesson, H. et al., 2004). De idéer och lösningar som uppkom under inspirationssökningen och brainstormingssessionen kommer i detta arbete att stå som grund för den morfologiska matris som redovisas i kapitel 5.4.

5.1.4 Pughs matris

Pughs matris är en form av elimineringsmatris som används för att utvärdera vilket eller vilka av de skapade koncepten som ska vidareutvecklas. Beroende på behov och användning kan matrisen utformas mer eller mindre komplex. För att undersöka konceptens förutsättningar för vidareutveckling jämförs varje koncepts egenskaper med egenskaperna hos en referensprodukt. Konceptens egenskaper erhåller vid jämförelsen olika poäng beroende på om de anses bättre (+), sämre (-) eller lika bra (0) som referensprodukten. I slutändan räknas den totala summan av både plus och minus ihop för respektive koncept och det koncept som erhåller högst poäng är det som har högst förutsättningar för en vidareutveckling. I en mer avancerad Pugh matris sker även en gradering av egenskaperna, vilket kan ge större förtroende för konceptet som sedan väljs (Johannesson, H. et al., 2004).

I detta arbete användes en enkel form av Pughs matris då den endast användes till att tidigt sälla bort de koncept som ansågs mindre bra.

5.1.5 Skisser

För att på ett tidigt stadie få fram form och funktion på produkter och detaljer är det lämpligt att göra snabba och illustrativa skisser. I detta arbete har skisser använts för att visualisera tidiga konceptförslag och detaljer.

5.1.6 Mock-up

För att i ett tidigt skede i konceptframtagningen locka fram tankar om en produkts design och funktionalitet samt för att hitta nya former kan det vara av värde att skapa skalenliga modeller eller såkallade mock-ups. Detta är även ett effektivt sätt för att väcka känslor och associationer hos betraktare (Interaction design, 2013). På grund av projektets tidsram har det inte varit aktuellt att tillverka modeller i verklig storlek, varför endast småskaliga mock-ups har skapats.

5.1.7 Workshop

En workshop är en form av informellt seminarium och kan även benämnas experimentverkstad, där syfte och ändamål varierar från situation till situation. Det kan röra sig om att visa en preliminär föreställning eller utföra olika experiment (Nationalencyklopedin, 2013(3)). Enligt Oxford dictionary kan en workshop definieras enligt följande: “a meeting at which a group of people engage in intensive discussion and activity on a particular subject or project” (Oxforddictionaries, 2013). Metoden har i detta arbete använts för att i grupp diskutera och testa farkostens olika detaljfunktioner.

5.1.8 Beräkningar

I detta kapitel behandlas relevanta beräkningar som baseras på kundbehovet och den kravbild som satts upp. I detta arbete rör dessa beräkningar såväl mekaniska system, såsom lyftmekanik, som volym- och viktberäkningar med hjälp av hydromekanikens lagar.

5.1.9 CAD-modellering

För visualisering av en produkt och som beräkningsunderlag kan med fördel en modell, skapad i ett CAD-program (Computer Aided Design) användas. I detta arbete har programmet CATIA V5 R19 och renderingsprogrammet Autodesk Showcase 2013 använts för detta ändamål. Då arbetet har avgränsats till att inte ta fram en fullskalig modell i exempelvis skumplast eller lera står endast CAD-modellen som visualiseringsunderlag i denna rapport.

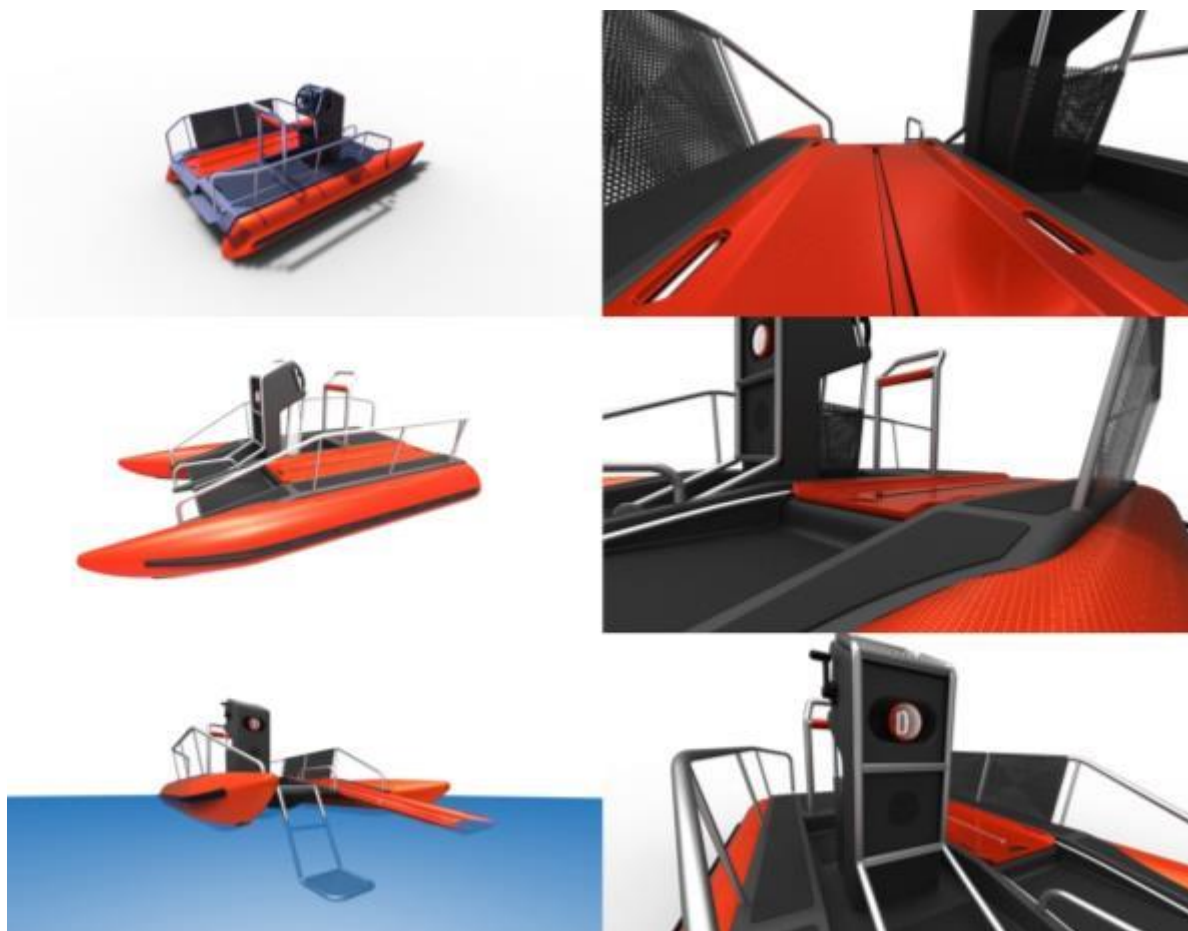
5.2 Resultat av konceptgenereringsfasen

5.2.1 Inspirerande farkoster

Utöver de farkoster som presenterades i kapitel 3.2.3 *Studier av befintliga räddningsfarkoster inom SSRS* kan det vara värt att nämna några andra farkoster, vilka i ett senare skede kan agera som inspiration för själva arbetet. I slutet av varje koncept beskrivs den eller de principer som kan vara relevanta att använda sig av i idégenereringsfasen. Kapitlet presenterar först en konceptuell farkost, som ej ännu har lanserats och fortsätter därefter med beskrivningar av redan befintliga farkoster.

RSQ11' Rescue Catamaran

RSQ11' Rescue Catamaran, är ett koncept skapat år 2011 av Raphaël Jolivet, som är en produktdesigner med bas i Nice, Frankrike. Katamaranen är tänkt att användas vid stranden och har en flyttbar bår för smidigare räddningsinsats (Jolivet, R. 2012). Konceptet har publicerats på portfolio-hemsidan Behance.net, och är både skyddat och patenterat, dock har tillåtelse att använda produkten och dess bilder som inspiration och referens fåtts. Då ganska knapp information om konstruktionens utformning, material och annan specifik produktinformation finns att tillgå är inspiration främst tagen från den synliga design som visualiseras nedan (se figur 5.1).



Figur 5.1 Rescue Catamaran från sex olika vyer (Källa: [behance.net/raphaeljolivet](https://www.behance.net/raphaeljolivet), 2012)

Det som kan vara till värde att inspireras av från detta koncept är;

- tänket med en flyttbar bår- för en smidigare räddningsinsats
- katamaranutformning - för en stabilitet på vattenytan samt mindre materialåtgång
- räck istället för högt sidoskrov - för mindre materialåtgång, lägre vikt och smidigare upptagning
- platt och låg farkost - för att komma närmare den nödställda vid upptagning
- nedfällbar räddningsstege
- multifunktionalitet – många integrerade funktioner

Rescue Tip-Board

Rescue Tip-Board är en uppblåsbar flotte med ergonomisk design, vilket tillåter mer effektivt räddningsarbete. Flotten har två vinklade bom-liknande delar i akten, vilket gör att hela flotten vinklas uppåt när livräddaren väl närmar sig akten för att dra upp den nödställda ur vattnet. När denne är ur vattnet lutar livräddaren sig bakåt och flotten återgå till sin ursprungliga position och är redo att åka iväg, se figur 5.2 nedan (Sparkdesign, 2012).



Figur 5.2 Rescue Tip-Board (Källa: sparkdesign.nl, 2012)

Till denna flotte använder man en produkt som heter Seabob till drivkraft. En Seabob är en form av vattenskoter som även kan användas under vattenytan, vilket oftast används i underhållningskontext. Den är cirka en meter lång och har en topphastighet på runt 20 km/h, samt har en vikt på cirka 60 kilogram. Priset på en sådan farkost ligger runt 10 000 till 15 000 US dollar (Softpedia, 2013). Dock är denna flotte enbart tänkt att användas vid grunt vatten, och är därmed inte i sin fullständighet det som arbetet söker.

Princip: Flotte med draghjälp av extern farkost (vattenjet)

Fördelar:

- Effektiv upptagning av nödställd.
- Uppblåsbar
- Låg vikt

Nackdelar:

- Tänkt att endast användas i grunt vatten
- Förare av extern farkost (Seabob) befinner sig i vattnet

Principen med Tip-board lifeboat ger en idé om att det inte är nödvändigt att ha en och samma enhet för både sjöräddare och nödställd. Den ger även insikten om att själva upptagningen av den nödställda är en viktig aspekt att tänka på. Dess uppblåsbarhet ger den en fördel vid brist på utrymme, då den kan komprimeras vid transport.

Airboats

En Airboat (se figur 5.3) är en båt med en stor fläkt i aktern som genererar den vindkraft som behövs för farkostens framdrift. Skrovet i sig är en väldig stark och stabil konstruktion och kan därmed, med hjälp av fläktens vindkraft, användas i både is- och vattenterräng. Tillverkaren Biondoboats har i sitt utbud även möjligheten att lägga till funktionen med infällbara hjul, vilket i princip tillåter båten att även köra på land.



Figur 5.3. Här ses en amerikansk airboat i arbete. Källa: (Fotopedia.com, 2010)

I Biondoboats utbud finns airboats i två storlekar, en 19' och en 22' (längden på båten). Den mindre båten klarar av att ha upp till sex passagerare ombord, vilket motsvarar ca 540 kilogram, medan den större klarar av åtta passagerare, motsvarande 680 kilogram (Biondoboats, 2013).

Princip: Båtskrov med luftpropeller

Fördelar:

- Snabb och stark
- Kan användas på både is och vatten

Nackdelar:

- Hög ljudnivå (pga luftpropeller)
- Miljöovänlig
- Relativt dyr
- Hög vikt

Möjligheten att generera vindkraft med hjälp av den fläkt som finns i aktern på en Airboat kan vara en möjlig framdrivningsmekanism att använda senare i idégenereringsfasen.

Quadski

En Quadski (se figur 5.4) är en amfibisk farkost som möjliggör flexibel användning i såväl kuperad terräng som i vatten. På land fungerar Quadskin som en vanlig fyrhjuling men en knapptryckning gör att de fyra hjulen viks upp och in under hjulhusen, vilket medför att farkosten sedan agerar som en vattenskoter, för att sedan åter vikas ut i närheten av land. Händelseförloppet vid övergången mellan land och vatten samt tvärtom sker på fyra sekunder med hjälp av ett avancerat hjulupphängningssystem. Quadskin är utrustad med en fyrcylindrig 1,3 liters motor samt Gibbs patenterade vattenjet där den sistnämnda är lättare och mer kompakt än traditionella jetsystem vilket medför hög manöverbarhet på vatten. Detta jetsystem möjliggör även att fordonet kommer upp i en planingshastighet på några sekunder. Dessa framdrivningsmekanismer medför att Quadskin kommer upp i en maxhastighet i 70 km/h i både vatten och på land trots sin vikt på ca 535 kilogram (Gibbssports, 2013)



Figur 5.4 Quadski (källa: Pocketwatch86, 2012)

Quadskin har ett slitstarkt lättviktsskrov som är specialutformat för att vara aerodynamiskt på land och hydrodynamiskt i vatten. På grund av den breda hydrodynamiska utformningen erhålls stabilitet vid planing men samtidigt smidighet vid manövrering (Gibbssports, 2013).

Princip: Land- och vattengående fyrhjuling (vattenjet)

Fördelar:

- Amfibisk farkost
- Höghastighetsgående
- Smidig och snabb övergång mellan land och vatten

Nackdelar:

- Avancerad teknik
- Hög vikt

Quadskin har en relativt hög vikt, men det infällbara hjulsystemet kan ses som en stor fördel då övergången mellan de olika terrängerna sker snabbt och smidigt. Från detta fordon kan även tanken med en aero- och hydrodynamisk utformning has i åtanke då detta innebär mindre luft- och vattenmotstånd, vilket i sin tur leder till mindre energiförbrukning.

Kymera bodyboard

Kymera Bodyboard är en liten personfarkost med en längd på 1.93 meter, 0.6 meter i bredd och 0.23 meter i höjd, utvecklad av The inventive Design group Inc. Farkosten är elektriskt driven och har en form som liknar en surfbräda. Den beräknas väga runt 22 kg med batteriet, och utan väger den cirka 13 kilogram, vilket är en tillräckligt låg vikt för att bäras för hand utan hjälpmedel. Den har en drifttid på 1 timme och en topphastighet på 16 – 24 km/h (beroende på förarens vikt).

Framdrivningsmekanismen är vattenjet som drivs av en borstlös motor på 2000-1000 watt, samt med hjälp av deras självkonstruerade framåtdrivningsdon. Farkosten är anpassad för förare upp till 1.9 meter långa och 100 kilogram tunga och kan användas i såväl sötvatten som saltvatten. Den kräver nästintill ingen underhållning alls, då det enda som krävs är att man sköljer farkosten ordentligt med sötvatten (Kickstarter, 2013).

Princip: Vattenjetsdriven ”surfingbräda”

Fördelar:

- Låg vikt
- Miljövänlig
- Liten

Nackdel:

- Föraren befinner sig till hälften i vattnet
- Längd- och viktbegränsad, sett till föraren
- Begränsad användningstid (batteridrivna)

Kymera bodyboard hör till de mindre farkosterna beskrivna ovan och innehar därmed en låg vikt, vilket är önskvärt för det typ av koncept som ska tas fram i detta arbete. En annan viktig aspekt som Kymera bodyboard framhäver är möjligheten att användas i både söt- och saltvatten utan att något större underhåll krävs.

Snöskoter

En snöskoter (se figur 5.5) är ett fordon som framförallt används i snöbelagd terräng. Principiellt består en snöskoter av ett styrdon kopplad till två främre skidor, en sits och en motor som driver larvbandet, vilken är skoterns framdrivningsmekanism. Snöskotern kan även användas på vatten förutsatt att hastigheten är tillräckligt hög för att snöskotern ska börja plana på vattenytan. Den kan dock inte stanna eller accelerera på vattenytan, detta på grund av skoterns utformning och tyngd, då snöskotrar beräknas ha en vikt på 200-350kg (DN, 2013), där utformningen inte kan generera nödvändig flytkraft. Sedan tidig produktion, före år 1969, av snöskotrar uppgick den, av skotern, genererade ljudnivån till 103 dB(A), men sedan 1975 har de certifierade snöskotrarna en ljudnivå på runt 78 dB(A) vid full gas (Snowmobiles, 2011).



Figur 5.5 Snöskoter Okelbo 6000 (Källa: MikaelLindmark, 2012)

Princip: Larvbandsfordon

Fördelar:

- Amfibiskt fordon till viss grad
- Fördelaktig i snöterräng

Nackdelar:

- Inte helt amfibiskt
- Tung

Det hade varit fördelaktigt att få en snöskoter att bli fullständigt amfibisk men då detta fordon har en alldeles för hög vikt för detta ändamål är det i nuläget inte aktuellt. Det kan däremot vara av värde att försöka utnyttja snöskoterns framdrivning med larvband och på så sätt efterlikna ett vattenhjul.

Zil swamp monster

Zil swamp monster eller Zil screw driver, är ett ryskt prototypfordon som använder sig av skruvpropellrar som framdrivningsmekanism (Tadupatokolos, 2007). Den utvecklades under 70-talet för användning i områden med mycket snö och is eller lera och träskområden och hade en beräknad vikt på 2,5 ton. Trots sin intressanta utformning hade den inte någon riktig användning varför endast ett fåtal producerades (Englishrussia, 2011).

Princip: Skruvpropellsfordon

Fördelar:

- Mycket terränggående
- Kraftfull

Nackdelar:

- Kraftfull lokal miljöförstöring
- Tung
- Kan innebära direkt fara för användare och nödställd

Zil Svamp monster som med sin skruvpropeller-framdrift, vilket medför god terrängdrift, är ett mycket intressant fordon. Sett till vikt och utformning är detta fordon inte fördelaktigt för det ändamål arbetet är begränsat till.

Hydrokopter

En hydrokopter är en optimal amfibiefarkost som på grund av sin robusthet och styrka klarar av det mesta i vatten- och isväg. Hydrokopern är dessutom byggd i tåliga material med skrov i aluminium och pontoner i polyeten, vilka dessutom är svetsade i skivor för extra tålighet, där den stora fördelen är att svetsfogen blir lika stark som materialet i övrigt. En bred utformning med pontoner medför att hydrokopern blir mycket kursstabil i alla riktningar. En annan fördel med hydrokopern är att den kräver relativt lite underhåll för att hållas i gott skick (Boustedt, T., 2013). Enligt Henrik Paersch, från Arctic Airboats finns det en klar begränsning på hur små hydrokoptrar som kan tillverkas. Propellerns storlek bör vara minst 1.5 m, vilket är alldeles för stort för bagageutrymmet hos en Volvo V70, då man även måste ta hänsyn till skrov, motor och andra delar och detaljer (Paersch, H., 2013).

Princip: Luftpropelldrivet fordon med flytkraftiga pontoner

Fördelar:

- Robust
- I princip underhållsfri
- Kursstabil

Nackdelar:

- Tung
- Mycket hög ljudnivå
- Vibrationsgenererande

Övriga farkoster:

En rolig och lite galen svensk uppfinning från Östersund är vad man kan kalla ”raketsparken”, en ångdriven spark som kan komma upp i en hastighet på över 100 km/h på fyra sekunder, vilket i dagsläget gör den till världens snabbaste spark. Slutligen är ”Fast track amfibian” en annan intressant amfibisk farkost. Detta är en terräng- och vattengående farkost som möjliggör smidiga övergångar mellan land och vatten som utnyttjar principen med larvfötter, vilket i princip bygger på den funktion som återfinns hos en snöskoter (Boustedt, T., 2013).

5.3 Idégenerering

Efter att ha analyserat kundbehovet och jämfört detta med de framdrivnings- och utformningsprinciper som framgick under föregående kapitel, 5.2.1 Inspirerande farkoster, kunde flertalet av principerna elimineras enligt nedan. Utöver detta har idéer spånats fram, till största del med hjälp av brainstorming.

Vad gäller framdrivningsmekanismen fanns sju förslag:

- Vattenjet
- Luftpropeller
- Vattenpropeller
- Skruvpropeller
- Kombinationer
- Larvfötter
- Stora hjul

Av dessa kunde vattenjet tidigt elimineras på grund av den enkla anledningen att den är högst beroende av vattenterräng, och kommer därför inte ha någon användning på is. Av samma anledning föll även vattenpropeller bort. Luftpropellern har dock inte samma problem och kan användas både på vatten- och isterräng. Den är dock alldeles för stor för projektets ändamål och ljudnivån står även för ännu ett problemområde. En annan princip som kan tänkas uppfylla projektets kravbild är skruvpropellern, dock anses den alldeles för opålitlig och farlig för nödställd samt förare. Det man däremot skulle kunna göra är att kombinera ovan nämnda principer och med det göra den allterränggående, fast detta skulle innebära ett allt för komplext och därmed ett även betydligt tyngre system, vilket då avskiljer sig från kravbild. Den princip som i detta arbete anses mest rimlig är larvfotsprincipen och stora hjul. Båda kan användas på land-, vatten- och isterräng, vilket är ett krav i detta arbete. Däremot har larvfötter större ytkontakt, vilket är bra vid is. Detta medför att kommande idéer och koncept kommer bygga på larvfotsprincipen.

Vad som tidigare framkommit är att bensin och/eller dieselbränsle är att föredra som drivmedel till räddningsfordon, då detta är högeffektiva bränslen. EcoPar är ett mer miljövänligt dieselbränsle som redan används till vissa enheter och kan därför ses som fördelaktigt framför både bensin och konventionella dieselbränslen. Detta gäller särskilt för räddningsfordon av lite större och tyngre modeller med relativt hög räckvidd. För en farkost av den storlek och räckvidd, som detta arbete behandlar, kan dock eldrift vara ett bättre alternativ. Det finns även möjlighet att driva larvfötter individuellt med elmotorer, vilket kan vara fördelaktigt ur ett flexibilitetssperspektiv. Om vikten på batteriet kan hållas nere är detta även en bra lösning både sett till miljövänlighet och ljudnivå. Det senare medför även ökad säkerhet då chansen för att höra isens ”varningstecken” (se kapitel 2.2 Isfakta) ökar.

Utöver hur konceptfarkosten principiellt skall drivas har det spånats fram idéer och tankar kring andra områden, så som utformning och extra tillbehör som kan vara nödvändiga att ha med under räddningsinsatserna. Dessa redovisas härafter.

Utformning av farkosten:

- Öppen eller täckt – en öppen farkost är betydligt enklare och mer kompakt, men är ur sjöräddningsmännens synpunkt desto sämre, då de måste klä på sig innan insatsen.

Det är även önskevärt att ha skydd för de nödställda. En täckt farkost kan dock vara i behov av vindrutetorkare, vilket i så fall måste tas hänsyn till.

Skrovutformning:

- Katamaran – då farkosten i princip består av två skrov, kommer den erhålla en betydlig högre stabilitet på havs- och isytan. Det kan även innebära lägre vikt och därmed minskad materialåtgång.
- Vanligt båtskrov – stabilt till viss del och kan göras självärätande med rätt design. Det kan även innebära en mer kompakt utformning i jämförelse till katamaranutformningen.
- Airboat-skrov – platt undersida som gör det lättare för farkosten att plana i hög hastighet.
- Snöskoterutformning – innebär skidor och flytande skrov.
- Vattenskoter – strömlinjeformad utformning

Utrymme för nödställd:

- Transportera nödställd på flotte
- Plats för nödställd bredvid förare
- Plats för nödställd bakom förare

Upptagning av nödställd:

- Utfällbar bår från farkosten
- Utdragbar bår från farkosten
- Integrerad bår i flotte
- Plats för befintlig bår på flotte
- Plats för befintlig bår i farkosten

Förarens position:

- Framåtlutande sittställning
- Bakåtlutande sittställning
- Liggande
- Stående

Möjlighet att stanna:

- Reversibel drivning
- Broms

Flytbärighet:

- Pontoner
- Flytkraftigt skrov
- Luftkudde

Styrning:

- Intern – styrning med hjälp av hastighetsskillnad hos larvfötterna (kräver två larvband)
- Extern – styrning med roder eller ledande delar, som i exempelvis bilar.

Övriga tankar och idéer:

- Vindskydd – bra för nerkylda och sparar tid, men innebär extra detaljer
- Styrdon – ratt, styrspak och ”cykelstyre” är möjliga lösningar
- Hastighetsreglering – konstant eller varierande hastighet
- Stötdämpning – inbyggd dämpning i larvfötterna
- Dubbar – isdubbar på larvfötterna för bättre grepp vid isunderlag

5.4 Morfologisk matris

Från föregående kapitel om idégenerering, resulterade framtagna idéer i en morfologisk matris som ses i tabell 5.1.

Tabell 5.1 Morfologisk matris

Funktion	1	2	3	4	5
Möjlighet att stanna	Reversibel drivning	Broms			
Drivmekanism	1 Larvband	2 Larvband	Hjul + 1 Larvband		
Drivmedel	El	Bensin	Diesel	EcoPar	
Motor	En huvudmotor	Individuell elmotor för varje larvband			
Hastighetsreglering	Konstant hastighet	Varierande hastighet			
Styrning	Intern	Extern			
Skrov	Katamaran	Airboat	Vattenskoter		
Utrymme för nödställd	Flotte	Bredvid föraren	Bakom föraren		
Flytbärighet	Pontoner	Flytkraftigt skrov	Luftkudde		
Bår	Utfällbar på farkosten	Utdragbar på farkosten	Integrerad i flotte + avtagbar	Plats för befintlig bår i flotte	Plats för befintlig bår i farkosten
Förarposition	Framåtlutande ställning	Bakåtlutande ställning	Liggande ställning	Stående ställning	
Vindskydd	Inget vindskydd	Överdragbart vindskydd	"MC"-vindskydd	Uppblåsbart vindskydd	
Styrdon	Styrspak	Ratt	"Cykelstyre"		
Belysning	Inget ljus	Inbyggt	Medtagbart		

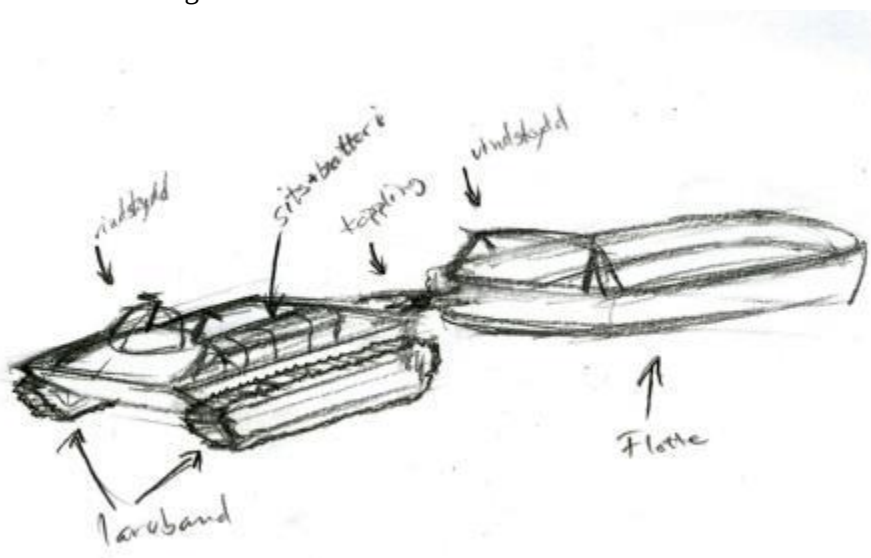
5.4.1 Koncept

Med hjälp av den morfologiska matrisen (se tabell 5.1) skapades sex olika koncept, som följer. Alla medför en besättning på minst två personer, varav en är förare, samt minst en passagerare.

Koncept 1 (se figur 5.6)

Möjlighet att stanna	Broms
Drivmekanism	2 larvband
Drivmedel	El
Styrning	Intern
Skrov	Airboat
Utrymme för nödställd	Flotte
Flytbärighet	Flytkraftigt skrov
Bår	Plats för befintlig bår i flotte
Motor	Individuell elmotor för varje larvband
Förarposition	Framåtlutande ställning
Vindskydd	"MC-vindskydd"
Styrdon	Styrspak
Hastighetsreglering	Konstant

Kommentarer: Inspiration är främst tagen från Rescue Tip-Board där utrymmet för den nödställda är draget av ett externt fordon. Tanken är att en sjöräddare drar ombord den nödställda på flotten medan en annan besättningsman endast är förare.

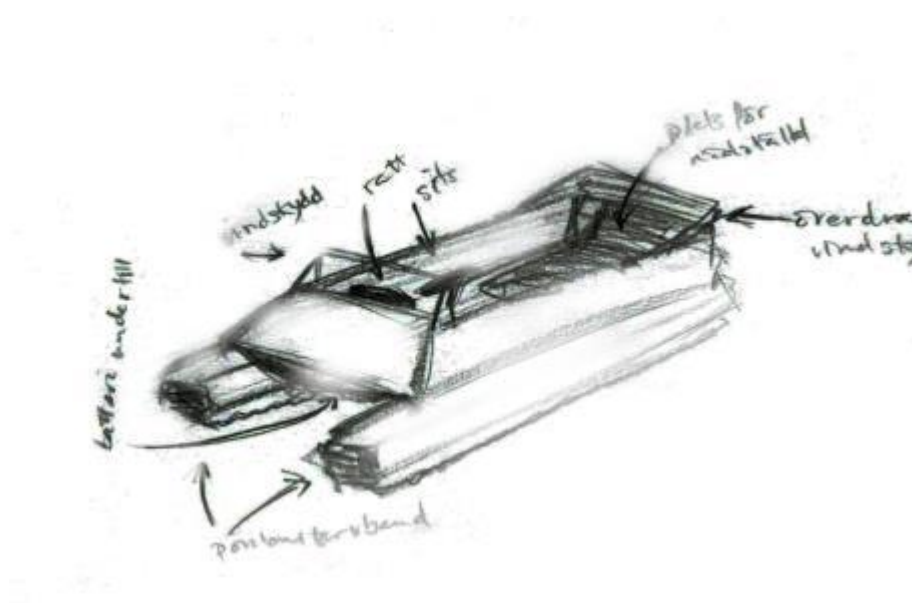


Figur 5.6 Koncept 1

Koncept 2 (se figur 5.7)

Möjlighet att stanna	Reversibel drivning
Drivmekanism	2 larvband
Drivmedel	Ecopar
Styrning	Intern
Skrov	Katamaran
Utrymme för nödställd	Bakom förare
Flytbärighet	Pontoner
Bår	Utdragbar på farkosten
Motor	En huvudmotor
Förarposition	Framåtlutande ställning
Vindskydd	Överdragbart vindskydd
Styrdon	Ratt
Hastighetsreglering	Varierande hastighet

Kommentarer: Detta koncept utgörs av endast en farkost som transporterar den nödställda på en utdragbar bår bakom föraren. Konceptet, sett till styrande farkost, är betydligt större än föregående. Flytbärigheten utgörs till största del av pontoner, i vilka larvbanden är tänkta att integreras.

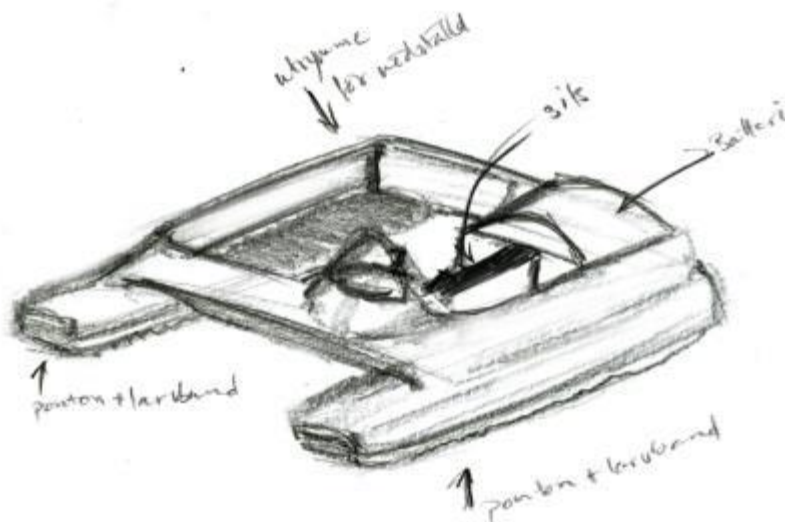


Figur 5.7 Koncept 2

Koncept 3 (se figur 5.8)

Möjlighet att stanna	Broms
Drivmekanism	2 larvband
Drivmedel	Ecopar
Styrning	Intern
Skrov	Katamaran
Utrymme för nödställd	Bredvid föraren
Flytbärighet	Pontoner
Bår	Plats för befintlig bår på farkosten
Motor	En huvudmotor
Förarposition	Framåtlutande ställning
Vindskydd	"MC-vindskydd"
Styrdon	Styrspak
Hastighetsreglering	Varierande hastighet

Kommentarer: sett till storlek och skrov är detta koncept likt det föregående med skillnaden att den nödställda här är placerad bredvid föraren.

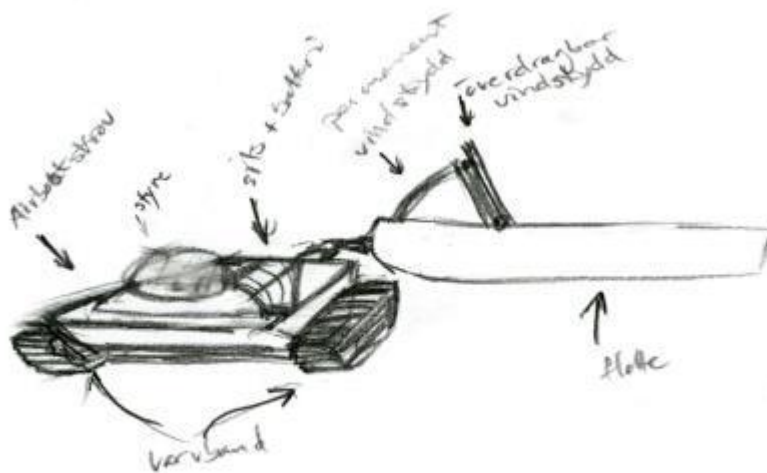


Figur 5.8 Koncept 3

Koncept 4 (se figur 5.9)

Möjlighet att stanna	Broms
Drivmekanism	2 larvband
Drivmedel	El
Styrning	Intern
Skrov	Airboat
Utrymme för nödställd	Flotte
Flytbärighet	Flytkraftigt skrov
Bår	Plats för befintlig bår på flotten
Motor	Individuell elmotor för varje larvband
Förarposition	Framåtlutande ställning
Vindskydd	Överdragbart vindskydd
Styrdon	Styrspak
Hastighetsreglering	Konstant

Kommentarer: Detta koncept är till sin helhet detsamma som koncept 1 med skillnaden att vindskyddet här är överdragbart samt att styrningen utgörs av två styrspakar. Tanken är att vika över flotten på farkosten då den inte ska användas, och på så sätt underlätta transporten, utan att behöva koppla bort flotten från farkosten. Detta innebär att koppling måste vara mycket rörlig i höjdlid och tillåta rotationsrörelse kring samma punkt.

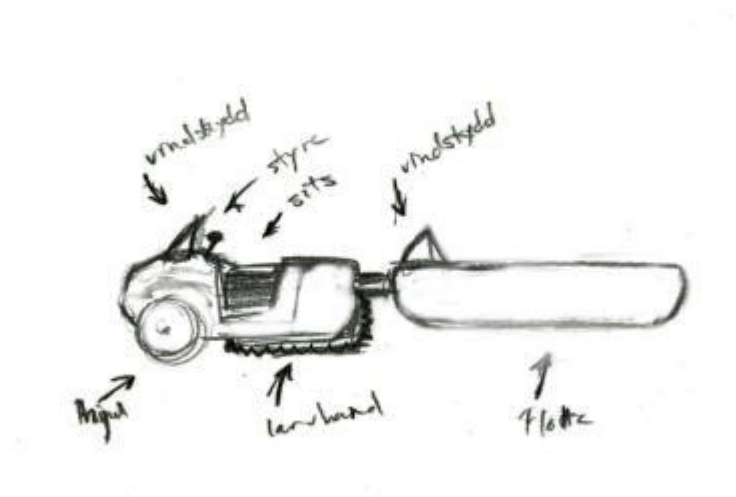


Figur 5.9 Koncept 4

Koncept 5 (se figur 5.10)

Möjlighet att stanna	Broms
Drivmekanism	Hjul + 1 larvband
Drivmedel	Bensin
Styrning	Extern
Skrov	Vattenskoter
Utrymme för nödställd	Flotte
Flytbärighet	Ponton
Bår	Integrerad i flotte + avtagbar
Motor	En huvudmotor
Förarposition	Framåtlutande ställning
Vindskydd	"MC-vindskydd"
Styrdon	"Cykelstyre"
Hastighetsreglering	Varierande hastighet

Kommentarer: Konceptet liknar till sin utformning en Quadski där den främsta framdrivningen sker av larvbanden medan hjulen står för styrningen. Båren är integrerad i flotten men kan vid behov lyftas av och bäras till ambulans eller liknande.

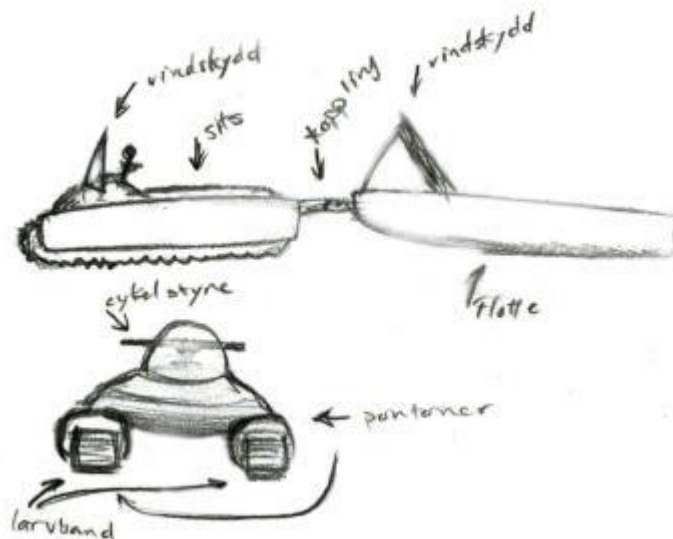


Figur 5.10 Koncept 5

Koncept 6 (se figur 5.11)

Möjlighet att stanna	Broms
Drivmekanism	2 Larvband
Drivmedel	El
Styrning	Intern
Skrov	Katamaran
Utrymme för nödställd	Flotte
Flytbärighet	Pontoner
Bår	Integrerad i flotte + avtagbar
Motor	Individuell elmotor för varje larvband
Förarposition	Framåtlutande ställning
Vindskydd	"MC-vindskydd"
Styrdon	"Cykelstyre"
Hastighetsreglering	Varierande hastighet

Kommentarer: En ledande farkost med katamaranliknande utformning där larvbanden är integrerade i pontonerna.



Figur 5.11 Koncept 6

5.5 Konceptval

Konceptvalen gjordes med hjälp av Pughs matris som redovisas i tabell 5.2.

5.5.1 Pugh-matris

Tabell 5.2 Pugh matris

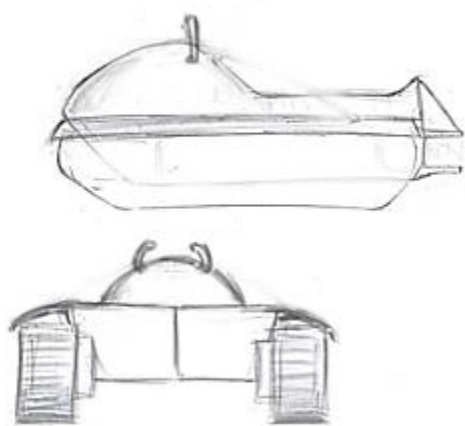
	Jämförelse	Koncept					
Funktion	Svävare	1	2	3	4	5	6
Möjlighet att stanna		+	0	+	+	+	+
Styrning		+	+	+	+	+	+
Miljövänlighet (utsläpp)		+	+	+	+	-	+
Flytbärighet		0	0	0	0	0	0
Utrymme för nödställd		+	-	-	+	+	+
vindskydd		0	+	0	+	0	0
ljud		+	+	+	+	+	+
Summa		5	3	3	6	3	5

För att välja det mest fördelaktiga konceptet jämfördes alla koncept med SSRS mindre svävare (se kapitel 3.2.3 *Öppen svävare*), eftersom denna farkost är den som är mest lämpad för uppdraget i dagsläget och som är mest lik de ovanstående koncepten ur funktionalitetssynpunkt.

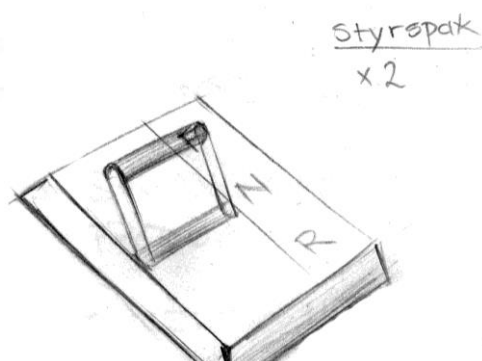
Ur Pugh matrisen kan det avläsas att koncept 4 var det koncept som erhöll högst poäng och därför valdes för vidareutveckling.

5.5.2 Skisser

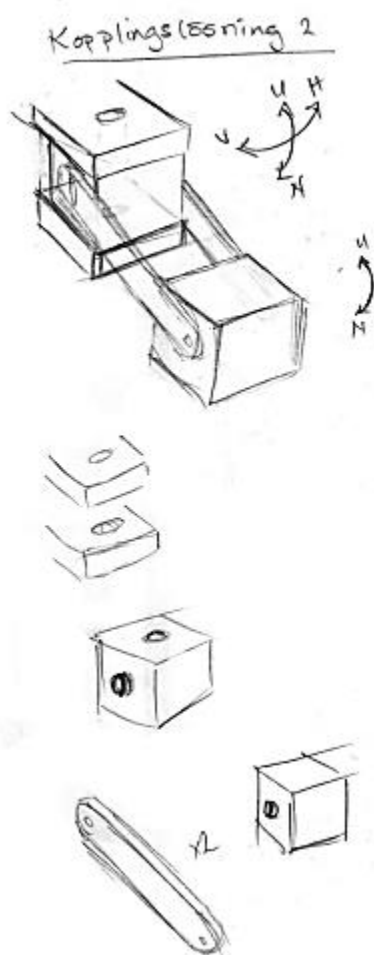
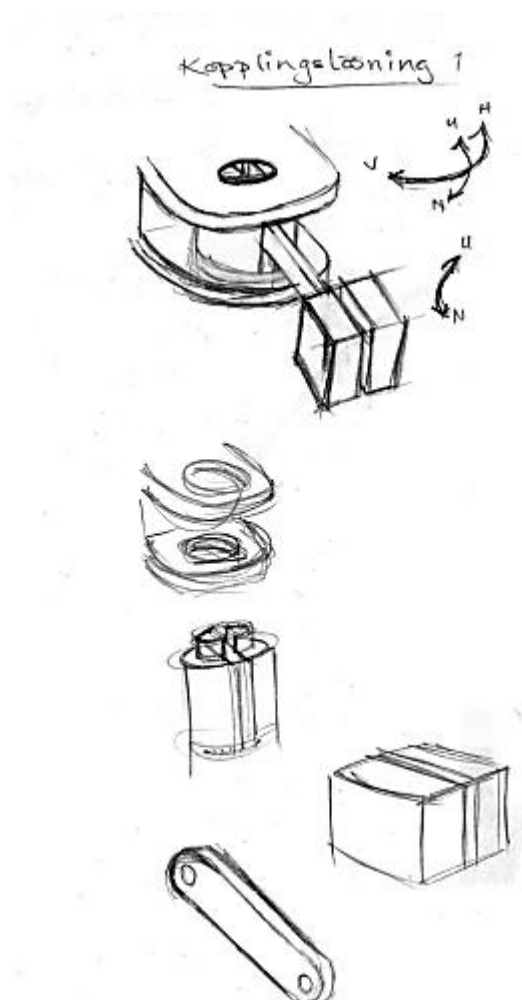
För att tydliggöra det valda konceptet gjordes tidiga skisser av den styrande farkosten, flotten och övriga detaljer. Dessa utgjorde underlag för tidiga prototyper (mock-up) och kan ses nedan (se figur 5.12 till 5.15).



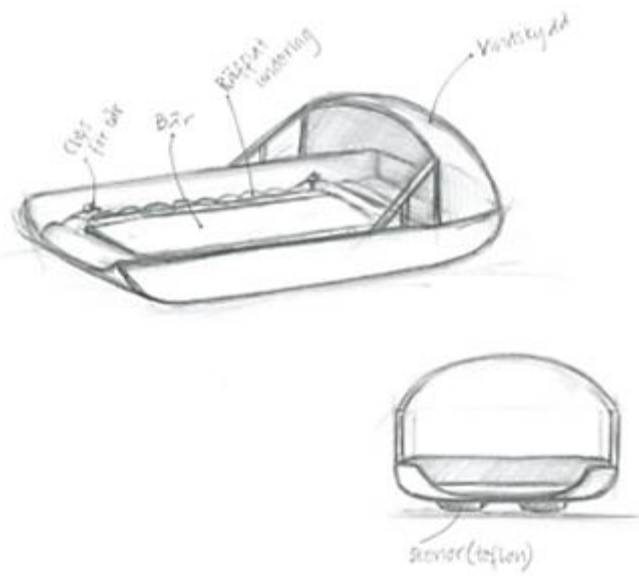
Figur 5.12 Konsept 4 från två vyer



Figur 5.13 Styre



Figur 5.14 Två kopplingsalternativ



Figur 5.15 Flotte från två vyer

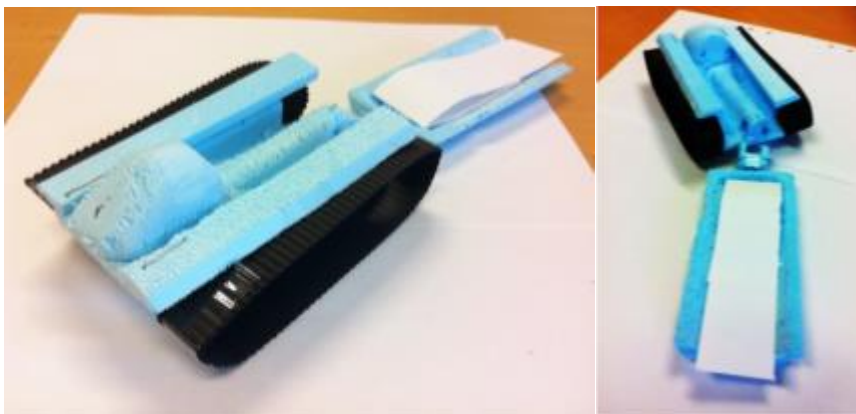
5.5.3 Mock-up

Efter utförda skisser skapades olika prototyper av konceptet i blå cellplast med detaljer i capaboard, veckad wellpapp och ståltråd (se figur 5.16 och 5.17). Detta för att hitta och testa lämplig form och funktion.



Figur 5.16 Koncept 4, version 1, två vyer

Figur 5.16 visar en prototyp som ger ett kraftfullt men även ett något tungt intryck där föraren sitter högt upp på farkosten.



Figur 5.17 Koncept 4, version 2 två vyer

Figur 5.17 visar istället en lite lättare farkost där föraren kommer närmare vattenytan. Dessutom kan den tillhörande flotten ses i bild, här med papper som illustrerar den medföljande båren.

Flotte

En flotte med plats för minst två personer, både sjöräddare och nödställd, skall användas i samband med farkosten. Tanken är att sjöräddaren är placerad i flotten redan vid uttryckningen. Flotten är utrustad med skenor, ytbehandlade med teflon, på undersidan för att minska friktionen på både is och i vatten, dessutom står skenorna för ytterligare en konstruktion som styr upp robustheten i flotten. Flotten ska vara robust för att göra det säkrare för passagerarna, så att dessa inte utsätts för onödig materiell påverkan, såsom buktningar som förekommer vid mindre robusta konstruktioner. För sjöräddarens säkerhet är flottens botten räfflad för att ge grepp då denne skall dra upp den nödställda i flotten från aktern.

På flotten finns det även utrymme för en befintlig bår som fästs i flotten med hjälp av clips och därmed är avtagbar vid behov. Botten på flotten är nersänkt och anpassad efter båren, för att det inte ska bli någon höjdskillnad på flottens golv och bårens yta och därmed vara lättare att placera den

nödställda på bårn. Då SSRS befintliga bår är tänkt att användas har bårn samt dess fastsättning i flotten inte behandlats vidare i detta arbete. Vidare finns ett överdragbart vindskydd för att skydda sjöräddare och nödställd från vind och stänk, vilket beskrivs utförligare under nästa rubrik Vindskydd. Dessa funktioner illustreras med modeller i skumplast och capaboard (se figur 5.18).



Figur 5.18 Flotte från tre olika vyer

Vindskydd

Till detta koncept har ett överdragbart vindskydd valts till flotten, vilket innebär en kombination av både öppen och täckt flotte. Den utbuktande delen på figuren illustrerar ett permanent vindskydd, vilket stabiliserar konstruktionen. Från detta kan vindskyddet förlängas med hjälp av ett plasthölje som fästs på flottens sidor och akter, en tänkbar liknelse är barnvagnar och dess regnskydd. Vindskyddet utgör en viktig del av flotten då den innebär skydd för den nödställda och möjliggör att eventuellt blöta kläder kan bytas utan större problem (se kapitel 2.2 *Isfakta*). Farkosten i sig har även den ett vindskydd, men som inte är överdragbart utan mer kan ses om framrutan på en bil.

Kopplingar

Nedan visas två typer av kopplingar som kan användas för att fästa flotten till farkosten, medan det medför en viss frihet i rörelse, i höjdlid och sidlid. Koppling 1 (figur 5.19) är lite enklare och kräver något färre delar, men frihetsgraden i höjdlid är betydligt mer begränsad än koppling 2 (figur y och z). Då tanken är att flotten ska vikas över utan att behöva koppla bort flotten från farkosten, är koppling 2 mer fördelaktig då den tillåter större rotationsrörelse kring mittaxeln. Vilket innebär att trots att koppling 1 kan vara mer fördelaktig ur materialmängd, är koppling 2 den enda av dessa två som tillåter möjligheten att vika över flotten på farkosten och därför den koppling som har valts till detta koncept.



Figur 5.19 Koppling 1



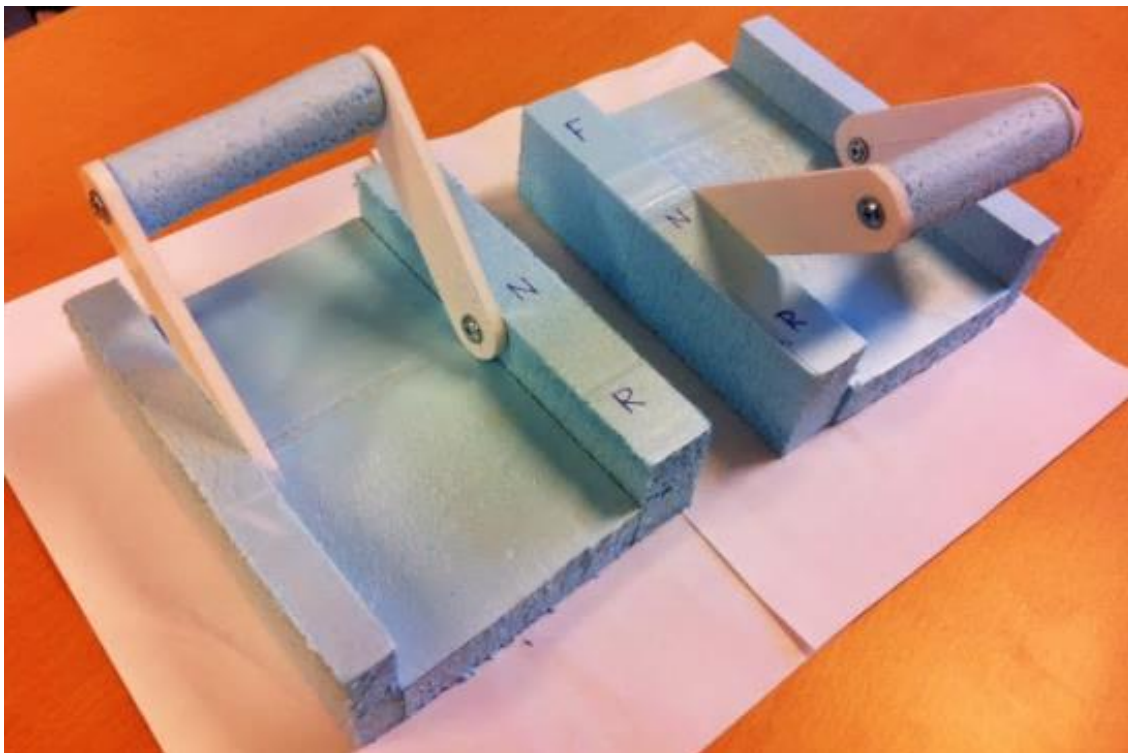
Figur 5.20 Koppling 2

Vidare kan det diskuteras om det ska vara en eller två kopplingar. Två kopplingar är mer robust men kräver mer material och fler delar och krävs fler moment vid frångkoppling. En koppling innebär då färre delar och mindre material och blir därmed även flexiblare men också strukturellt svagare. Då detta koncept är litet och lätt är det inte lika nödvändigt att använda sig av två kopplingar, varför en koppling har valts att användas.

Styre

Styrningen består av två styrspakar på grund av den enkla hastighetsreglering som konceptet erhåller. Hastighetsregleringen består av tre lägen. F för forward (kör framåt), N för neutral (ingen hastighet) och R för reverse (kör bakåt), se figur 5.21 nedan.

Styrspakarna kan förutom att erbjuda styrning av farkosten också reglera hastigheten och fungera som "on och off knapp". För att öka säkerheten och minska risken för att farkosten fortsätter i någon riktning, exempelvis om föraren ramlat överbord, är styrspaken utrustad med ett dödmansgrepp vilket medför att farkosten saktar in och stannar in om föraren tappar greppet om styrspaken (Nationalencyklopedin, 2013(6)). Ytterligare en säkerhetsåtgärd som är inbyggd i styrspaken är en nödbromsprincip, i form av en knapp, placerad på sidan av respektive styrspak.



Figur 5.21 Styre i skumplast

5.5.4 Workshop

För att i ett tidigt skede kunna utvärdera konceptet i sin helhet och möjliggöra förbättringar innan utvecklingsprocessen skridit allt för långt utfördes en workshop med åtta deltagande personer från Designingenjörsprogrammet på Chalmers. Denna utvärdering behandlade styrningen av farkosten i form av ett stresstest där deltagarna en och en fick utföra styrande rörelser på kommando. Efter genomgången fick gruppen uttrycka sina åsikter om styrkonceptet och diskutera möjliga förbättringar. Efter hand styrdes diskussionen över till att behandla hela farkostkonceptet och deltagarna spånade fritt kring utformningen och framdrivningen av konceptet. Nedan redovisas resultatet.

Styrning

Ur workshoppen framgick det att styrning med styrspak i sin helhet är en helt fungerande lösning, men bör ses över mera. Till exempel föreslogs det att ha en steglös styrspak för en flexiblare och mer intuitiv styrning. Det fanns även tankar om att styrspakarna bör hamna i ett låst läge då tvärbromsfunktionen aktiveras samt att istället för knapp använda en switch, för en mer intuitiv bromsfunktion. För att förhindra en alltför plötslig hastighetsökning eller att styrspaken hamnar i ett felaktigt läge, vilket kan medföra riskabla situationer, kan det vara fördelaktigt med en koppling mellan spakens huvudlägen.

Flotte

Vad som tydligt påpekades under diskussionen var det faktum att flotten inte under några omständigheter får slå runt. Detta kräver en mycket stabil konstruktion, särskilt sidledes, vilket möjligen skulle kunna lösas med flytkraftiga pontoner som antingen är permanenta, avtagbara eller utfällbara. Detta är också viktigt om räddning och ombordtagning av nödställd ska kunna ske längs flottens sida, vilket ansågs vara lika nödvändigt som att kunna ta ombord den nödställda vid flottens bakre del. En lösning som kom på tal var att använda nät för att ”fånga in” den nödställda på ett snabbt och effektivt sätt.

Deltagarna hade delade meningar om huruvida det är bra att skilja på förarens och den nödställdes transporter, dvs. om det är bra att använda flotte eller att endast använda en enhet till ändamålet. Det diskuterades därför hur det på ett enkelt sätt skulle gå att kombinera den styrande farkosten och flotten till ett fordon. En idé var då att kunna förlänga farkosten för att få plats till nödställd. En annan var att konstruera en flotte runt om farkosten.

Trots att idén med att kombinera farkost och flotte har sina fördelar anser projektgruppen att fördelarna med att använda flotte väger över. Den främsta fördelen med att dela upp drivande farkost och transport för nödställd är att den totala bärvikten fördelas över en större yta. Detta innebär en möjlighet att konstruera både lättare och stabilare konstruktioner och att risken för att slå omkull, vid exempelvis vågsvall eller ojämn is, minskar. En flotte medför dessutom att utrymmet för den nödställda ökar, vilket i sin tur leder till ökad komfort för densamma.

Dessa tankar och idéer har med utgångspunkt i koncept 4 genererat en vidareutvecklad konceptlösning, där särskilt utformning och funktion av flotte och styrsystem har förbättrats, vilket redovisas i kommande kapitel.

Vidareutveckling av koncept 4

Här nedan ses koncept 4 såsom det ursprungligen var utformat, se kapitel 6.2.

Koncept 4

Möjlighet att stanna	Broms
Drivmekanism	2 larvband
Drivmedel	El
Styrning	Intern
Skrov	Airboat
Utrymme för nödställd	Flotte
Flytbärighet	Flytkraftigt skrov
Bår	Plats för befintlig bår på flotten
Motor	Individuell elmotor för varje larvband
Förarposition	Framåtlutande ställning
Vindskydd	Överdragbart vindskydd
Styrdon	Styrspak
Hastighetsreglering	Konstant hastighet

Med de förbättringsförslag som framkom ur workshopen i åtanke genererades koncept 4.1 fram, se nedan.

Koncept 4.1

Möjlighet att stanna	Broms
Drivmekanism	2 larvband
Drivmedel	El
Styrning	Intern
Skrov	Airboat
Utrymme för nödställd	Flotte
Flytbärighet	Flytkraftigt skrov
Bår	Plats för befintlig bår på flotten
Motor	Individuell elmotor för varje larvband
Förarposition	Framåtlutande ställning

Vindskydd	Överdragbart vindskydd
Styrdon	Styrspak
Hastighetsreglering	Varierande hastighet

Den enda skillnaden mellan koncept 4 och koncept 4.1 är att istället för att ha endast en konstant hastighet möjliggörs att hastigheten varieras med hjälp av steglösa styrspakar, vilket föreslogs under workshopen. Detta medför en enklare och mer intuitiv körning eftersom föraren snabbt får feedback på farkostens riktning och hastighet. Vid kraftig deacceleration, såsom tvärbromsning, finns det risk för att föraren hastigt trycks framåt, vilket i sin tur kan medföra att styrspakarna förs framåt till maximalt hastighetsläge. Farkosten kommer då att accelerera framåt istället för att tvärbromsa, vilket direkt utgör en säkerhetsrisk för såväl sjöräddare som nödställd och de personer som kan finnas i omgivningen. För att undvika detta bör spakarna låsas i neutralläge då tvärbromsen används, för att motverka problemet med deaccelerationen. För att undvika ofrivillig hastighetsändring under körning bör det finnas kopplingslägen på styrspakarna, vilka tillfälligt låser spakarna i dess tre huvudlägen och på så sätt förhindrar att farkosten sätts i maximal hastighet alltför plötsligt.

Vidare har vissa ändringar skett på flottens utformning, detta för att uppnå god stabilitet och upptagningsförmåga. Deltagare i workshopen hade främst synpunkter på flottens stabilitet i sidled, särskilt vid upptagning av nödställd som befinner sig i ett läge som kräver stor sidledsrörelse av flottens sjöräddare. Detta är viktigt att beakta och undersöka vidare för att kunna erhålla god säkerhet.

Kopplingen mellan farkosten och flotten kommer utgöra en säkerhet för att förhindra att flotten tippar över, varför den behöver dimensioneras till att bli så robust som möjligt utan att konceptets vikt och enkelhet påverkas i för hög grad. Det är viktigt att tänka på att flotten kommer agera på olika sätt beroende på om den befinner sig i vatten eller på is. Då konceptet används i vatten finns risk för krängningar vid exempelvis vågsvall vilket kan sätta farkost och flotte i gungning. När konceptet används på is föreligger risken att stöta emot driv- och packis vilket kan leda till att flotten kantrar, vilket direkt även påverkar farkosten. Detta innebär att kopplingen måste konstrueras till att medge viss rörlighet hos flotten i förhållande till farkosten och tvärtom samtidigt som den behöver vara tillräckligt stabil. Därutöver kommer flotten vid upptagning av nödställd att stabilisera upp sig själv genom att dess vikt fungerar som en motvikt.

Vidare vad gäller upptagning av nödställd hade workshopen åsikter om att upptagning borde kunna ske även på flottens sidor, istället för endast baktill. För att underlätta detta kan lägre sidokanter vara att föredra. Därtill kan ett stycke av flottens sidokanter bestå av ett mjukt och flexibelt material som medför att en person kan dras ombord på ett sätt som gör det mer komfortabelt för den nödställda. För att inte ta in vatten baktill på flotten vid upptagning eller då konceptet accelererar bakåt kan det vara fördelaktigt att använda någon form av en lucka eller en nedfällbar ramp som enkelt kan fällas upp och ned. För att få en vibrationsdämpande effekt på flotten vid körning på ojämn is kan det vara av värde att använda någon form av fjädersystem mellan skrovet och glidskenorna.

5.6 Beräkningar

Följande kapitel behandlar beräkningar om vikt, volym och bärighet som kan användas som underlag till konceptutvecklingen.

5.6.1 Rekommenderad viktgräns

Ur kundbehovet framkom önskemålet att kunna lyfta farkosten in i och ut ur bagageutrymmet på en Volvo V70. Av denna anledning kollades måtten på ett bagageutrymme hos en Volvo av denna modell upp. Bredden är 1,1 m, längden 1,8 m då bakre säten är fällda och höjden är 0,7 m. Dessa mått blir av den anledningen även gränsmåtten för konceptet. Höjden från marken till bagageutrymmet beräknades vara 0,8 m, vilket även ger farkosten en viktbegränsning, då det finns större risk för skada när man överstiger en viss vikt vid den höjd. Vikten beräknades med NIOSH lyftekvation, som ser ut så här:

$$RWL = 23 \times H_m \times V_m \times D_m \times A_m \times F_m \times C_m \text{ (se figur 5.22 för respektive avstånd)}$$

RWL = Recommended Weight Limit = rekommenderad viktgräns

23 = utgångspunkt för en lyftkraft, 23 kg

$$H_m = \text{horisontell faktor} = \frac{25}{H}$$

där H = horisontella avståndet mellan fötterna och greppstället

$$V_m = \text{vertikal faktor} = 1 - (0.003|V - 75|)$$

där V = vertikal avståndet mellan golvet och greppstället

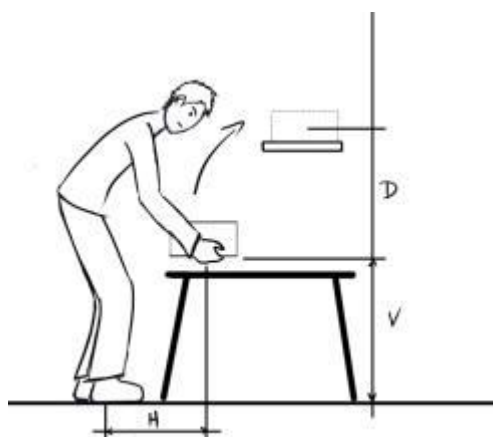
$$D_m = \text{avståndsfaktor} = 0.82 + \left(\frac{4.5}{D}\right) \text{ där } D = \text{lyftsträcka}$$

$$A_m = \text{assymetrisk konstant} = 1 - (0.0032A)$$

där A = assymetrisk vid lyft med vriden överkropp

F_m = Frekvensfaktor, tagen från tabell 5.1

C_m = kopplingsfaktor, tagen från tabell 5.2



Figur 5.22 Figur på avståndsbezeichnung (Källa: Avbildad från Osvalder, A. et al, 2010)

Tabell 5.1 Frekvensfaktor (Källa: Osvalder, A. et al, 2010)

Lyftfrekvens [lyft/min]	Arbets varaktighet					
	2 – 8 [h]		1 – 2 [h]		< 1 [h]	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
0,2	0,85	0,85	0,95	0,95	1,00	1,00
0,5	0,81	0,81	0,92	0,92	0,97	0,97
1	0,75	0,75	0,88	0,88	0,94	0,94
2	0,65	0,65	0,84	0,84	0,91	0,91
3	0,55	0,55	0,79	0,79	0,88	0,88
4	0,45	0,45	0,72	0,72	0,84	0,84
5	0,35	0,35	0,60	0,60	0,80	0,80
6	0,27	0,27	0,50	0,50	0,75	0,75
7	0,22	0,22	0,42	0,42	0,70	0,70
8	0,18	0,18	0,35	0,35	0,60	0,60
9	0,00	0,15	0,30	0,30	0,52	0,52
10	0,00	0,13	0,26	0,26	0,45	0,45
11	0,00	0,00	0,00	0,23	0,41	0,41
12	0,00	0,00	0,00	0,21	0,37	0,37
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabell 5.2 Kopplingsfaktor (Källa: Osvalder, A. et al, 2010)

Kontakt	V<75	V≥75
Bra	1,00	1,00
Acceptabel	0,95	1,00
Dålig	0,90	0,90

Värden som användes:

$$H = 10 \text{ cm} \Rightarrow H_m = 1.5$$

$$V = 0 \Rightarrow V_m = 0.775$$

$$D = 80 \text{ cm} \Rightarrow D_m = 0.87625$$

$$A = 0 \Rightarrow A_m = 1$$

$$\text{Ur tabell X, } [V < 75][1 \text{ min}] \Rightarrow A_m = 0.94$$

$$\text{Ur tabell y, Acceptabelt, } [V < 75] \Rightarrow C_m = 0.95$$

$$\Rightarrow \text{RWL} \approx 21 \text{ kilogram}$$

Detta gäller för en person, och på grund av det kan det beräknas att för två personer är den rekommenderade viktgränsen 42 kilogram. Om vikten på det slutliga konceptet överstiger 42 kilogram, är det lämpligt att antingen ha ytterligare en person som lyfter eller anordna en ramp för att förflytta farkosten från mark till bagagelucka. Däremot betyder det inte att en person endast kan lyfta 21 kilogram eller att man måste vara flertalet personer för att lyfta tyngre vikt. Vid behov lyfter en person betydligt mer men då ökar även risken för skador. Denna ovan beräknade rekommendationsvikt kan dock användas som ett målvärde för farkostens sluttyngd.

5.6.2 Volym och bärighet

För att uppskattningsvis kunna beräkna farkostens maximala totalvikt kan teorin om Arkimedes princip, se kapitel 2.1.1, användas. För att förenkla beräkningen ses farkosten här som ett rätblock med sidorna l , a och b .

De krafter (se figur 5.23) som påverkar objektet i vatten är då:



Figur 5.23 Kraftpåverkan

$Q = m \cdot g$ där m = objektets massa och g = gravitationskraftskonstant, vilket är en nedåtriktad kraft.

Och $D = \text{flytkraft} = \rho_f \cdot V \cdot g = \rho_f \cdot L \cdot a \cdot b \cdot g$, där ρ_f = fluidens densitet, i detta fall vatten.
 V = den undanträngda fluidens volym. Som är en uppåtriktad kraft.

Med dessa två ekvationer kan jämvikt fås enligt:

$$D - Q = 0 \Rightarrow D = Q \Rightarrow \rho_f \cdot L \cdot a \cdot b \cdot g = m \cdot g \Rightarrow$$

$$m = \rho_f \cdot L \cdot a \cdot b$$

$$\rho_f = \rho_{H_2O} = 998 \frac{kg}{m^3}$$

$$L = 1,7 \text{ m}$$

$$a = 0,15 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad V = 0,255 \text{ m}^3$$

$$b = 1 \text{ m}$$

Där L är bagageutrymmets längd minus en marginal på tio cm, a är höjden på uppskattad mängd undanträngt vatten och b är bredden på bagageutrymmet minus en marginal på tio cm.

$$\Rightarrow m = 998 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,255 \text{ m}^3 \approx 255 \text{ kilogram}$$

Farkostens maximala totalvikt, då den tillåts sjunka femton cm, uppskattas på detta sätt till att vara 255 kilogram, vilket inkluderar hela farkosten samt passagerare.

5.6.3 Beräkning på effektbehov

Formeln för motståndet hos ett objekt under rörelse i en fluid, även kallat motståndskraft (se figur 5.24), kan i samband med effektberäkning, beräkna det totala effektbehov som krävs för att detta koncept ska fungera.

Formeln för motståndskraften lyder:

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot C_D \cdot A \text{ (ekvation 1)}$$

där

$$F_D = \text{Motståndskraften [N]}$$

$$\rho = \text{fluidens densitet } \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$v = \text{hastigheten på objektet } \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$C_D = \text{Motståndskoefficienten [-]}$$

$$A = \text{Tvärarean på objektet} = b \cdot h \text{ [m}^2\text{]}, \text{ där } b = \text{bredden [m]} \text{ och } h = \text{höjden [m]}$$

I detta fall:

$$\rho_1 = \text{vattnets densitet} = \frac{998 \text{ kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_2 = \text{luftens densitet} = \frac{1,3 \text{ kg}}{\text{m}^3}$$

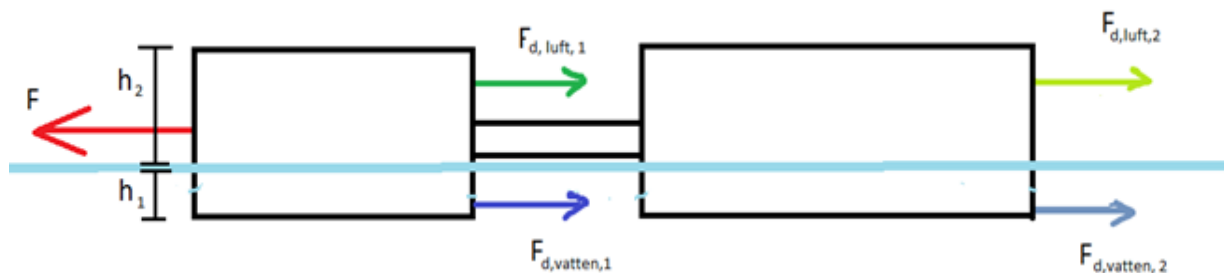
$$C_D = 1,05 \text{ (kubisk figur)}, 0,4 \text{ (bilprofil)}$$

$$h_1 = \text{från botten till vattenyta (farkost och flotte)} = 0,15 \text{ meter}$$

$$h_2 = \text{från vattenyta till topp (farkost och flotte)} = 1 \text{ meter}$$

$$b_1 = \text{farkostens bredd} = 1 \text{ meter}$$

$$b_2 = \text{flottens bredd} = 1,2 \text{ meter}$$



Figur 5.24 Motståndskraft

Effektekvation: $P = F \cdot v$ [W] (ekvation 2)

Genom att kombinera ekvation ett och två, kan erforderlig effekt beräknas. Vidare undersökning visade dock att det förekommer effektförluster på grund av verkningsgraden för transmissionen hos larvbandet. Transmissioner beräknas ha en verkningsgrad på cirka 95 - 98 procent (Yu. M. Buzin, 2011). Då larvbandet är relativt likt ett vattenhjul till funktion och form, antogs verkningsgraden vara densamma, vilket är på cirka femton procent (Alexander J.K, 2008). För att sedan räkna ut det totala verkningsgraden kan följande formel användas:

$$P_{elmotor} = \frac{P_{last}}{\eta_{tot}}$$

där P_{last} = tidigare beräknad effekt (ekvation 1 + 2)

η_{tot} kan beräknas enligt $\eta_{tot} = \eta_{transmission} \cdot \eta_{larvband}$

I detta fall

$\eta_{transmission} = 90 \%$ (Verkningsgraden för mekanisk transmission ligger mellan 95 – 98 % enligt källa. För att få en säkerhetsmarginal valdes dock $\eta_{transmission}$ till 90 %.)

$\eta_{larvband} = 15 \%$

Detta ger en total verkningsgrad på $0,90 \cdot 0,15 = 0,135 = 13,5 \%$

Genom att kombinera nämnda ekvationer och ge farkosten ett flertal hastigheter som utgångspunkt, kunde två diagram därefter skapas, se figur 5.25 och 5.26.



Figur 5.25 Diagram över effektbehov, vid C_d = kubisk profil



Figur 5.26 Diagram över effektbehov, vid C_d = bilprofil

I första diagrammet antogs C_d vara detsamma som för en kub ($C_d = 1.02$), men då farkosten är betydligt mer strömlinjeformad än en kub gjordes ett diagram till där C_d var detsamma för en bil ($C_d = 0.4$). Farkosten antas därefter ha ett effektbehov som ligger någonstans mellan dessa två diagram.

Därefter valdes en lämplig motor CPM90 Twin, en elmotor från Compact power motors, med en nominell effekt på 8 kW och en maxeffekt på 12 kW (Cpmotors, 2008). Då respektive larvband är tänkt att drivas av varsin motor, blir total nominell effekt 16 kW och en maximal effekt 24 kW. Detta ger en maxhastighet på cirka 2,7 m/s, i vatten, för kubprofilen och 3,7 m/s för bilprofilen (förutsatt att farkosten endast sjunker 15 centimeter). Alltså kan sluthastigheten beräknas hamna i närheten av dessa värden. Då drifttiden antas vara åtminstone en timme, krävs totalt 24 kWh av batterier. Med Bostons power Swing 5300, som är ett laddningsbart litium-jon batteri med energidensiteten 207 Wh/kg, skulle den totala nödvändiga batterivikten uppgå till cirka 116 kilogram, vilket anses för tungt för detta ändamål.

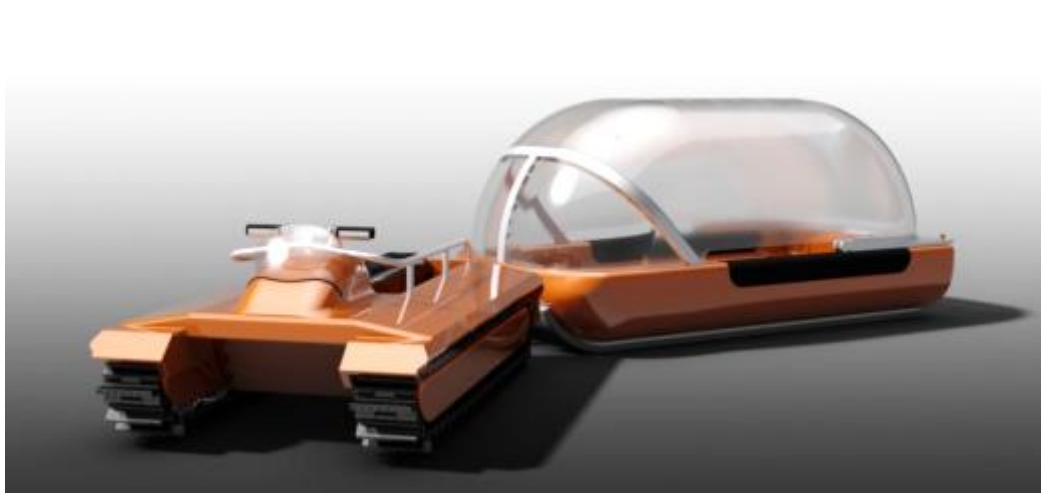
Enligt Nyteknik, kommer det inom snar framtid tillverkas batterier med en energidensitet på cirka 600 Wh/kg, även om 500 Wh/kg är ett mer realistiskt värde (Abrahamson, H. 2013). Om dessa batterier hade använts till konceptet istället skulle batterimängden väga totalt 40 kilogram, vilket kan anses helt acceptabelt. Detta skulle då resultera i att mängden batterier uppgår till en vikt av 48 kilogram, vilket också anses tillräckligt lågt för farkostens ändamål. Detta betyder dock att farkosten, i sin nuvarande form, inte kan realiseras förrän batterier med så hög energidensitet har tillverkats.

Eftersom dessa batterier ännu inte finns, innebär det också att måtten för dessa får uppskattas genom antaganden. Genom att ta Boston Powers batteriers mått dividerat med styckvikten, kunde batteriernas densitet uppskattas. Batterierna som ännu är på utvecklingstadiet antas därefter ha en densitet som är densamma som Boston Powers batterier, vars densitet är ca 2000 kg/m^3 . En batterivikt på 50 kilogram skulle därmed resultera i en volym på $0,025 \text{ m}^3$ vilket är ca 10 % av farkostens totala volym.

5.7 Presentation av slutkoncept

Här nedan presenteras slutkonceptet, där ingående delar diskuteras och benämns i lite större utsträckning. Vidare kommer även visualiseringar av modellen, som byggdes upp med hjälp av Catia V5 R19, och renderades i Autodesk Showcase, visas för att ge läsaren en inblick på hur konceptet är tänkt att se ut.

5.7.1 Farkost



Figur 5.27 Renderad CAD-modell på Koncept 4

Skrovutformning

Farkostens skrov är utformat för att efterlikna ett airboatskrov, med platt undersida, men med larvbanden placerade längs farkostens sidor påminner den dock mer om en katamaran. Den mittersta delen består av en mittkonsol med integrerad sits, benutrymme, styrning och hastighetsreglering samt ett litet främre vindskydd vilket visas i figur 5.27. Larvband samt styrning och hastighetsreglering beskrivs mer ingående under kommande rubriker i detta kapitel.

Farkostens resulterande mått, som använts för CAD-modellen, är följande:

Farkostens utvändiga mått:

Bredd: 1,45 meter

Längd: 2,6 meter med koppling, ca 2,5 meter utan koppling

Höjd: 0,71 meter

Dessa mått överskrider de ursprungligt tagna måtten för ett bagageutrymme hos en Volvo V70, se kapitel 5.6.1. Detta har ansetts nödvändigt för att få farkosten att erhålla de önskade funktionsenliga egenskaperna (mer om detta i avsnitt *Farkostens slutliga vikt och flytkraft*).

Mått för sits och benutrymme:

Sitsbredd: 0,30 meter

Sitslängd: 1.5 meter

Benutrymme: 0,26 meter

Då förarens sitsposition är tänkt att vara något framåtlutad, liknande den ställning som hos en vattenskoterförare, har ett benutrymme på endast 26 centimeter i bredd ansetts tillräckligt. Det vill säga, för detta stadiet i utvecklingsprocessen.

För att erhålla större säkerhet för förare och eventuell passagerare har farkosten utrustats med ett räcke längs dess sidor samt framför styrspakarna, se figur 5.28 nedan. Räcket är av stort värde då farkosten är relativt lågt dimensionerad i höjddled, detta för att ge så god stabilitet och så låg vikt som möjligt. En annan säkerhetsaspekt är att farkostens sidor har förlängts ut över larvbanden, vilket minskar klämriskerna för såväl förare som omgivande personer. Denna åtgärd fungerar även som skydd för vattenstänk, särskilt då skrovet förlängts i form av ett hjulhus som går ned något både framför och bakom larvbanden.

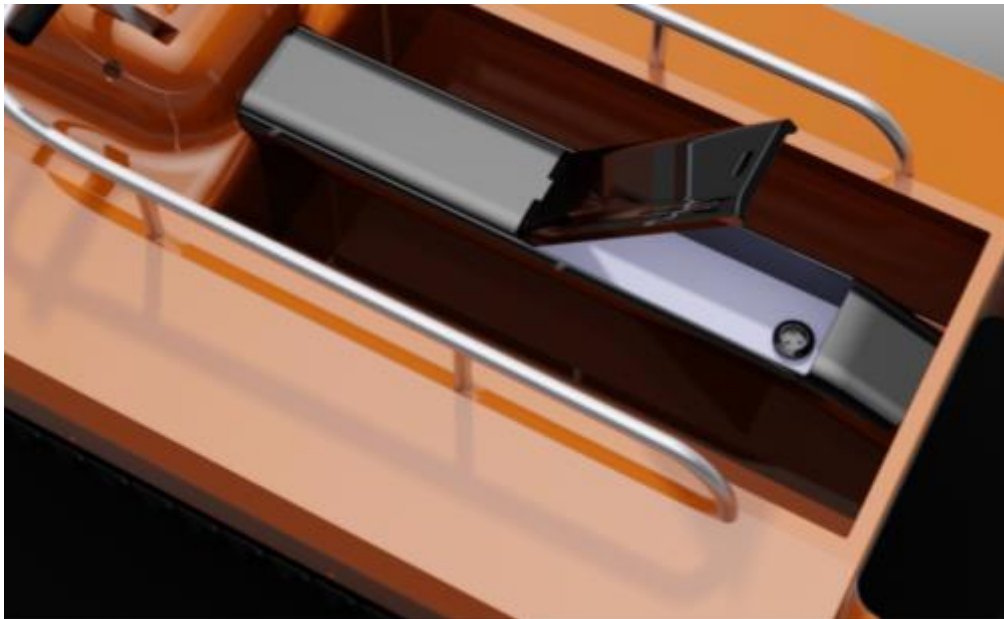


Figur 5.28 Två vyer på koncept 4, renderad

I och med att farkosten i höjddled är lågt dimensionerad kommer dess metacentrum vid rotation (sidonedsänkning) vara relativt nära farkostens gravitationscentra, vilket innebär att möjligheten för självvrättning (se kapitel 2.1. *Hydrodynamik*) är ganska låg. Däremot krävs mer utförliga beräkningar för att säkerställa detta, vilket kan vara av stort värde då självvrättning är en bra egenskap hos vattengående farkoster. Likaså kan självlänsning vara av vikt för denna typ av farkost och kan erhållas med hjälp av ett litet hål i farkostens skrov.

Konceptet innefattar drift med elmotorer samt tillhörande batterier och utrymme för elmotorerna har därför avsatts inuti skrovet, nära farkostens mittpunkt, för att erhålla större stabilitet. Batterierna har placerats inuti sitsen, nära skrovets botten, för att lättare kylas ned vid användning. Eftersom kylning av batterier är viktigt för att förhindra överhettning har även kylvätska placerats i anslutning till batterierna. Forskare vid Fraunhofer Institute for Environmental, Safety and Energy Technology i Tyskland har utvecklat en ny kylvätska för elbilar vid namn CryoSolplus som absorberar värme tre gånger så bra som vatten och även leder bort värme utmärkt väl. Detta innebär också att mängden kylvätska kan reduceras avsevärt, vilket är positivt ur ett viktmässigt perspektiv (Energinyheter, 2012). Möjligtvis skulle denna kylvätska även kunna användas till konceptet.

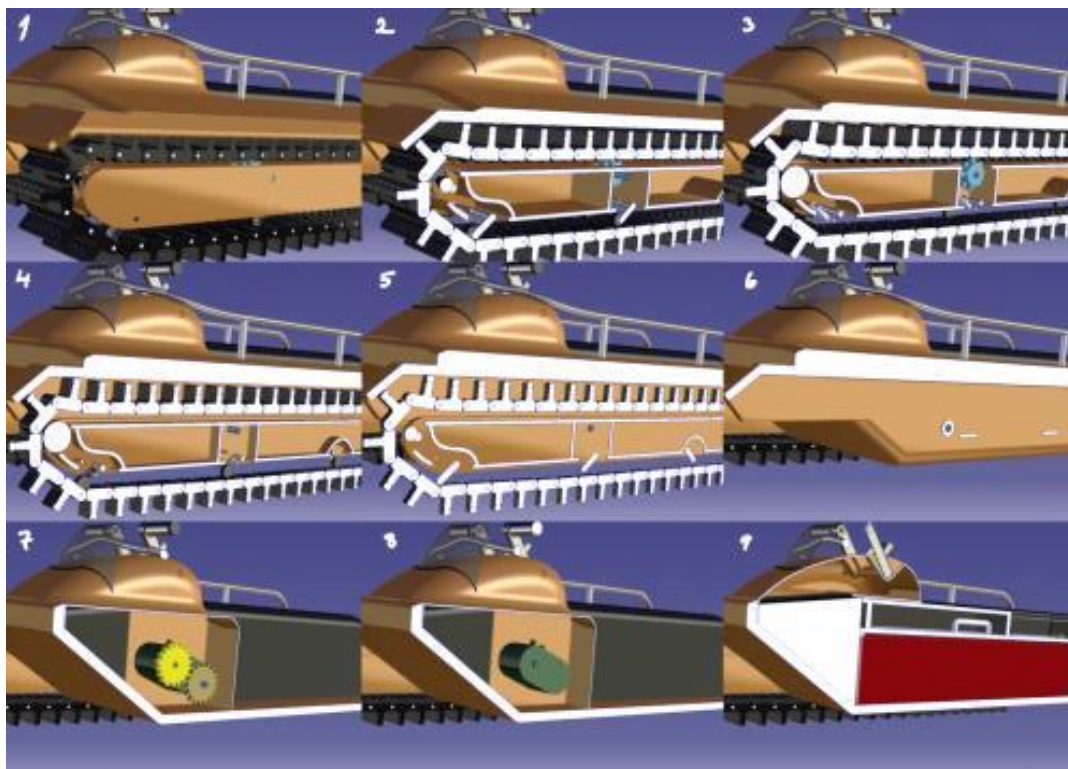
Motorernas tillhörande batterier är som tidigare nämnt placerade inuti sitsen, under ett förvaringsutrymme med plats för mindre utrustning. Detta utrymme kan enkelt nås då den bakre sitsdynan kan fällas upp med hjälp av gångjärn, se figur 5.29. I botten av förvaringsutrymmet har batteriernas laddningsuttag placerats, detta för att minska kontakt med fukt och väta, även detta kan ses i figur 5.29.



Figur 5.29 Uppfälld lucka

En aspekt som är viktig att beakta är den tätning som behövs för att skydda elmotorerna mot fukt. Larvbandens inneslutna nav kommer utgöra ett skydd men är i sig inte tillräckliga för att förhindra att motorerna exponeras för väta. Tätningarna kommer dock inte visualiseras eller beskrivas mer ingående i detta arbete, på grund av arbetets omfattning.

För att lättare förstå hur delar och detaljer är monterade i farkosten gjordes bildserien nedan (figur 5.30) för att illustrera just det. Sammanlagt nio genomskärningsbilder visar hur det förhåller sig inuti farkosten.



Figur 5.30 Nio genomskärningsbilder

I de första sex bilderna i figur 5.30 kan man följa placeringen av det blåa kugghjulet, som driver larvbandet, in i farkosten. Kugghjulet sitter fast på en axel som sträcker sig från navets utsida intill mittkonsolens sida, se bild ett till och med sju. Längst in, närmast motorn (grön detalj), på denna axel sitter ett kugghjul (brungult) som drivs av det kugghjul (gult) som är direkt kopplat till och drivs av motorn, vilket visas i bild sju. I bild nummer nio visas batteriernas placering som illustreras som en röd detalj.



Figur 5.31 Genomskärningsbilder framifrån

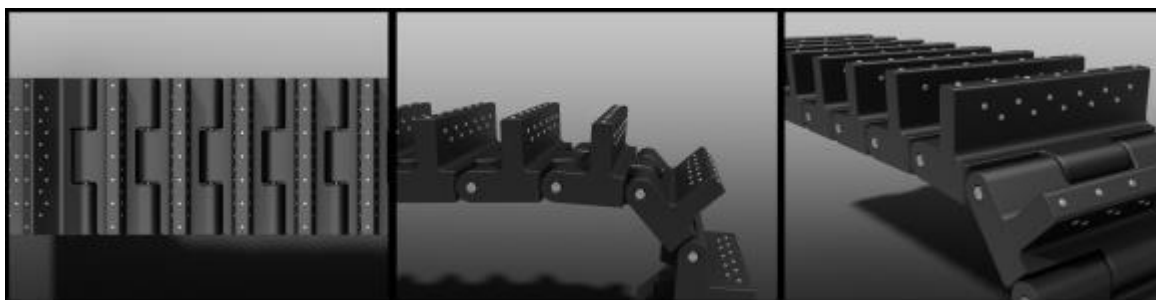
De tre bilderna i figur 5.31 ovan visar förhållandet av samma detaljer i genomskärning från farkostens front in till batterierna.

Kommentar:

På grund av den valda batterimängden och motoreffekten är konceptet mer lämpligt som uttryckningsfarkost än för patrullering eller eftersök. Om konceptet däremot skulle erhålla större dimensioner och med det högre prestanda skulle även användningsområden som patrullering och eftersök kunna möjliggöras. Sett till dagens teknik kan det vid större dimensioner vara mer aktuellt att övergå till bensin- eller dieselmotor, då de senare är fördelaktiga sett till vikt och prestanda.

Larvband och mönster

De larvband som används till konceptet har ett relativt djupt mönster, detta för att farkosten ska erhålla god hastighet i vatten och likt ett vattenhjul paddla sig framåt, vilket illustreras i figur 5.32. Mönstren är här fem centimeter djupa, två centimeter breda, en övergångsradi på sju millimeter, medan larvbanden i sig är tjugo centimeter breda. För att ytterligare säkerställa bra grepp på is har dubbar av metall integrerats i mönstren, vilket även garanterar en säkrare körning. Dessa dimensioner är uppskattade och verkliga mått bör undersökas med noggranna tester och beräkningar med hänsyn till isens höjd över vattenytan (se kapitel 2.2.1).



Figur 5.32 Larvbandsdetalj

För att möjliggöra smidigare underhåll är larvbanden segmenterade med ett mönster per segment, se figur 5.33. Om en segmentdel skadas är det möjligt att byta ut endast den delen, vilket är fördelaktigt ur både ett ekonomiskt och miljömässigt perspektiv. Varje larvband är uppbyggt av femtio stycken segment vilket ger farkosten totalt hundra stycken segmentdelar.

Larvbandens mest kritiska del utgörs av området kring radien vid mönstrets botten. Dess känslighet beror på mönstrens djup och bredd, vilkas mått noga bör utvärderas genom tester i vatten och på is. Detta för att vara säker på att det inte föreligger någon risk för utmattning och sprickor då larvbanden utsätts för erforderlig belastning. Den teoretiska vikten för båda larvbanden har med Catia V5 R19 uppskattats till cirka 40 kilogram med Polyeten som valt material (se kapitel 6.2.3 *Hållbarhetsanalys*), varav respektive segmentdel på banden väger cirka 0,4 kilogram.



Figur 5.33 Ett segment av larvbandet

Koppling mellan elmotor och larvband

Då elmotorerna är placerade i mittkonsolen drivs larvbanden med hjälp av kugghjul och mellankopplande axlar, vilket presenterades i figur 5.30 och figur 5.31 föregående avsnitt. För att medföra drift har kugghjulstaggar därför integrerats på undersidan av larvbandet, vilket visas i figur 5.34.



Figur 5.34 Larvbandets undre

Kugghjulets drivning av larvbandet förtydligas i figur 5.35, som visar larvbandets så kallade nav, nedan. Här kan även farkostens dämpningssystem studeras, vilket består av en fjäderkonstruktion lik den som kan återfinnas hos cyklar. Detta system medför större rörlighet och flexibilitet och innebär att larvbandet lättare kan anpassa sig efter underlaget vilket i sin tur ökar användarens komfort. Det tomrum som kan ses är till för luftkuddar, vilka medför ökad flytförmåga hos farkosten.



Figur 5.35 Navet

Uppstart och Styrning

Uppstart av farkosten kan exempelvis ske med en medtagbar enhet/skärm som vid inkoppling även fungerar som en nyckel. På denna skärm är det av fördel att integrera funktioner såsom batteridisplay, hastighetsmätare, temperaturmätare och GPS. Enheten placeras lämpligen framför eller bakom nödbromsen för att medge enkel åtkomst. Uppstart respektive avstängning av farkosten har på grund av arbetets omfattning inte beskrivits mer ingående.

Styrningen av farkosten är elektronikbetingad och sker med hjälp av två styrspakar, en för respektive larvband, och fungerar principiellt enligt tidigare utförande. Utformningen har däremot förändrats något och istället för att ha styrspakar med två armar, se figur 5.21 i kapitel 5.5 Styre, har slutkonceptet endast en arm, se figur 5.36. Detta medför mindre materialåtgång och större frihetskänsla åt förarens handled.



Figur 5.36 Nytt styre



Figur 5.37 Förarens vy på farkosten

Styrningen samt hastighetsregleringen är steglös, enligt vidareutvecklingen av koncept 4 som beskrivs i kapitel 7.4, med tre huvudlägen. Kopplingen som förhindrar att spakarna hamnar i felaktiga lägen kan i figur 5.36 ses uppe på styrspaken, till vänster om handtaget, och förs framåt vid varje kopplingsaktivitet. Styrspakens dödmansgrepp kan ses som grå flik på handtaget i figur 5.36. Istället för att placera nödbromsen direkt på styrspaken finns en extern spak, placerad mitt emellan styrspakarna, se figur 5.37 ovan till höger.

5.7.2 Flotte

Den tillhörande flottens har modellerats upp i Catia V5 R19 för att tydligöra och visualisera design och funktioner. Som tidigare nämnts är flotten utformad för att rymma minst två personer, varav en är sjöräddare och har placerats i flotten redan innan utfärd.

Följande mått anses lämpliga för flotten och har använts som grund för cad-modellen:

Invändiga mått:

Längd: 2,16 meter

Bredd: 0,96 meter

Höjd: 0,9 meter

Utvändiga mått:

Längd: 2,50 meter (utan koppling och utfälld ramp)

Bredd: 1,20 meter

Höjd: 1,15 meter



Figur 5.38 Flotte, nerfälld respektive uppfälld vindskydd

Vikten på flotten har inte tagits i beaktning då denna konceptdel inte är prioriterat i detta arbete. För att göra det realistiskt och välfungerande är det dock viktigt att ta hänsyn till vikten och den totala volymen. Detta för att se till så att flotten flyter på vattenytan och kan hållas stabil på is. Däremot kunde en uppskattad maxvikt beräknas. För enkelhetens skull betraktades flotten som ett rätblock med de utvändiga mått som presenterats ovan. Med hjälp av Arkimedes princip, där insjunkningen antogs vara femton centimeter, gavs en maxvikt på cirka 450 kilogram. Flotten antas ha en slutvikt på max femtio kilogram, vilket innebär att flotten kan belastas med ytterligare 400 kilogram, vilket motsvarar cirka 4-5 personer om varje person antas väga cirka 80 kilogram.

Flotten har ett permanent vindskydd i fören (se figur 5.38), som är sammankopplat till ett överdragbart vindskydd som fungerar likt det skydd som kan fällas upp på vissa barnvagnar. Detta medför att skyddet består av ett flertal segment som sträcker ut och stabiliserar vindskyddet, vilket dock inte illustreras i figurena. Detta överdragbara vindskydd kan vid behov dras ut över och fästas i aktern och därmed skapa en skyddsbubbla för både nödställd och sjöräddare. Längst fram i flotten, där vindskyddet medför svårigheter att sitta upprätt, finns utrymme för nödvändig utrustning. Då det överdragbara vindskyddet används och är uppfällt bildas två luftfickor mellan vindskyddet och flottens kanter (se figur 5.38), vilket medför att frisk luft kan cirkulera inuti bubblan.



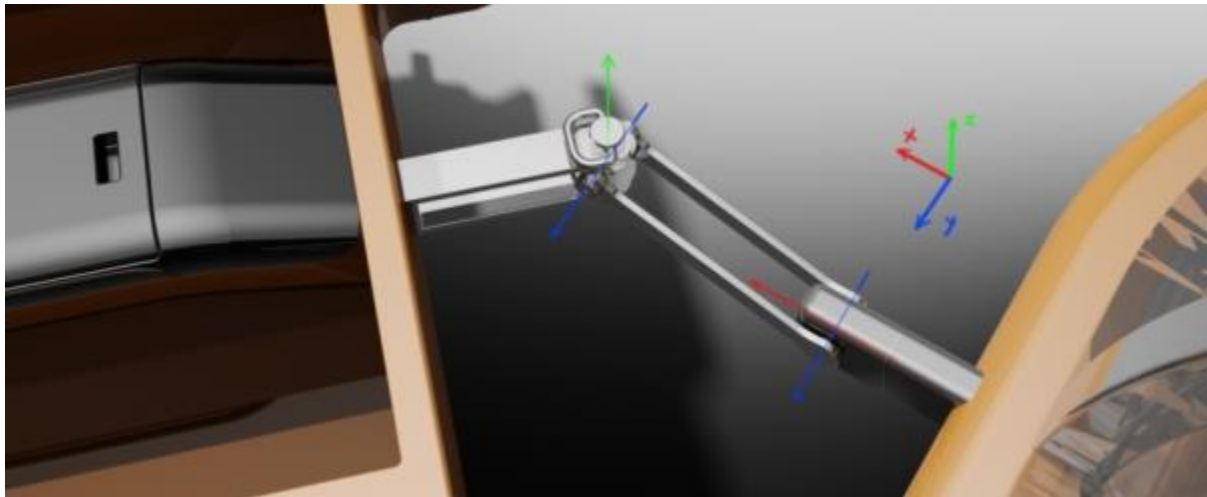
Figur 5.39 Flotte med nerfälld respektive uppfälld ramp

För att göra det mindre obekvämt för den nödställd och sjöräddaren under upptagningen över flottens sidokant, är sidokanten utrustad med ett flexibelt och mjukt material. Då en befintlig bår är tänkt att användas i sammaband med denna flotte finns det en urgröpning i flottens golv som ska fungera som en platshållare för båren. För att underlätta räddningsinsats och upptagning samt öka säkerheten för sjöräddaren är flottens golv räfflat (ej visualiserat). Utöver detta finns en lucka i aktern som kan fällas ner och användas som ramp för att underlätta upptagning av nödställd och för att göra det enklare att komma åt båren (se figur 5.39). Längs flottens undersida finns två skenor, ytbehandlade med teflon, som flotten glider på vid användning på is. Mellan skenorna och flottens skrov finns ett fjädersystem, vilket ska fungera som stötdämpning då underlaget är ojämnt och vid övergång mellan vatten och is samt omvänt.

Vid transport av konceptet skall flotten vikas över ovanpå farkosten och placeras på en släpvagn som är tillräckligt stor för dessa båda objekt. Detta är dock inget som har undersökts vidare i detta arbete men som är av vikt vid en framtida tillverkning.

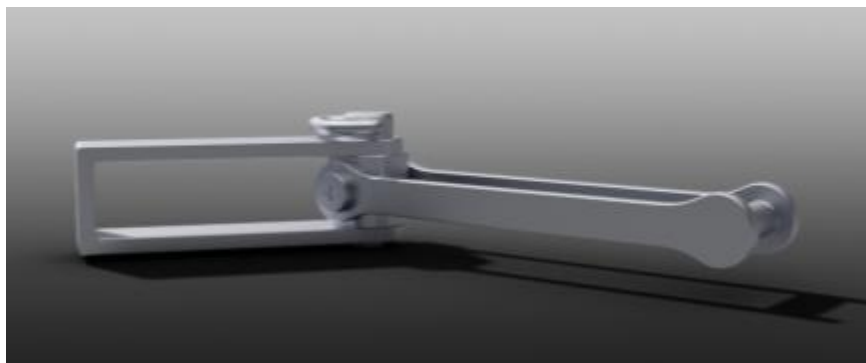
Koppling mellan farkost och flotte

Kopplingen som sammanbinder flotten med farkosten är en form av kardanknut, se figur 5.40, vilket är en kopplingstyp som för med sig rörelse i både höger- och vänsterled (kring z-axel) samt uppåt och nedåt (Nationalencyklopedin, 2013(3)). I flottens för, där kopplingen är fäst finns ytterligare en frigång, vilken medför att flotten till viss del är rörlig i höjdlid (kring y-axel) samt i rotationsled (kring x-axel), i förhållande till kopplingen. Denna rörlighet innebär att farkost och flotte kan vrida sig oberoende av varandra och därmed minskas risken för att även flotten kanträr om farkosten skulle rubbas ur sitt läge. Via CAD-modellen beräknas flotten ha en frigång på 90 grader i sidled och 60 grader i rotationsled, på grund av spärr inuti flottens kopplingsfäste (se figur 5.42), där siffror nummer två visar den del som är inuti flotten.

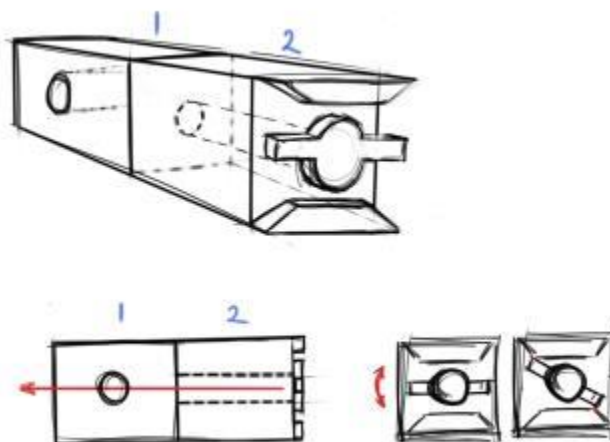


Figur 5.40 Koppling i form av en kardanknut

Kopplingens vikt beror på hur robust den utformas. Genom CAD-modellen (se figur 5.41) erhöj kopplingen en vikt på cirka ett kilogram för hela paketet, då aluminium används som material. Det kan vidare diskuteras om denna konstruktion är tillräckligt robust för ändamålet eller inte, men för detta stadiet i utvecklingsprocessen anses kopplingen vara acceptabel. Istället för att ha ett helt solitt material kan det vara aktuellt att, där det är möjligt, göra kopplingen ihålig för att på så sätt minska vikt och materialåtgång.



Figur 5.41 Cad-modell på kopplingen



Figur 5.42 Inuti flottens fäste

5.7.3 Farkostens slutliga vikt och flytkraft

Vad som tidigare har nämnts i rapporten är att de ursprungliga måtten för farkosten har fått överskridas, vilket har varit nödvändigt för att konceptet skall erhålla de önskade funktionerna (se kapitel 4.2.3 Funktionsanalys). Detta för att farkostens slutvikt antas ligga på 200 kilogram varav cirka 50 kilogram utgörs av batterierna, 16 kilogram av elmotorerna (två motorer), 40 kilogram av larvbanden och 80 kilogram av skrovet. Detta innebär att det åtminstone kommer krävas en lyftkraft motsvarande 300 kilogram, då det även tillkommer en vikt för föraren. Farkostens ursprungliga mått på längd och bredd innebar svårigheter för farkosten att bära upp sin vikt och endast sjunka femton centimeter. En farkost med större dimensioner på längd och bredd är stabilare i sidled och innehar större flytförmåga. En ökning av både längd och bredd har därför varit av stort värde för detta koncept.

Den ökade bredden kommer dock inverka den totala hastigheten, även om det är knappt. Sluthastigheten blir därför istället cirka 2,5 – 3,4 m/s (till skillnad från 2,7 – 3,7 m/s), vilket inte är en stor skillnad. Samtidigt betyder detta att grundtanken om att ställa in konceptet i ett bagageutrymme på en Volvo V70 måste frångås helt och att transport med släpvagn istället är mer aktuellt. Detta är bättre även sett till konceptets vikt, då en rekommenderad vikt var 21 kilogram per person enligt Niosh-ekvationen (se kapitel 5.6.1). Genom att använda släpvagn är behovet av att lyfta på farkosten inte lika överhängande, varför en låg vikt inte är det som är viktigast att beakta. Det skall dock tilläggas att farkostens vikt är uppskattad med hjälp av Catia V5 R19, med flertalet solida delar och detaljer. Genom vidare tester och beräkningar är det möjligt att minska på vikten hos flera ingående delar och i med det öka konceptets flytförmåga, även med mindre dimensioner på längd och bredd. Vidare krävs utförligare beräkningar på elmotorernas effektbehov och larvbandens framdrivningsförmåga i den tänkta terrängen.

6. Fas 4 - Utvärdering

Genom att utvärdera ett koncept ur olika perspektiv kan uppskattningar på både funktionalitet och utvecklingsmöjligheter erhållas. Vidare är det även viktigt att beakta delar såsom miljöpåverkan men då SSRS är en ideell organisation inom sjöräddning är deras prioritet att rädda liv, varför miljöaspekterna främst har belysts ur ett material- och framdrivningsperspektiv. Nedan presenteras de metoder som i arbetet har använts för att utvärdera konceptet.

6.1 Metod och genomförande

För att utvärdera konceptet har den analyserats främst ur ett enkelt hållbarhetsanalystänk. Utöver det presenteras två olika scenarier och andra tänkbara användningsområden.

6.1.1 Scenarier

Ett scenario är vanligen en beskrivning av en möjlig händelse eller ett händelseförlopp som på ett förenklat sätt ger en bild av helheten (Nationalencyklopedin, 2013(4)). I detta arbete har två tänkbara scenarier skapats för att ge förslag på hur konceptet kan användas. Då SSRS mestadels är aktiv längs Sveriges kuster och vid några stora insjöar har scenarierna baserats på dessa två miljöer.

6.1.2 Andra tänkbara användningsområden

För att göra det möjligt att dra ner styckpriset på en produkt kan det vara fördelaktigt att hitta andra användningsområden. På så sätt kan även fler potentiella användare lokaliseras vilket medför att produkten inte blir för nischad. Fokus i detta arbete har legat på att ta fram ett koncept för användning då isen varken bär eller brister, varför detta avsnitt inte är av stor omfattning.

6.1.3 Hållbarhetsanalys

För att undersöka hur stor miljöpåverkan som en produkt genererar under sin livstid kan det vara lämpligt att utföra en hållbarhetsanalys. Syftet med denna är då att behandla produktens miljöavtryck längs dess väg, från vagga till grav. Då produkten i detta fall endast befinner sig på ett konceptuellt stadie och då det inte finns någon befintligt referensobjekt är det inte möjligt att i förtid kunna utföra en fullständig livscykelanalys. Därför kommer denna hållbarhetsanalys endast bestå av resonemang och diskussioner kring farkostens påverkan ur ekologiska, sociala och ekonomiska aspekter, enligt Brundtlands vision om hållbar utveckling (Gröndahl F, och Svanström M, 2010).

6.2 Resultat

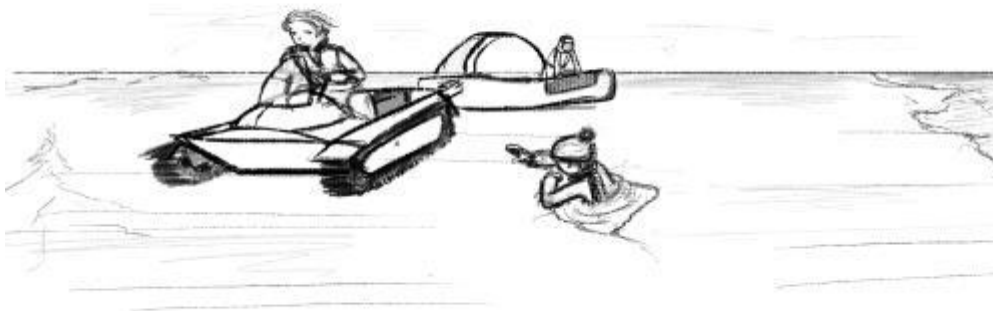
6.2.1 Scenarier

Här nedan beskrivs två scenarior vid isförhållanden, en relaterad till insjöar och en till havsvikar. Dessa scenarier är helt påhittade och har förutom den geografiska placeringen ingen riktigt koppling till verkliga personer eller objekt.

Scenario 1 - Skidåkare i vak på sjön Hjälmarens

Det var en mulen vinterdag, egentligen tidig vårdag i april men iskylan hade bitit sig fast så att invånarna i Örebrotrakten knappt kunde tro att ett slut på vintern var att vänta. På RS Hjälmarens var lugnet som allra bäst, med nybryggt kaffe i kopporna och musik påslagen på alldeles lagom mysig nivå. I denna stund bröts lugnet av ett larm om att en skidåkare hamnat i en vak någon kilometer öster om stationen. De två sjöräddarna, Klas och Peter, påklädda i arbetskläder efter en paus i underhållsarbetet av stationens sväware, kom genast på benen och skyndade i riktning mot garaget. Eftersom sjön täcktes av en halvdecimeters istäcke och sväwaren stod i behov av fortsatt underhåll valdes den nya räddningsfarkosten, utrustad med larvband, som utryckningsfordon. Klas tog plats på farkosten, startade upp larvbandens elmotorer och körde ut ur garaget samtidigt som Peter kopplade fast den tillhörande flotten. Vid kanten av sjön tog densamma plats i flotten och ekipaget påbörjade sin färd mot den nödställda.

Väl framme vid vaken och den nu smått nedkylda skidåkaren, som lyckats klamra sig fast vid iskanten, förberedde de båda sjöräddarna sig för sina insatser. Då skidåkarens pjäxor hade lösts ut vid händelsen återstod för sjöräddarna att så snabbt som möjligt få upp personen ur vaken till flotten. Farkosten med den efterföljande flotten kördes nära inpå, sådär en armlängds avstånd från vaken för att inte riskera att kollidera med den nödställda ifall isen skulle brista. Den i flotten placerade sjöräddaren hasade sig ner till flottens akter för att fälla ner dess bakre lucka, även fungerande som ramp, och på så sätt kunna dra ombord den nödställda. Med hjälp av ett rep, förvarad i flottens främre del, drar sjöräddaren den nödställda ombord på flotten och drar över vindskyddet till dess fästpunkt i aktern. När vindskyddet dragits över hjälper sjöräddaren den nödställda att få av sig sina blöta och kalla kläder för att istället linda in denne i filter. Under tiden har sjöräddaren på plats på farkosten rapporterat till stationen som larmat ambulans. I samma stund som vindskyddet fästs på plats får sjöräddaren på farkosten klartecken för att köra och påbörjar resan tillbaka till stationen och en väntande ambulans.



Scenario 2 - Totalt kaos i havsviken utanför Ystad

Det var en extremt kall vinterdag, då ett prio 1 larm hördes på radion. Cirka fem kilometer utanför Ystads kust hade flertalet personer råkat ut för en olycka där några hamnat i vak, några brutit benen och en eller två blivit medvetslösa. Det var totalt kaos, ett flertal stationer larmades, bland annat räddningsstationen i Ystad. Då stationen låg så pass nära olycksplatsen, beslöt sjöräddarna sig för att använda det nya eldrivna konceptet, men då det var många personer inblandade i olyckan beslöt de sig för att även använda de andra farkosterna också. Två sjöräddare, Anders och Anja, tog konceptfarkosten och den tillhörande flotten och körde ut först mot olycksplatsen, då den inte behövdes varmstartas. Anja satte sig i förarfarkosten, medan Anders placerade sig i flotten och förberedde sig för räddningsinsatsen.

Väl framme framstod olycksplatsen verkligen som ett totalt kaos och då Anja och Anders var först på plats visste de inte riktigt vart de skulle börja, men snart beslöt de sig ändå för att snabbt rädda de som hamnat i vaken. Då större delen av havsviken var betäckt med relativt tjock is, kunde sjöräddarna dra upp de nödställda ur vaken upp på isen och ge dem nödvändig behandling. Strax efter kom den resterande delen av besättningen och Anders och Anja som åkt ut med larvbandsfarkosten kunde då ansluta sig till dem. Inom kort hade kaoset blivit upplöst och alla som varit i behov av hjälp tagits om hand om. De som var i större behov av att komma i land transporterades med hjälp av konceptfarkosten och dess flotte, då det för det mesta var isbetäckt underlag. Precis utanför stationen var batterierna på gränsen att ta slut, men med den allra sista energin lyckades Anja även köra upp farkosten på land och parkera medan de nödställda fördes till ambulansen som redan stod i väntan på dem.



6.2.2 Andra tänkbara användningsområden

I enlighet med metodbeskrivningen för detta kapitel, skall andra tänkbara användningsområden hittas. Då konceptet innehar en hastighet på ca 2,5 – 3,4 m/s (motsvarande 5 - 6 knop på vatten), finns möjligheten att med konceptet ersätta befintliga båtar som har lägre eller relativt lik hastighet. Fördelen är då att inte behöva docka fast farkosten i hamnen eller bryggan och istället köra direkt upp på land. En förutsättning för att använda farkosten istället för en snöskoter finns också, vilket kan vara lämpligt då farkosten även kan flyta på vatten. Genom att byta ut de befintliga larvband mot en annan typ kan antalet användningsområden utökas. Till exempel kan farkosten med mer robusta larvband, där mönstren är något mindre, även lämpa sig för användning på grustäckt väg. Däremot baseras dessa möjliga användningsområden bara på resonemang och spekulationer och är inget arbetet i sig har beaktat djupare.

6.2.3 Hållbarhetsanalys

Begreppet hållbar utveckling definieras enligt Brundtland-rapporten som "en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov", vilket förutsätter att hänsyn tas till ekologiska, sociala och ekonomiska aspekter (Nationencyklopedin, 2013(5)). För att i detta arbete begränsa hållbarhetsanalysens omfattning har fokus i första hand lagts på att, ur ovan nämnda tre aspekter, analysera konceptet sett till dess användningsfas, vilket redovisas nedan.

Ur ett ekologiskt perspektiv är konceptet fördelaktigt sett till dess eldrift, då el ur användningssynpunkt är ett bättre alternativ än diesel (även EcoPar) och bensin. Detta eftersom eldrift medför ett nollutsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen under användning (Svärd, L., 2010). Långsiktigt sett skall det dock tilläggas att batterierna bör hållas i användning även då farkosten inte är i bruk, eftersom batterier som är i viloläge under en längre tid minskar i kapacitet. Litium-jonbatterier, som är tänkta att användas till konceptet, har dock en låg självurladdning om de hålls vid ett kontinuerligt laddningstillstånd av 30-90 procent av dess laddningskapacitet. Vid daglig drift i el- eller hybridbilar bedöms litium-jonbatterier ha en livslängd på 5-10 år, men då farkosten med sannolikhet inte kommer användas dagligen bör batteriernas livslängd reduceras med något eller några år (Rydh, C., 2011). Detta problem kan dock avhjälpas genom att hitta fler användningsområden för farkosten och därmed upphålla den uppskattade livslängden. Framdrivning med eldrift medför dessutom att den av farkosten genererade ljudnivån hålls på en lägre nivå då elmotorer oftast är mycket tystare än bränslemotorer (Fueleconomy, 2011).

De ekologiska aspekterna behandlar även materialval och här följer därför en kortfattad analys av konceptets mest relevanta material; polyeten, aluminium och teflon. Som helhet kommer konceptets, det vill säga både farkost och flotte, stora ytor samt larvbanden bestå av polyeten (PE). Detta är den mest använda plasten i världen och har flertals olika användningsområden, allt ifrån kommersiella plastpåsar och tvättmedelsflaskor till bränsletankar. PE delas in i undergrupper beroende på densitet och i detta arbete är högdensitets polyeten (HDPE) att föredra. Detta eftersom dess linjära struktur tillåter att polymerkedjorna kan packas tätt tillsammans, vilket resulterar i ett högkristallint material med hög hållfasthet och måttlig styvhet (Britannica, 2013(1)). Ur miljösynpunkt är PE ett förhållandevis bra material då dess tillverkningsprocess är relativt energieffektiv, vilket gör PE till den minst energiintensiva av handelspolymererna, och då plasten med fördel kan återvinnas (CES, 2013).

Mindre detaljer, såsom kopplingen som förbinder farkosten med flottan och farkostens räcke, är tänkta att bestå av aluminium(Al). Denna metall är det vanligast förekommande metalliska grundämnet i jordskorpan (Britannica., 2013(2)) och därför ett vanligt förekommande konstruktionsmaterial med

lågviktssegenskaper och hög hållfasthet (CES, 2013). Aluminium framställs genom utvinning av aluminiumoxid ur mineralen Bauxit, varefter aluminiumoxiden omvandlas till aluminium genom smältning, vilket kräver mycket energi. Återvinning av aluminium är därför att föredra ur miljösynpunkt eftersom återvinningsprocessen kräver betydligt mindre energi än råvaruutvinningen (Britannica, 2013(2)).

För att minska friktionen mellan flottan och underlaget, det vill säga vatten och is, är det av fördel att ytbehandla flottens skenor med teflon (PTFE). Detta material har en mycket låg friktionskoefficient och har god beständighet mot såväl sötvatten som saltvatten. PTFE är enligt CES 2013 ett återvinningsbart material och som i tillverkningsprocessen har ett koldioxidutsläpp som är högre än polyeten men lägre än aluminium. Vad gäller koldioxidutsläppen som förekommer under återvinningsprocessen ligger alla här beskrivna material inom ungefär samma värde, 1,44 – 2,62 kilogram koldioxid per kilogram material (CES, 2013).

Då konceptet innefattar både en farkost och en tillhörande flotta kommer sjöräddaren som sitter på farkosten avskiljas från sjöräddaren som sitter i flottan. Detta kommer förmodligen därför kräva mer samarbete mellan dessa än om de hade använt någon annan farkost, vilket ur den sociala aspekten kan ses som både positivt och negativt. Positivt i den bemärkelse att det förekommer en mer social interaktion mellan de båda men negativt då en eventuell bristande kommunikation kan vara en negativ inverkan på själva räddningsinsatsen. Detta koncept innefattar som nämnt eldrivna motorer, vilka ur allmän uppfattning oftast innehåller en relativt låg ljudnivå, vilket kan innebära att deras kommunikationsmöjligheter förbättras. I samband med denna låga ljudnivå finns även större möjlighet att höra den nödställda och därmed lättare lokalisera och rädda denne. Det senare är den viktigaste aspekten sett till SSRS noll-vision, noll omkomna till sjöss, då livräddning är sjöräddarnas högsta prioritet.

Sett till de ekonomiska aspekterna, antas det framtagna konceptet inneha ett relativt högt nypris. Sett till antalet räddningsinsatser som berör isterräng, vilka är relativt få, samt då konceptets begränsningar (användningsområde och drifttid) är det mycket möjligt att antalet av dessa farkoster kommer vara väldigt få. Däremot är en möjlig lösning på detta att hitta fler användningsområden för konceptet, i enlighet med föregående kapitel 6.2.2 *Andra tänkbara användningsområden*. De ekonomiska aspekterna innefattar även material- och tillverkningskostnader men på grund av arbetets begränsade tidsram har dessa kostnader inte beaktats. Metodiken för att utföra detta skulle dock kunna vara att hitta en passande produktionsteknik och en lämplig mängd material, vilket i slutändan skulle kunna resultera i ett tänkt styckpris. SSRS fokus ligger, som tidigare nämnt, på att rädda liv och därmed får ekonomin, precis som miljön helt enkelt sättas i andra hand.

7. Diskussion och slutsats

Arbetet i sig har varit intressant, lärorikt och en utmaning från allra första början. Sett till omfattning kunde det ha varit lämpligt med ett större antal avgränsningar i arbetets inledning. Detta hade kunnat möjliggöra att färre men mer djuplodande undersökningar hade kunnat genomföras.

Farkostens dimensioner kom att bli större än volymen i ett bagageutrymme hos en Volvo V70, vars mått vi i projektets tidiga skede hade som utgångspunkt och mål för farkosten. Detta var dock en medveten och nödvändig ändring för att kunna få med alla de funktioner och egenskaper som efterfrågats. Detta innebär också att konceptets ursprungligt önskade vikt har fått överskridas och med tanke på att det, i detta arbete, slutligt presenterade konceptet har en ungefärlig vikt på 200 kg är det inte troligt eller särskilt genomförbart med transport i ett bagageutrymme. Varken denna dimension eller vikt får dock ses vara huggna i sten då experiment och tester mycket väl kan visa på att farkosten såväl som flotten är under- eller överdimensionerad. Som exempel kan en mer noggrann undersökning av lämpliga materialval påverka såväl dimension som vikt. På grund av projektets tidsram har inga riktiga tester eller utvärderingar kunnat genomföras, vilka är ytterst viktiga för att få konceptet att gå i hamn. Detta är särskilt viktigt då det handlar om en sjöräddningsfarkost avsedd för att rädda liv. Viktigt att beakta är att konceptet i sig även kan användas utan flotte och med det erhålla högre hastighet och prestanda. Däremot innebär det att antalet personer som kan räddas minskas.

Vad gäller den motoreffekt och den mängd batteri som krävs för att driva farkost med flotte är dimensionerna på de sistnämnda avgörande faktorerna. Vidare krävs en iterativ beräkningsprocess för att hitta det optimala förhållandet mellan batterimängd och motoreffekt. Förhållandet på dessa kommer i sin tur påverka slutkonceptets dimensioner och prestanda, vilket i sin tur påverkar aktionstiden och förutsättningen för sjöräddarna att utföra sitt arbete obehindrat. För att få högre prestanda utan att inverka på farkostens vikt kan en idé vara att utöka dess räckvidd genom att ha utbytbara batterier med sig under färd, vilka då kan placeras i flotten. Genom att ta med utbytbara batterier till farkosten kan räckvidden på farkosten ökas signifikant. Detta innebär dock in sin tur att flottens dimensioner måste ses över, alternativt om farkosten används i samband med andra större fartyg och fordon kan batterierna läggas där istället och bytas ut när behovet uppkommer. Detta innebär också att valet av batterityp kan återgå till existerande batterier på cirka 200 Wh/kg, då man kan lägga i så mycket batterier som får plats i farkosten och resterande i flotten, vilket ger en driftstid som om det vore batterier med 500 Wh/kg. Det skulle däremot innebära ett extra arbetsmoment som kan vara relativt jobbigt, då batterierna i slutändan kommer väga cirka 50 kg. För att undgå detta är det viktigt att hitta en bra lösning på det, exempelvis kunna byta ut segment av batterier och inte hela batteriblocket direkt.

Då konceptet i sig utgörs av ett airboat-skrov är det möjligt att stabiliteten försämras då larvbanden tillkommer. Detta eftersom navet, mellan larvbanden, inte har lika hög flytkraft som skrovet i sig. En möjlig lösning skulle därför kunna vara att gå mot en mer katamaranliknande skrovutformning, där flytkraften är störst i ytterkanten. Däremot är det svårt att beräkna stabiliteten i detta stadiet, då CAD-modellen endast användes i visualiseringssyfte och inte som beräkningsunderlag. Därmed kan den nuvarande airboat-utformningen vara ett adekvat val. Eventuellt kan man även göra farkosten större och breddare för att erhålla den nödvändiga stabiliteten. Detta är dock, precis som för motoreffekten och övrigt, endast något som fler tester och beräkningar kan påvisa.

Anledningen till att en egen larvbandsutformning togs fram var för att skapa en större mönsteryta på larvbandet. Detta för att det lättare skall efterlikna ett paddelhjul, som föser bort mer vatten, samt för

att integrera metalldubbar i mönstren. Genom att kombinera kunskapen om isens höjd över vattenytan med hur mycket farkosten sjunker vid belastning, via Arkimedes princip, kan man få fram en uppskattning på den totala höjdskillnad som larvbandet måste överkomma. Detta kommer i sin tur ligga till grund för valet av den totala höjden på larvbanden (höjden på larvbandets nav). Hur djupa/höga mönster larvbandet bör ha är däremot något som endast tester och fler beräkningar kan visa. För att ha en utgångspunkt och ett underlag till CAD-modellen valdes ett mönsterdjup på fem centimeter. Däremot finns det förmodligen förutsättningar för att befintliga larvband, på marknaden, skall kunna uträtta samma funktion.

De metoder som har använts under konceptutvecklingsprocessen är dels få och har utförts på en relativt enkel nivå, då konceptet befinner på ett tidigt utvecklingsstadium. Den för arbetet begränsade tidsramen har även den bidragit till metodernas restriktion. Däremot har varje metod som använts, stått som grund för konceptets förutsättning och framväxt. Nästa steg som eventuellt kan utföras är ytterligare en iterativ process, där större delen av metoderna återigen används för att på så sätt föra konceptet ett steg närmare ett helt produktions- och funktionsdugligt koncept. Om det aktuella konceptet däremot skulle jämföras med kravbilden, skulle det mesta vara uppfyllt.

Mycket enkla antaganden har stått som grund för hela projektet, då både resurser och tiden har varit väldigt begränsande. Detta har medfört att slutkonceptet för både farkosten och flotten befinner sig på en relativt tidig utvecklingsnivå. Därmed har även utvärderingsdelen bestått av enkla antaganden och materialvalen sågs som en bra grundval för konceptet. Av denna anledning kan konceptet i sin nuvarande form inte realiseras fullständigt och bör endast stå som grund för vidare utveckling.

För att slutligen knyta an till de kriterier som enligt SSRS ska uppfyllas, det vill säga: låg vikt, transport av en till två människor utöver förare och en hastighet som överkommer den nödvändiga räckvidden genom minsta möjliga aktionstid, kan det framtagna konceptet anses uppfylla dessa. Även om det slutliga konceptets vikt överskrider den för början tänkta vikten, väger konceptet ändå mindre än SSRS nuvarande räddningsfarkoster. Transport av minst två personer möjliggörs med hjälp av konceptets flotta och då konceptet är tänkt att användas som utryckningsfordon kan en hastighet av 2,5 - 3,4 m/s för en aktionstid på cirka en timme anses tillräckligt, sett till förutsättningarna, även om både en högre hastighet och längre aktionstid hade varit att föredra för konceptet.

Referenser

- Abrahamson, H. (2013) Genombrott för långlivat litiumbatteri. NyTeknik.
http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/miljo/article3669994.ece (2013-04-13).
- Acheson, D.J. (1990) *Elementary Fluid Dynamics*. Oxford Applied Mathematics and Computing Science Series. Clarendon Press.
- Alexander J.K. (2008) *The mantra of efficiency from waterwheel to social control*. Baltimore MD, USA: John Hopkins University Press
- Axelsson, B och Agndal, H. (2010) *Professionell marknadsföring*. Andra upplagan. Lund: Studentlitteratur AB
- Bensinbolaget.se, (2013) Bensinbolaget. <http://www.bensinbolaget.se/> (2013-05-20)
- Biondoboats.com (2013) Innovative Technology. <http://www.biondoboats.com/biondo-boats-innovative-technology.php>(2013-02-12).
- Bohgard, M. et al. (2010) Fysikaliska faktorer. *I Arbete och teknik på människans villkor*, Bohgard, M. et al., ss 231. Stockholm: Prevent.
- Boston-power.com (2012) Swing Key® 442 Lithium-ion block. Boston Power.
http://www.boston-power.com/sites/default/files/documents/BPI%20DS%20SK442_1112.pdf (2013-04-19).
- Boustedt, T (2013) Intervju. RS Hovås. Saltholmen.
- Britannica.com (2013)(1) Polyethylene (PE) *Encyclopædia Britannica Online*.
<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/468511/polyethylene> (2013-05-20).
- Britannica.com (2013)(2) Aluminum (Al). *Encyclopedia Britannica Online*.
<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/17944/aluminum> (2013-05-22)
- Buzin, Y.M. (2011) Mechanical Efficiency of the Transmission in a Mobile Machine. *Russian Engineering Research*, Vol. 31, No. 6, ss 519-522.
- Cpmotors.com (2008) Radial Flux Twin. CPM – Compact Power Motors.
http://www.cpmotors.eu/fileadmin/media/downloads/Flyer/Infolyer_CPM_RFTR_EN_2012.pdf (2013-05-08).
- Çengel, Y. A och Turner, R. H. (2001) *Fundamentals of thermal-fluid sciences*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- CES (2013) CES EduPack 2013. Granta Design (2013-05-25).

- Dn.se (2013) Fyra snöskotrar testade – DN motor har testat fyra olika snöskotrar: här är omdömena. <http://www.dn.se/motor/tester/fyra-snoskotrar-testade> (2013-03-14).
- Energinyheter.se (2012) Ny kylvätska skyddar elbilsbatterier. (<http://www.energinyheter.se/2012/07/ny-kylv-tska-skyddar-elbilsbatterier> (2013-05-19))
- Englishrussia.com (2011) Soviet experimental all-terrain vehicles. English Russia. <http://englishrussia.com/2011/04/06/soviet-experimental-all-terrain-vehicles/> (2013-03-12).
- Fueleconomy.gov (2013) Electric vehicles (EVs). US Department of Energy – Energy efficiency and renewable energy. <http://www.fueleconomy.gov/feg/evtech.shtml> (2013-05-15)
- Gibbssports.com (2013) Quadski - The world's first HSA personal watercraft. Gibbs sports amphibian Inc. <http://www.gibbssports.com/quadski> (2013-03-12).
- Gröndahl, F. och Svanström, M. (2010) *Hållbarutveckling – en introduktion för ingenjörer och andra problemlösare*. Stockholm: Liber
- Hagman, T. (2006) *Från åror till vattenjet*. Laholm: Trydells Tryckeri.
- Hagman, T. (2013) Intervju. SSRS Göteborgs huvudkontor. Göteborg: Långedrag.
- Interaction-design.org (2013) Mock-ups. Interaction Design Foundation. <http://www.interaction-design.org/encyclopedia/mock-ups.html> (2013-03-08).
- Issäkerhet.se (2013) Isfakta. Allt om issäkerhet. <http://issakerhet.se/fakta-om-is/isen-forandras> (2013-03-10).
- Johannesson, H. et al. (2004) *Produktutveckling – effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm: Liber AB
- Jolivet, R. (2012) RSQ11' Rescue Catamaran, Behance.net. <http://www.behance.net/gallery/RSQ11-Rescue-Catamaran/6183469> (2013-02-11).
- Karlsson I.C.M. (2000) Produktutvecklingens tidiga faser: Att identifiera kundens krav. Department of Human Factors Engineering, Chalmers University of Technology.
- Kickstarter.com (2013) Kymera Electric Jet Board by The Inventive Design Group Inc. Kickstarter. <http://www.kickstarter.com/projects/kymerajet/kymera-electric-jet-board> (2013-02-11).
- Ne.se (2013)(1) Flytkraft. Nationalencyklopedin. <http://www.ne.se/sve/flytkraft> (2013-03-11).
- Ne.se (2013)(2) Självläns. Nationalencyklopedin. <http://www.ne.se/sve/självläns> (2013-03-11).
- Ne.se (2013)(3) Koppling. Nationalencyklopedin. <http://www.ne.se/lang/koppling/229888> (2013-05-04).

- Ne.se (2013)(4) Scenario. Nationalencyklopedin. <http://www.ne.se/lang/scenario/301673> (2013-05-20).
- Ne.se (2013)(5) Hållbar utveckling. Nationalencyklopedin. <http://www.ne.se/lang/h%C3%A5llbar-utveckling> (2013-05-25).
- Ne.se (2013)(6) Säkerhetsgrepp. Nationalencyklopedin. <http://www.ne.se/s%C3%A4kerhetsgrepp> (2013-05-27).
- Osvalder, A. et al. (2010) Metoder. I *Arbete och teknik på människans villkor*, Bohgard, M. et al., ss 550-552. Stockholm: Prevent.
- Paersch, H. (2013) Telefonintervju.
- Rescuerunner.com (2013) Features. Rescuerunner – saves lives at sea. <http://www.rescuerunner.com/> (2013-03-07).
- Rydh, C. (2011) Så sköter du dina uppladdningsbara batterier. Ny Teknik. http://www.nyteknik.se/popular_teknik/teknikfragan/article3344636.ece (2013-05-20).
- Safeatsea.com (2007) Home. Safe at sea – SAR systems. <http://www.safeatsea.se/> (2013-03-08).
- Sjöräddning.se, (2013)(1). Frivilliga sjöräddare sedan 1907. Sjöräddningssällskapet. <http://www.sjoraddning.se/om-oss/> (2013-03-07).
- Sjöräddning.se, 2013(2). Nyare snabbare räddningsbåtar ökar chanserna att nå fram. Sjöräddningssällskapet. <http://www.sjoraddning.se/detta-gor-vi/vara-batar/> (2013-03-07).
- Sjöräddning.se, 2013(3). Håll huvudet kallt när du hamnar i kyligt vatten. Sjöräddningssällskapet. <http://www.sjoraddning.se/sjosakerhet/sjosakerhetsskolan/nar-du-hamnar-i-kallt-vatten/> (2013-03-07).
- Smhi.se (2012) Is till havs. SMHI. <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/is-till-havs-1.4105> (2013-05-25)
- Snowmobile.org (2013) Snowmobiling fact book. International Snowmobile Manufacturers Association (2013-03-10).
- Socialstyrelsen(2003) Hypotermi: Kylskador, Drunkningstillbud i kallt vatten. (Elektronisk) Stockholm: Modintryck. PDF-format. Tillgänglig:
- Softpedia.com (2013) Seabob Underwater Propulsion Device. Softpedia. <http://gadgets.softpedia.com/gadgets/Sports/The-Seabob-Underwater-Propulsion-Device-1761.html#techs> (2013-02-11).

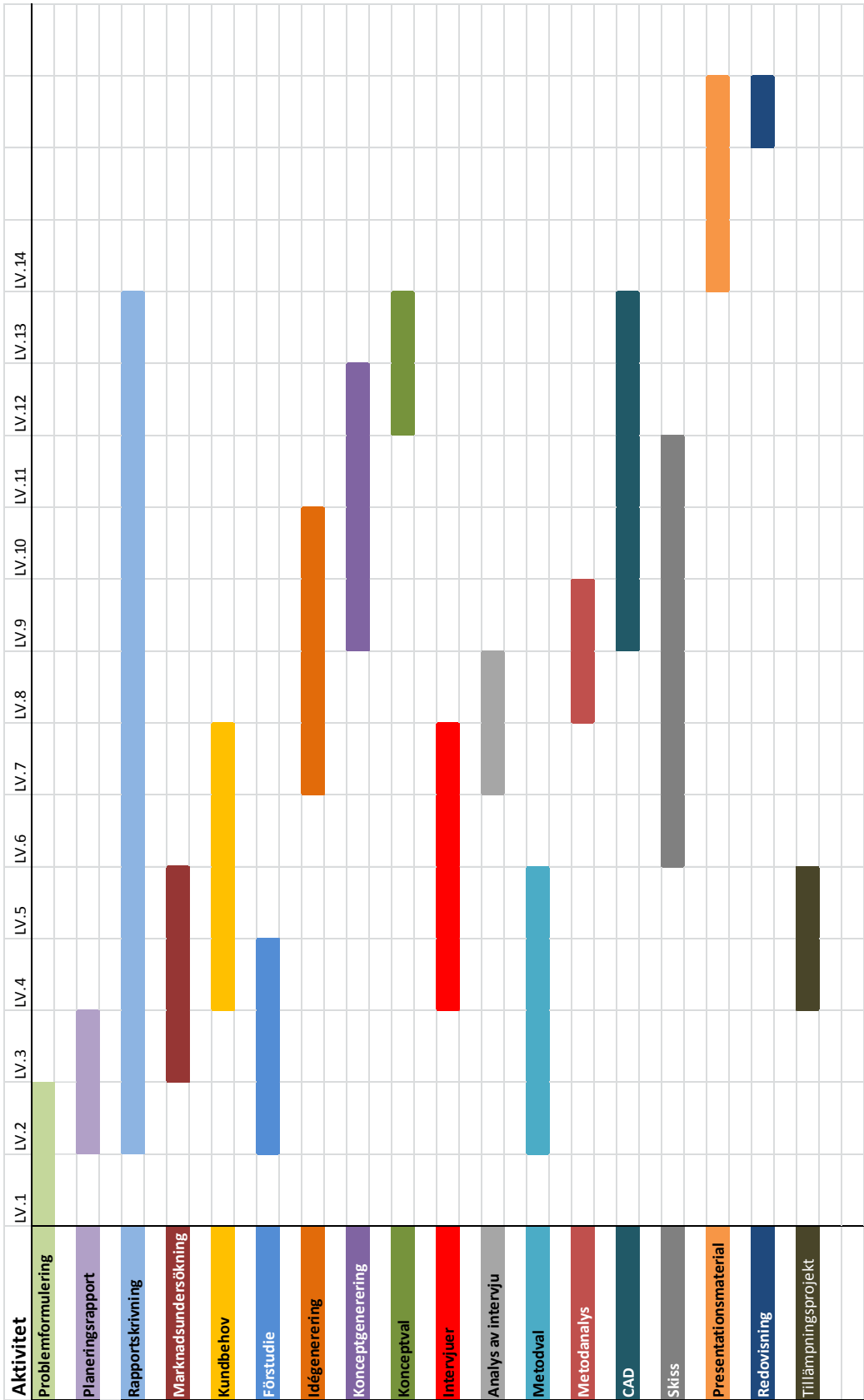
- Sparkdesign.nl (2012) Rescue Tip-Board: Inflatable lift-raft. Spark – Design & Innovation. [http://www.sparkdesign.nl/en/project/Rescue-Tip-Board-Inflatable-life-raft\(2013-02-11\)](http://www.sparkdesign.nl/en/project/Rescue-Tip-Board-Inflatable-life-raft(2013-02-11)).
- Spool. J. M. (2004) The KJ-Technique: A Group Process for Establishing Priorities. http://www.uie.com/articles/kj_technique/ (27-09-2012).
- Swärd. L (2010) Elmotorn överlägsen i bilen. DN Motor. [http://www.dn.se/motor/nyheter/elmotorn-overlagsen-i-bilen\(2013-05-15\)](http://www.dn.se/motor/nyheter/elmotorn-overlagsen-i-bilen(2013-05-15)).
- Tadupatokolos (2007) Zil screw drive (2). [YouTube] <http://www.youtube.com/watch?v=1uynmApjhWI> (2013-03-25).

Bilder

- Fotopedia.com (2013) MassDEP Response to a Heating Oil Spill to the Charles River, Cambridge, MA. Fotopedia. <http://www.fotopedia.com/items/flickr-4351470400> (2013-03-14).
- MikaelLidmark (2012) Snöskoter http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ockelbo_6000-2012-06-26.jpg (2013-05-25)
- PocketWatch86 (2012) Quadski http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Quadski_on_land.jpg (2013-05-25)

Bilagor

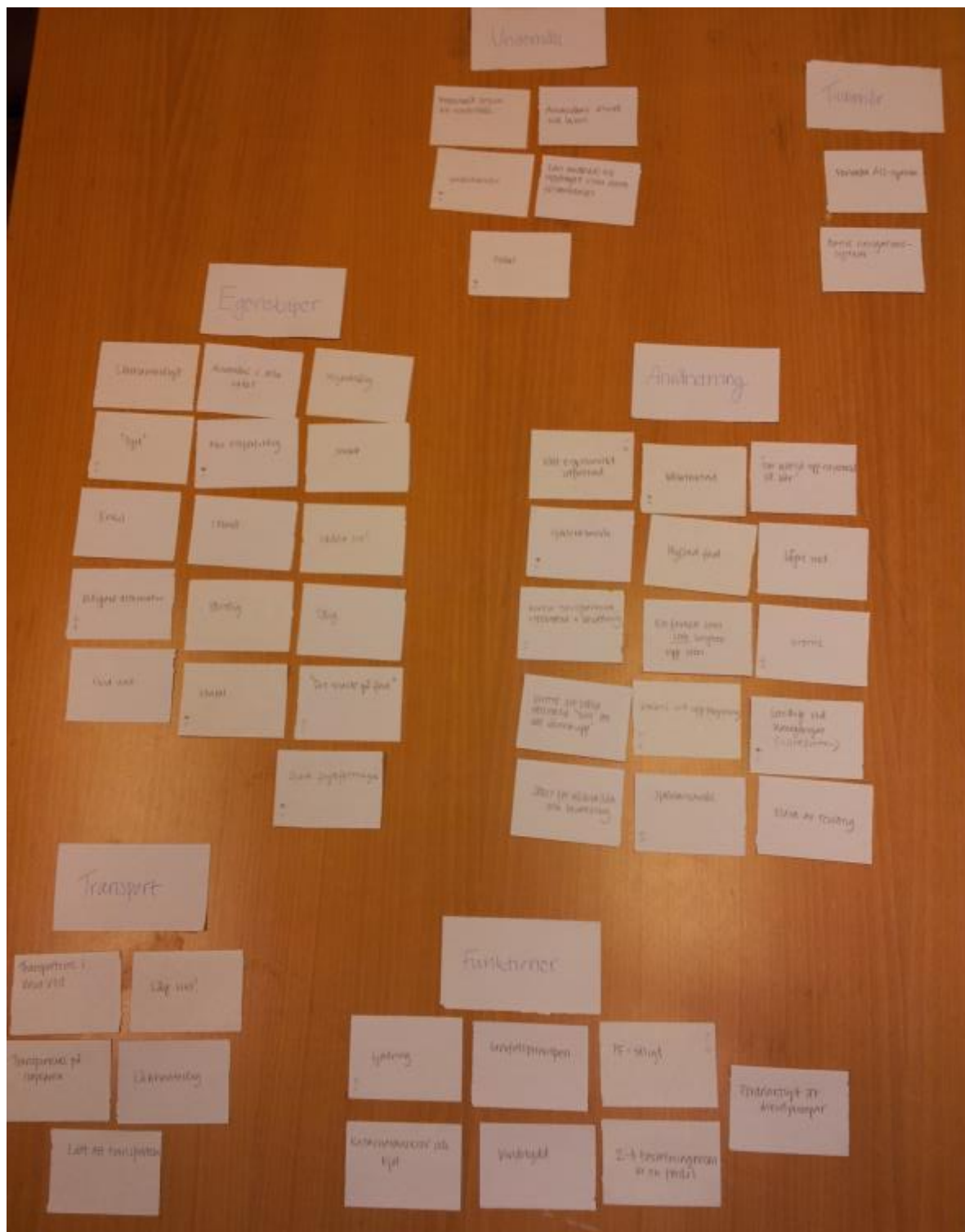
Bilaga A – Gantt Schema



Bilaga B - enkät

- 1. Hur ser den omgivande terrängen kring er station ut under vintertid(is, öppet vatten osv)? Vad i terrängen utgör den största svårigheten vid insatserna?***
- 2. Vilka sjöräddningsuppdrag är mest förekommande hos er?***
- 4. Ser ni några konkreta problem eller nackdelar med era nuvarande farkoster?***
- 3. Vilka räddningsfarkoster använder ni till era insatser? Finns behov av en annan typ av farkost (som ni ej har tillgång till)?***
- 5. Vad anser ni om att utveckla mindre is- och vattengående farkoster? Vilka begränsningar ser ni finns vid utvecklingen av ett mindre koncept?***

Bilaga C – Kj metoden



Bilaga D – Ytterligare bilder på farkosten

