

iSeaU

BlueMocean
YourExtreme 2021

VÅRT TEAM



TORD NÆSS HAGA
(23)

Marin teknikk

3. klasse



BENJAMIN G. BØE
(24)

Indøk, data
Bsc. Samfunnsøkonomi

1. klasse



TORE J. HJELMELAND
(23)

Produktutvikling og
produksjon

3. Klasse



MATIAS SIVERTSVIK
(24)

Datateknologi, AI

5. klasse



ØYSTEIN B. WEIBELL
(24)

Kybernetikk og robotikk

1. klasse



iSeaU

*iSeaU sikter mot å bli et system som kan bidra til
raskere, mer **oversiktlig** og mer **detaljert**
situasjonsforståelse i et bredt spekter av ulykker*

*Vi vil utvikle et system som **maksimerer potensialet til redningsressurser** i en kritisk situasjon. Systemet vil minimere tid brukt til **lokalisering av personer i nød** og forenkle kommunikasjon og deling av informasjon, slik at **tilgjengelige ressurser kan prioriteres** til det fysiske redningsarbeidet*

I en tid der teknologiske nyvinninger fører til økt interesse og tilgjengelighet for den maritime sektoren, er det rimelig å anta at beredskapen til sjøs vil kunne settes på prøve. I 2018 uttalte avdelingsdirektør for Hovedredningssentralen i Nord-Norge at «...Vi har dobbelt så mange hendelser til sjøs, som for 15 år siden.». Spesielt øker aktiviteten i Arktis og nærliggende norske strøk på grunn av issmelting, endring i fiskestammer og økt arktisk turisme; over 80% av skipstrafikken foregår i Norske farvann. [1]

Den maritime beredskapen for håndtering av ulykker og redningsoperasjoner har flere store utfordringer. En av disse er knyttet til lokalisering av ulykkessted og eventuelt personell som trenger redning i områder rundt. Store avstander, svakheter ved varslingsystemer, værproblematikk og lite fysisk infrastruktur i nærheten gjør at redningsressurser ofte har ekstremt store områder de må kunne dekke i en krisesituasjon.

I Norge er det i dag hovedsakelig Redningshelikoptertjenesten som står for søk og redning i maritim sektor via luft, og Redningsselskapet og Kystvakt som er til stede i vannet. I tillegg kommer den generelle hjelpeplikten som plikter enhver tilgjengelig ressurs til å bistå i en nødsituasjon. Veldig ofte er det nettopp skip i nærheten som vil være først på et ulykkessted til havs. For et skip vil lokalisering av en person i vann være en åpenbar utfordring. For et helikopter kan utrykningstiden og ytterlig tid brukt på leting utgjøre forskjellen mellom liv og død.

Vi vil utvikle et system som maksimerer potensialet til redningsressurser i en kritisk situasjon. Systemet vil minimere tid brukt til lokalisering av personer i nød og forenkle kommunikasjon og deling av posisjoner, slik at tilgjengelige ressurser kan prioriteres til det fysiske redningsarbeidet.

Systemet vi foreslår er et autonomt dronesystem som kan utstasjoneres på hvert enkelt skip og andre installasjoner på havet. Ved nødsituasjoner kan de nærmeste dronene sendes mot ulykkesstedet umiddelbart og dermed nå ulykkesstedet før redningsmannskapene. Ved hjelp av datasynsteknologi kan dronene brukes til effektiv informasjonsinnhenting for å lette og effektivisere redningsarbeidet.

HVORFOR MÅ 'SEARCH AND RESCUE' (SAR) EFFEKTIVISERES?

I Nordsjøen varierer havtemperatur mellom 3-15 °C [2]

Temperatur

4-10 °C

10-16 °C

Overlevelsestid i vann uten beskyttelsesdrakt [3]

1-3 timer

1-6 timer

Ifølge regjeringen.no skal utrykning kunne nå ulykkeslokasjoner inntil 150 nautiske mil i løpet av 95 minutter. [4]

Maks flytid AW101 [5]

(Redningshelikopter som skal fases inn)

6 timer og 50 minutter

Maks effektiv operasjonell tid ved lokasjon

(Medregnet tur/retur til base)

3 timer og 40 minutter

Ved en katastrofal ulykke på for eksempel Ekofisk-feltet (156 nautiske mil fra land), vil redningsmannskap ankomme etter omtrent 1 time og 35 minutter. [4] Redningshelikopteret AW101 har maks flytid på 6 timer og 50 minutter. Dette vil gi en maksimal SAR-tid på **3 timer og 40 minutter** før helikopteret må returnere for å tanke, gitt at det ikke er mulig å tanke på nærliggende plattformer.

$$6 \text{ t og } 50 \text{ min} - (1 \text{ t og } 35 \text{ min} \times 2^*) = \mathbf{3 \text{ t og } 40 \text{ min}}$$

Ved havtemperaturer fra 4-10 °C med mannskap i vannet uten overlevelsesdrakt, vil det være flere dødsfall allerede før ankomst av redningshelikopter.

Ved å fasilitere for at redningsmannskap kan prioritere utelukkende redning ved ankomst vil redningsaksjoner foregå mer effektivt og færre liv gå tapt.

*tur/retur

33.3

PERSONER OMKOMMER
ÅRLIG I NORSK FARVANN
ELLER PÅ
NORSKREGISTRERTE SKIP

41.2%

AV DISSE ULYKKENE SKJER I
ÅPENT FARVANN ELLER YTRE
KYSTSTRØK DER
REDNINGSRESSURSER ER
VANSKELIG TILGJENGELIG

86 mNOK

VAR PRISEN FOR
OPPRYDNING SARBEIDET AV
MILJØFORURENSNING SOM FØLGE AV
GREEN ÅLESUND-ULYKKEN. I TILLEGG
KOMMER IKKE-TALLFESTEDE SUMMER
PÅ MILJØ-ØDELEGGELSENE [7]

Drones will be able to scan huge maritime areas during harsh weather conditions without risking the lives of a rescue team, and could be an important asset in rescue operations in the Arctic

- Åke Refsdal Moe, Teknologirådet [8]

iht. Sjøfartsdirektoratets ulykkesstatistikk [6]

Felles situasjonsforståelse jf. Hovedredningssentralens Håndbok for redningsoperasjoner

9.1 Betydning av felles situasjons- forståelse

En felles forståelse av hva som har skjedd, omfanget på hendelsen, behovet for ressurser og spesifikke kapasiteter er avgjørende for vurdering av hendelsen og rett respons. Et situasjonsbilde vil være i kontinuerlig endring, og vil i starten av en aksjon være preget av mangelfull informasjon. LRS/HRS jobber hele tiden for å ha et best mulig situasjonsbilde og å holde dette oppdatert.

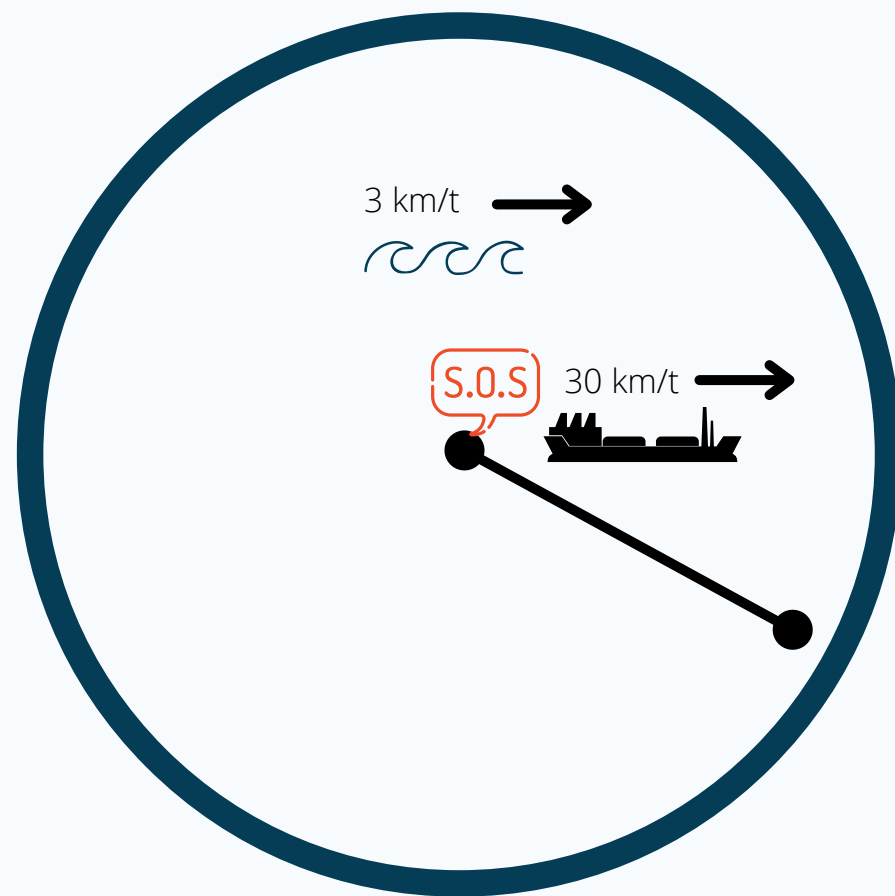
Det er svært krevende å sammenstille et felles situasjonsbilde, ulike etater og nivåer vil ha ulike perspektiver på hendelsen og informasjon blir raskt utdatert.

Det er noen forhold som er kritisk viktig for å ha et best mulig situasjonsbilde i initialfasen av en redningsaksjon:

Mest mulig informasjon fra de som varsler om hendelsen, slik at man tidlig kan respondere med relevante ressurser og ta høyde for mulige utfall

Det er essensielt at første ressurser på stedet melder tilbake / bekrefter nøyaktig posisjon, omtrentlig omfang på hendelsen / behov for ytterligere ressurser, informasjon om hva som har skjedd, risikomomenter man må være oppmerksom på, og operative forhold av betydning for tilkomst og evakuering av pasienter

De første ressursene må oppdatere situasjonsbildet kontinuerlig



Scenario

Gitt et skip som beveger seg i 30 km/t og en strømhastighet på 3 km/t, vil man i løpet av 95 minutter fra distress call ha et potensielt søksområde på 8 000 km²

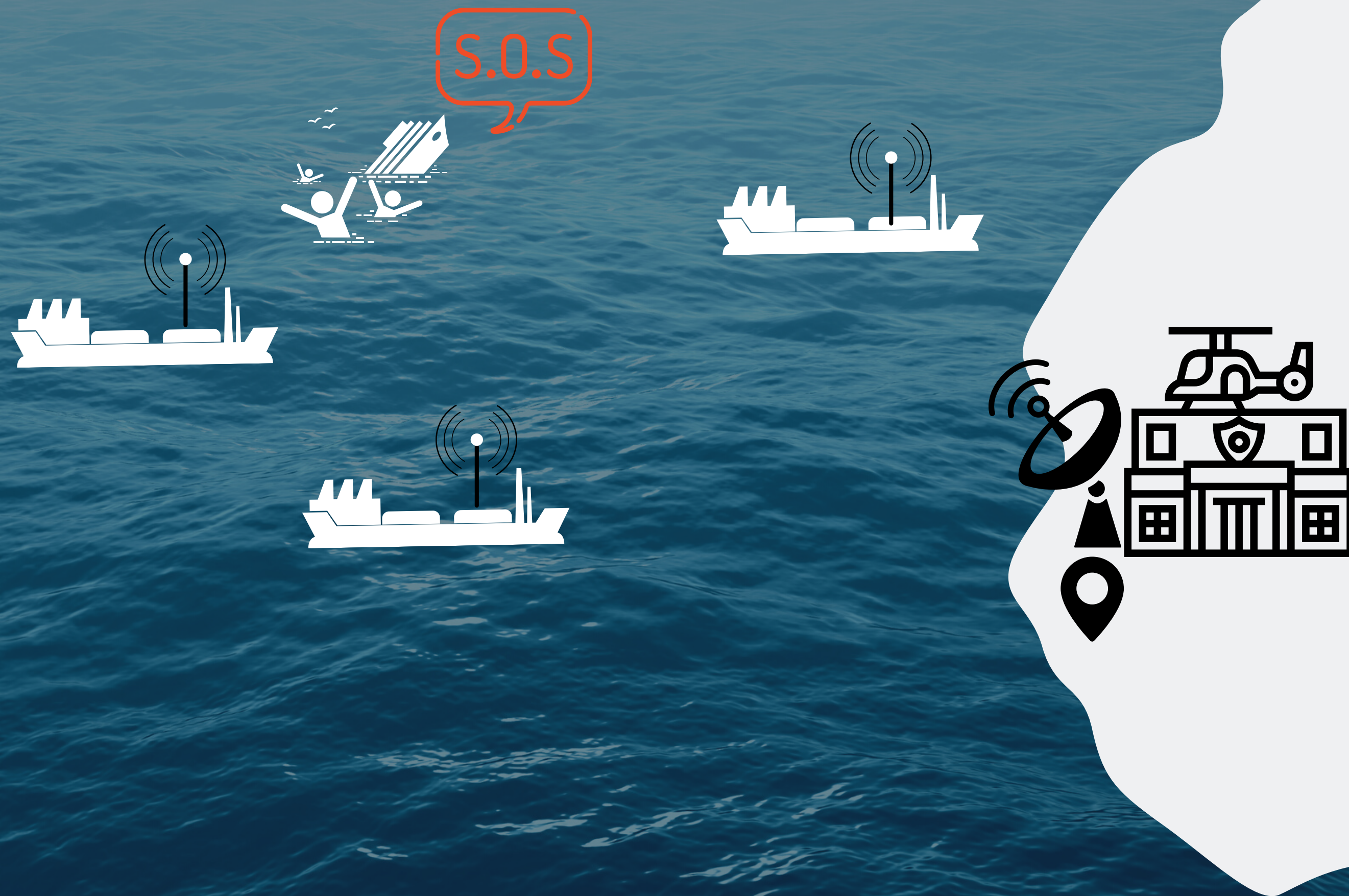
Med en dronesverm på 4 droner, forutsatt et kontinuerlig søksområde på 500 m² i en fart på 20 km/t, vil samme området kunne dekkes på i underkant av 50 minutter

I god tid før redningshelikopter eller andre aktører er på plass, vil droner ha lokalisert, markert og kommunisert hvor personene i nød befinner seg, slik at **redning kan starte umiddelbart**

Dette vil spare **kritiske minutter i en overlevelsesfase**, samtidig som det også vil **øke den totale redningskapasiteten** og muliggjøre redningsoperasjoner på enda **lengre avstander**

1. **Distress call sendes ut fra ulykkesstedet**
2. **Redningsentral og skip i nærheten mottar signalet**
3. **iSeaU-systemer innenfor rekkevidde bes om å deployere sitt system***

*forulykket skip har også mulighet til å deployere egne droner





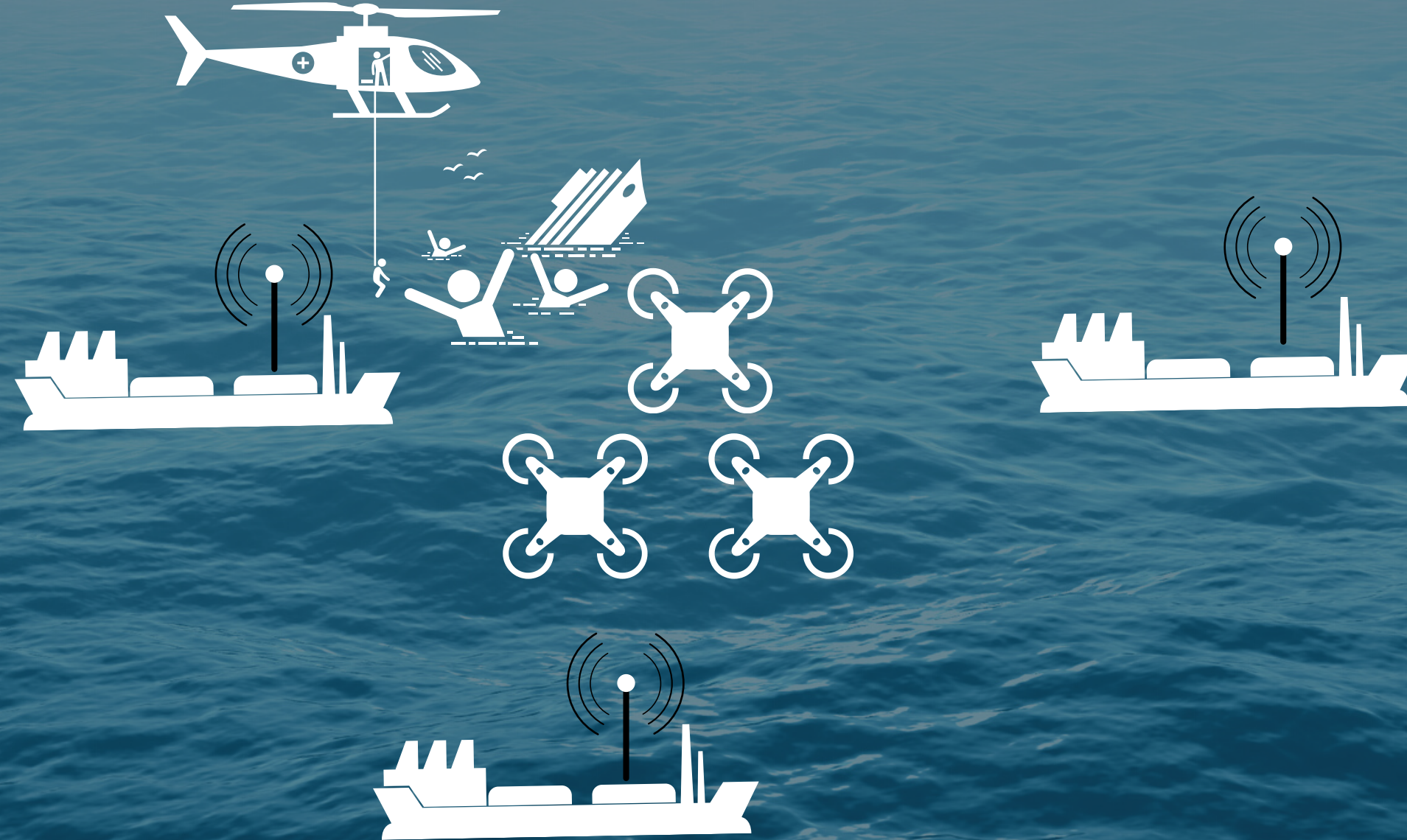
4. iSeaU-droner deployer fra skip i nærheten

5. Dronene søker området autonomt og sender livefeed tilbake til hub-en

6. Hub-en prosesserer dataene og videresender disse til hovedredningsentralen og evt. andre iSeaU-systemer i området

- Dersom det er dekningsutfordringer vil systemet kunne utnytte nærliggende systemer til å etablere et mesh-nettverk inn til land

7. Informasjonen i systemet kan aksesseres fra hub-ene, og livefeedes til lokale nett og skytjenester slik at det blir tilgjengelig for autorisert personell



8. Redningshelikopter og nærliggende båter vet hvor POI*-ene befinner seg, og kan enklere og mer effektivt bistå i redningsarbeidet

9. Dronene vil kontinuerlig oppdatere posisjon og tilstand på interessepunkter etter søk er gjennomført

*people/point of interest

— Samfunnsmessige avveininger —

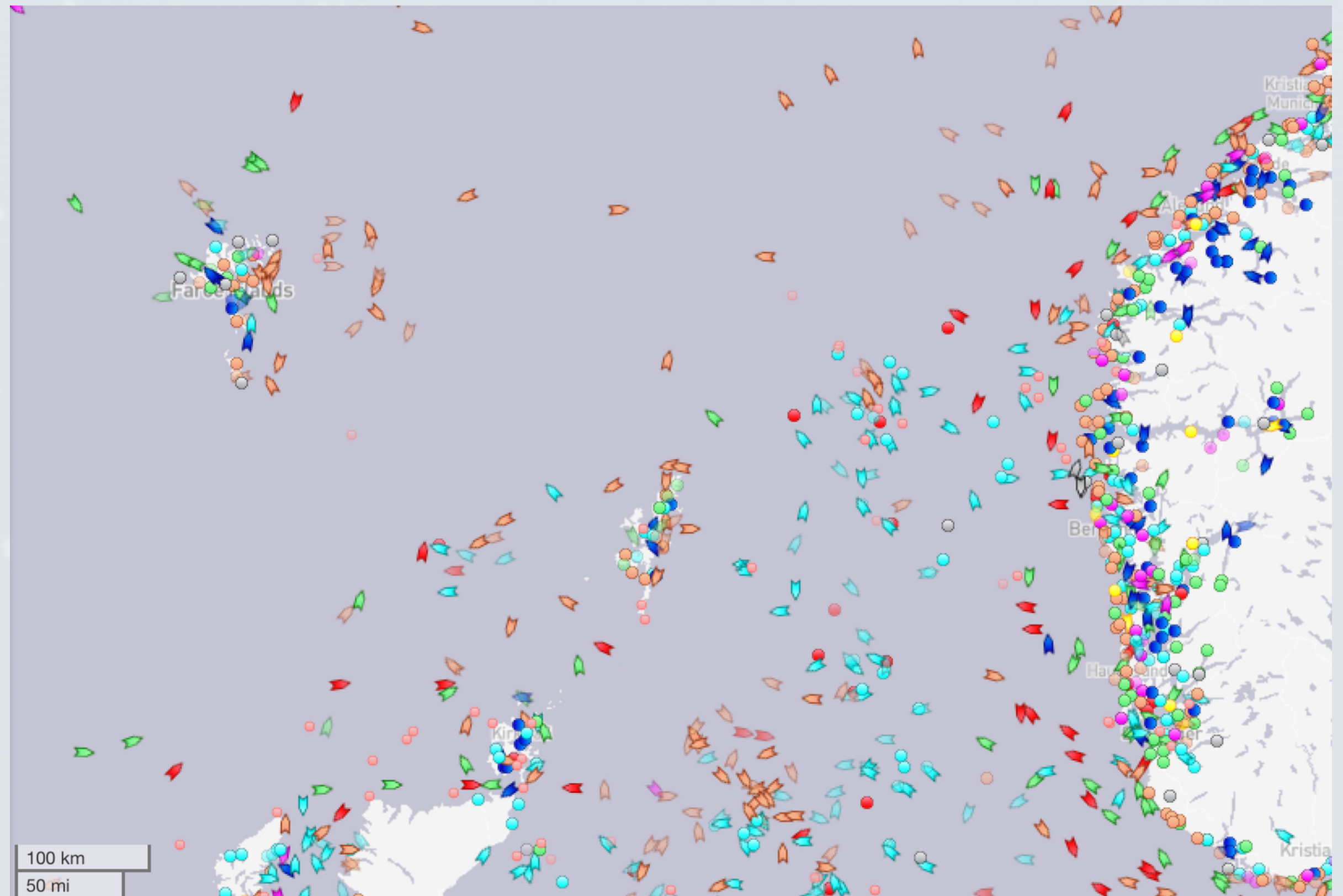
- hvorfor skal skipsredere bruke penger på iSeaU?

Anskaffelsen av et slikt system vil selvsagt medføre en kostnad for skipsredere, redningsentraler og andre aktører. Det er likevel en rekke fordeler forbundet med systemet. Først og fremst gir det sikkerhet for eget mannskap. Dersom det skjer en ulykke hvor personell fra skip havner i sjøen, vil dronen kunne sendes ut fra det samme skipet. Man får oversikt over situasjonen umiddelbart og kan raskt overføre informasjonen til relevante hjelpeaktører. Systemet vil med andre ord fungere som en form for forsikring for både egen og andres sikkerhet. Det er heller ikke vanskelig å forestille seg at utbredt bruk av et slikt system også kan føre til økonomiske besparelser.

Informasjon fra dronene gjør det lettere å ta gode beslutninger, som hjelper til å effektivisere bruk av ressurser - drivstoffbruk minskes da letetid kuttes ned og man trenger ikke å iverksette flere redningsressurser enn nødvendig. Utstrakt bruk av systemet kan drastisk forbedre beredskapen på havet.

En kan enkelt se for seg et system med god dekning og rekkevidde, dersom en stor andel av disse skipene i fremtiden har implementert et iSeaU-system.

Skjermbilde fra [9]



Kravspesifikasjoner

Hub



System



Drone



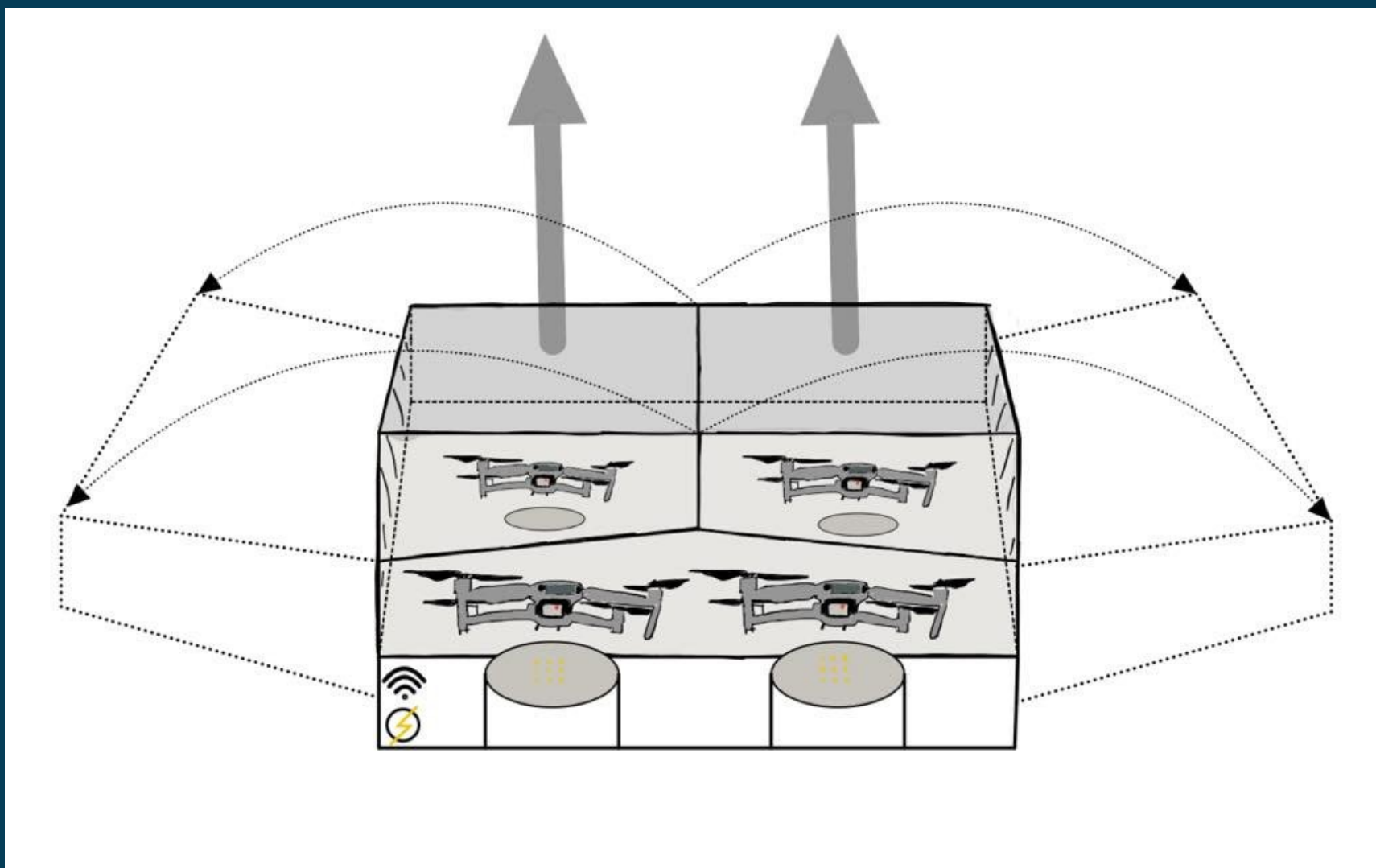
Krav til drone

- Autonom flyvning og søk
 - Evne til å fly under vanskelige forhold
 - Termisk og LiDAR-sensorer
- Sanntidsdeteksjon av interessante funn (mennesker i sjøen, vrakrester, osv.)
 - AI og maskinlæring
- Innsamling av posisjonsdata
- Dataoverføring til hub
 - Bruk av ulike overføringsmetoder etter tilgjengelighet
- Tilstrekkelig flyvetid til å dekke ønsket søkeområde

Krav til hub

- Håndtere vanskelige værforhold (vind, vann, lyn)
- Dataoverføringsmetoder etter tilgjengelighet
 - Befinner en seg nært land tillater dette bruk av mobilmaster
 - Satelittkommunikasjon
 - WLAN/radiooverføringer
- Skal kunne lytte på VHF-nødnett for å motta distress-signaler (DSC Distress button)
- Automatisk programmering av koordinater og utsending av dronen
- Rask og sikker lading av drone
- Modulerbart og integrerbart på ulike plattformer (skip, faste installasjoner, ol. og fungerer som et stand-alone system)

Hub forts.



- **Skalerbart design:** Samme løsninger uavhengig av om hub-en rommer 1, 2 eller 4 droner
- **Induksjonslading mellom hub og drone:** Ingen åpne porter på dronen, da disse ville vært utsatt for bl.a. korrosjon under operasjoner til havs
- **Takluke:** Et lukket design som kun åpnes under deployering og redeployering av droner
- **WLAN:** Dronene kan aksesseres og software-oppdateres vha. et lokalt nett. Hub-en er tilknyttet Internett via SatCom og/eller installasjonen hvor systemet er montert
- **Lynavledet:** Et system montert høyt oppe på et skip vil være et sårbart punkt for lyn, derfor må hub-en være godt jordet og lynavledende for å mitigere dette

Krav til systemet

- Prossesere og tolke data fra dronene
 - Kunne vise videoer og bilder gjennom en applikasjon
 - Output må kunne integreres enkelt i en redningsentral, på et skip, på bakken eller av en navigatør
- WLAN mellom nærliggende skip på havet
 - Meshtopologi tillater kommunikasjon over større avstander ved å bruke systemet på andre skip som mellommenn i kommunikasjonen
 - Gjør en mindre avhengig av en stabil Internettforbindelse for å overføre informasjon til land
- Kryptering og sikre forbindelser mellom drone-hub og hub-hub

Tekniske utfordringer



Sanntidsdeteksjon

Maskinlæringsmodeller for sanntidsdeteksjon av objekter er nøye studert (f. eks Yolo-v4 [10]). Hardwarebegrensninger på droner vanskeliggjør bruken av kraftigere deteksjonsmodeller. Forsøk har blitt gjort med enklere maskinlæringsmodeller tilpasset mindre kraftige prosessorer og embedded systems, se [11] og [12]. Videre forskning kreves for å vurdere effektiviteten av slike modeller i droner.

Et alternativ er å gjøre dataprosessering og objektdeteksjon på hub/basestasjonen. Her vil man ikke ha samme begrensninger når det kommer til hardware. Deteksjonsmodellene er derimot fortsatt sensitive for kvaliteten og stabiliteten av tilsendt data, som kan variere mye basert på forhold og avstander.

Tekniske utfordringer



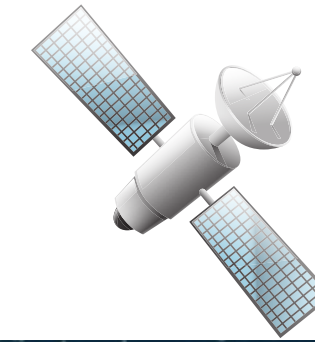
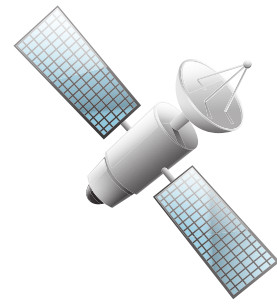
Dataoverføring

Dataoverføring vanskeliggjøres av potensielt store avstander mellom hub og drone, og mellom skip og land. Datakvalitet og stabilitet avhenger av tilgjengelig båndbredde som igjen påvirkes av avstand og forhold. Videodata og bilder vil kreve større båndbredde enn posisjonsdata. Langt fra land vil man ikke ha tilgang på 4G eller 5G som er et godt alternativ for dataoverføring fra dronen [13] og hub. Forsøk er gjort på å benytte WLANs og radiofrekvenser over lengre avstander [14].

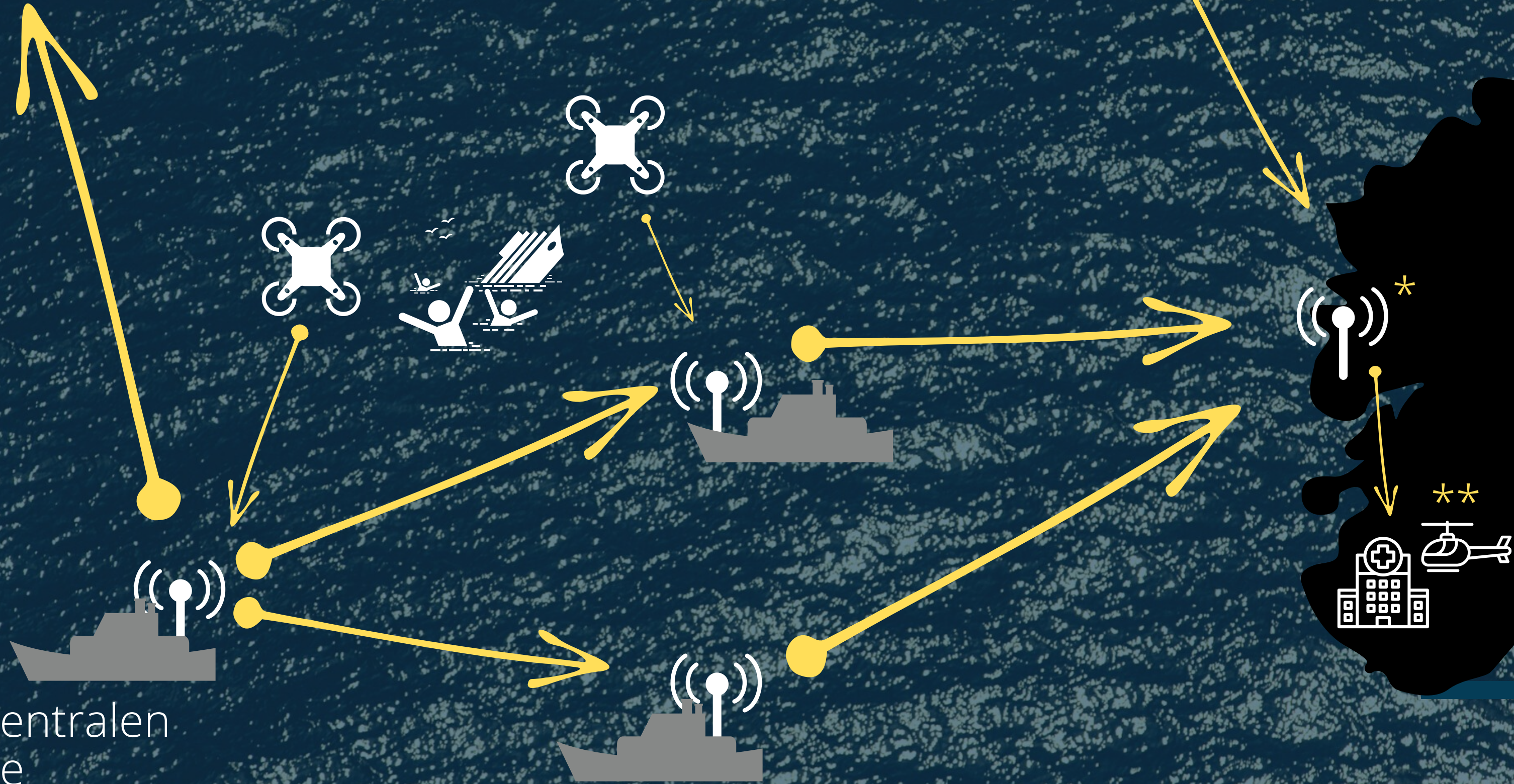
Lengre avstand krever at en må bruke overføringsmetoder med mindre båndbredde. To potensielle metoder for videre forskning er:

- Et mesh-nettverk skapt av systemene som er plassert rundt på ulike skip på havet. Til sammen vil dette gjøre at data kan flyttes langt ved å bruke skip underveis som mellomstasjoner
- Internett fra satelitt, som får stadig større båndbredde

Kommunikasjonskonsept



- Dette er konseptet for kommunikasjonsflyt under et SAR-opdrag, hvor dronen(e) skaper situasjonsbevissthet.
- Når HRS eller andre instanser anmoder om at visse områder skal avsøkes, brukes samme kommunikasjonskonsept i revers.



* Hovedredningsentralen
** Redningstjeneste

Tekniske utfordringer



Værforhold

- Forholdene iSeaU-dronene kommer til å fly i kan være utfordrende. Skipsforlis og dårlige værforhold går hånd i hånd
- Dronen må kunne holde seg fiksert på et området og samtidig forholde seg til vindkast opp mot 25 m/s
- Under arktiske forhold må dronen kunne kontre ising
- Dronen må kunne være pålitelig og operasjonell uavhengig av værforhold

Menneske-maskin-interaksjon -Aktuelle problemstillinger

OVERSTYRING

Autonome systemer kan kreve manuell kontroll i enkelte tilfeller. Dette krever et system som er i stand til å bli kontrollert av personer som ikke nødvendigvis er trente dronepiloter.

BRUKBARHET

Systemet brukes i situasjoner som er hektiske, og der rask handling er essensielt. Dette stiller store krav til brukbarhet og systemets evne til informasjonsformidling.

SAMARBEID

Systemets effektivitet avhenger av antallet droner. For å kunne oppnå stor dekning stilles store krav til samarbeidsevne gjennom systemet. Man trenger en sømløs og enkel plattform som lar en formidle informasjon til aktuelle brukere.

Etisk dilemma



Et vanskelig scenario

I enkelte krisesituasjoner er det kanskje ikke tid til å redde alle. Systemet må derfor kunne gi informasjon som er forståelig nok og av høy nok kvalitet til at man kan forsvare prioriteringer som gjøres i redningsarbeidet. En interessant mulighet og problemstilling oppstår i en slik situasjon: Skal systemet kunne være med på å hjelpe på prioriteringen i redningsarbeidet? Kan et system komme med forslag for hvilke personer som mest sannsynlig vil overleve? Med termiske sensorer på droner kan man for eksempel måle forskjeller i kroppstemperaturer på personer i vannet. Maskinens bedømming av situasjonen kan direkte påvirke grad av overlevelse - et interessant og viktig etisk dilemma.

Hva må utvikles for å realisere systemet?

Det finnes allerede droner brukt til SAR-opppdrag på land [15]. Forskning må derfor vinkles mot hvordan man kan bruke erfaringene fra slike oppdrag til å utføre SAR også i maritime situasjoner. Dataoverføring er et problemområde for droner på havet, da det ofte er snakk om store avstander og manglende Internett-dekning. Forskning kreves for å finne de mest aktuelle løsningene på dette problemet. Det finnes også tekniske utfordringer knyttet til selve dronen. Havet er et hardt miljø med mye vær og vind. Saltvann korroderer komponenter raskt, og skip kan være til sjøs i lange perioder i strekk. Dette stiller krav til hardførhet da det kan være store opphold mellom reparasjonsmuligheter av systemet. Man må derfor utvikle komponenter som er resistente mot de miljømessige utfordringene man møter på havet.

Det norske trekantsamarbeidet

Kongsberg Gruppen

iSeaU



Økt

samfunnsberedskap

SINTEF

NTNU

FFI

DSB

Skipsrederier

Forsvaret

m.m.

INDUSTRI

- Kongsberg Gruppen har allerede samarbeidsavtaler med både SINTEF, FFI og grupper ved NTNU. Disse relasjonene kan utnyttes for å realisere og videreutvikle iSeaU.
- Forskning kreves blant annet for å utvikle maskinlæringsmodeller og egnet dataoverføringsteknologi. Da er det naturlig og lurt å outsource deler av forskningen til dem som har dette som levebrød.

KUNDEN

- Kunden kan forvente seg et bedre produkt over tid, ved at både industri og akademia analyserer real world data som genereres av systemet, og dermed har et bedre grunnlag for software- og hardware-oppgraderinger.
- I tillegg kan kunden stille krav og få oppfølging fra to parter.

**"Mer teknologi,
raskere anskaffelser og
mer eksport"[16]**

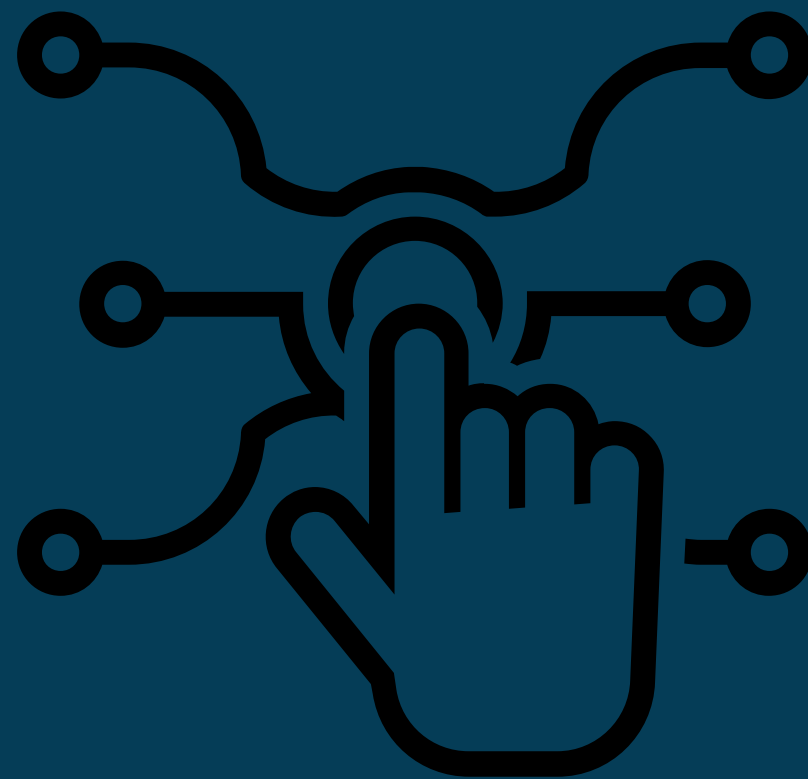
AKADEMIA

- Forskningsinstitusjoner som tilknyttes prosjektet vil blant annet få tilgang til real world data når iSeaU er operasjonelt. Dette er verdifullt for å videreutvikle og kvalitetssikre egne modeller.
- Videre vil tilknyttet akademia få innvilge økonomiske midler for å bedrive forskning.
- I tillegg vil et slikt samarbeid gagne studenter tilknyttet prosjektet, da disse kan få en fot innenfor industrien allerede i studietiden.

Synergi i praksis

Integrere iSeaU i KGs eksisterende systemer?

Kongsberg Gruppen søker etter nye løsninger som kan digitaliseres og integreres i systemene sine. Teknologien for å implementere iSeaU vårt finnes - KG har kommunikasjonsplattformer som SAAS (by OceanHub)-baserte **Vessel Insight** og skyløsninger som **Kognifai**, hvor data fra dronene kan deles. Fordi Kognifai er et åpent økosystem er det lett å implementere systemet vårt til alle kunder av KG - men også til tredjeparter (skip i nærheten) hvis nødvendig. [17]



Kongsberg Gruppen har flere samarbeidspartnere i **Kognifai Marketplace**.

Her finnes nyttige applikasjoner for å kunne optimalisere bruk av dronesystemet, hvis dataen kan brukes og integreres.

In:Range by ScanReach har et system som gjør det lett å identifisere Personnel On Board (POB).

Dersom det oppstår en situasjon hvor personell havner i vannet er det essensielt å finne ut hvor mange det er snakk om så hurtig som mulig. Lokal værdata i samarbeid med **Meteomatics Weather**

API fra Meteomatics GmbH kan være et aktuelt samarbeid for videre utvikling av systemet. [17]

iSeaU og FNs Bærekraftsmål ✓

Mål 3: God helse og livskvalitet

- Redder liv

Mål 9: Innovasjon og infrastruktur

- Bedrer infrastruktur og maritim beredskap

Mål 16: Fred og rettferdighet

- Fremmer internasjonalt samarbeid på tvers av landegrenser
- Kan bidra til færre dødsfall blant flyktninger som migrerer til sjøs

[18]



Mål 3: God helse og livskvalitet

3.d) Styrke kapasiteten i **alle land**, særlig i utviklingsland, for **tidlig varsling, risikobegrensning** og håndtering av nasjonale og globale helserisikoer.

Bærekraftsmål 3 er et av de målene næringslivet prioriterer mest, ifølge PwC.[19] iSeaU vil bidra med å gjøre hverdagen tryggere for alle som ferdes på sjøen.



Mål 9: Innovasjon og infrastruktur

9.1) Utvikle pålitelig, bærekraftig og solid infrastruktur av høy kvalitet, herunder **regional** og **grensekryssende infrastruktur**, for å støtte økonomisk utvikling og livskvalitet med vekt på overkommelig pris og likeverdig tilgang for alle. Dersom iSeaU implementeres på nok skip vil dette kunne øke samarbeid mellom nasjoner slik at så få liv som mulig går tapt.

Mål 16: Fred og rettferdighet

Bærekraftsmål 16 innebærer å redusere vold, korrupsjon og sikre **grunnleggende menneskerettigheter for alle**. Mot slutten av 2017 hadde 68.5 millioner mennesker blitt drevet på flukt som et resultat av vold, konflikter eller brudd på menneskerettigheter. [18] Dette har ført til at mange flyktninger må ta livsfarlige valg som innebærer bl.a. å krysse store havområder i båter som ikke er sikre. iSeaU har muligheten til å hjelpe disse menneskene slik at de ikke mister livene sine i jakten på menneskeverd.

MARKEDSPOTENSIAL



■ Norsk redningsansvarsområde

Norge er gjennom bilaterale avtaler forpliktet til å drive søk og redning innenfor norsk redningsansvarsområde. Det påligger dermed et statlig ansvar for å sikre tilgjengelig beredskap og ressurser i hele dette området. Med dagens ressurser dekkes ikke hele denne sektoren med tilstrekkelig beredskap [4]

■ Verdensomspennende industri

I 2017 bestod verdens handelsflåte av over 90 000 skip. Det vil være i alles egeninteresse å investere i et produkt som sikrer egen beredskap

■ Bredt bruksområde

iSeaU er ikke utelukkende til bruk på skip, men vil også fungere som et stand-alone system. De aller fleste beredskapsressurser, både statlige og frivillige, vil kunne dra nytte av systemet til søk. Eksempler som grensekontroll, ettersøk og rasulykker er alle relevante bruksområder

■ Internt i Kongsberg Gruppen

I dag finnes det over 30 000 skip som allerede har integrert Kongsberg-teknologi. Et naturlig sted å starte; gjennom eksisterende samarbeidsavtaler og kontaktpersoner[16]

International Maritime Organization (IMO)

IMO er FNs organisasjon for regulering av skipsfart. I organisasjonens strategiske plan for perioden 2018-2023 er strategisk retning nr 2:

INTEGRATE NEW AND
ADVANCING TECHNOLOGIES IN
THE REGULATORY FRAMEWORK

'The Organization's regulatory framework will be continually adapted to the challenges and global developments facing the shipping industry, with a view to **ensure safety**, security and environmental protection.'

[20]

Sikkerhet er et tydelig satsingsområde, og en IMO-regulering vil på sikt kunne stille regulatoriske krav til installasjon og bruk av iSeaU

iSeaU in the future?

Videre utvikling

Brukseksempler

- Live fugleperspektiv ved trang manøvrering, for eksempel gjennom kanaler og i havner
- Rekognosering av isforhold eller andre hindringer
- Innsamling av værdata
- Sensordata for autonome skip
- Skipsinspeksjon

Ved implementering av systemet på skip vil man på sikt kunne utvikle og utnytte dronene til mer enn bare kriseberedskap

Dronene vil kunne gis softwareoppdateringer, og man kan implementere app-/program-løsninger som gir dronene flere bruksområder

Referanser

- [1] <https://www.barentswatch.no/artikler/SAR-i-nordomrada/>
- [2] <https://no.seatemperature.net/seas/north-sea>
- [3] <https://www.britishcanoeing.org.uk/uploads/documents/4-Hypothermia-Cold-Water-Immersion.pdf>
- [4] https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-1997-3/id140700/ch=7&fbclid=IwAR29IuvVXvUsYI7bbedfxfBdDirNirNf0kzp7MhHNZO17Ar21pHSr0_yRHk
- [5] <https://www.leonardocompany.com/en/products/aw101>
- [6] <https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-og-sikkerhet/>
- [7] https://snl.no/Green_Ålesund
- [8] <https://teknologiradet.no/en/drones-in-the-arctic/>
- [9] <https://www.marinetraffic.com/no>
- [10] Bochkovskiy et al. (2020) YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection
- [11] Han et al. (2016) Deep Drone: Object Detection and Tracking for Smart Drones on Embedded System
- [12] Fang et al. (2019) Tinier-YOLO: A Real-Time Object Detection Method for Constrained Environments
- [13] Guo et al. (2020) Design of Real-time Video Transmission System for Drone Reliability
- [14] Kim et al. (2016) Design and Implementation of Drone for Wideband Communication and Long-range in Maritime
- [15] <https://www.dhs.gov/science-and-technology/news/2020/04/02/snapshot-first-responders-assess-drones-search-and-rescue-missions>
- [16] <https://forsvaretsforum.no/forsvarsdepartementet-frank-bakke-jensen-innenriks/mer-teknologi-raskere-anskaffelser-og-mer-eksport/188239>
- [17] <https://www.kongsberg.com/no/>
- [18] https://globalcompact.no/barekraftsmalene/?gclid=CjwKCAjw7rWKBhAtEiwAJ3CWLI-xNDbc-zTtzJcm-y_MXJlKeTOghv-KtevcHpRkrNTv7wITk04EThoCsu4QAvD_BwE
- [19] <https://www.pwc.no/no/tjenester/baerekraft/fns-baerekraftsmal.html#3-good-health>
- [20] IMO (2017): STRATEGIC PLAN FOR THE ORGANIZATION FOR THE SIX-YEAR PERIOD 2018 to 2023