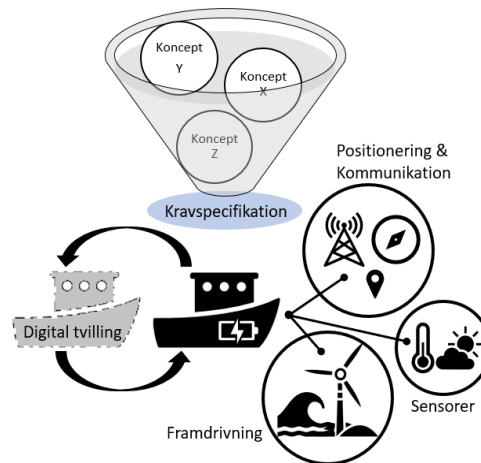


Hållbar multifunktionsbåt för transporter och arbete i skärgårdsmiljö: Forskningsbåt, testbådd och digital tvilling



RISE Research Institutes of Sweden AB

Safety - Maritime Research

Utfört av

- RISE AB: Robert Rylander, Peter Sjögren och Fredrik von Elern (SMTF)
- Göteborgs Universitet: Christian Lindberg, Hans Olsson och Ursula Schwarz

Förkortningar:

ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
AUV	Autonomous Underwater Vehicle
CAE	Computer Aided Engineering
CTD	Conductivity Temperature Density
MRU	Motion Reference Unit
ROV	Remotely Operated Vehicle
SMTF	Svenskt Marintekniskt Forum
SWL	Safe Working Load

Innehållsförteckning

1	Introduktion och bakgrund.....	4
1.1	Syfte och mål	4
1.2	Forskningsmiljöer på Kristineberg.....	5
1.3	Befintliga fartyg och forskningsbåtar på Kristineberg.....	5
2	Metod	8
3	Användarkrav.....	8
3.1	Initial kravbild.....	8
3.2	Workshop-metod.....	9
4	Liknande nya forskningsbåtar	9
5	Workshop resultat	11
6	Konceptet: en rekommendation	14
6.1	Dimensioner	16
6.2	Kapacitet	16
6.3	Framdrift	17
6.4	Utrustning.....	18
6.5	Material/Skrov/Överbyggnad.....	22
6.6	Hamninfrastruktur	23
6.7	Digital tvilling	24
6.8	Cirkuläritet	26
7	Slutsatser	27
7.1	Arbete framåt: Finansieringsmodeller och potentiella samverkanspartners	27
7.2	Organisering av arbete framåt.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
	Referenser	28
	Appendix.....	29
	1 -Diskuterade referensbåtar	Fel! Bokmärket är inte definierat.
	2 -Skisser på katamarankoncept.....	29

1 Introduktion och bakgrund

Forskningsstationen vid Kristineberg byggdes redan 1877 och drevs fram till och med 2007 av Kungl. Vetenskapsakademien i samverkan med Göteborgs universitet. Från och med 2008 drivs stationen av Göteborgs universitet, som en del av universitetets marina infrastruktur. Göteborgs universitet (GU) har idag flera båtar för att möjliggöra den forskning som bedrivs på Kristinebergs marina forskningsstation, bl.a. Oscar von Sydow (1976) och Alice (2000), båda 12 meter långa och utrustade för marin forskning genom dagsturer i kustnära vatten. För att förnygra flottan och vidga operationsområdet kring Kristineberg såg GU tillsammans med RISE och Svenskt marintekniskt forum (SMTF) en möjlighet att ta fram ett koncept för en dubbelt nyttjad båt, där den primärt används som forskningsbåt men även utformas så att den fungerar som en seglande testbädd. SMTF driver samtidigt CELESTE-programmet, en plattform där kunskap om ett multifunktionellt mindre fartyg, kapabelt att hantera kallt klimat, byggs upp baserat på de senaste marintekniskt hållbara lösningarna. Forskningsbåten fungerar som en användarfall inom CELESTE-programmet. För att kunna följa den nya båtens livscykel tas även ett koncept för en digital tvilling fram. I en inledande dialog mellan GU, SMTF och RISE, har konceptets grundförutsättningar diskuterats. I detta fungerar forskningsbåten som ett användarfall inom CELESTE. Forskningsbåtens livscykel – från design genom konstruktion och användande fram till utskrotning – ska genomsyras av ett hållbarhetsperspektiv. I detta ska cirkularitet ges särskilt fokus. Vidare ska användarna stå i fokus. Skepparens, forskarens, studenters och testbäddsforskarens erfarenheter av tidigare båtar och visioner om framtida funktioner, tekniker, teknologier och syn på hållbarhet ska komma till tals. I detta är GU:s medverkan som kravställare central. Forskare på Kristineberg delar havet som arbetsplats men deras kompetensområdens behov är olika och inte alltid komplementära och kompromisser är därför nödvändiga.

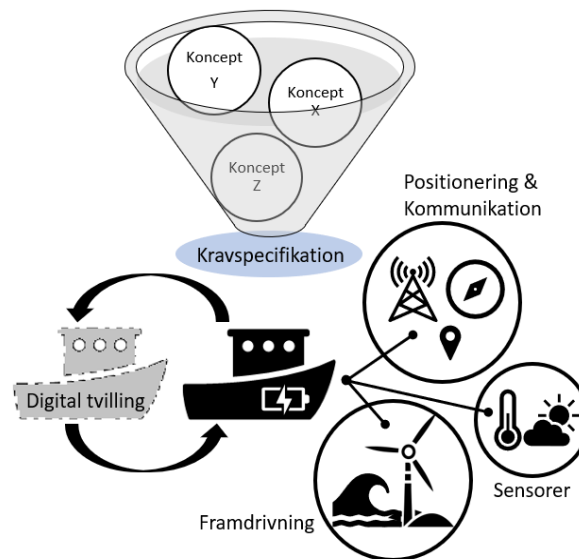
1.1 Syfte och mål

Det huvudsakliga målet är att utveckla ett koncept för den mångutnyttjade forskningsbåten och utreda förutsättningar för en digital tvilling i ett tidigt skede. Initialt tas en kravspecifikation (behovsanalys) fram för ett brett användningsområde: en arbetsbåt för den yttre miljö som avses (dimensioner, kapacitet, framdrivning). Sedan preciseras de användningsområden som är relevanta för det specifika fallet: forskning och testbädd (uppdragsutrustning).

Vidare är ambitionen att det initiala konceptarbetet skall mynna ut i fortsatt arbete med fördjupande studier och ett genomförandeprojekt, då i ett större sammanhang med näringsliv och Kristineberg Marine Research and Innovation Center:s partners. I förstudien inventeras alltså vilka behov som finns inför den konstruktions- och byggprocess som följer i den vidare projekteringen. När medel inför detta erhållits blir det möjligt att också realisera det som förstudien visat är en god lösning på alla behov.

Det framtida målet är att båten byggs och används av Kristinebergscenret och stärker dess tre fokusområden: (1) Marina livsmedel, (2) marin energi och teknik och (3) förvaltning av marina ekosystem. Det huvudsakliga av FN's hållbarhetsmål för centret är mål 14 (Hav och marina resurser). Forskningsfarkoster är en särart inom fartygsdesign. De är få till antalet och enstyckskonstruerade. Deras unika syften ställer krav som främjar utmaningsdriven innovation och manar till ett nyfikat engagemang hos medverkande parter. För kunna dra nytta av den svenska marintekniska kompetensen och att kunna effektivisera både konstruktions- och byggnationsfasen jämförs också mogna arbetsbåtsdesigner som skulle passa kravspecifikationen i förstudien.

Upplägget där båten kan användas både som arbetsbåt för forskare och som testbädd för ny teknik kombinerar på ett resurssmart sätt intressena på Kristineberg. De båtar och fartyg som Kristineberg idag förfogar över hyrs likt övrig utrustning och lokaler ut enligt en fastställd taxa. Att båten skall kunna nyttjas som testbädd ökar användningsområdet för vilket borde öka beläggningen och så också möjligheten att bära de egna kostnaderna.



Figur 1: Framtagandet av ett forskningsbåtskoncept.

1.2 Forskningsmiljöer på Kristineberg

Kristineberg som forskningsstation huserar flera forskningsmiljöer. Göteborgs universitets marina infrastruktur har flera fartyg och mindre båtar vid två forsknings- och utbildningsstationer. Båda stationerna representerar unika miljöer vid den svenska västkusten: Kristineberg vid Gullmarsfjorden och Tjärnö vid Kosterfjorden.

Kristineberg Marine Research and Innovation Center (Kristinebergscentret) är en samverkanssatsning (2018) mellan Göteborgs universitet, Chalmers, KTH, IVL Svenska Miljöinstitutet, RISE och Lysekils kommun för att bygga upp en innovationsmiljö för hållbar blå tillväxt, där effektiv tillgång till infrastruktur är väsentlig. Lanseringen av Kristineberg som innovationsmiljö öppnar också upp för nya verksamheter och projekt att etableras sig på Kristineberg.

Som del i Kristinebergscentret ligger fokus på marin energi och marin teknik, utvecklas Testsite Skagerrak som är tänkt att tillhandahålla havsbaserade test- och demonstrationsinfrastruktur för såväl företag som forskare.

1.3 Befintliga fartyg och forskningsbåtar på Kristineberg

De båtar som idag är relevanta ur ett användarperspektiv vid Kristineberg är Oscar von Sydow och Alice.

1.3.1 Oscar von Sydow

Oscar von Sydow används framförallt av Kristinebergs marinbiologer och för studenter.

Fartygsdata: Byggt av: A/S Fjellstrand Aluminium Yachts, Norge, 1976 Ägare: Göteborgs universitet, sedan 2008 Namn efter: Oscar von Sydow (1873-1936), landshövding i Göteborgs

och Bohus län 19171934. Fartyget bekostades 1976 tack vare ett anslag från ”Mary von Sydows, född Wijk, Donationsfond”. Mary von Sydow var gift med Oscar von Sydow.

Dimensioner Längd: 12.0 m Bredd: 3.6 m Max. djupgående: 1.8 m Fribord på arbetsdäck: 0.57 m Huvudmotor: Volvo Penta D6 137 hk Elverk (hjälpmotor): Volvo Penta, 220 V AC (12 kVA)

Prestanda Hastighet: 9.0 knop Operationsområde: Fartområde D (högst 6 M från skyddad plats) och Fartområde E (sjölä) Tid till sjöss: 1 dag

Navigation Navigationsprogram: Transas Navisailor 3000 ECS-i Ekolod: Suzuki colorsounder ES670

Kapacitet och arbetsutrymme: Bruttotonnage: 14 BRT Bränsle: 1.0 m³ Fri arbetsyta på däck: 11 m²

Besättning och passagerare: Besättning: 2, 15 Studerande/forskare inkl lärare inom fartområde D och E, färre om skrymmande/tung utrustning används; 20 vid ren transport inom fartområde E Certifikat: Passagerarfartygscertifikat inom fartområde D och E.

Vetenskaplig utrustning: Däckutrustning för lyft: fast galge, bom och dävert Vinschar: hydraulisk 1 ton trålvinsch med 400 m wire; hydraulisk vinsch för CTD, vattenhämtare etc, med 130 m wire (Sven Lovén centrum , 2019)



Figur 2: Oscar von Sydow

Tabell 1 visar Oscars von Sydows antal dagar till sjöss, uppdrag och driftstimmar. Trenden är ökat nyttjande och uppdragslängd. Tabellen visar också att det finns utrymme för fler dagar till sjöss över ett verksamhetsår.

Tabell 1: Oscar von Sydows uppdrag 2013-2018.

År	Dagar till Sjöss	Antal uppdrag	Driftstimmar, ej vid kaj
2018	91	136	385
2017	86	125	319
2016	68	88	220
2015	61	88	219
2014	94	101	281
2013	77	91	231

1.3.2 Alice

Alice byggdes 2000 av Strömstad Plåt och Marin med ett aluminiumskrov. Dimensioner: 12 m lång och 4 meter bred. Djupgående på 1,5m och displacement på 9000 kg, Hon har en halv våning under bryggan där man kan sova och är utrustad med sänkköl (eftermonterad för att minska avdrift och rullning pga det relativt stora fribordet). Sänkkölen fungerar dåligt då det ofta kärvar fast och behöver repareras.

Alice kan i dagsläget ta 8 passagerare och två i besättning (fartområde D) men det finns livflottekapacitet för 14 personer.

Alice har en maxhastighet på 8 knop och drivs med en 450hk Cummins 6 CTA 8.3M3 huvudmaskin. Bogpropellern ger 8hk av typen SidePower SP95T12.

Alice är specialgjord för oceanografisk forskning med en 1,3 tonmeters HIAB-kran monterad midskepps. Hon har även en A-ram med ca 50° svängvinkel för lyft upp till 1 ton. Det finns också en moon pool (öppning i botten, åtkomlig ovanifrån för montering av t.ex. akustiska mätningar i vattnet (ADCP). Denna går enl. skeppare inte att använda till sjöss p.g.a. risk för överskvalp.

Uppdragsutrustning (vetenskaplig) bl.a.: Sonar (echo sounder) SIMRAD ES60 50kHz, CTD-sond Seabird 19plus V2 200kHz, sex flaskors vattenhämtare SBE55 ECO och RDI Ocean Surveyor 600kHz (ADCP)



Figur 3: Alice

1.3.3 Andra fartyg och båtar vid Kristineberg

Göteborgs universitets största fartyg är R/V Skagerak (1968) som är 38 meter långt och fullt utrustat för marin forskning och utbildning på djup ner till 900 meter. R/V Skagerak håller på att ersättas av ett nytt fartyg - ”Nya” R/V Skagerak. Det nya fartyget blir 49 meter långt, 11 meter brett och får ett displacement på ca 1000 ton. Fartyget kräver en besättning på 5 personer och rymmer 16 forskare och studenter. Vid Kristineberg och Tjärnö finns ytterligare ett antal mindre båtar som används för kortare prov och dykning. Dessutom har både KTH och IVL mindre båtar som utnyttjas för deras verksamheter vid stationen.

2 Metod

I den här förstudien har intervjuer, en studieresa och en workshop använts för att öka kunskapen om den befintliga miljön på Kristineberg och kravbilderna hos de tänkta användarna.

Forskare (marinbiologier och oceanografer), skeppare (Oscar von Sydow och Alice) och en forskningsingenjör har intervjuats om deras erfarenheter av de befintliga båtarna och deras syn på en ny forskningsbåt. För att båten även skall fungera som testbädd har representanter för test och demo-miljöer inom Kristinebergcentret intervjuats.

Under förstudien har ett antal arbets- och forskningsbåtar med liknande profil som den som söks identifierats.

Utifrån de behov som användarna har, så har en kravspecifikation tagits fram för sex delområden: Dimensioner, Kapacitet, Framdrivning, Utrustning, Material och Hamninфраstruktur. De delområdena behandlades också under den konceptworkshop som lade grunden för de förslagna koncepten i förstudien.

För att en digital tvilling skall kunna följa båten har de krav som ställs på ett sådant koncept utretts genom litteraturgenomgång och i diskussion med sakkunniga inom RISE.

3 Användarkrav

I förstudien har tre huvudsakliga användarperspektiv identifierats: marinbiologisk och oceanografisk forskningsverksamhet, testädds forskning och skeppare/tekniker/forskningsingenjörer. För båtens primära syfte gäller forskningsbåten för tillämpningar som oceanografiska och marinbiologiska provtagningar, dykning och transport. Båten skall även fungera som testbädd när båten är ledig från primära uppdrag eller för långtidstest under primär drift. Då är test av sensorer, och senare analys av sensordata, för navigering, manövrering, kommunikation och digitala tjänster möjligt. Men även test av autonoma funktioner kan kräva mer omfattande uppdragsutrustning. Som testbädd kan även materialprover vara aktuellt. Det är också i denna tillämpning som en digital tvilling är relevant där t.ex. funktioner för energieffektivisering skulle kunna simuleras. För mindre testbäddsaktiviteter som inte inkräktar på båtens primära funktion kan långtidstester genomföras under primärtid, alltså den tid då den används för daglig verksamhet.

I en inledande diskussion fastställdes övergripande krav på båten.

3.1 Initial kravbild

- Längd: 18m
- Djupgående: 2m
- Bredd beroende på skrovtyp
- Besättning: 2 personer
- Passagerare: 25 studenter
- Tre moduler för uppdragsutrustning:
 - CTD/plankton,
 - ROV (operatörshytt),
 - Bottenprovtagning-undervisning.
- Kran: SWL 1 ton
- Brygga med arbetsbord
- Pentry och WC

Efter att krav och alternativ för forskningsbåten diskuterats genomfördes en workshop på Kristineberg vilken resulterade i två koncept: en katamaran och en enskrovsbåt. Många aspekter av forskningsbåtens utförande är generella för båda skrovtyperna. Skrovtypernas för- och nackdelar redovisas under delkapitel: Skrov.

3.2 Workshop-metod

Den 20 september genomfördes en Workshop på Kristineberg i syfte att konkretisera två koncept för Göteborgs Universitets nya forskningsbåt. Workshopen ökade förståelsen för de olika perspektiven i projektet för att nå en ökad samsyn kring båtens uppdragsprofil som forskningsbåt och testbädd.

Workshopen genomfördes under ledning av SMTF/RISE.

Medverkade från Göteborgs Universitet och RISE.

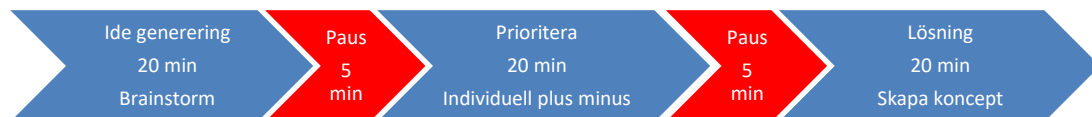
Workshopen inleddes med en introduktion och en beskrivning av målsättningen med WS som var att

- Att nå en samsyn kring båtens uppdragsprofil
 - Vad av det som tidigare diskuterats behövs?
 - Hur mycket forskningsbåt (primär) och hur mycket testbädd (sekundär)?
 - Ta fram två koncept – katamaran & enkelskrov

Detta baserat på den initiala kravbilden se delkapitel 3.1.

Workshopen var indelad i två identiska sessioner, en avseende en katamaran och en session som avsåg ett monoskrov.

Sessionerna planerades enligt följande och genomfördes i helgrupp.



4 Liknande nya forskningsbåtar

Under förstudien har ett antal arbets- och forskningsbåtar med liknande profil som den som söks identifierats. Electra af Askö, Tvärminnes Katamaran och DTU:s Havfisken se Tabell 2. En utgångspunkt är således att titta på de båtar som tidigare skräddarsyts för liknande ändamål för att identifiera de behov som finns – och för att identifiera de behov som *inte* finns. Eftersom forskningsbåten ska fylla många funktioner och vara relativt liten är det viktigt att utrymmen används på ett för just Kristineberg ändamålsenligt sätt. I jämförelse med den kravprofil som tagits fram ligger behovet någonstans mellan katamaranen på Tvärminne och Havfisken.



Figur 4: Från vänster: Electra af Askö, Tvärminnes Katamaran och DTU:s Havfisken (bilder hämtade från internet)

Stockholms universitets Östersjöcentrum byggde ett nytt forskningsfartyg (enskrovsbåt) för marin forskning som levererades i juni 2016. Electra är isgående, 24 meter långt och 7 meter brett. Den är utrustad med utrustning för både vatten- och sedimentprovtagning, liksom med geofysiska instrument. Den har CTD-sond och A-ram för lyft och en tio-fotscontainer kan placeras på akterdäck. Electra har två Volvo Penta dieselmotorer, Rolls-Royce azipodar och ett DP-system..

Tvärminne zoologiska forskningsstation får under 2019 ett tillskott i form av en 18 m lång katamaran med passagerarkapacitet på 30 personer och med isklassat skrov.

Byggd 2015 väger DTU:s Havfisken 105 brutto och är 17 meter lång. Havfisken är en enskrovsbåt i stål. Havfisken har trålningskapacitet och en A-ram för vinschar och lyft akteröver. Båten har sov möjligheter och kan därför ha dubbel besättning med två personer i vardera pass. Havfisken kan ta tolv passagerare.

Arbetsbåtarna NOS Supporter och DAMEN MultiCat har också diskuterats under förstudien. NOS Supporter är en arbetsbåt för vindkraftsparker som är 18,2 m lång, 7,4 m bred, med ca 30 brutto.

Nederländska varvet DAMEN har utvecklat och säljer en arbetsbåt/pråm kallad MultiCat vars däckareal optimerats för att möjliggöra olika typer av tillämpningar på samma båt (DAMEN, 2019). MultiCat tillverkas i flera storlekar där 19x8m varianten ligger närmst Kristinebergs behov. Den har en däckareal på 130 m² och gör 9,3 knop, med ett brutto på ca 78. Till idé liknar MultiCat den multifunktionella arbetsbåt som SMTF ämnar konceptualisera inom CELESTE men med konventionell framdrivning som utgår från en pråmskrov.

Tabell 2: Jämförelseobjekt

Jämförelseobjekt	Fördelar	Nackdelar
Electra	Stort akterdäck.	Större än behövligt, för mycket plats boende och labbyta.
Tvärminnes katamaran	Lämplig storlek, minimerat kök och boende.	Snabbare än behövligt.
Havfisken	Lämplig storlek för enskrovsbåt.	För litet däck, för många sovplatser, för mycket labbyta och trålningskapacitet som eventuellt är redundant på Kristineberg.
NOS Supporter	Stort arbetsdäck	Få utrymmen utöver arbetsdäcken
DAMEN MultiCat	Väldigt stort arbetsdäck, serietillverkad (kostnad och kvalitet)	Pråmskrov, något långsam, mindre ytor under bryggan.

Tabell 3: Dimensioner, kostnad, skrovtyp och framdrift för tre av referensbåtarna.

	Längd	Bredd	Kostnad (officiell) [milj. SEK]	Skrov	Framdrift
Electra af Askö (mono)	24	7	30	Enskrovsbåt aluminium/stål (isklass)	Diesel / Azipod - Med forsk.utr.
DTU Havfisker (mono)	17,5	5,8	15	Stål	Diesel / Prop(dysa) och bogprop.
Tvärminne	18,5	7	20	Katamaran aluminium (isklass)	Diesel / Azipod Med forskningsutr.

5 Workshop resultat

Under den första sessionens brainstorming, gav diskussionen att de givna ramarna för båtens storlek inte skulle räcka till, framför all sågs djupgåendet som en utmaning men även längden ifrågasattes.

Vidare diskuterade gruppen möjligheten till modullösningar vilket ändrade inriktningen på prioriteringsfasen till att kategorisera båtens utrustning som fast eller i modul.

I lösningsfasen avsågs formalisera konceptidén, kom viktiga synpunkter fram som framför allt rör befälhavarnas arbetsmiljö samt arbetsmiljön ombord i övrigt. Styrhytten som är befälhavarens arbetsplats bör vara så avskild från arbetsdäcket som båtens storlek medger, men med goda kommunikationsmöjligheter med arbetsdäcket. Styrhytten bör placeras så att den ger en god överblick över arbetsdäcket men båten bör även utrustas med kameror för att täcka döda vinklar och underlätta befälhavarens överblick över vad som pågår ombord.

Befälhavarna önskar även möjlighet att kunna manövrera båten remote, dvs att de inte är låsta till en station för manövrering. Arbetsdäcket bör också utrustas med slavskärmar för att göra information från navigationsinstrument tillgängliga för forskarna utan att de behöver tillträde till styrhytten. Styrbordssidan av arbetsdäcket bör ha ett 8m fritt utrymme för att kunna hantera ett kolvlod, något som ökar efterfrågan på båten.

För lätt access till motorer och skrov bör båten utrustas med luckor från däck, luckorna bör placeras rakt över motorerna för att underlätta för service av de samma.

För forskarnas arbete bör båten utrustas med följande fast installerad utrustning

- Spolpump
- Högtryckstvätt
- Arbetsluftskompressor

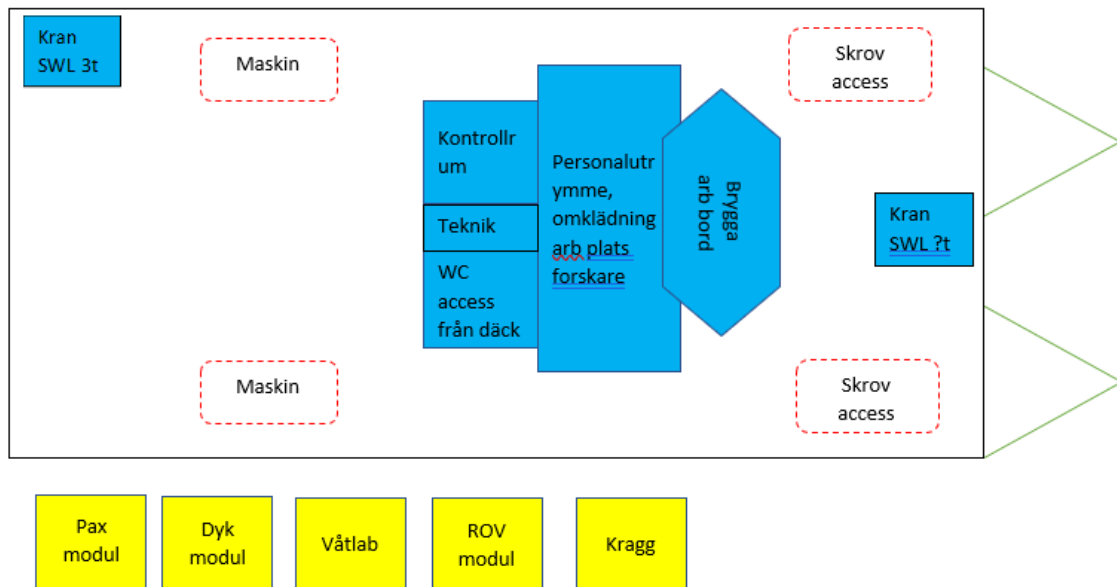
Ett modulärt koncept förutsätter enkel hantering av modulerna, vilket också innebär utmaningar;

- Vikten på modulerna
- Fästen ombord för snabbsäkring av modulerna
- Anslutningar för, ström, nätverk vatten och avlopp
- Anslutningar och fästen får inte utgöra en arbetsmiljörisk när de inte används

En vanlig lösning för moduler är att använda 10ft container men dessa anses inte tillämpliga då konstruktionen har en hög egenvikt samt att materialet är känsligt för korrosion i den marina miljön.

Slutprodukten av den första sessionen var en plan med rekommendationer över placering av utrustning samt en kategorisering av vilken utrustning som behöver vara fast och vad som kan vara modulärt, se skiss nedan.

I Figur 5 avser de blå modulerna fasta installationer och gula är mobila moduler. Exempel på mobila och modula enheter är kraftaggregat (Kragg) för uppdragsutrustning, dykmodul med kompressor, passagerarmodul för större grupper (Pax).



Figur 5: Katamarankoncept från workshop

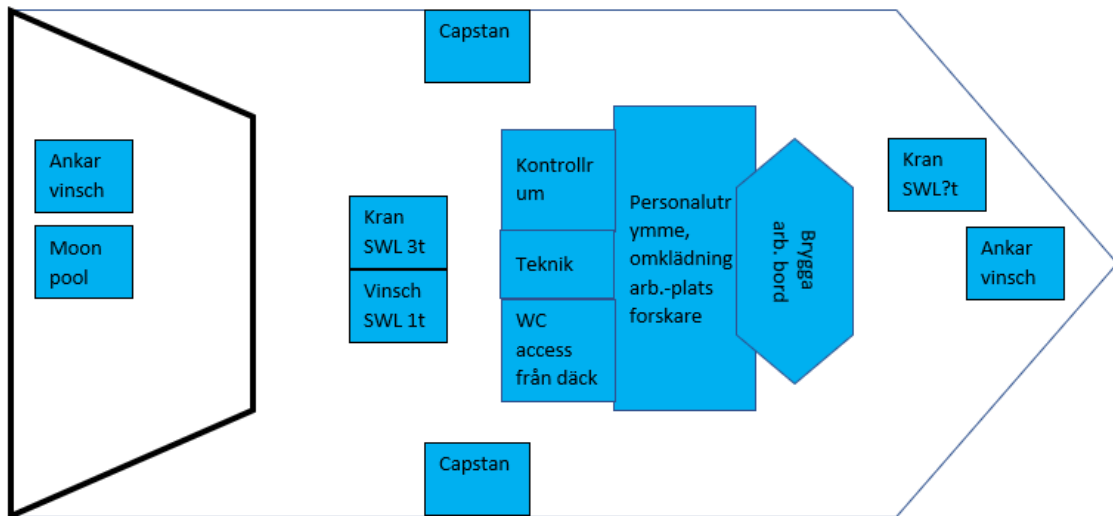
Digital infrastruktur: båten har behov av ett dedikerat utrymme för en eller flera servrar samt två eller flera nätverk. Nätverken och serverna utgör "backbone" för forskning men även för båten som testbädd och för den digitala tvillingen. Strukturen och enkel anslutning av sensorer och instrument till nätverket är mycket viktigt för båtens multifunktionalitet.

Modullösningen medger att båten kan användas för andra uppdrag än forskning och test, vilket öppnar för GU att sälja tjänster till andra, exempelvis MSB.

Session två fick en annan utformning än planerat, i stället för att gå igenom samma process som för katamaranen valde vi att fokusera på skillnader mellan monoskrov och katamaran.

Generellt kan monoskrovsbåten utrustas på samma sätt som katamaranen men här tillkommer en A-ram. Här framkom även synpunkter om dubbel framdrivning ur manövreringshänseende samt bogpropeller. Även placeringen och skydd av båtens propellrar diskuterades. Under denna session framkom ytterligare önskemål om utrustning., Man **önskar** ytterligare lyftutrustning av typ *capstan* och vinschar. Här diskuterades även behovet av wire eller om wire kan ersättas med annat material typ *dyneema*. Viss utrustning t ex CTD-sond behöver specialwire på grund av kommunikationsbehov med sonden. Det framkom även önskemål om att utrustningen skall ha referens mot båtens position så att georeferens finns för utrustning som används. Behov av "moonpool" är tveksamt men med rätt placering av propellrar finns det en möjlighet att placera en "moonpool" i aktern.

Gruppen diskuterade även fördelen med båtens möjligheter till akter respektive stävförtöjning med avseende på multifunktionalitet. Akterförtöjning för på och avlastning av moduler och stävförtöjning för passagerarombordstigning. Andra aspekter som diskuterades var vibrationsfri arbetsyta (mikroskopering) och bullerdämpad miljö.



Figur 6: Enskrovsbåt från workshop (samma moduler som för katamarankonceptet)

6 Konceptet: en rekommendation

I Tabell 4, behandlas forskningsbåtens övergripande krav och aspekter så som de framkommit under förstudien. Aspekterna diskuteras kvalitativt i det här kapitlet. Appendix 1 innehåller skisser av ett katamarankoncept. Skillnader mot ett enskorvskoncept redovisas de i det här kapitlet.

Tabell 4: Diskuterade krav och alternativ under förstudien.

Aspekt	Krav/Alternativ
Dimensioner	
Längd	18-20m
Bredd	7-8m
Djupgående	Max 3 m
Bruttotonnage	Min 20
Fri däcksyta	35-60m ²
Kapacitet	
Flagg	Svenskt statsfartyg. Passagerarfartyg
Klassning	Senare
Besättning	2 personer
Max passagerare	25 personer
Fartområde	C, 25 studenter i E.
Uppdragsräckvidd	60-100NM (Väderöarna ToR 40NM)
Besättningsbehörighet	Klass VI (befälhavare), övrig besättn. Enl. Transportstyrelsens best.
Sängplatser	För vilplats, måste ej vara säng.
Uppdragstid	12-24 h
Pentry	Ja
WC	Ja, 1
Framdrift	
Transporthastighet	10 -15 kn
Motor/kraftkälla	Dieselelektriskt, möjlighet att efterinstallera full eldrift.
Hjälpmotor/hjälpkraftkälla	Se ovan
Energilagring / Bränsle	MGO/Batteripackar (Hybriddrift)
Propeller/ Roder	Poddar, Fast med dysa.
Bogpropeller	Enskrov ja, ej för poddar
Utrustning	
Kommunikation/Navigation	
GPS-system	ej fastställt
Rörelsesensor (heave/pitch/roll)	ej fastställt
Väderstation	ej fastställt
Sonar	ej fastställt
Ekolod	ej fastställt

Aspekt	Krav/Alternativ
Bottenkarterings program	ej fastställt
Lanternor och signalmast:	Enl. regelverk.
Radar	ej fastställt
Uppdragsutrustning (forskning och testbädd)	
Laboratorieyta (vått)	Ja, modul
Laboratorieyta (torrt)	Ja, fast
A-ram eller kranarm i klyka?	Beror på skrovtyp
Vinsch (för A-ram eller kran)	3 vinschar
Hävningsskompenserad elvinsch med kommunikation i vajern	200-300kg
CTD-rosetthämtare	6 flaskor
ADCP	Ja
Ferrybox	ej fastställt
Sjösättning av ROV	Ja
Kapacitet för bentisk landare	Ja
Dyktutrustning	Ja, Modul
Planktonhåvar	Ja, Mobil
Sedimentprov	Kolvlod/Box core/Multicore
Moon pool	Nej
Spolbord på däck	Modul/mobilt
Arbetsluft: Kompressor	Ja fast
Möjlighet att bogsera	Ja
Kameraövervakning	Maskinrum och brygga
Testbädd: Infrastruktur för övervattensprover	Testrigg för prov
Testbädd: Infrastruktur för undervattensprover	Utreds framåt
Behov av dataöverföring	Ges av datamängder
Testbädd: Infrastruktur för undervattenssensor	Utreds framåt
Testbädd: Infrastruktur för övervattenssensorer	Utreds framåt
Testbädd: Sensorer (för)	Utreds framåt
Testbädd: Sensorer (akter)	Utreds framåt
Testbädd: Sensorer (i skrov)	
Säkerhet	
Brandsläckning/skydd	Beror av skrov och överbyggnad
Livvästar	Ges av passagerare och besättning
Livflottar	Ges av passagerare och besättning
MOB-båt	ej fastställt

Aspekt	Krav/Alternativ
Material/skrov/överbyggnad	
Skrovform	Mono eller katamaran?
Isklass	Klass1A
Skrovmaterial	Stål/Aluminium
Maskinrum	Åtkomst från akterdäck
Bullerreduktion	Obemannat maskinrum under arbetsdäck
Bottenfärg	Kan testas i sektioner på skrovet (eller via recesser, se förslag i löptext)
Material överbyggnad	Aluminium/komposit
Hamninfrastruktur	
Krankapacitet och typ	Ej på kaj, A-ram eller kran på båt
Ställplats för mobila moduler	På kajen
Laddinfrastruktur för batterier	Utreds framåt
Tilläggningsmöjligheter	För och akter
Sensorer	Utrymme allokeras i för och akter

6.1 Dimensioner

Storleken på båten drivs av uppdragsutrustning, arbetsmiljö för besättningen och antal passagerare. Utöver besättning och forskare kan andra gäster (allmänhet, media och event) vara aktuella. En längd om 18 m förslags initialt men ligger i det undre spannet för att husera den utrustning som diskuterats. Dessutom är den önskade djupgåendet för litet för en båt på 18 m, och därför förordas istället ett något större djupgående om åtminstone 2,5-2,8 m. För utrustningens skull är det emellertid lämpligt att ha en något större båt om ca. 20 m vilket tar höjd för de utrymmen som också kan behövas för testbäddens verksamhet.

Bruttotonnaget bör överstiga 20, för att besättningen skall kunna mönstra och tillgodoräkna sig sjötid för vidmakthållande av sina fartygsbefälsbehörigheter och max 150 brutto för att undvika onödigt höga behörigheter. Både en katamaran och ett monoskrov med längd 18-20m antas få ett bruttotonnage inom givna ramar

Den fria däcksytan ges av överbyggnadens placering, utrustningen på däck och skrovtyp, med en längd runt 18-20 m bör akterdäcket hamna mellan 40-60kvm.

6.2 Kapacitet

Med Göteborgs Universitet som ägare blir båten ett statsfartyg¹. Statsfartyg får inte nyttjas på annan stats territorialvatten utan tillstånd av den andra staten, men kan fritt användas på internationellt vatten.

Med tanke på Kristinebergs specifika läge i Skagerak är det rimligt att anta att båten också kan komma att användas på annan stats territorialvatten. Tillstånd för tillträde till annan stats territorialvatten söks via UD.

¹ Statsfartyg är fartyg som ägs eller utnyttjas av en stat för syften som inte är kommersiella.

Transportstyrelsens regler medger vissa undantag avseende tillsyn för statsfartyg, men dessa undantag gäller inte om fartyget skall används för passagerarfart med mer än tolv passagerare (fartygssäkerhetslagen 2003:362 3:e kap §2). Följaktligen skall fartyget konstrueras och utrustas i enlighet med transportstyrelsens krav och regler.

Klassning: båten bör byggas i enlighet med något klassningssällskaps regelverk som accepterats av Transportstyrelsen för aktuella fartområden.

Beträffande uppdragsräckvidd har önskemål mellan 60-100 M framkommit. Det skulle tillåta enkel resa Göteborg, Strömstad/Fredrikstad, Skagen eller tur och retur resa till Väderöarna.

För att framföra en båt av den storlek och passagerarantal som diskuterats krävs Klass VI (befälhavare) och övrig besättning i enlighet med Transportstyrelsens bestämmelser.

Uppdragstiden ges av den mängd energi som båten bär med sig. Med ökad uppdragstid så ökar volymen på energibärare (medför mindre lastkapacitet) medan en kortad uppdragstid ökar behovet av bunkring och eller laddning.

Båten rekommenderas ha 2 personer i besättning och kapacitet för 25 personer på akterdäck vilket alltså är det önskemål som framkommit. Vilket fartområde det bör gälla är ännu inte utrett men exempelvis tar Oscar von Sydow 20 passagerare vid ren transport inom fartområde E, annan begränsning att ta hänsyn till är att en ROV-pilot ger 1 mindre passagerare.

Överbyggnaden placeras föröver för att frigöra däcksyta akteröver. Överbyggnaden erbjuder en skyddande miljö för besättningen och innehåller brygga, torrlabb, pentry och WC.

Bryggan skall placeras på ett sådant sätt i överbyggnaden att skeppare och övrig besättning kan arbeta ostört när de behöver. Bryggan kan i sig komma att utrustas med sensorer och övervakning för att då kunna bedriva test och forskning om ergonomifrågor.

Ett enklare pentry med möjlighet att värma mat, placeras i överbyggnaden och anses täcka behovet för besättningen. Att utrusta båten med en "byssa" för matlagning skulle även medföra ytterligare regelkrav.

Sängplatser anses inte vara nödvändiga på båten men överbyggnaden bör innehålla en plats för vila, i fall av sjukdom eller för besättningsvila.

Om möjligt bör båten utrustas med två WC av snålspolande typ, det ena WC skall vara för båtens besättning och det andra WC för forskare och passagerare med access från arbetsdäcket för att man inte skall behöva ta av sig alla ytterkläder när man arbetar ute. Båtens utformning med moduler ger även möjlighet att medföra en WC modul.

Det är viktigt att båten kan dra skrapor på botten och lyfta stabilt ur vattnet, från båtens sida.

6.3 Framdrift

Det är viktigt att huvudmaskinen/erna är åtkomliga från huvuddäcket. Dels för åtkomst vid reparationer och service dels då båten skall fungera som testbädd. Som testbädd förväntas behov av frekventare åtkomst än för en vanlig forskningsbåt. I framtiden kan även efterinsallation av nya maskinlösningar bli aktuellt. Ett obemannat maskinrum undviker extra luckor vilket sparar inspektionspunkter. Maskinrummet kan vara kameraövervakat. För att separera båtens kritiska funktioner för framdrift och manövrerbarhet så används två hjälpmaskiner. Hjälpmaskiner placeras i varsitt hörn av aktern.

För att nå regeringens mål om ett fossilfritt Sverige fram till år 2045 bör eldrift undersökas framåt. Det blir då än mer viktigt, i det fall ett dieselelektriskt alternativ väljs, att efterinsallation av till helelektriskt framdrift är möjlig.

Norska varvet GMV har utvecklat en helt elektrifierad arbetskatamaran för fiskodling, kallad GMV Zero Astrid-Helene. Båten är dock något mindre (13,97x7,6m) än det behov som finns på Kristineberg idag men visar på ett fungerande elektrifierat alternativ. Astrid-Helene har två huvudmaskiner på 107 kW vardera och en elektrisk bogpropeller. Det ger henne en räckvidd på 26 M vid 8 knop. Maxhastigheten är 10 knop. Båten har ett stort akterdäck och en kran på 32 tonmeter (Maritimt Magasin, 2018). Givet den teknikmognad som helt elektrifierade arbetsbåtar närmar sig, så bör helelektrisk drift utvärderas mot dieselektriskt system i nästa steg av båtens realiseringsprocess.

För prov av bottenfärg där båten kan agera testbädd finns ett behov av att uppnå hastigheter på 13-15 knop. Ett sådant krav talar för ett katamaranskrov då en deplacerande båt vid sådana hastigheter blir energiineffektiv. Möjligheten till bottenfärgsprov bör däremot inte vara dimensionerande för båtens maxhastighet.

Fördel med pod-propeller-system, är att roder och bogpropeller inte behövs. Just för sensorer kan utrymmet i fören vara värdefullt där annars bogpropellern sitter. Pod-propellrar möjliggör dynamiskt positionssystem (DP) vilket underlättar vid viss provtagning, eller vid landsättning av utrustning. Vid vissa vattenprover vill man kunna fånga en vattenmängd utan att virvla upp den med t.ex. en propeller. I ett sådant fall kan inte ett DPS användas. För just den här typen av prov skulle DP-systemet kunna slås av och låta båten driva med vattenmängden tills provet är klart. För att öka säkerheten kan pod-propeller-kontroller placeras vid bryggvingar och akterskepp eller vid kranområdet. Detta innebär att även skeppare kan vara med på däck och få en bra överblick av pågående arbete och samtidigt snabbt kunna ändra position på fartyget var än man arbetar (se delkapitel om Säkerhet).

6.4 Utrustning

6.4.1 Kommunikation och navigationsutrustning

Positioneringssystem, rörelsesensor, väderstation, sonar, ekolod, och radar är utrustning som kan avgöras längre fram i processen med framtagandet av båten. En avgränsning för den utrustningen har därför gjorts i detta fall. På det sätt som positionering, rörelse mm berör testbädden eller den digitala tvillingen diskuteras det under respektive delkapitel.

6.4.2 Service och underhåll

Det som är viktigt för ett hållbart och kostnadseffektivt underhållsarbete är att anpassa utrustningen på båten till de arbetsmetoder som finns på Kristineberg och förmågan hos dem som arbetar ombord. Service och utrustning bör kunna hanteras av GU:s egna anställda i största möjliga mån. Detta för att undvika svårhanterade lösningar och att minska beroendet av specialutbildade tekniker och långa väntetider som ger bortfall av utnyttjandetid

6.4.3 Laboratorier och forskningsutrustning

Ett torrlaboratorium ombord är viktigt, men dess placering är mindre kritisk: Torrlabbet huserar datorer, däcksenheter, kontrollplats/rum.

Våtlaboratoriet kan byggas som en mobil modul.

Sållbord: plats för två stycken som lyfts ombord vid behov. Utloppen utanför skrovet för att undvika att få lerpölar på däck.

För sjösättning av Bentiska landare används den angivna krankapaciten.

Planktonhåvar är utrustning som lyfts på båten för de tillfällen de används.

CTD-rosetthämtare kan hanteras i en mobil modul likt våtlaboratoriet.

Kompressor för arbetsluft bör vara fast utrustning ombord.

Jämfört Alice och Oscar von Sydow finns behov av bättre avspolningskapacitet på en ny båt då det är svårt att spola av all utrustning efter prov med vanlig slang. Många fartyg har numera fasta högtryckstvättanläggningar med uttag på däck.

6.4.4 Kranar

För forsknings- och testbäddssyften fyller en A-ram och kranarm olika syften där de överordnade syftena med båten behöver beaktas. A-ramen täcker in många moment till sjöss medan en kran underlättar vid lastning/lossning i kaj. A-ram är vanligt på forskningsfartyg medan arbetsfartyg numer använder kranar med olika funktioner för att frigöra akterdäcket. Ett fritt akterdäck underlättar att ta ombord mobila moduler/båtar. För A-ram är det viktigt med lång överliggerare på styrbordssidan som når ut till relingskanten. Eftersom mycket av provtagning tas bäst över sidan.

Vid val av A-ram bör en sådan ha en kapacitet på 3 ton. A-ramen är relevant i det fall en enskrovsbåt väljs. För ett katamaranskrov kan en hydraulisk kran med klyka vara relevant. För en sådan lösning har Gamla R/V Skagerak en kran som skulle kunna återanvändas.

Kranen bör också kunna:

- Räcka över hela däck
- Bära en modul
- Kunna lyfta saker till ö

Krankapaciteten omkring 200-300 kg räcker att lyfta prover och CTD-sond ur vattnet. Ur ett användarperspektiv är elektriska vinschar att föredra framför hydrauliska då de är mer tystgående, renare (risk för oljeläckage) och kräver mindre underhåll. Vid hävningskompenserad elvinsch krävs vidare diskussion om vajertyp. CTD-sonden kräver en ledare. En vajer med flera ledare och fiber skulle kunna täcka framtida behov vid mer avancerad utrustning. För CTD-bommen rekommenderar utskjut 3 m från sidan, för att kunna använda CTD med skrovet som lä. Det är inte lämpligt att ha CTD-bommen inne i fartyget då det försvårar underhåll. Västkustens väderförhållanden innebär också att salt kommer in i inredning med bom ombord och det kräver onödiga/tidskrävande besiktningar på vattentäta dörrar.

6.4.5 Vinschar

Vinschar tar upp plats på huvuddäck. Dyneema istället för vajer gör att man får ner vikten däremot krävs vajer med kommunikationskabel för t.ex. CTD. Följande vinschar föreslås:

- 1 CTD-vinsch
- En liten vinsch för planktonprovtagning (Dyneema).
- 3 t till huvudkrans vinsch
- Ankarvinschar i för och akter.

Vinschar måste kunna köras i steglöst varierande hastighet

6.4.6 Sensorer och prover

Sensorer på båten är viktiga för att kunna registrera vilka förhållanden som aktuella prov utsatts för. I detta finns även en koppling till den digitala tvillingens förmåga att registrera och samla data genom båtens livscykel.

Det bör finnas access genom båtens däck i för och akter på likande sätt som maskinrummet för att kunna hantera sensorer och prover i skrovet. För utrustning som används för forskningssyften som sonar/ADCP (Acoustic Doppler current profiler) och Ferrybox, förenklas underhållet om tillgångs ges till dem inifrån skrovet.

Transponder som GPS-taggar respektive forskningsutrustning på båten är ett identifierat behov.

För att undvika att forskare och passagerare stör arbete på bryggan, för att till exempel ta del av den data som finns där, förordas en slavskärm antingen på ute däck eller i överbyggnadens gemensamma utrymmen.

Enligt de diskuterade behoven (Tabell 4) finns behov av infrastruktur/infästning på båten för både övervattens- och undervattenssensorer men även för övervattens- och undervattensprover. I detta är Tecnalias boj Harsh-lab 1.0 ett gott exempel med sensorer och specifika platser för olika prov både över och under vattenytan (Tecnalia, 2019).

6.4.7 Testbädd

Testbäddens inriktning är för test av fartygs- och marintekniksrelaterade system och komponenter. I användarkraven för testbäddens nyttjande finns direktanvändning och test i tillämplad miljö. I den första typen används båten som test direkt av testbäddsnyttjande forskare oberoende av marinbiologisk och oceanografisk forskningsverksamhet. För det senare är de testbädden beroende av att marinbiologisk och oceanografisk forskningsverksamhet använder båten. Vilket ger möjlighet till test i den miljö som båten är avsedd att fungera i (långtidstest). För detta krävs att båten:

- Fungerar som arbetsbåt för att komma till testområden i Gullmarsfjorden och ut mot Väderöarna.
- Enkelt skall kunna installera/avinstallera utrustning
- Har fartygssystem som är enkla att koppla in sig på, men där kritiska system är skyddade från test-system.
- Enkelt kan återställa båten till arbetsbåt
- Kan övervakas från land, använda AIS och radar
- Har möjlighet att kunna bogsera mindre testutrustning för underhåll av t.ex. vågenergi, vindkraft etc.

Som testbädd förväntas t.ex. följande kunna utföras::

- Test av sensorer för navigering, manövrering
- Kommunikation och digitala tjänster
- Digitaltilling (simulering av operationsförfaranden, fungerar som loggning av förhållanden av långtidstester)
- Test av autonoma funktioner
- Funktioner för energieffektivisering
- Test av materialprover t.ex. bottenfärg
- Test av arbetsmiljö för skeppare genom övervakning av t.ex. skeppare på bryggan.

Testbäddssensorer skall vara kopplat till ett säkert nätverk skiljt från navigations- och säkerhetsutrustning för att tester inte skall störa den säkerhetskritiska utrustningen.

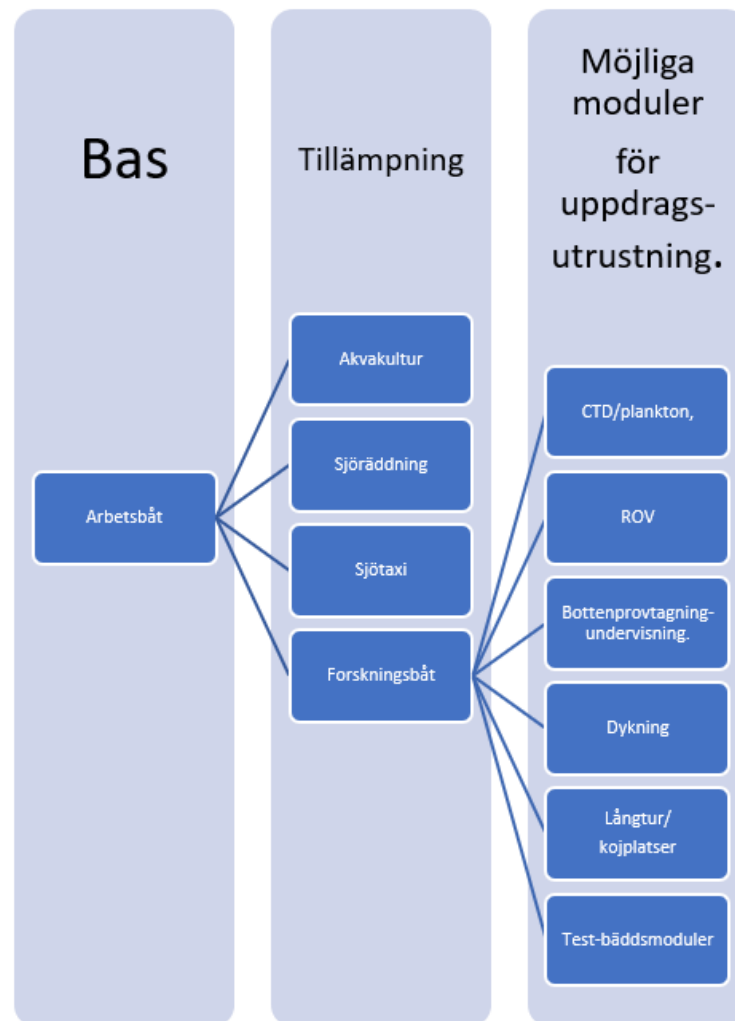
Det finns ett behov av att testa prover över och under vattenytan. I fallet med en katamaran kan recesser på pontonernas insidor med öppningar genom däck användas för att placera exempelvis provplattor för bottenfärg. Provplattorna mäter 200x150mm och en grupp plattor skulle kunna skjivas in en recess för långtidsprover. På båtens överbyggnad kan infästningar konstrueras för att placera långtidsprover på.

6.4.8 Moduler

För att hantera forskningsbåtens olika användarkrav på uppdragsutrustning föreslås modularitet i två steg. Dels i tillämpningen från en mer generisk arbetsbåt (genom CELESTE-programmet) och dels modularitet för specifik uppdragsutrustning. I det studerade fallet av forskningsbåten med testbäddsfunktionalitet skulle moduler kunna placeras på Kristinebergs kaj med olika

funktioner för olika uppdrag, se Figur 7. En generisk arbetsbåt, i sig framtagen för att uppfylla de krav som ställts, kan byggande av en serie av båtar, flerstyckstillverkning, ge bättre kostnadseffektivitet..

Moduler skulle också kunna specialbyggas för Kristinebergscenrets kunders behov. Platsen/platserna för moduler läggs i aktern eller på babord långsida.



Figur 7: Nedbrytning av modularitet från en generell arbetsbåt.

Traditionella 10-fots containrar är vanligt förekommande som moduler. Dessa containrar är konstruerade för att kunna staplas och har därför en hög egenvikt (>1000kg). Ombord på forskningsbåten finns inget behov av att stapla moduler. Därför bör moduler i lättviktsmaterial (t.ex. komposit eller höglegerade metaller) vidareutvecklas med beaktande av dess isolations- och korrosionsmotståndsförmåga.

För modulerna krävs även anslutningar för, ström, nätverk vatten och avlopp. För att kunna ta 25 studenter på akterdäcket skulle ett mobilt tak (skydd mot väder) kunna använda modulernas infästningar på akterdäcket.

6.4.9 Säkerhet

Säkerheten ombord är regelstyrd av faktorer som dimensioner och kapacitet. Även specifik uppdragsutrustning kan kräva speciell säkerhetsutrustning enligt regelverk. I sådana fall kan de förläggas i respektive modul. Behovet av att kunna ta med större grupper (25 passagerare) för

med sig krav om extra flytvästar och livflottar ombord, ett säkerhetskrav som skulle kunna hanteras i en modul.

Förutom gängse lanternförling måste både lanternor och dagersignal kunna föras synligt och tydligt även med moduler eller annan tillfälligt ombordlyft utrustning.

Fästanordningarna för containern får inte utgöra snubblingsfara eller blockera aktuell däcksyta när container ej är med. Normalläget är utan container för att maximera däcksytan och då behöver infästningar vara genomtänkta ur säkerhetsperspektiv.

Arbetet ombord på Oscar von Sydow och Alice kräver att tekniker och forskningsingenjörer hjälper till med utrustningen ombord som vinschar och kranar vid provtagningar. Detta arbetssätt förväntas kvarstå även för ny forskningsbåt. Uppsikt från bryggan över pågående arbete på akterdäck skall vara god. En styrhytt som är något skild från arbetsdäcket ökar säkerheten genom att försvåra att skepparen engagerar sig i arbete på däck och förlorar uppsikt över omgivande miljö. Ett annat sätt att lösa det på är att kunna manövrera båten från manöverstationer ute på däck.

6.5 Material/Skrov/Överbyggnad

De material som huvudsakligen diskuterats är aluminium för skrovet och komposit eller aluminium för överbyggnaden. För komforten har en kompositöverbyggnad fördelen att isolera och på så sätt minska kraven på klimatanläggning. Detta är särskilt viktigt om båten utrustas med ett helt elektrifierat driftsystem, då batterivolym kan begränsa utrymmet för annan utrustning.

Det är fördelaktigt med långt akterdäck med lång fri styrbordssida för maringeologer prov. Eftersom de inte vill att vattenmängder skall virvlas upp tar de ofta sina prover midskepps över relingen där rörelserna är minst.

6.5.1 Isklass

Ibland isläggs Gullmarsfjorden vilket gör att viss verksamhet får avbrytas vid Kristineberg därför är någon form av isklass (1A) relevant för en ny forskningsbåt framförallt då den skall användas som testbädd och drifttiden förväntas öka.

6.5.2 Skrov: Enskrovsbåt

Enskrovsbåtens fördelar ligger i dess förmåga till en mjukare gång vilket ger fördelar dels som arbetsmiljö för besättning och forskare, dels då ryckiga rörelser omöjliggör arbete med mikroskop,. Sediment och vattenprover kan förstöras om de blir omblandade innan de hunnit förberedas för analys på däck.

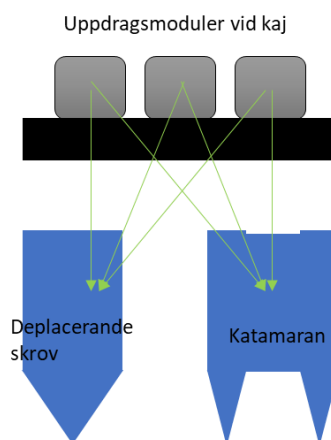
En enskrovsbåt har generellt större undervattensskropp vilket kan underlätta installationer av sonarer (multibeam, singlebeam, sub bottom, ADCP). Access behöver dock möjliggöras genom däck för service och underhåll. Mindre frekvent använda sonarer kan sänkas ned över relingen.

6.5.3 Skrov: Katamaran

Utifrån den driftsprofil som beskrivits kan en katamaran upplevas som ryckig ute på öppet vatten vid till exempel provtagning. Inom havsbaserad vindkraft, däremot, används oftast katamaraner (från 14 m) för stabilitet, lastkapacitet och manövrerbarhet. Katamaraner är också vanliga inom fiskodling. Fiskodling och vindkraft två maritima sektorer som expanderar och utgör potentiella kunder för framtida tester kring Kristineberg. Det är också lämpligare med ett katamaranskrov för montering av provplåtar eller andra tester t.ex. bottenfärger. På grund av katamaranens låga tröghet i vattnet är den sämre på att bogsära eller tråla än en deplacerande enskrovsbåt men för given hastighet och storlek är det ett energisnålare alternativ än en enskrovsbåt.

6.5.4 Två båtar

I diskussionen mellan ett enkelskrov och en katamaran finns en motsättning som inte kan hanteras av det modulära konceptet utan kräver en avgränsning i båtens förmåga. Givet ett modulärt koncept skulle en första båt kunna byggas som en katamaran för att sedan komplettera flottan på Kristineberg med en deplacerande båt som bygger på samma typ av modulära system, se Figur 8. Då en ny båt sannolikt i första hand ersätter Oscar von Sydow så har Alice redan rollen som enskrovsbåt.. Tyvärr är Alice en relativt lätt enskrovsbåt med sänkköl för att kompensera avdrift, vilket gör henne till ett mellanting. Alice kan därför inte heller fälla ett avgörande mellan katamaran eller enskrov för en ny båt.



Figur 8: Lösning med två skrovtyper för att täcka fler behov.

För att underlätta service och underhåll bör huvudmaskinerna ligga under ett bart däck. Detta för att de skall kunna lyftas ut vid ett haveri utan att behöva skära bort delar av överbyggnaden.

6.6 Hamninfrastruktur

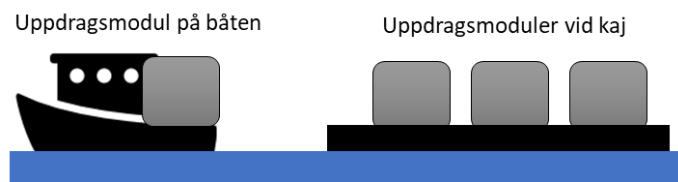
Oscar von Sydow har idag sin kajplats längs kajen mot land medan Alice lägger till vid båthuset öster om Oscar. Gamla R/V Skagerak lägger till på Kristinebergs västligaste kajläge där djupet är störst, se Figur 9 . Det finns plats för att husera uppdragsutrustning i moduler på kajen. Kapacitet för att tömning av svartvatten finns.



Figur 9: Kajlägen på Kristineberg (bild från google)

6.6.1 Hantering av moduler

Modulerna skulle husera specifik uppdragsutrustning och kunna flyttas från kajen på Kristineberg till forskningsbåten med kran, antingen från båten eller från kaj, se Figur 10. Nackdelen med ett sådant upplägg är att man inte kan hantera två kompetenser vid samma tillfälle t.ex. marinbiologisk och oceanografisk utrustning, om enbart en modul kan stå på akterdäcket i taget. Det ökar även handhavandet men det skulle också möjliggöra att prover och insamlad data kan lyftas av båten i hamn för att efterarbetas på land. Då krävs att modulerna har anslutning av el, nätverk och eventuellt vatten vid kajen. På så sätt ger man plats och tid för andra uppgifter åt båten.



Figur 10: Uppdragsmoduler lyfts på och av båten för olika behov.

6.7 Digital tvilling

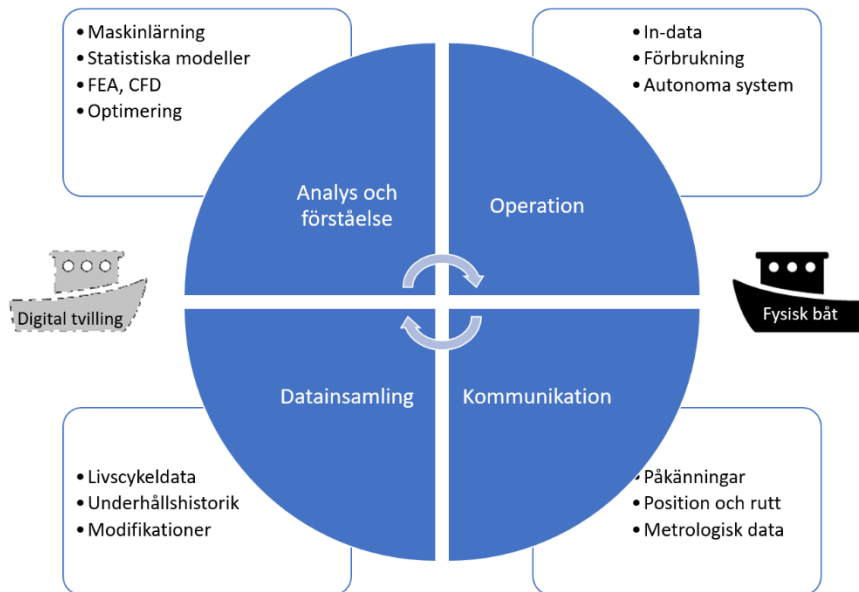
"A digital twin is a digital replica of a living or non-living physical entity. By bridging the physical and the virtual world, data is transmitted seamlessly allowing the virtual entity to exist simultaneously with the physical entity." - (El Saddik, 2018)

För att definiera vad den digitala tvillingen skall representera i eller omkring forskningsbåten behöver man utgå från vilka frågeställningar som är viktiga att besvara. Vilket syfte har den digitala representationen? Givet de stora datamängder som skulle kunna genereras måste ett medvetet urval göras. I ett inledande skede, för att möjliggöra ett samspel mellan den fysiska båten och den digitala tvillingen, är ambitionen att:

- Simulera olika operationsmoder för energieffektivisering, energiförbrukning och komfortoptimering
- Möjliggöra att validera AI / maskininlärnings algoritmer
- Registrera och lagra data för att komplettera provtagning och långtidstester.

Båtens digitala tvilling kan innehålla CAD/CAE-modell för att t.ex. kunna testa vad som händer vid retrofit av komponenter. De resultaten kan sedan valideras. Ett annat exempel kan var trådtöjningsgivare där sensorutvecklare kan använda skrovet för test av sin utrustning.

För att den digitala tvillingen skall kunna informeras om den fysiska båtens tillstånd behöver båten utrustas med mätgivare/sensorer för att kunna karakterisera många aspekter av fartygets drift t.ex. väder, förbrukning, positionering och underhållsaspekter. Sådan information gör att de tester som utförs på eller med hjälp av båten blir lättare att tolka. Det krävs bredbandskommunikation men även dataloggningsmöjligheter ombord för att kunna lagra data offline och senare kunna föra över till servern iland, se Figur 11.



Figur 11: Modell för digital tvilling och fysisk båt.

För den data som genereras behöver det finnas ett tydligt syfte och sätt att kategorisera och visualisera informationen på. En annan viktig aspekt är vilken datatyp och format som skall loggas eller genereras. Exempel på datatyper är video, audio, 3d-scanning, CAD-modeller.

6.7.1 Integreringsnivåer

De nivåer av integrering (med ökande komplexitet) som den fysiska och den virtuella båten kan länkas till varandra beskrivs i det här avsnittet.

Det lägsta nivån (1) skulle kunna vara 2D/3D ritning/modell av båten där till exempel olika konfigurationer eller modifikationer kan utvärderas virtuellt innan ett fysiskt prov. Exempel på det kan vara typer av moduler/modeller av olika typer av däckslast, kranar, mätutrustning för att kunna visa olika mobilisering-möjligheter. Idag sköts sådan planering med papper och penna vilket fungerar, men det är ineffektivt och svårt att distribuera. På första nivån finns heller ingen återkoppling från den fysiska båten från den virtuella.

Andra nivå (2) kan innefatta dynamiska modeller genom Computer Aided Engineering (CAE) som flödes eller strukturberäkningar eller modeller kopplade till trim och stabilitetsmodeller, där lägsta nivån planering, sedan återkopplas via sensorer. Tex. djupgående, trim/slagsida via Motion Reference Unit (MRU). Informationen matas sedan tillbaka till systemet i realtid, här kommer även omvärldsdata som t.ex. metrologiska data, in.

På tredje nivån (3) samlas data in från flera olika system ombord (tex. via ISO 19847 system) för att kunna både i realtid och för efterarbete av insamlad data för olika ändamål. På tredje nivån finns modellerings och simuleringsmöjligheter av enskilda enheter till del- och hela system som behöver verklighetsinsamlad data eller data i realtid för att ”komma vidare” med utveckling/förståelse av komponenten eller systemet. Det är även att återanvända en inspelad profil på en fysisk testbädd iland eller i realtid.

Fjärde nivån (4) är att man kan byta ut digitala eller fysiska komponenter/system och logga data och köra digitala tvillingen på detta, även om nya system/komponenter introducerats. I ett sådant fall kan algoritmer baserat på Functional Mockup Interface (FMI) (<https://fmi-standard.org/>) och Algorys (<https://www.algoryx.se/>) användas.

Femte nivån (5) skulle innebära att man genom en simulator kan kliva ombord på båten och fjärroperera alla system i realtid och då få tillbaka alla system i realtid. Från fordonssidan vet vi att insamlad data måste vara strukturerad och tidsstämplad ned på minst millisekunder. Speciellt om artificiell intelligens, neurala nätverk och maskininlärning skall kunna användas i framtida applikationer. Det innebär att båten behöver utformas för detta redan från början. Krav måste ställas på systemleverantörer i ett tidigt skede för att kunna vara med i upphandlingar, levererar ifrån sig en digital tvilling eller möjligheten att skapa en utifrån data strömmar från deras komponent/delsystem.

6.7.2 Infrastruktur för tvillingen

Genom att etablera den digitala tvilling-hårdvaran på Kristineberg och med Kristinebergscenret som etablerad forskningsmiljö i framtiden, så kan ägarskap och ansvar för utrustning, drift och underhåll säkerställas.

Den digitala tvillingen placeras i land där beräkningskraften behövs. Med en molntjänst ombord så behöver lite plats på Kristineberg avsättas för att husera hårdvara som WiFi-router och säker fast uppkoppling till internet för överföring av data som tillhör den digitala tvillingen. Ombord kommer det troligen att användas så kallade industri PCs eller Box PCs det vill säga, kompaktare servrar som kan monteras i trånga utrymmen. RISE samarbetar med Revere, Chalmers fordonslab för aktiv säkerhet, och använder där liknande system.

Systemet ombord består av flera kluster av olika enheter installerade och ihopkopplade i nätverk med en eller flera serverar, kommunikationslänkar till land samt ett datacenter i land där de kraftfullare beräkningarna och simuleringarna görs. Ombord kan det finnas en klient där datacentrets beräkningar och resultat körs från.

Flera industribolag arbetar med att ta fram mer eller mindre generaliserbara mjukvaror för att stödja en digital tvilling-representation. I ett inledande skede och ur ett forskningsperspektiv är det dock mer realistiskt att behovet styr val av mjukvara och vilken data som skall kategoriseras och visualiseras på en öppen plattform.

6.7.3 Digitala tvilling-projekt inom RISE

Inom RISE pågår ett flertal projekt riktade mot digitala tvillingar t.ex. Open Innovation Lab, OIL, inom fordonsindustrin (Vinnova FFI <https://openinnovationlab.se/>), Digital Sågverkstvilling MillTwin (Produktion2030, 2019), Digital tvilling av metaller (RISE, 2018), Digital tvilling för utveckling och installation av produktionssystem (RISE, 2019). Alla är projekt där kunskapsöverföring kan ske till ett framtida projekt för forskningsbåten.

6.8 Cirkuläritet

Cirkuläritet utgår från en produkts totala cirkulerade materialanvändning och är ett viktigt mått på en produkts totala miljöpåverkan genom graden av återanvändning. IVL och RISE har genom projektet Re:source testat tillämpningen av måttet "C", som tagits fram i en tidigare studie. "C" tar hänsyn till hur stor andel av en produkt som består av material som cirkulerat. Det väger också in värdet på det material som återanvänds i produkten. Till exempel ger återanvänd koppar ett betydligt högre cirkuläritetsvärde än exempelvis samma mängd återanvänt träspån (Svenska IVL, 2018).

För forskningsbåtens koncept är målet att öka återanvändningen efter det att båten inte är forskningsbåt längre. Ur ett cirkuläritetsperspektiv är då primär återanvändning att föredra, alltså att båten inte helt skrotas utan byggs om. På samma sätt bör forskningsbåtens ingående komponenter vid nybyggnation om möjligt härstamma från återanvända delar och system. Ett

exempel på detta är förslaget om att använda en kran från Gamla R/V Skagerak. I detta bör en inventering ske av tidigare utrustning från Kristineberg som skulle kanske kunna återanvändas utan att det påverkar forskningsbåtens prestanda. I det skulle en inventering av Gamla R/V Skageraks utrustning vara aktuellt.

7 Slutsatser

I arbetet med förstudien har flera grupper av kravställare fått komma till tals: Marinbiologer, oceanografer, skeppare, forskningsingenjörer och forskare i behov av en båt som testbädd. Till det har aspekter av den digitala tvillingen undersökts. Det finns i stort en samstämmighet mellan de dimensioner och den kapacitet som föreslagits initialt: En båt med längd på ungefär 18-20 meter med ett stort däck där flera olika funktioner kan rymmas. Transportstyrelsen skall vara med tidigt i designprocessen för att undvika problem med regelverk.

Däremot kvarstår frågan om skrovtyp. Dvs vad som är optimalt katamaran eller enskrovsbåts. Därför har två båtar konceptualiserats. Baserat på de två koncepten kan man gå vidare med upphandling av mer detaljerade konstruktionslösningar. För att båten skall fungera som testbädd har krav framförallt framförts på infrastruktur för sensorer och prover, något som nödvändigtvis inte stör båtens primära syfte men som tar upp plats. Det blir då svårt att husera all den uppdragsutrustning som krävs av båten som forskningsbåt och testbädd. Därför föreslås ett modulärt koncept där uppdragsutrustning kan flyttas på och av båten för olika syften. Med moduler finns möjlighet att undersöka affärsmodeller kopplat till hyra av utrustning för olika framtida forskningssystem. Flera forskare som tillfrågats har uttryckt att behoven de har idag täcks in av den befintliga flottan på Kristineberg med avseende på transport och krankapacitet. I de fall behov står i konflikt med varandra redovisas de i Tabell 4. I fråga om framtida forskningsbehov kanske inte förstörande provtagning som skrap och hugg tillåts. Dagens ROVER och AUVER kan göra intelligentare och precisare prover med mindre destruktiva metoder än traditionella hugg och trålning. För att hantera den osäkerheten kring framtida forskningsmetoder är det modulära konceptet lämpligt då det tillåter utbytbar uppdragsutrustning över tid.

Ingen övergripande kostnadsanalys har genomförts i den här förstudien. Generellt är båtens storlek, uppdragsutrustning och antalet delsystem (vinschar, kranar, motorer etc.) kostnadsdrivande medan en högre utnyttjande grad framförallt genom externa kunder förbättrar intäktssidan.

7.1 Arbeta framåt: Finansieringsmodeller och potentiella samverkanspartners

Baserat på resultaten av denna förstudie, bör ett koncept som passar kravbildens utvecklas i projektförhållande. Optimalt är att detta sker i ett större sammanhang med näringslivet och Kristinebergscenariets partnerskap.

I arbetet framåt behöver följande att specificeras:

- Skrovval
- Materialval
- Lämplig moduldesign
- Hamnlogistik för moduler
- Kostnadsanalys av koncept
- Digitala tvillingens konkreta innehåll:
 - En workshop med SMTFs medlemmar föreslås för att ta reda på vilka aspekter av en tvilling som är relevanta.
- Livscykelanalys av koncept

7.1.1 Donationer

En vanlig finansieringsform för forskningsfartyg och båtar är genom donation från aktuella stiftelser. För att komma till ett sådant skede behöver konceptet konkretiseras till en högre nivå av realiserbarhet och en konkret kostnadskalkyl tas fram.

7.1.2 Potentiella samverkanspartners

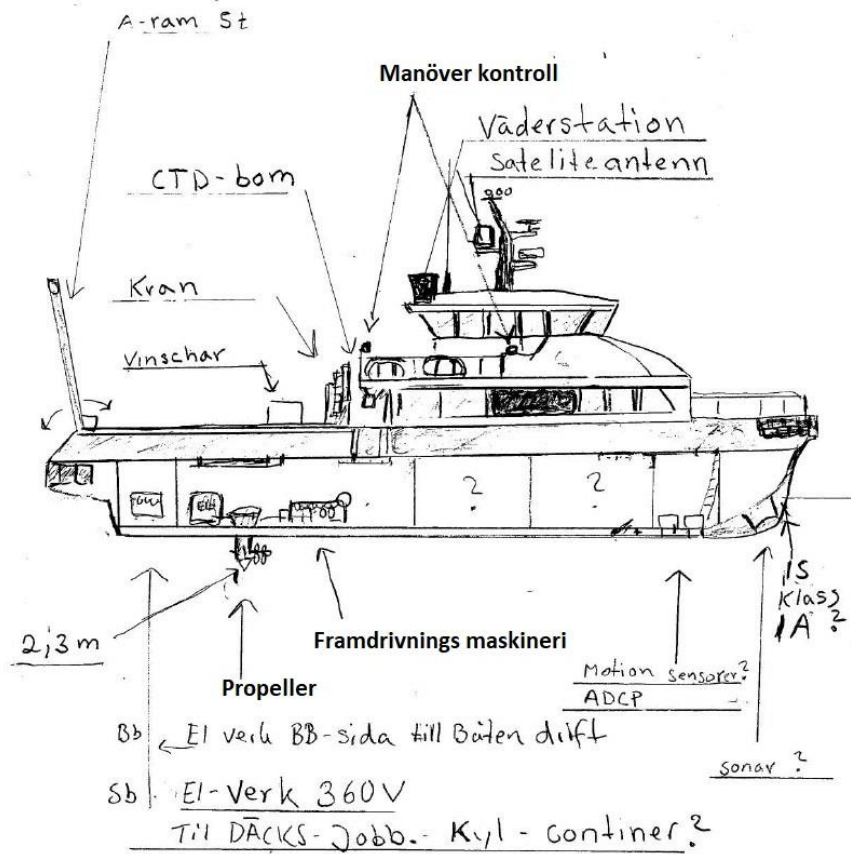
De naturliga samverkansparterna i ett första skede är Kristinebergscentrets partners: Göteborgs universitet, Chalmers, KTH, IVL Svenska Miljöinstitutet, RISE och Lysekils kommun. De har alla intresse i framtagandet av en ny forskningsbåt.

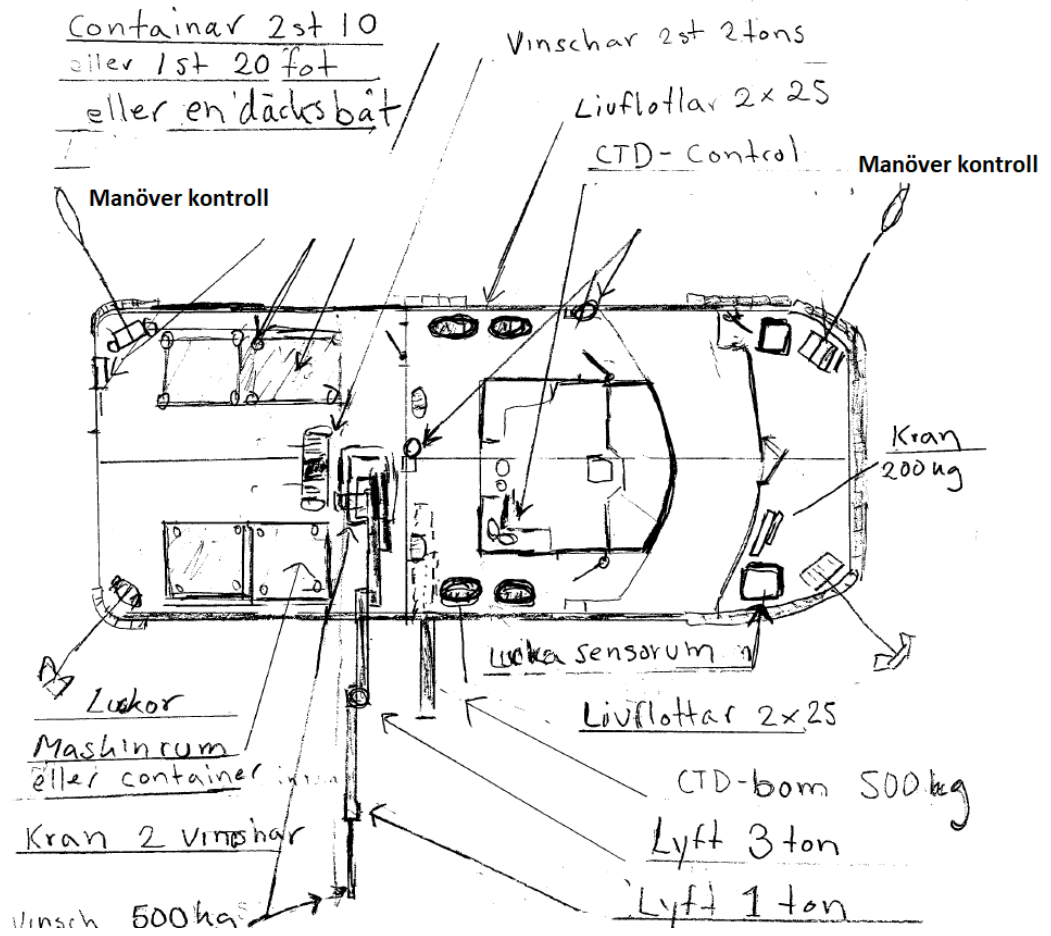
Referenser

- DAMEN. (2019, augusti 1). *https://products.damen.com*. Retrieved from Multi Cat: <https://products.damen.com/en/ranges/multi-cat/multi-cat-3213>
- El Saddik, A. (2018). Digital Twins: The Convergence of Multimedia Technologies. *IEEE MultiMedia*, vol. 25, no. 2., 87-92.
- Maritimt Magasin. (2018, 4 27). *https://maritimt.com/*. Retrieved from Astrid Helene: <https://maritimt.com/nb/batomtaler/astrid-helene-052018>
- Produktion2030. (2019). *Digital Sågverkstvilling för effektiv produktion och underhåll-MillTwin*. Retrieved from <https://produktion2030.se>: <https://produktion2030.se/projekt/digital-sagverkstvilling-for-effektiv-produktion-och-underhall-milltwin/>
- RISE . (2019, augusti 01). *Digital tvilling för utveckling och installation av produktionssystem*. Retrieved from ri.se: <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/dip-digital-tvilling-utveckling-och-installation-av-produktionssystem>
- RISE. (2018, november 30). *Fullständig digital metallvilling*. Retrieved from ri.se: <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/fullstandig-digital-metalltvilling>
- Sven Lovén centrum . (2019, augusti 1). *R/V Oscar von Sydow* . Retrieved from Sven Lovén centrum för marin infrastruktur: https://loven.gu.se/digitalAssets/1709/1709473_oscar-sv.pdf
- Svenska IVL. (2018, december 5). *Mått på cirkularitet testat på produkter*. Retrieved from <https://www.ivl.se/>: <https://www.ivl.se/toppmeny/pressrum/pressmeddelanden/pressmeddelande---arkiv/2018-12-05-matt-pa-cirkularitet-testat-pa-produkter.html>
- TecNALIA. (2019). *Harsh-lab 1.0*. Retrieved from <https://www.tecnalia.com>: <https://www.tecnalia.com/en/energy-and-environment/infrastructure-a-equipment/harsh-lab-v10-en/harsh-lab-v10-en.htm>
- Trafikverket. (2019, juli 24). *Nu ökar innovationsupphandlingarna*. Retrieved from <https://www.trafikverket.se/>: <https://www.trafikverket.se/om-oss/nyheter/Nationellt/2018-06/nu-okar-innovationsupphandlingarna/>

Appendix

Skisser på katamarankoncept





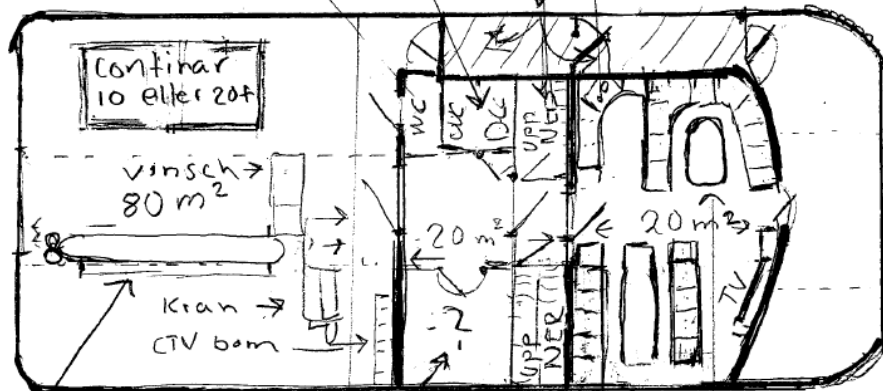
Genomgång från för till Akter
förvaring arbetskläder.

Wc + Dusch

Wc frändäck

Pentry

Microvags Ugnar
Dishmaskin
Kaffemaskin



Hugin?

Labbrom/Kontor
CTU kontroll rum?

öpp ner Brygg/under däck

Flyg stolar 11 platser

Soffgrupp 12 platser