



UTSIKT

Design av en bedre navigasjons-
opplevelse ombord hurtigbåter.

RUNE-KRISTOFFER HUSTAD

Masterprosjekt i produktdesign,
vår 2018. Gjennomført ved
OsloMet – Storbyuniversitetet.

FORORD

Jeg har vokst opp med flere familiemedlemmer som er sjøfolk og har alltid hatt en interesse for det maritime og skipsfart. Jeg har selv prøvd meg som sjømann, men innså at det ikke var en livsstil for meg. Likevel har interessen vedvart og gjennom hele designutdanningen har jeg hatt lyst til å gjennomføre et prosjekt med fokus på dette interesseområdet. Derfor er jeg både glad og takknemlig for at jeg har fått muligheten til å jobbe med et masterprosjekt som kombinerer dette interesseområdet med designfaget.

Jeg ønsker forøvrig å benytte forordet til å takke de som har muliggjort og bidratt til prosjektet:

Tusen takk til navigatørene som villig har stilt opp på intervjuer og tatt meg med på feltstudier!

Takk til min veileder Tore Gulden for all god veiledning, gode innspill og gode diskusjoner!

En stor takk til en god venn gjennom masterstudiene Nikolai Øvrebekk, som har bidratt med mange morsomme stunder, gode diskusjoner og ikke minst dokumentasjon og flotte bilder under feltstudiene i Bodø!

Også stor takk til en annen, men minst like god venn gjennom studiene, Lars Kvinnesland for all den gode hjelpen jeg har fått av deg gjennom masterprosjektet!

Takk til alle medstudenter i MAPD2016 for en lærerik, morsom og flott studietid sammen!

Takk til min far og stemor som har støttet meg gjennom hele prosjektet.

Tusen takk til min samboer som har støttet meg gjennom hele studietiden og som alltid har vært der for meg gjennom alle utfordringer!

Kjeller, Skedsmo. 14. mai 2018.

Rune-Kristoffer Kjellevold Hustad

INNHold

Forord	3
Innhold	4
Sammendrag	6
English Abstract	7
KAPITTEL 1: BAKGRUNN	8
Innledning	10
Metoder og verktøy	12
Maritime begrep	16
Teknologiske begrep	18
Forprosjekt	20
KAPITTEL 2: INNSIKT	24
Situasjonsforståelse	26
Hurtigbåtnavigasjon	32
Skipsulykker og SA	44
Oppsummering	50
KAPITTEL 3: IDÉUTVIKLING	54
Problemstilling	56
Alternativt scenario	58
Drøftingsgrunnlag	66
Idédrøfting	68

KAPITTEL 4: KONSEPTUTVIKLING	74
Utprøvning	76
Muliggjørende teknologi	78
Design for AR	82
Utsikt-konseptet	86
KAPITTEL 5: AVSLUTNING	90
Diskusjon og videre arbeid	92
REFERANSER	94
Litteratur	96
Grafikk	100

SAMMENDRAG

Kysten har alltid vært en viktig transportåre her i Norge og i dag skjer mye av passasjertransporten langs kysten med hurtigbåter. Denne typen fartøy beveger seg i høy hastighet og navigasjon av disse fartøyene kan være en krevende oppgave for navigatørene. Dette er en oppgave som krever at navigatørene klarer å opprettholde en god situasjonsforståelse i varierte og stadig vekslende farvann.

Med utgangspunkt i regjeringens forsknings- og innovasjonsstrategi for maritime næringer, Maritim21, har dette masterprosjektet som mål å kartlegge muligheter for nye designløsninger i hurtigbåtnavigasjon, samt utforske hvordan fremtidsrettet teknologi kan gjøre løsningene mulig i nær fremtid.

På bakgrunn av en omfattende innsiktfase med fokus på situasjonsforståelse, hurtigbåtnavigasjon, skipsulykker

og muliggjørende teknologi ble følgende problemstilling formulert:

«Hvordan kan design og teknologi bidra til å forme morgendagens navigasjonsopplevelse ombord i hurtigbåter?»

For å svare på denne problemstillingen ble det gjennomført en idéutviklingsfase der det ble utforsket hvordan ulike, fremtidsrettede, teknologiske løsningen potensielt kunne bidratt til å avverge eller redusere skadeomfanget av utvalgte skipsulykker.

Ideene ble videreutviklet til et helhetlig konsept der kunstig intelligens, alternativ sensortechnologi og utvidet virkelighet (AR) er tenkt å virke sammen for å tilrettelegge for en bedre brukeropplevelse og bedre muligheter til å opprettholde en situasjonsforståelse.

ENGLISH ABSTRACT

The Norwegian coastline has always been an important transport route and a lot of passenger transportation today is done by high speed ferries. This type of vessel moves at a high speed and its navigation can therefore be challenging. To be able to carry out this task, navigators must be able to sustain their situation awareness in varied and ever-changing waters.

Based on the Norwegian government's research and innovation strategy for maritime industries, Maritim21, this master thesis aims to shed light on and map opportunities for new design solutions for high speed navigation in addition to exploring how future-orientated technology can make the solutions possible in the foreseeable future.

After starting out with an extensive insight process focusing on situation awareness, high speed navigation, ship

accidents and enabling technology, the following topic question was formulated:

«How may design and technology contribute to shape tomorrow's user experience in high speed navigation?»

To answer the topic question an idea development phase was carried out. This phase explored how various future-orientated technological solutions potentially could have aided in the prevention and/or reduction of damage in selected ship accidents.

These ideas were then developed into a unified concept where artificial intelligence, alternative sensor technology and augmented reality (AR) work together to create an improved user experience and heightened situation awareness.



TJELDEN

LOKALBÅT AUSTEVOLL

Kapittel 1

BAKGRUNN

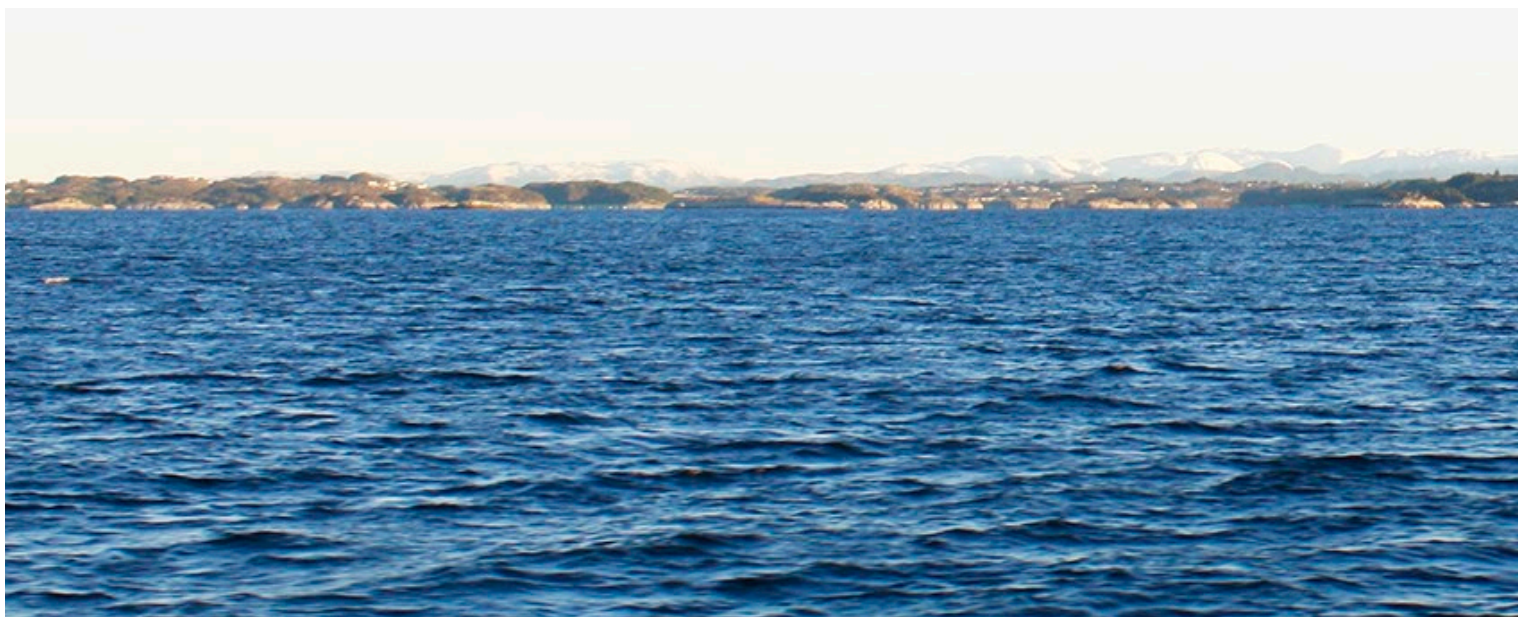
INNLEDNING

Med en lang kystlinje og dype fjorder har de maritime næringene lange tradisjoner her i landet og den dag i dag er norske aktører verdensledende på maritim teknologi [1]. Til tross for at nordmenn knapt utgjør én promille av verdens befolkning, kan Norge sies å være en maritim stormakt med en handelsflåte som er verdens femte største målt i markedsverdi [1].

Selv har jeg vokst opp med flere sjøfolk i familien og har i alle år vært svært interessert i skipsfart og maritim næring, med særlig fokus på passasjertransport. Jeg var veldig nær ved å bli sjømann selv, men erfarte at livet på sjøen ikke var noe for meg. Likevel fortsatte interessen for det maritime å være der. Gjennom

designutdanningen har jeg derfor lenge hatt lyst til å jobbe med noe innenfor maritim næring, en mulighet jeg fikk nå i masteroppgaven. Motivasjonen bak dette prosjektet har derfor vært å anvende og utvikle min kompetanse som designer innenfor et felt som både er viktig for meg personlig, men som også utgjør en viktig del av næringslivet her i landet.

I slutten av 2015 ble strategigruppen «Maritim21» etablert av Nærings- og fiskeridepartementet, med mål å utarbeide en «helhetlig strategi for forskning, utvikling og innovasjon for den maritime næringen» [2]. November 2016 leverte strategigruppen sitt forslag i form av en grundig rapport. Det presenteres en rekke interessante



forslag for utvikling av næringen i fremtiden. Blant annet blir det forslått å fokusere på områder som design, digitalisering, sikkerhet, beslutningsstøtte og interaksjon. Dette er fokusområder som appellerer til meg som designer, der jeg kan utvikle min kompetanse innenfor områder som interaksjonsdesign, UX-design og UI-design.

Tidlig i prosjektet ble det oppdaget at designprosjekter innenfor skipsfart, spesielt innenfor overnevnte designfelt, har et fokus på større skip, gjerne i havgående trafikk eller offshore. Fokuset for dette prosjektet ble derfor en helt annen type fartøy, nemlig hurtiggående passasjerbåter i innaskjærs trafikk. Dette virker til

å være et utforsket tema der fartøyene møter andre utfordringer enn havgående fartøy. Samtidig kan funnene ha en synergieffekt når det kommer til større skip.

Målet for prosjektet har vært å kartlegge mulighetene for nye designløsninger i hurtigbåtnavigasjon og å utforske hvordan fremtidsrettet teknologi kan gjøre løsningene mulig i nær fremtid.

Med nær fremtid menes et tidsrom på 5-20 år. Både teknologi og nærings utvikles så fort at det ikke vil være hensiktsmessig å se lengre enn dette uten å tenke veldig konseptuelt.



METODER OG VERKTØY

LITTERATURSØK

Gjennom hele prosjektet er det blitt foretatt litteratursøk for å øke forståelse, og tilegne innsikt og kunnskap i relevante tema. Dette har blitt gjort gjennom hele prosjektet, men hoveddelen av litteratursøkene ble gjennomført i forkant av idéutviklingsfasen.

GIGAMAPPING

Et «gigamap» kan i korte trekk sies å være en sky av informasjon som det kan utledes innovative løsninger fra [3]. Ved å kombinere systemisk tankegang og praksis med metoder fra designfaget utarbeides det et omfattende kart. Hensikten er å kartlegge ulike problemer, systemer og kategorier ved å utforske lag og relasjoner [3]. Informasjon, funn og ideer visualiseres fortløpende slik at dette enkelt kan forstås og kommuniseres.

I forprosjektet som ble gjennomført i emnet «MAPD5200, Context Mapping in Product Design» ble gigamap benyttet som et utforskende og generativt verktøy. Gigamapping er ikke blitt benyttet i samme grad i dette prosjektet, men erfaringene fra forprosjektet har formet tankegangen ved kartlegging og visualisering gjennom prosessen.

INTERAKSJONSDESIGN

Med *Interaksjonsdesign* menes designdisiplinen der formålet er å designe løsninger som fører til et godt samspill mellom mennesker og de produktene og systemene de er i kontakt med [5].

For å oppnå dette er det viktig å forstå menneskelige behov, og disiplinen har sterke tilknytninger til *brukersentrert design*. Resultatet av en interaksjonsdesignprosess er ofte et *brukergrensesnitt* (UI) som gir en god *brukeropplevelse* (UX).

UI-design

UI er en forkortelse for det engelske begrepet *user interface*, eller *brukergrensesnitt* på norsk. I et produkt eller system er brukergrensesnittet det som brukeren interagerer med og ofte blir begrepet brukt i sammenheng med skjermer [4]. Et brukergrensesnitt kan likevel bestå av helt andre elementer, som fysiske knapper, hjul og joysticker. Grensesnittet trenger heller ikke å være håndfast, men kan for eksempel styres ved bruk av tale og bevegelser.

Med UI-design mener man altså prosessen med å designe

brukergrensesnittet, hvordan det oppfører seg, fungerer og ser ut. Også her er det viktig å forstå brukerens behov og et godt brukergrensesnitt bør som nevnt tidligere, gi en god *brukeropplevelse*.

UX-design

UX betyr *user experience*, *brukeropplevelse* på norsk.

Brukeropplevelse er et begrep som dekker hele den helhetlige opplevelsen et produkt eller system gir [4] og som også vektlegges i andre fagfelt enn interaksjonsdesign. Alt som designes gir en eller annen brukeropplevelse og målet med UX-design er at brukeropplevelsen skal være meningsfull og relevant for det målet som skal oppnås [6].

Mental modell

Et sentralt begrep når man snakker om interaksjon og brukeropplevelser er mental modell. En mental modell er en systematisk forståelse av hvordan noe fungerer [17]. Denne forståelsen er gjerne tilegnet ved at man kjenner til andre, lignende systemer [5].

Ved design av et produkt, grensesnitt eller system kan man utnytte brukerens mentale modeller ved å legge inn etterligninger og hint til mer kjente løsninger og dermed gjøre designet enklere å bruke.

I kontekst av situasjonsforståelse er mentale modeller viktige for evnen til å forespeile fremtidige scenario og en ukorrekt mental modell kan få kritiske konsekvenser.

BRUKERSENTRERT DESIGN

Et av målene til prosjektet er å utvikle en løsning som ikke gjør navigatørene overflødige, men mer engasjert og fokusert på arbeidet, gjennom å utforske de mulighetene moderne og fremtidig teknologi gir. Med et teknologisk perspektiv og i et teknologisk miljø som en skipsbro er det samtidig en fare for å bli opphengt i teknologien og glemme brukeren. For å unngå dette bør er det derfor lurt å følge prinsipper for brukersentrert design. Dette vil blant annet si at man fokuserer på å forstå brukerens reelle behov og interesser gjennom prosessen [4], slik at løsningen oppfattes som brukervennlig og gir en god brukeropplevelse.

ITERATIV DESIGNPROSESS

At en designprosess er iterativ vil si at kartleggings-, utviklings-, test- og evalueringsprosessene repeteres fortløpende. Målet er at designet utvikles og evalueres frem til man er fornøyd med løsningen [7]. Designprosessen i dette prosjektet har ikke vært

fullstendig iterative, men deler av prosessen har hatt iterative trekk ved at ideer og innsikt er blitt drøftet fortløpende opp mot hverandre.

FELTSTUDIER

For å bedre forstå brukerens behov og atferd er det feltstudier der brukeren observeres i den konteksten løsningen er tenkt å fungere i. Feltstudiene er hovedsakelig gjennomført i forkant av idéutviklingen. Dette ble gjort for å få innsikt i de oppgavene navigatørene gjennomfører og hvordan de interagerer med systemet [4]. Siden designprosessen har hatt iterative trekk har det også på noen av feltturene blitt gjennomført testing av nye ideer parallelt med observasjonene. I rapporten benyttes ordet *felttur* som synonym.

SELVETNOGRAFI

Feltstudiene kan ses på som en form for etnografistudie, der navigatørene utforskes i sitt arbeidsmiljø. Personlig har jeg vokst opp med sjøfolk og ofte vært ombord på ulike fartøy og skipsbroer. Jeg har også hatt en kort karriere som matroslærling og har god kjennskap til miljøet på en skipsbro.

I etnografiske studier snakkes det om å «bryte inn» i miljøet som skal observeres, mens man i selvetnografi ønsker å «bryte

ut» av miljøet for å studere det [8]. Selv om det er noen år siden jeg var aktiv i arbeidsmiljøet på et skip var dette en prosess jeg kunne kjenne meg igjen. Under feltstudiene jobbet jeg for å «bryte ut» som sjømann/-sønn for å kunne ha et designperspektiv på observasjonene og konteksten.

INTERVJU

Intervju er blitt brukt som metode for å tilegne en dypere forståelse for de observasjonene som ble gjort på feltstudiene. Intervjuene var samtalelignende og i ustrukturert format, hvilket bidrar til å gjøre situasjonen mer komfortabel for intervjuobjektene [9]. Intervjuene foregikk i hovedsak under seilassen og det var derfor ønskelig å være minst mulig til bry. Svakheten med denne intervjuformen er at det kan være vanskelig å notere og analysere og jeg eksperimenterte derfor med «mapping» av notatene. Intervjukartene presenteres på sensorutstillingen.

BRUKERTESTER

Det ble gjennomført brukertesting med noen navigatører på et sett med ideer fra idéutviklingsfasen. Testingen ble gjennomført ved hjelp av papir-prototyper, konseptbilder og reisepanleggingsappen EnTur på mobiltelefon. Denne appen ble benyttet fordi den har god funksjonalitet

for «utvidet virkelighet»/AR og var dermed et enkelt lavterskelverktøy som effektivt illustrerte ideer knyttet til AR. I tillegg er det i konseptutviklingsfasen blitt gjennomført enkle *geriljatester* av grafiske elementer og funksjonalitet. En geriljatest er en rask, lite organisert og forholdsvis spontan form for brukertest [10], som er nyttig når man trenger å ta beslutninger på kort tid.

SCENARIO

I designsammenheng er scenario en historie som utforsker hvordan en designløsning kan fungere for brukeren [9]. Blant annet bruker store aktører som Shell scenarier for å utarbeide strategier for forretningsutviklingen, til å utforske fremtidsmuligheter og til å oppmuntre andre aktører og myndigheter til å tenke fremtidsrettet [11]

Scenariene kan illustreres på en rekke ulike vis, som tegneserie, tidslinje og skriftlig.

PERSONAS

Når det utarbeides *personas* vil det si at man lager en eller flere fiktive profiler som representerer brukergruppen [12]. Hver enkelt profil er basert på en sammensetning av ulike, men relaterte brukere. Profilen presenteres gjerne ved bruk av bilder eller grafikk som

illustrerer brukergruppen, en beskrivelse av personligheten, behov og relevant atferd [12]. Hensikten med personas er å bli mer bevisst på brukerne og deres behov ved «å sette ansikt» på gruppen.

ULYKKESANALYSE I LYS AV SITUASJONSFORSTÅELSE

Situasjonsforståelse er et viktig begrep i dette prosjektet. For å få en dypere innsikt i begrepet og dets betydning for navigasjon har det blitt gjennomført en analyse av utvalgte skipsulykker. I denne analysen er sentrale begrep, faktorer og prinsipper knyttet til situasjonsforståelse blitt benyttet som analyseverktøy.

MARITIME BEGREP

HURTIGBÅT

Som begrepet tilsier er en hurtigbåt et fartøy som beveger seg med relativt høy hastighet. Hastigheten som definerer en hurtigbåt er i utgangspunktet gitt ved en formel som tar utgangspunkt i skipstekniske termer [13], men i praktisk forstand er det snakk om hastigheter på over 20 knop. En kombinasjon av båtens konstruksjon, materialbruk (lettmetall eller komposittmaterialer) og motorkraft muliggjør de høye hastighetene.

Hurtigbåter benyttes i hovedsak til passasjertrafikk langs kysten, men det finnes også bil- og godsførende hurtigbåter.

KNOP

Knop er en måleenhet for hastighet på sjø og i luften. Definert som én nautisk mil per time. En nautisk mil tilsvarer 1,852 km og én knop er følgelig 1,852 kilometer i timen. 20 knop tilsvarer dermed 37 kilometer i timen.

NAVIGASJON OG NAVIGATØR

Med navigasjon menes planleggingen og gjennomføring av en seilas.

En navigatør er dermed en person som navigerer en båt eller et skip (begrepet

brukes også i luftfart). På en hurtigbåt kan dette være kapteinen og/eller styrmann.

SKIPSBRO

Broen/broa, ofte omtalt som *styrhus*, er kommandorommet på et skip der kapteinen og navigatørene utfører navigasjonen og har oversikt over skipets tilstand.

UTKIKK

Utkikken er en person i mannskapet på et skip, typisk navigatør eller matros, som skal bistå vakthavende navigatør med å holde oversikt over farvannet rundt skipet. Dette gjøres ved bruk av sanser som syn og hørsel, samt navigasjonshjelpemidler.

INNASKJÆRS

At noe er innaskjærs vil si at det befinner seg nært opp mot kysten. Når det snakkes om skipsfart og navigasjon er det altså snakk om fartøy som beveger seg i stort sett beskyttede farvann, som vanligvis ikke utsettes for naturkrefter i samme grad som ute på havet og som har forholdsvis kort avstand til beskyttet land.

Innaskjærs er en motsetning til *offshore*, der fartøyene beveger seg i åpent hav flere titalls nautiske mil fra land, og *deep sea*, som er skipsfart ute på verdenshavene.

SKIPSLEIA

Skipsleia, også kjent som (skips)led, er en «vei» for skipstrafikk oppmerket både på sjøkart og fysisk med lykter og sjømerker.

KURS OG KOMPASS

Kursen er skipets retning i henhold til Nordpolen og benyttes for å angi skipets retning. Ombord i kommersielle moderne skip finnes det som regel minst tre hjelpemidler som kan angi kursen: Magnetkompass, gyrokompass og GPS.

Så lenge GPS-en fungerer er dette det mest korrekte og foretrukne hjelpemidlet. Særlig i hurtigbåtnavigasjon har gyrokompasset en svakhet ved at det er forsinket. Magnetkompasset forstyrres av alle større magnetiske gjenstander og benyttes kun hvis det er absolutt nødvendig.

TEKNOLOGISKE BEGREP

MIXED REALITY

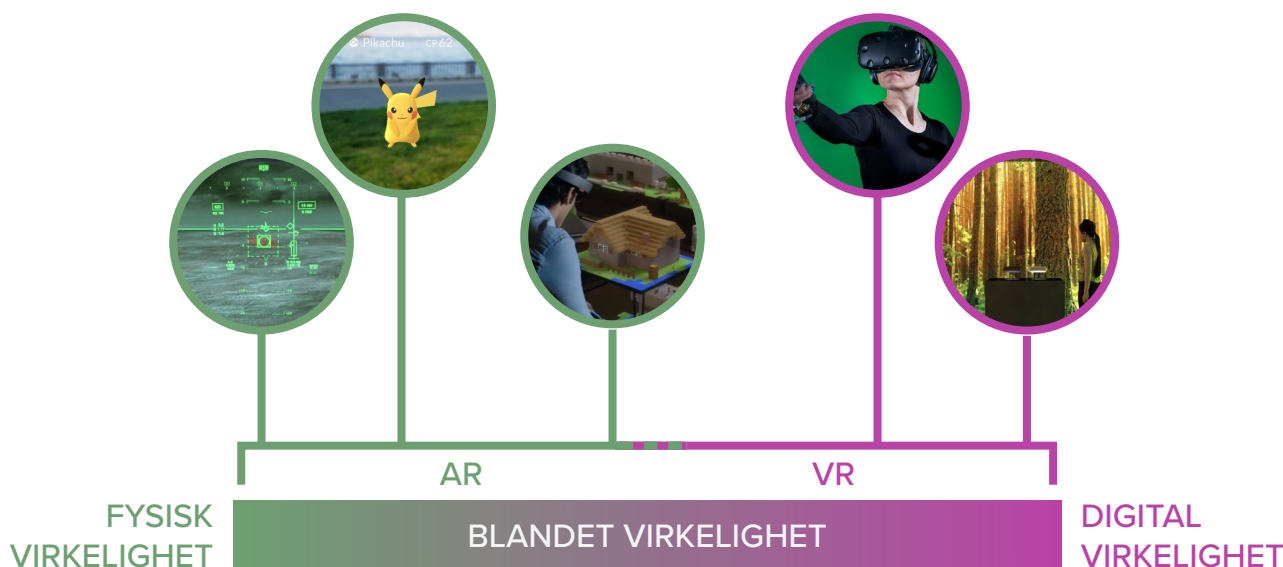
Mixed Reality (MR), blandet virkelighet på norsk kan sies å være møtepunktet mellom menneske, datamaskin og virkelige omgivelser [14]. MR betyr at man kombinerer elementer fra den virkelige verden med virtuelle elementer for å gi nye opplevelser og interaksjonsmuligheter. Begrepet kan ses på som en skala mellom den virkelige verden og en digital virkelighet [14] og omfatter både *Augmented Reality* og *Virtual Reality*.

Augmented Reality

Augmented reality (AR), utvidet virkelighet på norsk er den delen av MR-spekteret som er nærmest den virkelige verden. Gjennom ulike teknologier som smarttelefon, prosjektor og digitale briller blir virtuelle elementer kombinert med virkeligheten på en slik måte at den kan interageres med i sanntid.

Virtual Reality

På den andre siden av MR-spekteret finner man *Virtual Reality (VR)*, på norsk *kunstig virkelighet*. Ved å bruke



Figur 1: Egen tolkning av illustrasjon fra Microsoft Dev Senter [14] utvidet med eksempler. Fra venstre: **Heads-Up Display (HUD) for jagerfly:** Fremhever fiendtlige fly og omgivelsene rundt flyet, men tilfører ikke virtuelle elementer bortsett fra symboler. **Pokémon Go:** Tilfører virtuelle Pokemon til virkeligheten gjennom mobilskjermen. **Minecraft HoloLens:** Tilfører virtuelle omgivelser, men avgrenset av virkeligheten. **VR-headset:** Muliggjør medium der både reelle syns- og hørselintrykk blokkers ute. Fortsatt avgrenset av omgivelsene. **Virtuelle Omgivelser:** Fortsatt fysiske avgrensinger, men om det føles i større grad ut som man ikke er tilstede i de fysiske omgivelsene.

teknologi som utestenger noen eller alle sanseinntrykk fra den virkelige verden, for eksempel VR-briller som HTC Vive, blir brukeren utsatt for en digital, simulert opplevelse, som kan interageres med i sanntid.

AUTONOMI

Autonomi betyr «selvstyre» og i en teknologisk kontekst betyr dette systemer som i ulik grad tar beslutningene selv. Selvkjørende skip er dagsaktuelt tema og allerede i 2020 planlegger Kongsberg Maritime å sette i drift et selvkjørende containerskip [15]. I Maritim21-strategien blir autonomi definert i fire nivåer [2]:

Nivå 1, fjernstyrte operasjoner:

Systemet blir kontrollert av en operatør som befinner seg et annet sted enn systemet. Et eksempel er flyvende droner.

Nivå 2, operatørassistert autonomi:

Systemet gir anbefaling til operatøren og operatøren kan bestemme i hvilken grad systemet eventuelt skal gjennomføre anbefalingene automatisk. Et eksempel er antikollisjonssystemer som man kan finne i moderne biler.

Nivå 3, delvis autonomt:

Systemet utfører i utgangspunktet operasjonene, men operatøren kan overstyre systemet. Et eksempel er autopilot som finnes på skip og fly.

Nivå 4, autonomt:

Systemet utfører automatisk operasjoner og prosesser. Har også evne til å planlegge og eventuelt korrigere oppdrag basert på dynamiske utfordringer. Et eksempel er Google Car, en fullstendig autonom bil.

KI OG «MACHINE LEARNING»

KI er en forkortelse for kunstig intelligens, på engelsk Artificial Intelligence (AI) og er et begrep som henger tett sammen med autonome systemer. KI kan sies å være simulering av virkelige intelligensprosesser (som mennesker og dyr naturlig utfører) i varierende grad [16]. KI skiller ofte i svak KI og sterk KI. Førstnevnte er utviklet for å gjennomføre konkrete oppgaver, som for eksempel Apple sin virtuelle assistent Siri. Sistnevnte er KI med kognitive egenskaper på høyde med et menneske.

«Machine learning» er en gren innenfor KI der systemet er utviklet for å selv kunne utvikle sine evner til å utføre oppgaven det er designet for å gjennomføre.

MULTI SENSOR FUSION (MSF)

Multi Sensor Fusion vil si at data fra ulike sensorer i et system kombineres for å luke ut feilkilder og gi mer nøyaktig informasjon til operatøren.

FORPROSJEKT



Gigamappet som var resultatet av prosessen i MAPD5200.

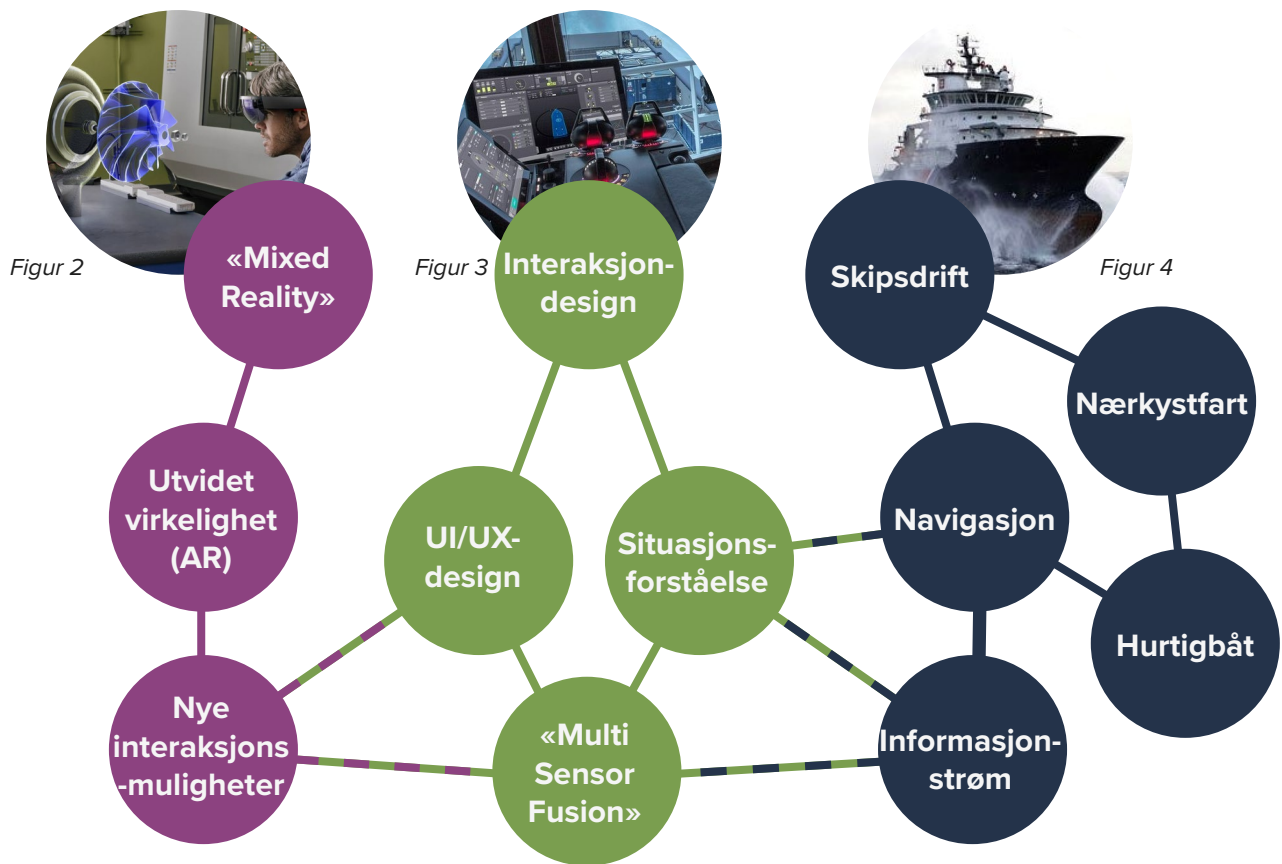
Grunnlaget for dette masterprosjektet ble lagt høsten 2017, gjennom arbeidet med emnet «MAPD5200, Context Mapping in Product Design». I emnet jobbet jeg med utgangspunkt i strategien Maritim21.

Maritim21 er en «helhetlig strategi for forskning, utvikling og innovasjon for den maritime næringen», der blant annet digitalisering og design blir anbefalt som fokusområder for norsk maritim næring. [2]

Innledningsvis i MAPD5200 gjennomførte jeg en utforskende kartleggingsprosess med utgangspunkt i temaet «teknologiske muligheter i skipsdrift». Et kart som oppsummerer prosessen og som illustrerer tema jeg fokuserte på videre i prosjektet i kan ses på neste side.

Gigamappet kan forøvrig ses i sin helhet som digitalt vedlegg og på sensorutstillingen.

**Oppsummering:
Teknologiske muligheter i skipsdrift**



Den innledende kartleggingsprosessen avdekket blant annet at designprosjekter knyttet til maritim næring virker å ha fokus på større skip, gjerne i "deep sea"-trafikk eller offshoredrift. Jeg valgte derfor å fokusere på skip i nærkysttrafikk, med et spesielt fokus på hurtigbåter. Dette er en skipstype som ofte møter på helt andre utfordringer enn fartøy som går langt ute på havet, samtidig som det kan være et større behov for

innovative designløsninger i bransjen. På bakgrunn av dette valget dro jeg på en felttur til øykommunen Austevoll for å observere en arbeidsdag ombord på hurtigbåten M/S «Tjelden». Målet med turen var å få innsikt i hvordan hurtigbåter i nærkystfart opereres, samt å avdekke potensielle utfordringer rundt drift og navigasjon av slike fartøy.



Illustrasjon av MS «Tjelden»

FELTTUR OG WORKSHOP

MS «Tjelden» er en mindre hurtigbåt på 25,7 meter med en passasjerkapasitet på 47 og plass til to personbiler. Den har derfor lov til å seile med et mannskap på kun to personer: Kaptein/navigatør og motorpasser/matros/billetter/utkikk. Båten går i en lokalrute i Austevoll i Hordaland, der den anløper små øyer uten veitilknytning og større øyer med ferjer mot Bergen og Stord. Det er temmelig korte seilaser mellom anløpene, fra noen få minutter til opp mot en halvtime.

Jeg var med på felttur i november 2017 og observerte en hel arbeidsdag fordelt på to økter, med workshop i mellom. I forkant av turen hadde jeg egentlig håpet på dårlig vær slik at det kunne observeres hvordan mannskapet taklet dette. Været endte opp med å være veldig fint, med blikkstilte vann, men det ble likevel avdekket potensielle sikkerhetsutfordringer, både i dagslys og på kveldstid.



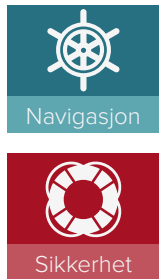
Ruta til «Tjelden». Fra Storebø til Bekkjårvik er det en seilas på omtrent 25 minutter. Tykkere linjer indikerer flere turer i løpet av en dag.

Etter å ha vært med på første økt av feltturen ble det gjennomført en workshop med kapteinen ombord på «Tjelden». I løpet av ettermiddagen og kvelden hadde jeg notert ned en rekke observasjoner som det var behov for å diskutere i ettertid, hvilket ble gjort i denne workshop-en.

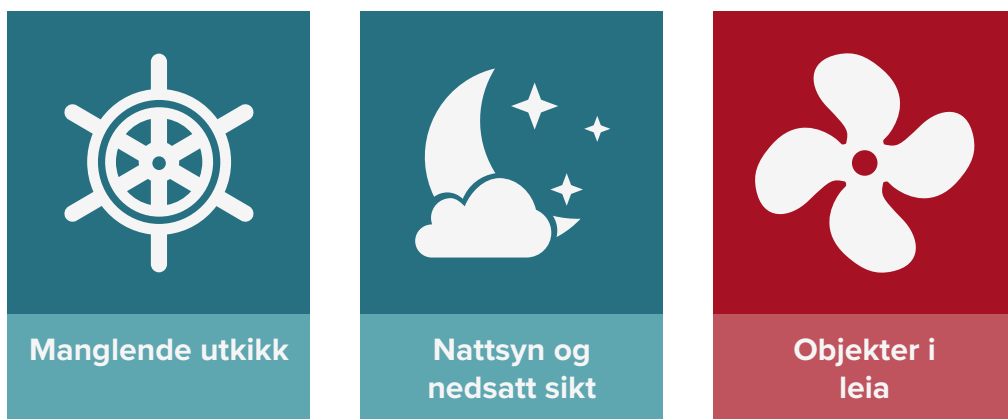
På neste side blir de viktigste funnene fra feltturen og den tilhørende workshopen presentert slik de danner bakgrunnen for dette masterprosjektet.

Funn fra felttur og workshop

Fargekoding av kategorier fra gigamap.



Fokusområder som tas med videre til masterprosjekt





Kapittel 2

INNSIKT

SITUASJONSFORSTÅELSE



Figur 5: MV "Godafoss" på grunn utenfor Hvaler i 2011, en ulykke som skyldtes sviktende situasjonsforståelse.

Navigasjon av skip er en kompleks oppgave, der en rekke variabler til en hver tid påvirker driften. Vær, farvann, skipets systemer og andre fartøy er elementer en navigatør må ta hensyn til for å sikre trygg og effektiv navigering. Det er viktig at navigatørene og deres assistenter (utkikk) til enhver tid bruker korrekte hjelpemidler og har en god situasjonsforståelse (SA, fra engelsk «situation awareness»).

Et studie gjennomført av Grech, Horberry, og Smith i 2002, der 177 sjøulykker i åtte land ble analysert, avdekket at 71% av ulykkene kunne ses i sammenheng med manglende situasjonsforståelse [18].

Situasjonsforståelse er altså et begrep som er viktig å forstå om man skal utvikle trygge navigasjonsløsninger.

HVA ER SITUASJONSFORSTÅELSE?

«Situasjonsforståelse er å være bevisst på det som skjer rundt deg og å forstå hva denne informasjonen betyr nå, og i fremtiden»

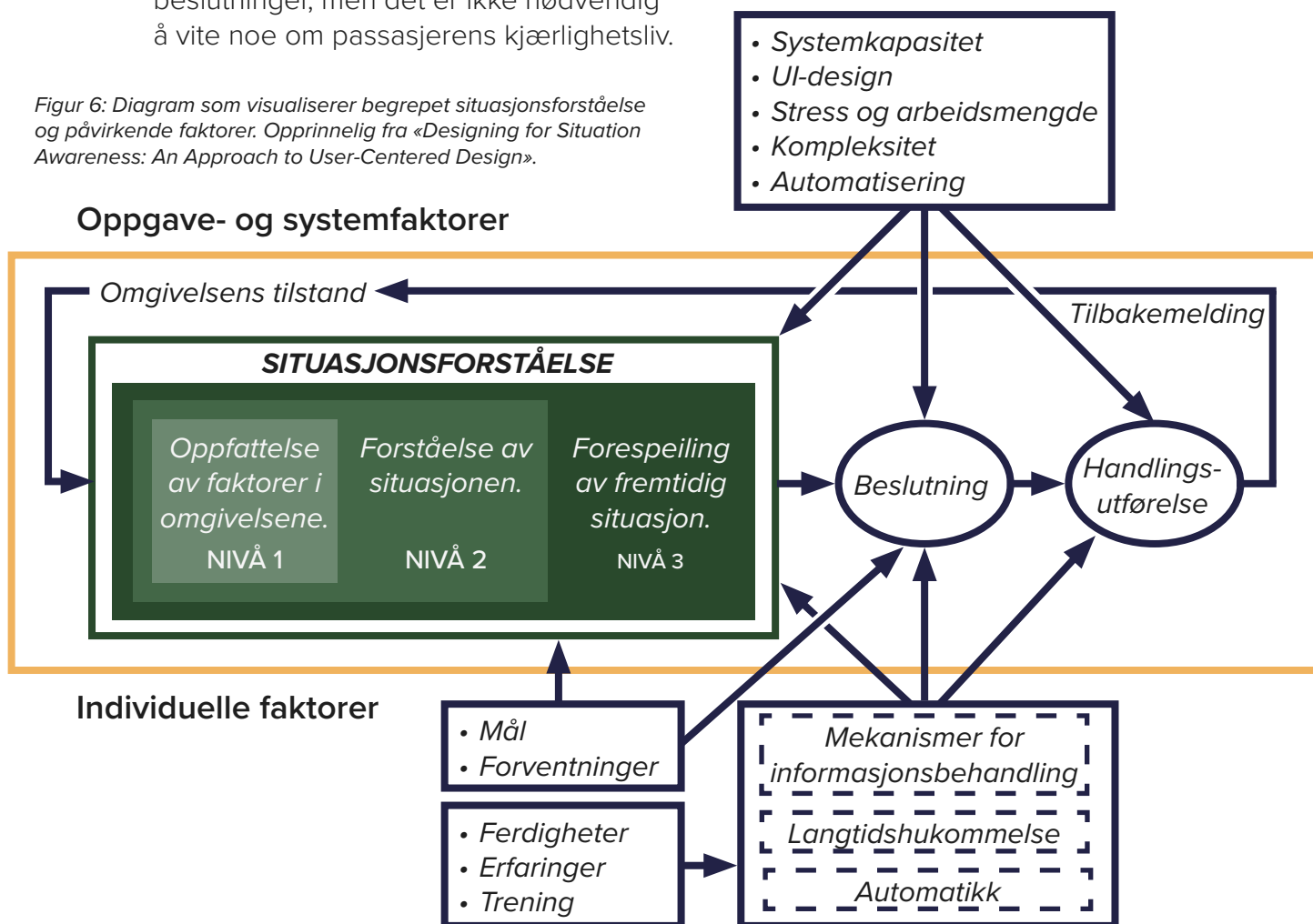
Oversatt sitat fra boken «Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design» [17].

Den overnevnte definisjonen av begrepet høres ganske enkel ut, situasjonsforståelse handler om å forstå hva som skjer. For at denne forståelsen skal være best mulig krever det tilgang på informasjon som er relevant for den oppgaven som skal utføres i øyeblikket.

Begrepet brukes i hovedsak om oppgaver som kan anses som mer eller mindre komplekse, som for eksempel bilkjøring, overvåking av uønskede naturfenomener og skipsnavigasjon. Dette er oppgaver der det til enhver tid er viktig å ta korrekt og relevant informasjon om situasjonen. Kjører man en bil trenger man blant annet å vite noe om trafikale forhold, kjøreforhold og bilens tilstand for å kunne ta riktige beslutninger, men det er ikke nødvendig å vite noe om passasjerens kjærlighetsliv.

Situasjonsforståelse er et begrep som har sitt opphav i militær luftfart, hvor det tidlig ble avdekket hvor viktig, men utfordrende det kunne være å oppnå. I dag blir SA ansett som et viktig grunnlag for god ytelse og beslutningstaking i et vidt spekter av aktiviteter, fra yrker til hobbyer. Bilkjøring, operasjon av kraftverk, metrologi, luftfart, militære, idrett og skuespill er alle felt der det på et eller annet vis er viktig med SA [17].

Figur 6: Diagram som visualiserer begrepet situasjonsforståelse og påvirkende faktorer. Opprinnelig fra «Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design».



NIVÅER AV SITUASJONSFORSTÅELSE

Som det illustreres i Figur 6, kan situasjonsforståelse deles opp i tre separate nivåer som berører henholdsvis *oppfattelse*, *forståelse* og *forespeiling* av situasjonen [17]. Denne oppdelingen kan være nyttig for å forstå hvilke faktorer og mekanismer som virker inn på beslutningstakingen.

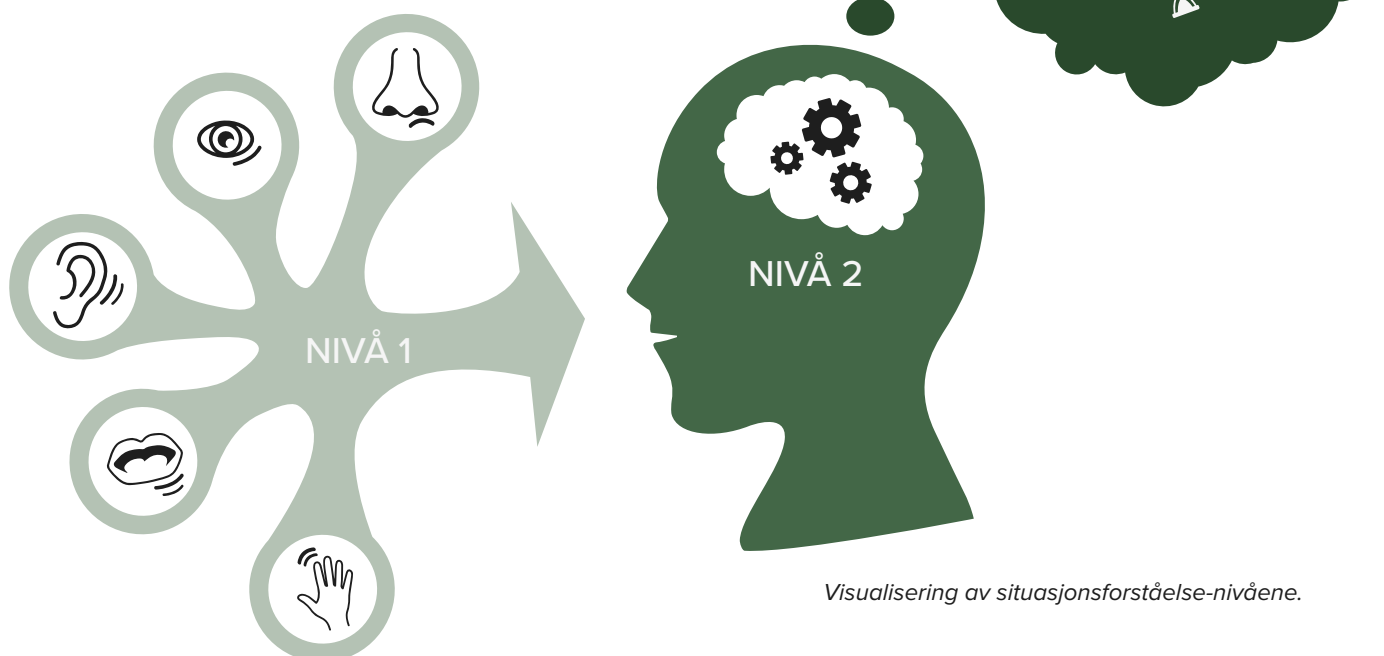
Nivå 1: Oppfattelse

For å oppnå situasjonsforståelse er det først nødvendig å oppfatte tilstanden til objekter og elementer i omgivelsene. Hvordan dette gjøres varierer ut fra hvilken jobb, operasjon eller aktivitet som utføres, men informasjonen som trengs innhentes gjennom bruk av én eller flere sanser.

For en kokk er det viktig å kunne se, smake og lukte for å kunne gjennomføre jobben sin. Ved skipsnavigasjon er *syn* og *hørse* sanser som en spiller en stor rolle, men også det å føle vibrasjoner og bevegelser i skipet er viktig for å oppnå god situasjonsforståelse.

Nivå 2: Forståelse

Det neste steget i oppnåelse av situasjonsforståelse er å forstå hva informasjonen som er oppfattet betyr for den aktiviteten som gjennomføres. Forståelsen oppnås ved å se elementene



Visualisering av situasjonsforståelse-nivåene.

fra nivå 1 i sammenheng med målet for den aktuelle operasjonen eller aktiviteten. Dette kan sammenlignes med å forstå innholdet i en tekst, kontra det å bare lese ordene [17].

Ved hurtigbåtnavigasjon betyr dette for eksempel at navigatøren forstår at en plutselig, utilsiktet kursendring, ulyder fra akterskipet og unormale vibrasjoner betyr at båten sannsynligvis har fått et tau i propellen.

Nivå 3: Forespeiling

Nivå 3, det siste steget for å oppnå god situasjonsforståelse er å evnen til å forespeile hvilken effekt elementene i nivå 1, sett i sammenheng med forståelsen fra nivå 2 vil ha i en fremtidig situasjon.

For å oppnå en god situasjonsforståelse må man altså være i stand til å bruke sansene på hensiktsmessig og relevant vis i henhold til operasjonen. Man må kunne forstå informasjonen man har oppfattet, og man må være i stand til å forutse konsekvensene av beslutninger som kan bli tatt i situasjonen. For en navigatør innebærer for eksempel dette evnen til å forutse at manglende eller ukorrekt kursendring betyr at skipet grunnstøter eller kolliderer med et annet skip. Dette siste nivået av situasjonsforståelse krever at man forstår operasjonen man

utfører godt, slik at det er mulig å hele tiden planlegge ulike strategier og reaksjoner på ulike hendelser [17].

For enkelthetens skyld vil konseptet «nivåer av situasjonsforståelse» forkortes LSA (fra engelsk, «Levels of Situation Awareness») videre i rapporten.

TRUSLER MOT SITUASJONSFORSTÅELSEN

Det å etablere og opprettholde en god situasjonsforståelse kan være en krevende prosess for de involverte. Dette gjelder spesielt når det er snakk om aktiviteter som innebærer komplekse systemer, store informasjonsstrømmer og hyppige endringer [17].

For å kunne designe løsninger som bidrar til å øke situasjonsforståelsen er det dermed viktig å avdekke *hva* som utgjør en trussel mot situasjonsforståelsen. I boken «Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design» diskuteres åtte såkalte «SA Demons». Disse demonene er ulike faktorer som følge av kognitiv brist eller systemsvikt påvirker situasjonsforståelsen negativt.

På de to neste sidene blir det redegjort for hvilken trussel «demonene» utgjør mot situasjonsforståelsen.



TUNNELOPPMERKSOMHET

Engelsk: «Attentional Tunneling»

De fleste oppgaver der man trenger god situasjonsforståelse krever ofte at man må flytte fokus mellom ulike datakilder. For komplekse operasjoner innebærer dette mange og store informasjonsstrømmer. Tunneloppmerksomhet vil si at man blir opphengt i visse datakilder og mister fokuset på de andre og dermed også situasjonsforståelsen. Et eksempel på dette er om man kjører bil og finner ut at man skal sende en mail samtidig. Plutselig er man sekunder fra en ulykke fordi man mistet situasjonsforståelsen i noen sekunder.



HUKOMMELSEFELLE

Engelsk: «Requisite Memory Trap»

Arbeidsminnet er der informasjon om situasjonen møtes og blir prosessert, for å danne et bilde av hva som foregår, og er derfor viktig for situasjonsforståelsen. Arbeidsminnet er begrenset til syv +/- to elementer om gangen og er derfor en begrenset resurs. Gjennom erfaring lærer man seg gjerne å gruppere informasjon slik at man kan håndtere mer, men det er likevel begrenset hvor mye informasjon man kan prosessere. Et system bør derfor ikke være basert på brukerens hukommelse for å fungere som det skal.



STRESS (WAFOS)

Engelsk: «Workload, Anxiety, Fatigue and Other Stressors»

I mange situasjoner der det kreves god situasjonsforståelse er stress ofte en faktor. De ulike stressfaktorene kan være alt fra selvtillit i jobben til situasjoner der liv står på spill. Det kan være snakk om både psykologiske og fysiske faktorer, der for eksempel angst, døgnrytme og fysisk utslitthet spiller inn. Stress kan påvirke situasjonsforståelsen ved å begrense kognitive resurser som oppmerksomhet og hukommelse og å negativt påvirke evnen til å innhente og prosessere informasjon.



DATA-OVERBELASTNING

Engelsk: «Data Overload»

Et menneske kan bare sanse og prosessere en begrenset mengde informasjon på samme tid. I et system der informasjonen raskt og ofte endrer seg blir det dermed vanskeligere for brukeren å oppfatte og forstå situasjonen og man risikerer data-overbelastning. Dette fører til at brukeren mister bolker av informasjon og situasjonsforståelsen blir svekket. Effekten av dette kan reduseres ved at informasjonen vises slik at den kan oppfattes og forstås raskere. For eksempel ved bruk av grafikk fremfor tekst der det er hensiktsmessig.



FEILPLASSET FRAMTONING

Engelsk: «Misplaced Saliency»

Feilplassert fremtoning er når informasjon har en utforming som gjør at den tar oppmerksomhet som burde vært rettet et annet sted. Sansene er mer sensitive ovenfor gitte fysiske karakteristikk, som for eksempel fargen rød, bevegelse, store former og høye lyder. Dette er derfor virkemidler som bør brukes for å tydeliggjøre viktig og kritisk informasjon. Hvis slike virkemidler brukes feil risikerer man å distrahere brukeren, svekke situasjonsforståelsen og kanskje også skape farlige situasjoner.



KRYPENDE KOMPLEKSITET

Engelsk: «Complexity Creep»

Når et system har mange funksjoner blir det ofte vanskelig for brukeren å opprettholde en god mental modell over systemet. Jo mer komplekst, desto vanskeligere blir det å forstå hvordan systemet skal opereres og å forespeile konsekvensene av en handling. Skal man designe for å øke situasjonsforståelsen bør man altså også fokusere på å holde løsningen så lite kompleks som mulig.



VILLEDENDE MENTAL MODELL

Engelsk: «Errant Mental Models»

Mentale modeller er viktig for å bygge og opprettholde situasjonsforståelsen, da de gir brukeren et utgangspunkt for å forstå og tolke informasjonen. Om den mentale modellen ikke samsvarer med systemet som skal opereres kan informasjonen mistolkes og føre til at man tar kritiske feilavgjørelser.

Det er derfor viktig å forholde seg til standarder og å unngå løsninger med ulike moduser der systemet oppfører seg ulikt.



«UTE AV LOOPEN»-SYNDROMET

Engelsk: «Out-of-the-Loop syndrome»

Automatisering kan ofte være et gode som minsker arbeidsbelastningen og dermed øker situasjonsforståelsen. Det kan også være et onde, ved at det automatiserte systemet blir så komplekst at man mister oversikt, eller ved at brukeren kun involveres når situasjonen blir krevende og kritisk. Da kan det være at brukeren har «falt ut av loopen» og de nødvendige ferdighetene som opprettholdes gjennom rutinearbeid har blitt svekket.

HURTIGBÅTNAVIGASJON

Hurtigbåter opererer i høy fart, ofte gjennom trange farvann. Det er dermed viktig at informasjon som presenteres er relevant, presis og plassert slik at den er lett tilgjengelig for navigatørene. Gjennom prosjektet er det derfor blitt gjennomført flere feltturer og intervjuer for å forstå hvordan det oppleves å være hurtigbåtnavigatør.

Det har blitt kartlagt hvem som er hurtigbåtnavigatører, hvilke krav som stilles til navigeringen, hvilke hjelpemidler navigatørene benytter for å få oversikt over situasjonen og hvordan det interageres med skipets systemer. I tillegg har det blitt gjennomført litteraturstudier av artikler som tar for seg atferden til hurtigbåtnavigatører.

FARTØY BESØKT PÅ FELTTURER



MS «Tjelden»

Rederi:	Norled AS
Rute:	Lokalrute i Austevoll, Hordaland
Byggeår/verft:	2013/Brødrene Aa AS
Passasjerer:	47 stk. Lengde: 25,7 m Fart: 25/19,9 kn
Navigatører:	1 stk. Bredde: 8,0 m



MS «Salten»

Rederi:	Torghatten Nord AS
Rute:	Sandnessjøen – Bodø – Svolvær, Nordland
Byggeår/verft:	2003/Austal Ships plc.
Passasjerer:	212 stk. Lengde: 41,3 m Fart: 34 kn
Navigatører:	2 stk. Bredde: 11,6 m



MS «Fjordprinsessen»

Rederi:	Torghatten Nord AS
Rute:	Lokalruter i Bodøområdet, Nordland
Byggeår/verft:	1999/Oma Båtbyggeri AS
Passasjerer:	192 stk. Lengde: 30,0 m Fart: 33,5 kn
Navigatører:	2 stk. Bredde: 10,6 m



MS «Admiralen»

Rederi:	Norled AS
Rute:	Bergen – Sunnhordland, Hordaland
Byggeår/verft:	2010/Oma Båtbyggeri AS
Passasjerer:	285 stk. Lengde: 33,0 m Fart: 34/38 kn
Navigatører:	2 stk. Bredde: 10,6 m

HVEM ER HURTIGBÅTNAVIGATØREN?

Med utgangspunkt i observasjoner fra feltstudier og egne erfaringer er det blitt utarbeidet et persona som beskriver hvem hurtigbåtnavigatøren er.

Mann i alderen 35 - 55 år

Navigatøryrket er mannsdominert. Hurtigbåt er sjeldent stedet en navigatør starter på karrieren sin.

Glad i moderne biler

Kjører ofte moderne biler med mye teknologi og eier smarttelefon og nettbrett. Generelt god teknologiforståelse.

Nautisk utdanning

Gjerne praktisk rettet, gjennom videregående, fagbrev og fagskole.

Noe nedsatt syn

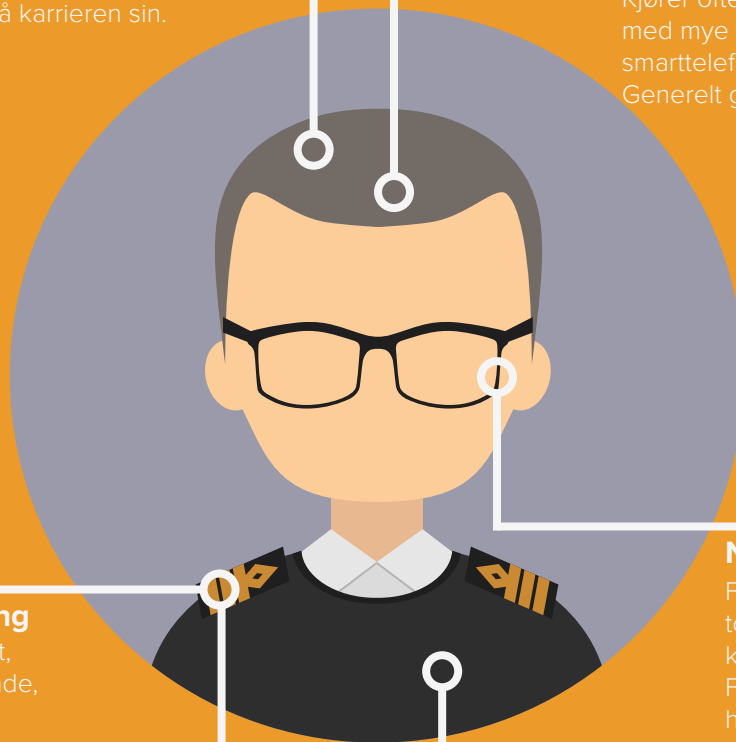
Fargesynet må være på topp, men navigatørene kan ha nedsatt syn. Flere navigatører har behov for briller i forskjellige situasjoner.

Variert erfaring

Har vært innoom andre former for skipsfart og navigasjon før yrket som hurtigbåtnavigatør.

Familiefar

Gode muligheter for nærhet til familie og hverdagslivet er en av motivasjonene for yrkesvalget.



RETNINGSLINJER FOR HURTIGBÅTNAVIGASJON

For å sikre trygg seilas må hurtigbåtnavigatørene forholde seg til strenge rutiner for navigasjon og kommunikasjon på broa. Retningslinjene varierer noe ut fra båtens størrelse og rederi, men i hovedsak forholder de seg til regelverk fra Sjøfartsdirektoratet og International Maritime Organization (IMO). Under ses retningslinjene som blant annet mannskapet på MS «Tjelden» forholder seg til, gjengitt med tillatelse fra administrerende kaptein på fartøyet [20].

Navigasjonsrutiner/kommunikasjon på bro:

Seilassen skal gjennomføres så sikkert som mulig. Ved radar og visuell observering skal føreren (navigator forf.anm.) stadig kontrollere:

- Kurs etter kart
- Avstand til land
- Posisjon
- Avstand til, og relativ bevegelse til andre fartøyer

Spesiell oppmerksomhet skal rettes mot:

- Flytende gjenstander
- Fiskeredskaper
- Drivved

Om nødvendig skal lyskaster brukes.

Private «kommunikasjonsmidler» skal ikke benyttes på broen ved seilas. Telefonsamtaler skal begrenses i størst mulig grad.

Prosedyrer for seilas i god sikt:

Fører:

Fører sitter i førerstolen, navigerer fartøyet etter kart over området, kontrollerer radar, holder utkikk, overvåker maskininstrumenter, setter fart. Utøver intern og ekstern kommunikasjon.

Maskinpasser (utkikk forf.anm.):

Sitter i assistentstolen, overvåker seilassen i samråd med fører, kontrollerer maskininstrumenter.

Prosedyrer for brovakt hold i nedsatt sikt og/eller vanskelige forhold:

Under følgende forhold skal broen bemannes med fører og maskinpasser:

- Tåke eller nedsatt sikt
- Sterk trafikk
- Trangt eller urent farvann
- Andre spesielle farer

Maskinpasser kan under slike forhold kun forlate broen på førerens uttrykkelig ordre for å utføre andre nødvendige sikkerhetsmessige oppgaver. Viktigheten av å følge sjøveisreglens pålegg om å holde sikker fart understrekes. Sjøveisregel 6 og 19.

Fører:

Føreren sitter i førerstolen, navigerer fartøyet etter kart over området, betjener radar og kart, har kontroll med maskininstrumentene, setter fart.

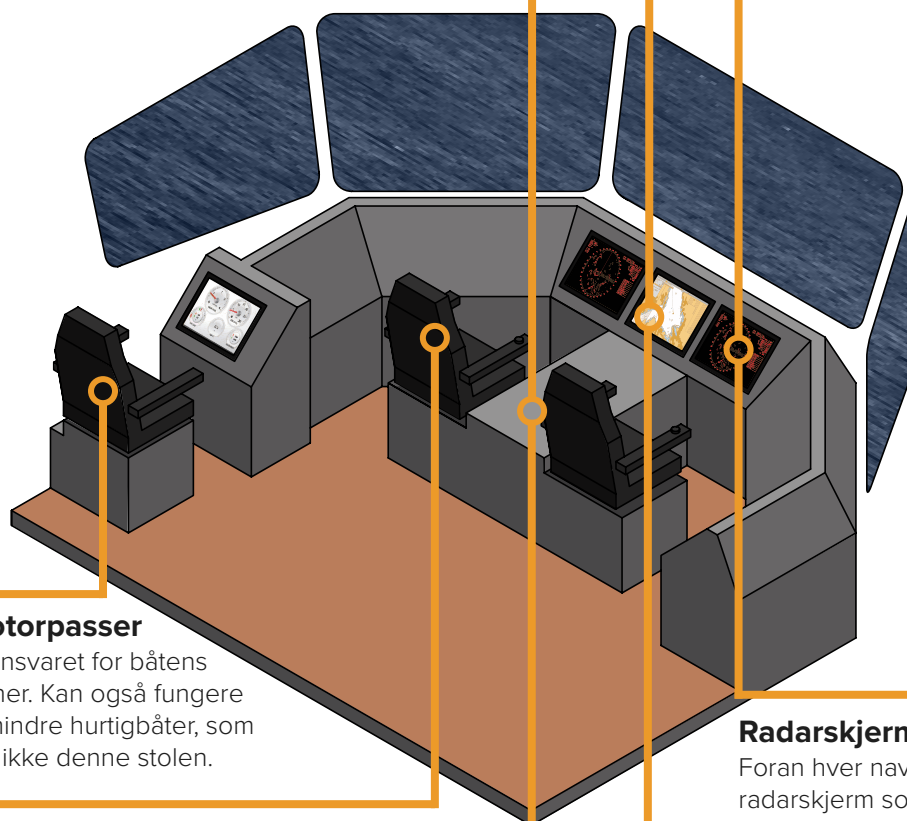
Maskinpasser:

Sitter i assistentstolen, kontrollerer maskininstrumenter, holder utkikk med syn og hørsel, så vel som ved alle tilgjengelige midler som er brukbare under de rådene omstendigheter og forhold.

Kontrollerer kurs og posisjon, betjener interne og eksterne kommunikasjonshjelpemidler, sender eventuelt tåkesignal. På førerens ordre betjenes søkelyskaster, bauglyskaster.

BROAS UTFORMING

Under ses en generell oversikt over organiseringen av en hurtigbåtbro, samt de mest relevante elementene for navigasjonen.

**Maskinist/motopasser**

Personen med ansvaret for båtenes maskineri sitter her. Kan også fungere som utkikk. På mindre hurtigbåter, som «Tjelden» finnes ikke denne stolen.

Navigator

De to fremste stolene brukes av navigatørene. Hvem som sitter hvor av kaptein og styrmann varierer mellom båt og rederi. Disse stolene har ofte styreinstrumentene på armlenet.

Midtkonsoll

Det viktigste manøvreringsutstyret er plassert her, for eksempel hendler for justering av fremdrift og autopilot. I tillegg er skjermer som viser båtenes hastighet og gyrokurs plassert her eller i nærheten.

Radarskjermer

Foran hver navigatør-stol er det en radarskjermer som viser en visualisering av det radarene på taket «ser». Ytterligere forklaring på neste side.

ECDIS/kartmaskin

Skjermer som blant annet viser båtenes plassering i kartet, andre skip, rute og informasjon om hastighet og kurs. Ytterligere forklaring på neste side.



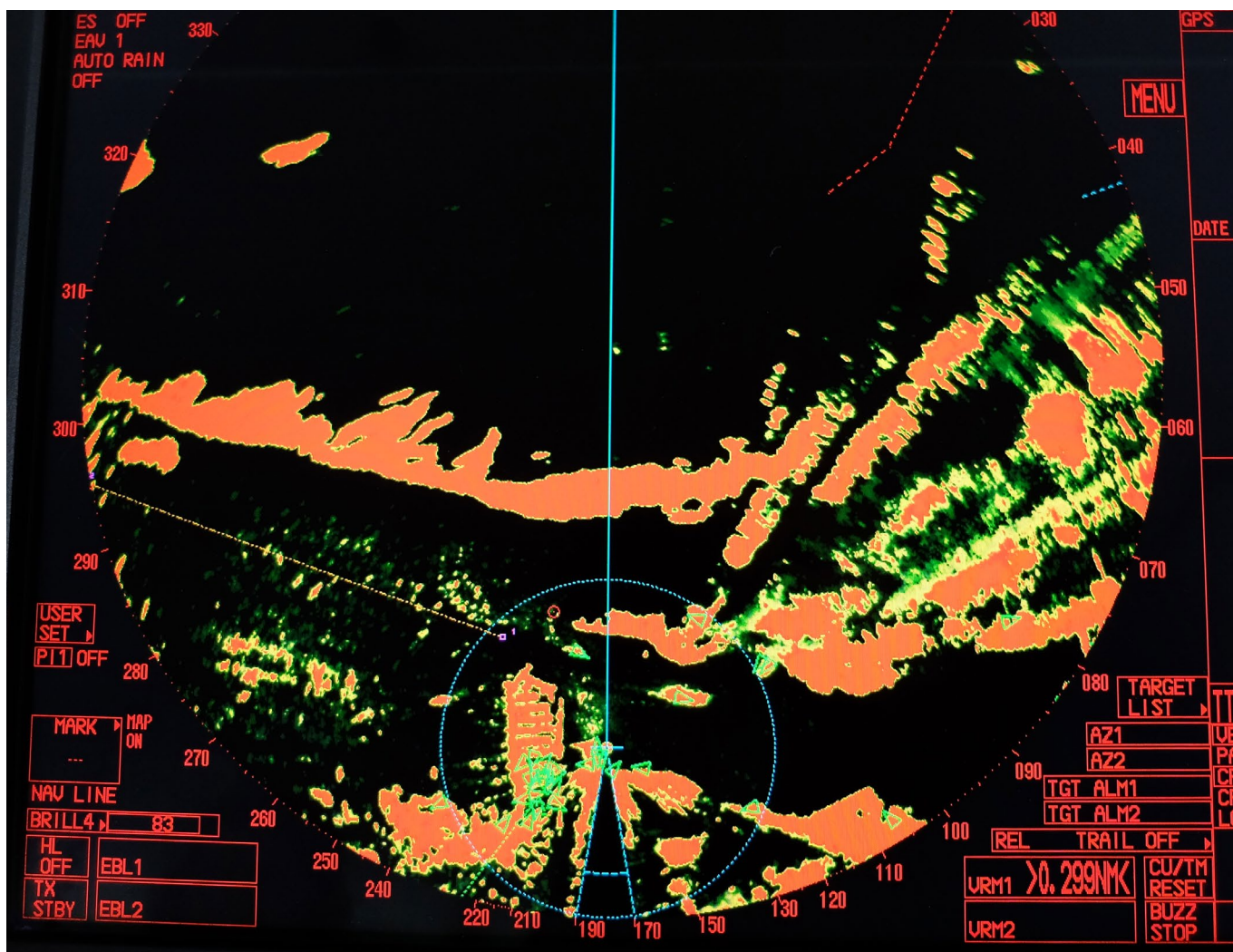
Radarene på brotaket til «Tjelden».

NAVIGASJONSHJELPEMIDLER

Ombord alle de besøkte hurtigbåtene var det plassert tre skjermer foran navigatørens stoler, som vist i illustrasjonen på forrige side. Disse skjermene er såkalte «Multi Function Displays» (MFD) [21], der man med et tastetrykk kan bytte informasjonskilde (for eksempel fra radar til overvåkningskamera). Felles for alle hurtigbåtene var at skjermene primært var innstilt slik det vises i illustrasjonen: Radar – ECDIS – radar. Dette er de viktigste navigasjonshjelpemidlene og det er derfor viktig at de er synlig mesteparten av tiden.

Radar

Radare er et akronym for «**RA**dio **D**etection **A**nd **R**anging» og brukes om innretninger som sender ut pulser av radiobølger for å måle andre objekters retning og avstand [22]. Når radiobølgene treffer andre objekter reflekteres et «ekko» tilbake til radaren. Tidsforskjellen mellom radiopulsen og ekkoet gjør det mulig å beregne hvor objektet befinner seg. Når ekkoet returnerer til båten blir informasjonen visualisert på radarskjermen, i fugleperspektiv. Dette gjør det mulig for navigatørene å oppdage objekter de ikke nødvendigvis kan se ut vinduene på grunn av vær- og siktforhold. Radaren er derfor et veldig



Utsnitt fra radarskjermen på «Salten» da den lå inne til kai i Bodø.

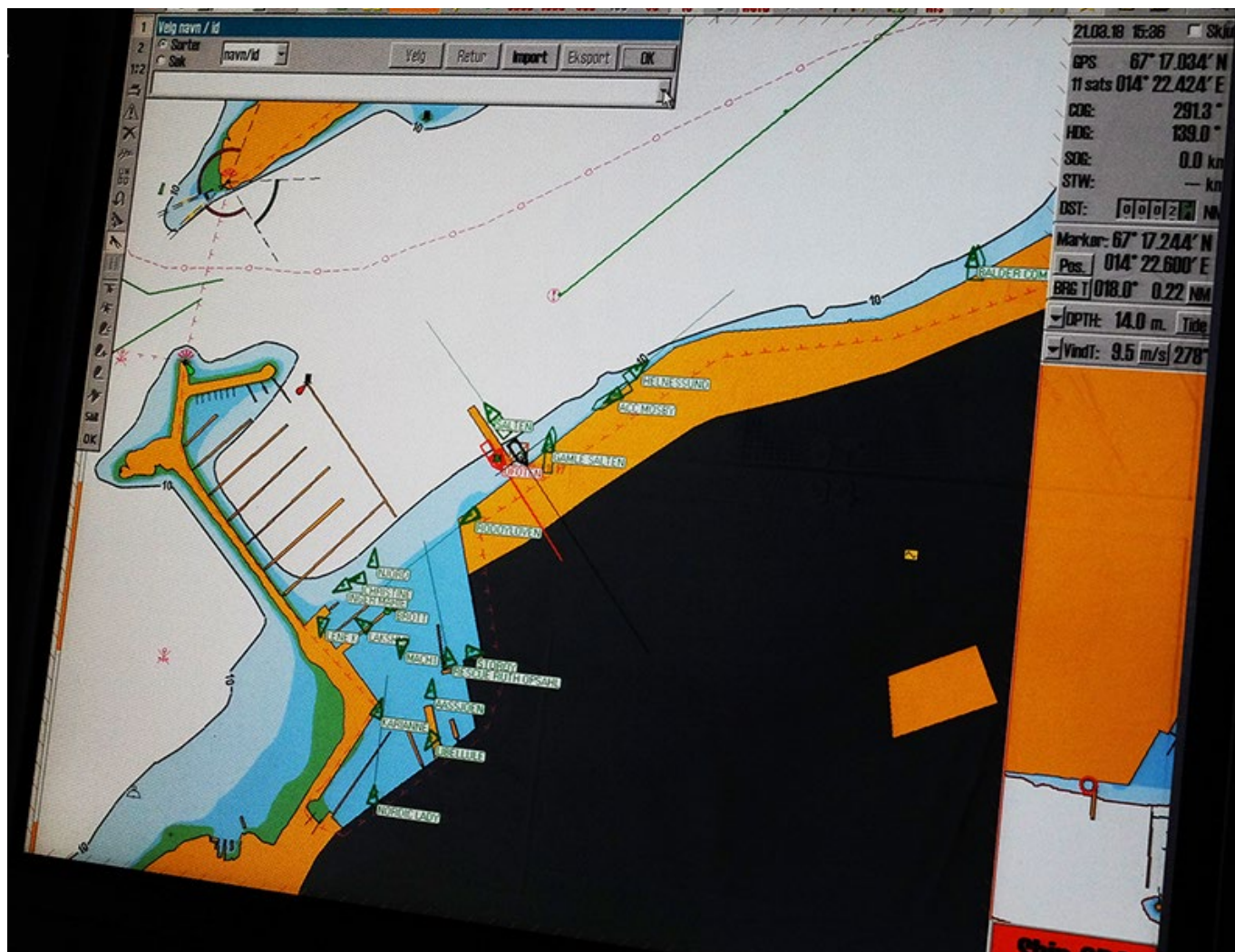
viktig navigasjonshjelpemiddel for skipsnavigatører, spesielt i farvann med mye trafikk og nær kysten. I henhold til regelverk fra Sjøfartsdirektoratet skal alle hurtigbåter som kan frakte mer enn 100 passasjerer ha to roterende radarer [23].

Alle de besøkte hurtigbåtene hadde to radarer, én såkalt «3 cm-radar» og én «10 cm-radar». 3 cm-radaren sender ut radarbølger med større bølgelengde enn 10 cm-radaren og har derfor muligheten til å «se» lengre, med en bedre oppløsning. Dette gjør også at 3 cm-radaren er mer sensitiv for støy fra bølger og nedbør og i slike forhold er 10 cm-radaren bedre å bruke. På båtene med to navigatører var det derfor vanlig

prosedyre å vise ekkonet fra de ulike radarene på hver sin skjerm. Hvis det da var dårlige forhold kunne navigatørene kryssjekke informasjonen fra radarene.

ECDIS/kartmaskin

ECDIS er en forkortelse for *Electronic Chart Display og Information System*, men blir ofte kalt «kartmaskin». Kart har alltid vært et viktig verktøy for skipsnavigasjon og kartmaskinen er et hjelpemiddel som viser digitale sjøkart. I henhold til regelverk fra IMO er kartmaskinen i dag et påkrevd hjelpemiddel [24]. Fordelen med en slik maskin, kontra fysiske sjøkart er at den ved bruk av GPS kan vise skipets



Utsnitt fra kartmaskinen på «Fjordprinsessen».

eksakte posisjon i kartet i nåtid, det er lettere å oppdatere kartinformasjon og man dele kart med andre skip. I Bodø-området la de for eksempel inn ruter og farlige områder i kartmaskinen, og delte disse tilpassede kartene med alle hurtigbåtene som trafikkerte området.

Kartmaskinen viser også annen informasjon, som GPS-basert hastighet, kurs og posisjon [25]. I tillegg kan man få opp tilsvarende informasjon om andre skip gjennom *Automatic Identification System* (AIS) [26], samt værreporter, tidevannstabeller og annen informasjon relevant for navigasjonen.

Det er også mulig å få kart- og

AIS-informasjon fra kartmaskinen over på radarskjermen. Ombord i «Salten» og «Fjordprinsessen» var dette standard prosedyre, mens på «Tjelden» og «Admiralen» brukte de ikke denne funksjonen. Dette skyldes antakeligvis forskjeller i interne retningslinjer hos rederiene. De to førstnevnte båtene tilhører Torghatten Nord, og de to sistnevnte tilhører Norled. I SHT sin rapport om MF «Godfjord» (Rapport sjø 2017/05), som også ble driftet av Torghatten, kommer det frem at rederiet på kort tid hadde vært utsatt for flere ulykker. Rederiet innførte i kjølvannet av dette Shiplog, et digital loggføring- og alarmsystem som er tenkt å fungere som

en ytterligere barriere mot ulykker [34].

I tillegg fortalte navigatørene ombord i de besøkte Torghatten-båtene at man vinterstid i stor grad seilte med nedsatt sikt i form av mørke og nedbør, samt at skipsleden i området mange steder var dårlig merket. Radaren fungerte dermed som det primære navigasjonsverktøyet, da optisk navigasjon (navigasjon ved å se ut vinduene og bruke landskap, sjømerker og lykter som referanse) kunne være svært utfordrende på grunn av forholdene.

Under feltturene ble det forøvrig også fortalt at det finnes systemer der man kan få overlegg fra radaren på kartmaskinens skjerm. Ingen av de besøkte fartøyene hadde et slikt system, og det har derfor vært vanskelig å undersøke denne løsningen nærmere.

Integrated Navigation System (INS)

I moderne fartøy er både radar og kartmaskin en del av det som kalles INS. Dette er en tett sammenkobling av skipets ulike sensorer og kontrollsystemer, slik at det er mulig for navigatørene å få all informasjon som er nødvendig for å gjennomføre en trygg seilas fra samme posisjon på broen [21] (se Figur 7 på neste side for illustrasjon av systemet). Informasjonen fra dette systemet kan vises på de ulike MFD-ene ombord.

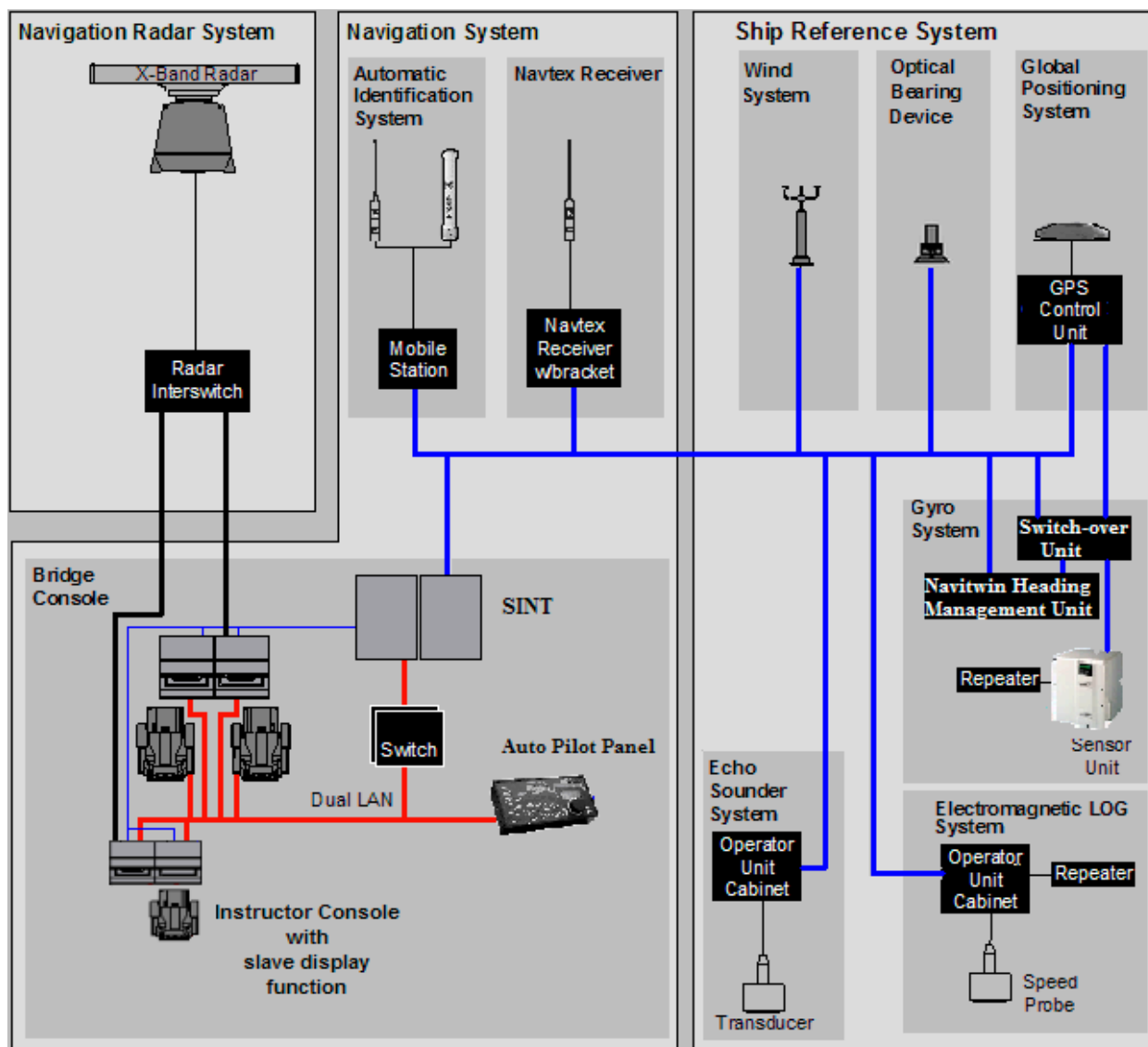
INS kan altså gi navigatørene en god oversikt over situasjonen ved å sørge for at navigatørene får informasjon om seilassen i nåtid. Samtidig er MFD-ene plassert slik at man må flytte fokus fra vinduet til skjermene for å kunne få med seg informasjonen. Dette åpner opp for at situasjonsforståelsen kan utsettes for trusler som *tunneloppmerksomhet* og *hukommelsefelle*.

Noen av navigatørene som ble intervjuet var forøvrig bekymret for at teknologiske hjelpemidler kunne bidra til at man glemte gammel kunnskap rundt optisk navigasjon.

NAVIGATØRENES ATFERD

Som observatør ved hurtigbåtnavigasjon er det enkelt å lytte til hva navigatørene sier når de forteller om sine erfaringer og utfordringene de møter i jobben sin. Det som er vanskelig er å kartlegge atferden og synsaktiviteten deres når det faktisk navigeres. De sitter gjerne forholdsvis rolig, og som følge av broas utforming er det vanskelig å observere navigatørene forfra.

I 2011 og 2012 var jeg selv matroslærling på en større bilferje, der jeg ble opplært i å være utkikk og til slutt fikk et såkalt *brovaktsertifikat*. Blant mine oppgaver som utkikk var å manøvrere ferja optisk, under oppsyn av en kaptein



Figur 7: Diagram som viser et eksempel på oppbyggingen av INS. Grafikken tilhører opprinnelig Sjøforsvaret.

eller styrmann. Med lite erfaring og som «dekksgutt», ikke navigatør, opplevde jeg dette som en krevende oppgave. Det å opprettholde situasjonsforståelsen samtidig som jeg skulle kommunisere med navigatøren krevde mye kognitiv kapasitet, selv under gode forhold.

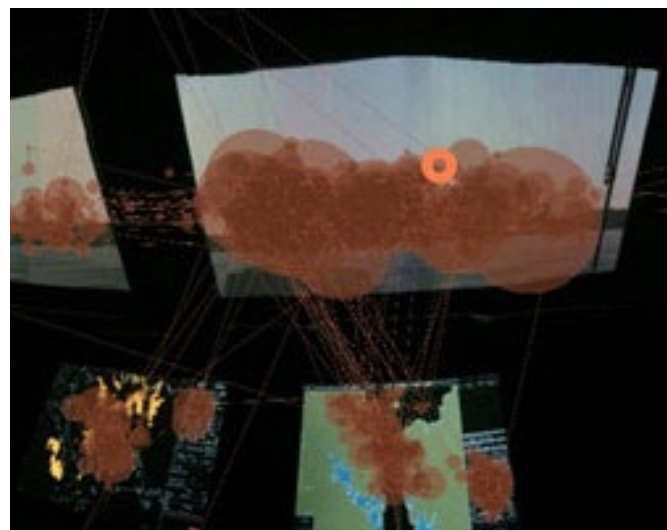
Samtidig har jeg observert at erfarne navigatører enkelt kan opprettholde en hverdagslig samtale samtidig som det navigeres gjennom trange farvann i høy fart. Blir forholdene veldig dårlige kreves det selvfølgelig et større fokus fra navigatørene og det er ikke like populært

å snakke til dem. Men som observatør av hurtigbåtnavigasjon er det vanskelig å se hva som faktisk skjer når det navigeres.

Det ble i 2017 publisert to studier gjennomført ved Sjøkrigsskolen i Bergen og Norges teknisk-naturvitenskapelige universitets (NTNU) avdeling for maritim teknologi og operasjoner i Ålesund: «*Developing a High-Speed Craft Route Monitor window*» og «*Maritime Usability Study by Analysing Eye Tracking Data*». I disse studiene ble det benyttet «eye tracking»-teknologi for å kartlegge atferden til hurtigbåtnavigatører [21]



Figur 8: Eksempel på utsikten fra posisjonen til en av navigatørene i studiene: «Maritime Usablility Study by Analysing Eye Tracking Data» og «Developing a High-Speed Craft Route Monitor window». Samtlig grafikk på disse to sidene er hentet fra disse studiene.



Figur 9: Samme utsikt som Figur 8, med søkefeltet til navigatørene visualisert. Størrelsen på de røde sirkelene indikerer hvor lenge synet er fokusert i området. Større sirkler = lengre fokus.

[27]. Dette er teknologi jeg selv ikke har hatt tilgang til i dette prosjektet og funnene fra overnevnte studier har derfor bidratt med verdifull innsikt i navigatørenes atferd.

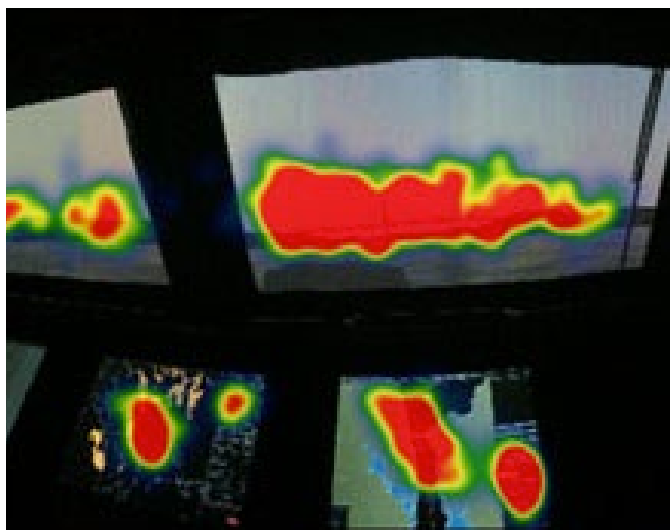
Ved bruk av «eye tracking» tar forsøkspersonene på seg briller med små kamera rettet mot øyene. Dette gjør det mulig å kartlegge forsøkspersonenes øyebevegelse, noe som gir verdifull innsikt for en designprosess [27]. «Eye tracking»-forsøkene ble gjennomført ombord i en av Forsvarets hurtiggående missiltorpedobåter (MTB) i Skjold-klassen, samt i en simulator for båttypen. Åtte navigatører var involvert.

Skjold-klassen er fartøy med broutforming og fartsområde som ligner på sivile hurtigbåter. Disse fartøyene har forøvrig kapasitet til oppnå hastigheter på over 60 knop [21], som er det dobbelte av

sivile hurtigbåter. Det kommer ikke frem hvilke hastigheter forsøkene er gjennomført i, noe som kan bidra til at funnene avviker fra om man hadde foretatt lignende forsøk på et sivilt fartøy. Forøvrig er det en rekke andre faktorer som også påvirker resultatene, for eksempel navigatørenes alder, utdanning, fartøyets posisjon, brukergrensesnitt på radar/kartmaskin og værforhold. Funnene fra «eye tracking»-forsøkene virker likevel til å gi en god indikasjon på navigatørenes atferd ved navigasjon.

Oppsummering av «eye tracking»-forsøk

Artikkelen «Maritime Usablility Study by Analysing Eye Tracking Data» er den som mest grundig forklarer og drøfter resultatene fra «eye tracking»-forsøkene. Under analysen av forsøkene blir det avdekket at navigatørene hovedsakelig

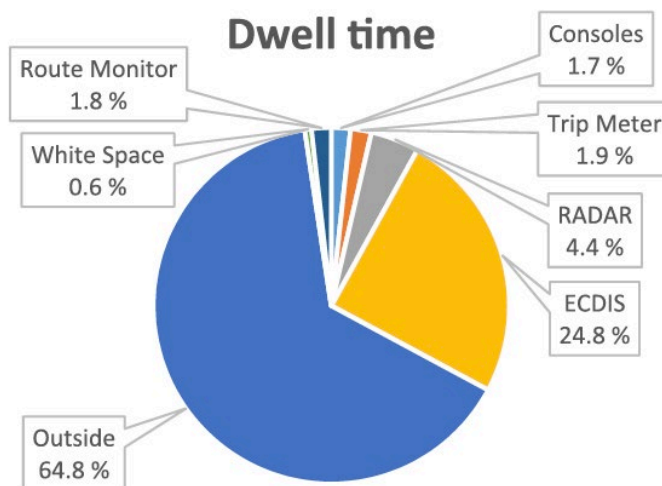


Figur 10: «Varmekart» som viser hvilke områder synet fokuserer på. Varme farger (rødt) indikerer kraftig fokus på området og kalde farger indikerer et svakere fokus. Områder uten farger har svært lite til ingen fokus.

har fokus ut av vinduene, på farvannet rundt fartøyet (se Figur 9 og 9), 64,8% av tiden. Det brukes også en del tid på å fokusere på både ECDIS og radar, henholdsvis 24,8% og 4,4% (se Figur 11).

Disse tallene blir videre sett i sammenheng med data om navigatørenes søkefelt (se Figur 9). Dette avdekker at når navigatøren flytter fokus fra utsiden til ECDIS eller radar, eksempelvis for å forsikre seg om at skipet har korrekt hastighet, kurs eller posisjon, ofte foretar såkalte «look-backs». Dette vil si at fokus i tiden etter å ha sjekket det aktuelle hjelpemidlet veksler frem og tilbake mellom hjelpemidlet og utsiden.

Dette kan tyde på at navigatøren dobbeltsjekker informasjonen og understreker viktigheten av den. På en annen side kan det også indikere



Figur 11: Diagram som viser «Dwell time» i ulike områder. «Dwell time» er den tiden navigatøren har hatt fokus på et gitt område.

at informasjonen oppfattes som forvirrende, kompleks og krever for mye arbeidsminne [27]. Artikkelen «Developing a High-Speed Craft Route Monitor window» tar for seg re-design av et av UI-elementene på Skjold-klassens kartmaskin på bakgrunn av bakgrunn av nettopp dette [21]. De overnevnte faktorene kan forøvrig ses i sammenheng med tusler mot situasjonsforståelsen, som *hukommelsefelle*, *feilplassert fremtoning* og *krypende kompleksitet*.

I artikkelen understrekes det forøvrig at hovedfokuset ved hurtigbåtnavigasjon, særlig langs kysten bør være på farvannet rundt [27]. At hjelpemidlene krever oppmerksomhet én tredjedel av tiden kan dermed være et tegn på at man bør tenke annerledes rundt hvordan INS-informasjonen fremstilles.



SKIPSULYKKER OG SA

Under feltturen gjennomført ombord i MS «Tjelden» under forprosjektet ble det observert at kapteinen ofte gikk uten utkikk, mannskapet stadig var urolig for tau og andre objekter i leia, og på kveldstid ble utkikken ofte utsatt for situasjoner som forstyrret nattesynet.

Det oppstod ingen kritiske situasjoner, men disse faktorene kan på ulikt vis svekke navigatørens situasjonsforståelse og i verste fall bidra til å forårsake en ulykke. På bakgrunn av dette ble det valgt å undersøke om utfordringene som ble observert kunne finnes igjen i skipsulykker som har skjedd i forhold som ligner på de «Tjelden» opererer i.

Et utvalg ulykkerapporter, hovedsakelig fra Statens Havarikommisjon for Transport (SHT), ble analysert. SHT er en offentlig kommisjon for å undersøke uønskede hendelser og ulykker innenfor

transportsektoren, der de utgir grundige utredninger av hendelsesforløpet og forholdene som forårsaket hendelsen [28]. De analyserte ulykkene har skjedd langs norskekysten i tidsrommet 1999 til 2015. SHT i dagens form ble ikke opprettet før 2008 og den eldste rapporten er derfor i formatet «Norges Offentlige Utredninger» (NOU).

Analysen av ulykkene er fremstilt visuelt i et format basert på «why-because»-diagram. Dette er et verktøy for å visuelt kartlegge hvilke faktorer som ledet frem til en ulykke, mye brukt for å forstå hva som gikk galt i transportulykker [29]. I analysen er det i tillegg blitt redegjort for hvilke nivåer situasjonsforståelsen har sviktet på i enkelthendelsene, samt hvilke trusler mot situasjonsforståelsen som har hatt innvirkning på hendelsesforløpet.



MS «Sleipner»

📄 NOU 2000:31 [30]

📍 Ryvarden Fyr, Hordaland

🕒 26.11.1999, kl. 19:08

I høy fart traff «Sleipner» skjæret «Store Blokso» utenfor Ryvarden fyr. Ombord var det en besetning på ni hvorav to var navigatører, samt 76 passasjerer. **16 mistet livet.** «Sleipner» fikk **fatale skrogskader** med blant annet **tap av baugparti**, som førte til at båten sank i løpet av den første timen etter grunnstøtingen.

**MS «Lyse Ekspress»** **SHT Rapport sjø 2009/02 [31]** **Eidsund, Rogaland** **16.08.2008, kl. 17:45**

«Lyse Ekspress» holdt 28 knop og traff en grunne ved Eidsund i Finnøy, Rogaland. Ombord var det en besetning på to, samt 25 passasjerer. Fartøyet fikk kun mindre skader på skrog og propell og kunne fortsette inn til kaia på Eidsund for egen maskin.

**MS «Nordic Sky»** **SHT Rapport sjø 2010/06 [32]** **Finnøy, Møre og Romsdal** **20.11.2008, kl. 18:41**

«Nordic Sky» grunnstøte ved Finnøy mellom Ålesund og Molde. Ombord var det en besetning på to, samt 13 passasjerer, der ingen fikk alvorlige skader. Båten fikk derimot **propellskader og skader på skroget** som førte til **vanninntrenging**.

**MV «Godafoss»** **SHT Rapport sjø 2012/09 [33]** **Hvaler, Østfold** **17.02.2011, kl. 19:51**

«Godafoss» gikk på Kværnskjær-grunnen i Hvaler Nasjonalpark. Skipet hadde en besetning på 12 og én passasjer. Ingen ble skadet, men skipet fikk **skrogskader som førte til slagside og oljeutslipp**, hvilket førte til **oljeforurensing i Oslofjorden og langs Sørlandskysten**.

**MF «Godfjord»** **SHT Rapport sjø 2017/05 [34]** **Vevelstad, Nordland** **21.09.2017, kl. 06:23**

«Godfjord» traff Kalvhyllodden i Vevelstad. Ombord var et mannskap på fire, samt seks passasjerer. Alle kom fysisk uskadet fra ulykken. Ferja fikk en **flenge i skroget**, hvilket førte til **vanninntrenging og 10° slagside**. For å minimere ulykkesomfanget valgte kapteinen å **styre ferja på land** ved en nærliggende strand.

ULYKKENES HENDELSEFORLØP I LYS AV SA

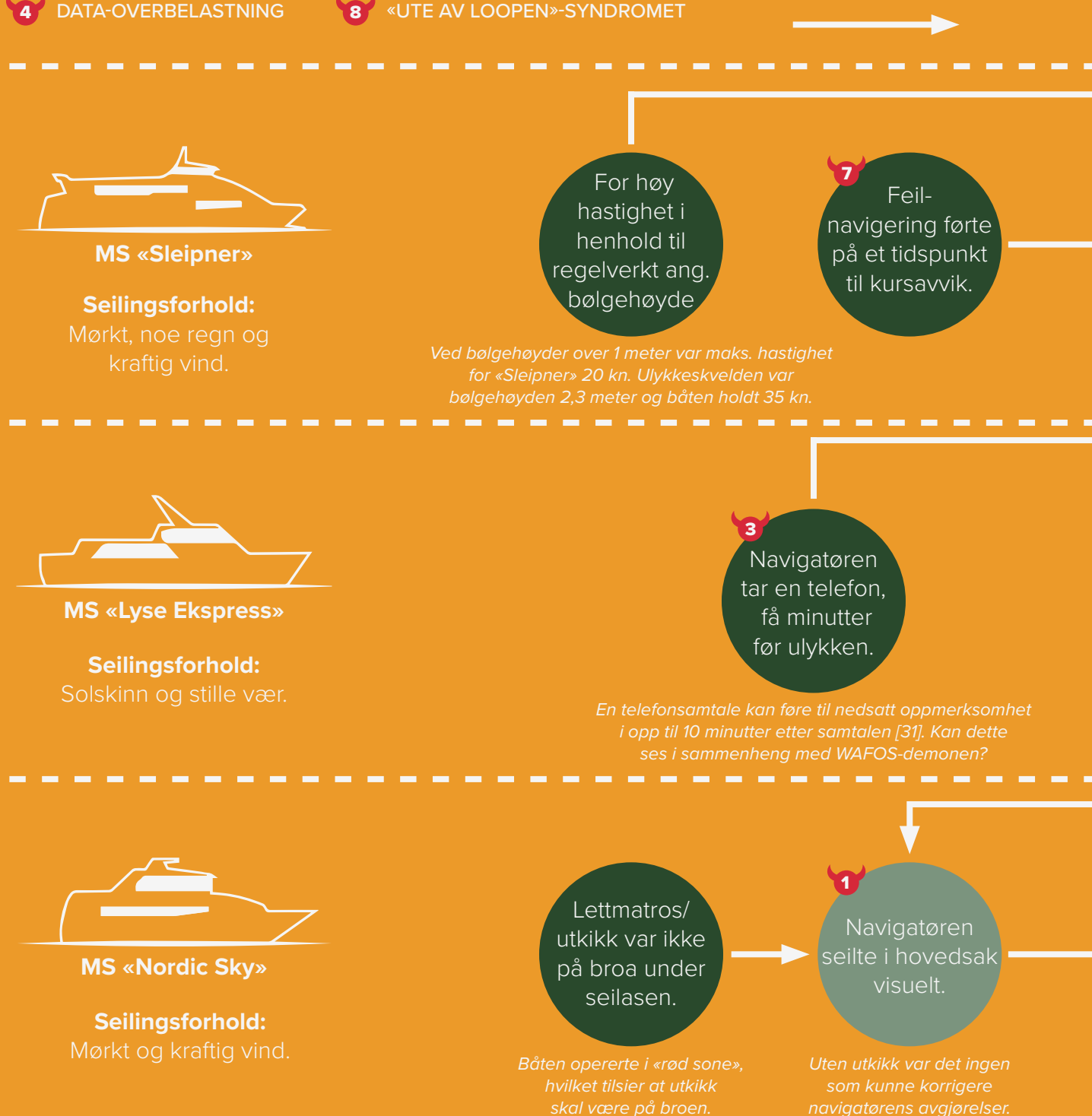
Situasjonsforståelse-demonene:

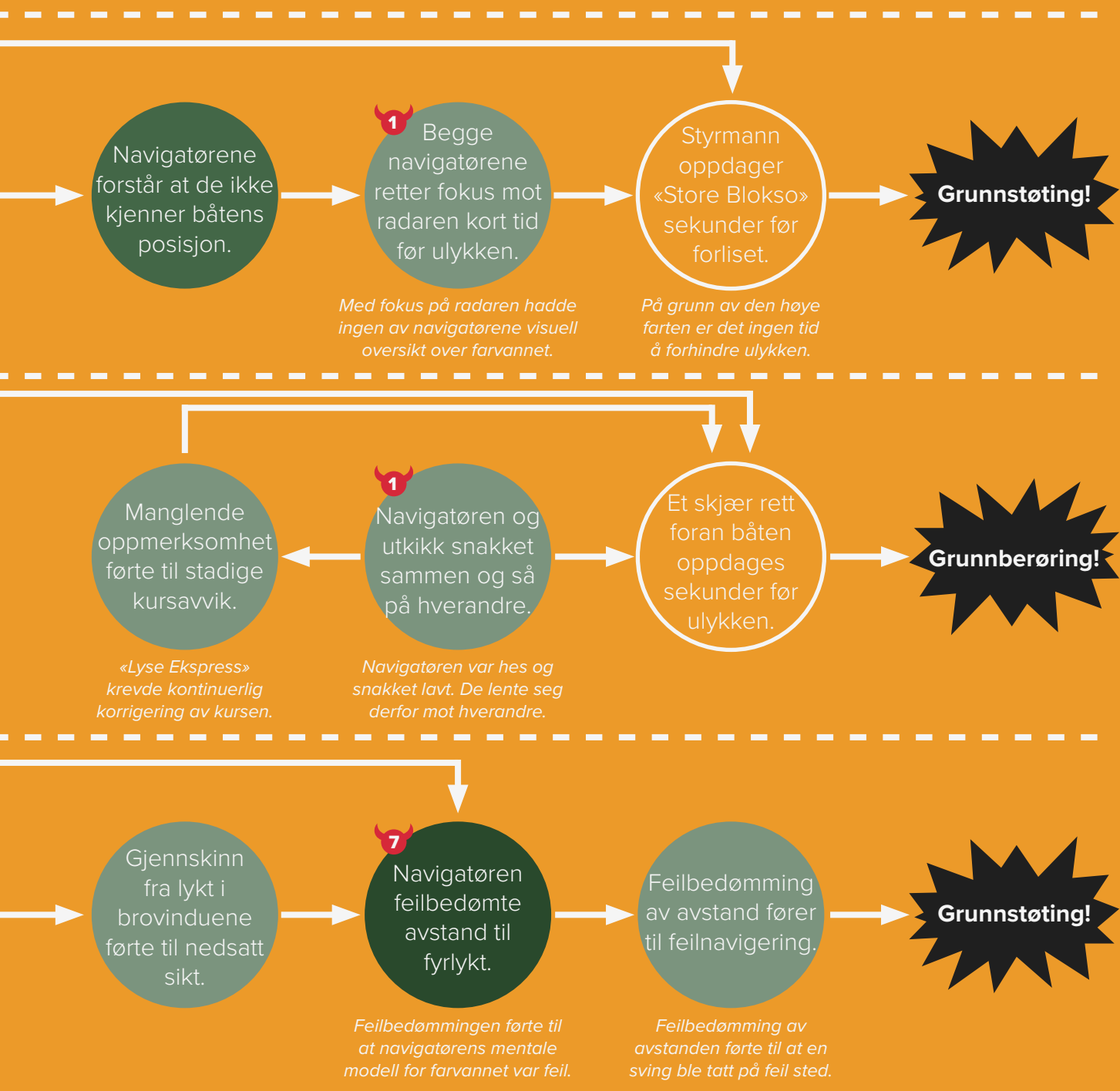
- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1 TUNNELOPPMERKSOMHET | 5 FEILPLASSERT FRAMTONING |
| 2 HUKOMMELSEFELLE | 6 KRYPENDE KOMPLEKSITET |
| 3 STRESS | 7 VILLEDENDE MENTAL MODELL |
| 4 DATA-OVERBELASTNING | 8 «UTE AV LOOPEN»-SYNDROMET |

Hvilke nivåer SA sviktet på:



Piler indikerer hva faktorene ble forårsaket av:







MV «Godafoss»

Seilingsforhold:

Mørkt, men klart, snødekt landskap og fullmåne. Svak vind. Nedsatt sikt pga. skadet kran.

Mangelfull planlegging av seilas.

Seilasen gjennom Hvaler var ikke detaljert planlagt. Det var heller ingen rutiner for dette.

Navigatøren var alene på broa minuttet før ulykken.

Det var los ombord, som skulle i land. Ble fulgt av styrmann. Kapteinen ble alene på broa



MF «Godfjord»

Seilingsforhold:

Klart og vindstille.

Utkikk var ikke på broa under seilasen.

Utkikken snakket med annet mannskap og glemte tiden.

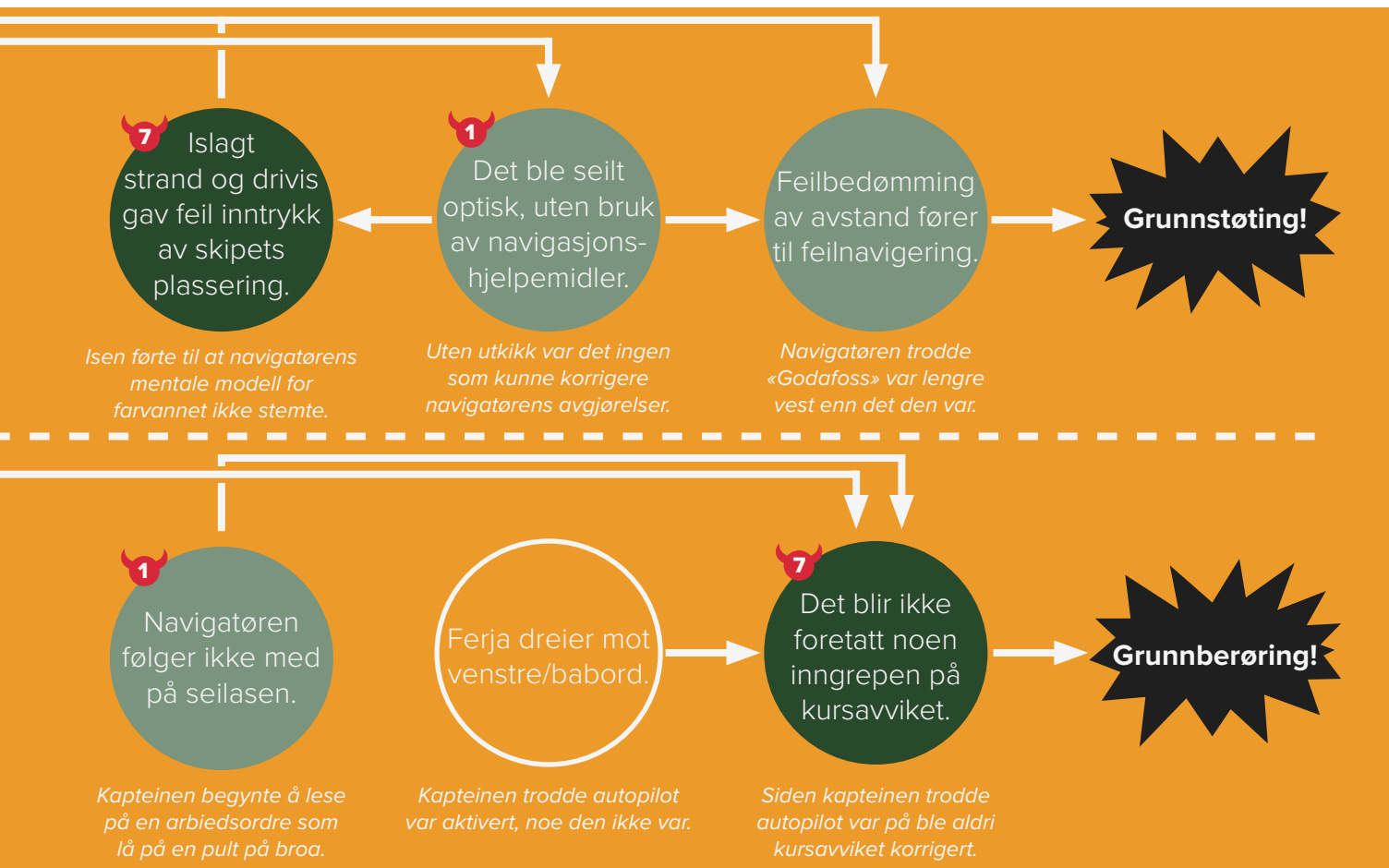
OPPSUMMERING

Analysen avdekker at i samtlige ulykker som er undersøkt, har det forekommet svikt i situasjonsforståelsen. I lys av at omtrent 70% av sjøulykker nettopp skyldes svikt i situasjonsforståelsen [18], hvilket også inkluderer ulykker på åpent hav, fremstår dette som sannsynlig.

I flere av ulykkene var det ikke utkikk på plass («Nordic Sky», «Godafoss» og «Godfjord»), noe som bekrefter bekymringen fra feltturen ombord «Tjelden». Manglende utkikk kan sies å være en svikt på nivå 1 og nivå 2, da utkikken skal bidra med å støtte navigatørens oppfattelse og forståelse av omgivelsene rundt fartøyet.

Nedsatt nattsyn virker ikke til å vært en faktor i noen av ulykken, men i både «Nordic Sky»-ulykken og «Godafoss»-ulykken har andre fenomen påvirket navigatørenes evne til å oppfatte farvannet ved bruk av synet. I kombinasjon med at utkikken ikke har vært tilstede og manglende bruk av navigasjonshjelpemidler har det dette ledet til ulykkesituasjoner.

Felles for alle de analyserte ulykkene er at navigatørene tilsynelatende har hatt fokus på feil plass til feil tid, kort tid før ulykken inntreffer. Hvor de har hatt fokus varierer. Noen har hengt seg opp i navigasjonshjelpemidlene og dermed mistet forståelsen for hva som skjer i farvannet rundt. Andre har igjen utelukkende fokusert på farvannet



rundt og feiltolket omgivelsene. Det er også noen som ikke har hatt fokus på navigasjonen i det hele tatt, blant annet fordi den mentale modellen ikke samsvarer med virkeligheten.

Det har vært krevende å skille mellom de ulike nivåene av situasjonsforståelse i hendelsesforløpet, da nivåene ofte «flyter over i hverandre» og en svikt på høyere nivå ofte skyldes svikt på lavere nivå. Inkludering av «SA-demonene», truslene mot situasjonsforståelsen i analysen har derfor gjort det lettere å forstå hvordan situasjonsforståelsen har sviktet.

Det er særlig to trusler som går igjen i ulykkene: Nummer 1, *Tunneloppmerksomhet* og nummer 7, *villedende mental modell*.

Bevisstheten om disse truslene og deres innvirkning på navigasjon danner et godt grunnlag for å utarbeide designparametere for idé- og konseptutviklingen i prosjektet.

OPPSUMMERING

SITUASJONSFORSTÅELSE OG FARER

Innsiktsprosessen ble innledet med mål om å utforske hvorvidt uromomentene observert i forprosjektet var reelle. Dette ledet til et dypere studie av begrepet situasjonsforståelse og hvordan dette henger sammen med navigasjon. Gjennom analyser av et utvalg skipsulykker, som har forekommet i de samme farvannene som norske hurtigbåter opererer i, blir det tydelig hvor viktig det er at navigatørene har en god situasjonsforståelse.

Spesielt bekymringene rundt «manglende utkikk» i forprosjektet viser seg å være høyst reelle. Selv om navigatøren har gode muligheter til å opparbeide en god situasjonsforståelse er det viktig at seilassen kan overses av minste et ekstra par med øyne, slik situasjonen er ombord dagens skip. Som man kan se i navigasjonsprosedyrene, er det i utgangspunktet pålagt med utkikk av nettopp denne årsaken. I analysen ble det avdekket at utkikken ikke var til stede i flere av ulykkene, noe som sannsynligvis har hatt en direkte innvirkning på hendelsesforløpet.

Uromomentet «nattsyn og nedsatt sikt» finner man også igjen i flere av ulykkene. Ikke nødvendigvis i form av at nattsynet er svekket, men at evnen

til å forstå hva som blir sett svekkes ved blinding eller synsbedrag. Når det gjelder «objekter i leia» var ikke dette en faktor i noen av de analyserte ulykkene, men bekymringen gjenspeiles i navigasjonsprosedyrene som ble presentert. Bortsett fra mannskapet på «Tjelden» var ingen av navigatørene som har blitt kontaktet bekymret for dette heller. Det kan skyldes at mannskapet på «Tjelden» i hovedsak var redd for at tau og objekter kunne skade ror og propeller og dermed redusere båtens evne til framdrift og styring. De andre tre båtene som de øvrige navigatørene jobber på har vannjet-ramdrift, et lukket system som ikke er utsatt for samme trusler fra drivende objekter. Likevel vil store nok objekter kunne føre til andre typer skader og sammenstøt bør alltid unngås.

ATFERDSSTUDIER

Studiene gjennomført fra Sjøkrigsskolen og NTNU, der det ble gjennomført «eye-tracking» av hurtigbåtnavigatører viste at navigatørene i hovedsak navigerer visuelt. Omtrent 65% av tiden ser de ut vinduene for å styre fartøyet og rundt 30% av tiden sjekker de kartmaskin og radar. I henhold til navigasjonsprosedyrene jeg har fått tilgang på virker ikke dette til nødvendigvis å være en feilfordeling av resursene. Samtidig ble det avdekket at navigatørene ofte vekslet frem og tilbake mellom navigasjonshjelpemidlene og



TUNNELOPPMERKSOMHET

I flere ulykker hadde navigatørene fokus på feil sted til feil tid, noe som tyder på at de har blitt opphengt i en datakilde og mistet fokus på de andre.



HUKOMMELSEFELLE

I «eye-tracking»-forsøkene kan det se ut som mengden informasjon som prosesseres overgår kapasiteten til navigatørenes arbeidsminne.



STRESS

I en av ulykkene mottok navigatøren en telefonsamtale, noe kan føre til nedsatt oppmerksomhet en tid etter. For meg fremstår dette som en stressfaktor.



FEILPLASSET FRAMTONING

«Eye-tracking»-forsøkene avdekker at informasjonen på MFD-ene kan være vanskelig å tyde. Dette kan skyldes at ulik info fremstår temmelig lik.



KRYPENDE KOMPLEKSITET

Navigasjonshjelpemidlene virker til å ha et komplekst grensesnitt, noe som kommer frem både i samtaler og «eye-tracking»-forsøk.



VILLEDENDE MENTAL MODELL

I flere av ulykkene hadde navigatørene feiloppfattet kritisk info, noe som gjorde at konsekvensene av fremtidige valg ikke samsvarte med deres forventninger.

SA-demonene som har blitt avdekket i innsiktsfasen.

vinduene da de benyttet hjelpemidlene. Dette kan tyde på at informasjonen på kartmaskiner (hovedsakelig) og radar er kompleks og vanskelig å forstå og huske, noe som kan utvikle seg kritisk under navigasjon av et hurtiggående fartøy i trange og trafikkerte farvann.

Flere av navigatørene som det har blitt snakket med i dette prosjektet har forøvrig uttalt at grensesnittet på

radarskjermene de bruker (som forøvrig har vært mer eller mindre identisk på alle besøkte båter, fra Furuno) krever en del tilpassing av innstillinger for å fjerne irrelevant informasjon. Og at selv etter tilpassing, så er det en del god del informasjon i skjermbildet som de ikke benytter, hvilket går på bekostning av arealet til informasjonen de benytter.

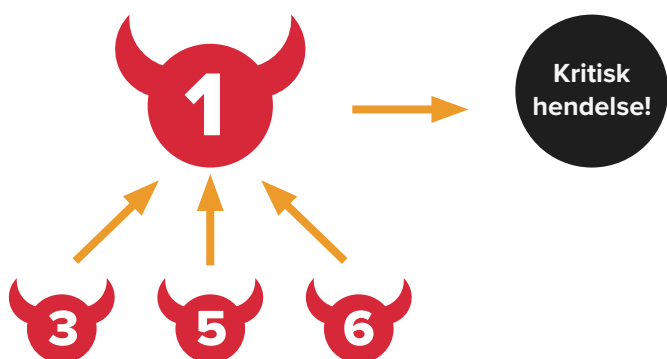
DRØFTING AV FUNN

I de analyserte ulykkesrapportene fra SHT var SA-demonen *tunneloppmerksomhet* til stede i samtlige ulykker, og *villedende mental modell* til stede i alle utenom én ulykke. SHT-rapportene gir en detaljert beskrivelse av ulykkes hendelsesforløp som forklarer *hva* som skjedde, men ikke nødvendigvis *hvorfor* det skjedde. I studiene fra Sjøkrigsskolen/NTNU blir navigatørens atferd i øyeblikket studert, noe som avdekket andre SA-demoner enn ulykkesanalysen.

De sistnevnte studiene bidrar forøvrig til å gi et klarere bilde av hva som skjedde i ulykkene fra SHT-rapportene. Målet med SA-demonene er å definere de meste framtrede truslene mot situasjonsforståelsen, men flere av dem kan sies å henge sammen og overlape hverandre.

For eksempel, om er vanskelig å huske informasjonen (*hukommelsefelle*) eller den er vanskelig å tyde (*feilplassert framtoning/krypende kompleksitet*) er sjansene større for at informasjonen vies så mye oppmerksomhet at man mister fokuset på andre kritiske oppgaver (*tunneloppmerksomhet*).

SA-demonene dekker ikke nødvendigvis alle faktorer som utgjør en trussel mot god situasjonsforståelse, men fremstår likvel som et nyttig designverktøy. Kjennskap til begrepet øker forståelsen for hvilke faktorer som fører til et lite brukervennlig design og de ulike demonene kan benyttes som negative designparametere (løsningen skal **ikke** føre til ...) i en evalueringsprosess.



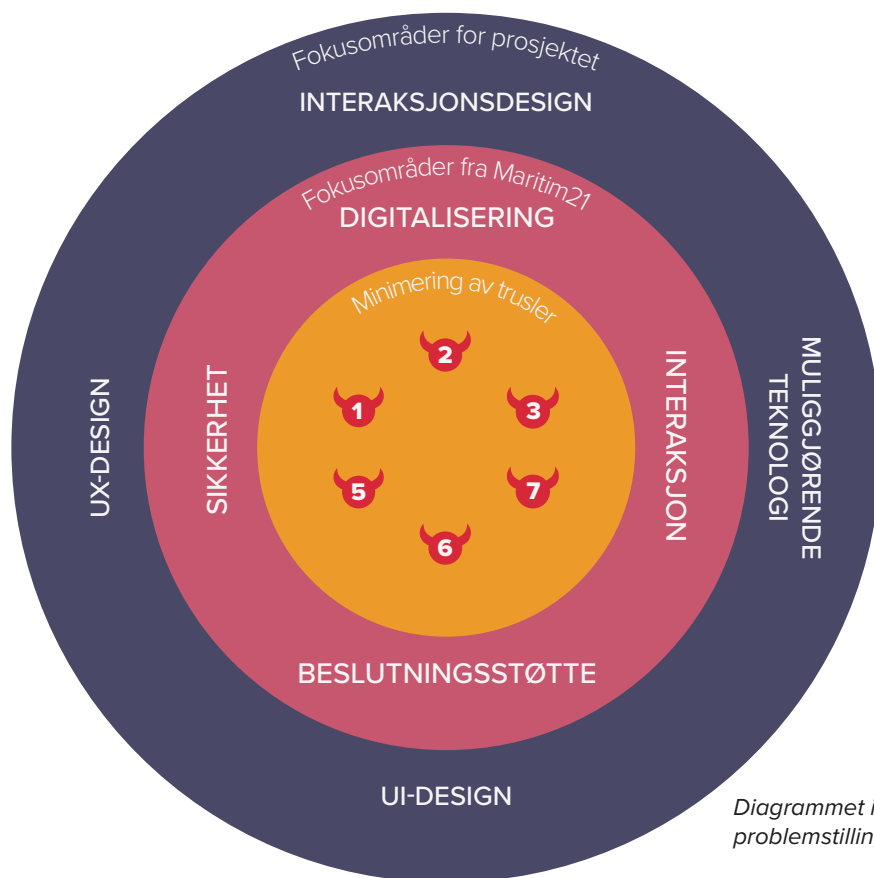
Eksempel på hvordan SA-demonene påvirker hverandre.



Kapittel 3

IDÉUTVIKLING

PROBLEMSTILLING



Prosjektets bakgrunn er forankret i fokusområdene fra Maritim21-strategien som kan knyttes opp mot interaksjonsdesign, UX-design og UI-design: Digitalisering, sikkerhet, beslutningsstøtte og interaksjon. I innsiktsfasen ble det avdekket flere trusler mot situasjonsforståelsen som inntreffer ved hurtigbåtnavigasjon og innaskjærs navigering, som kan ses i sammenheng med de overnevnte begrepene

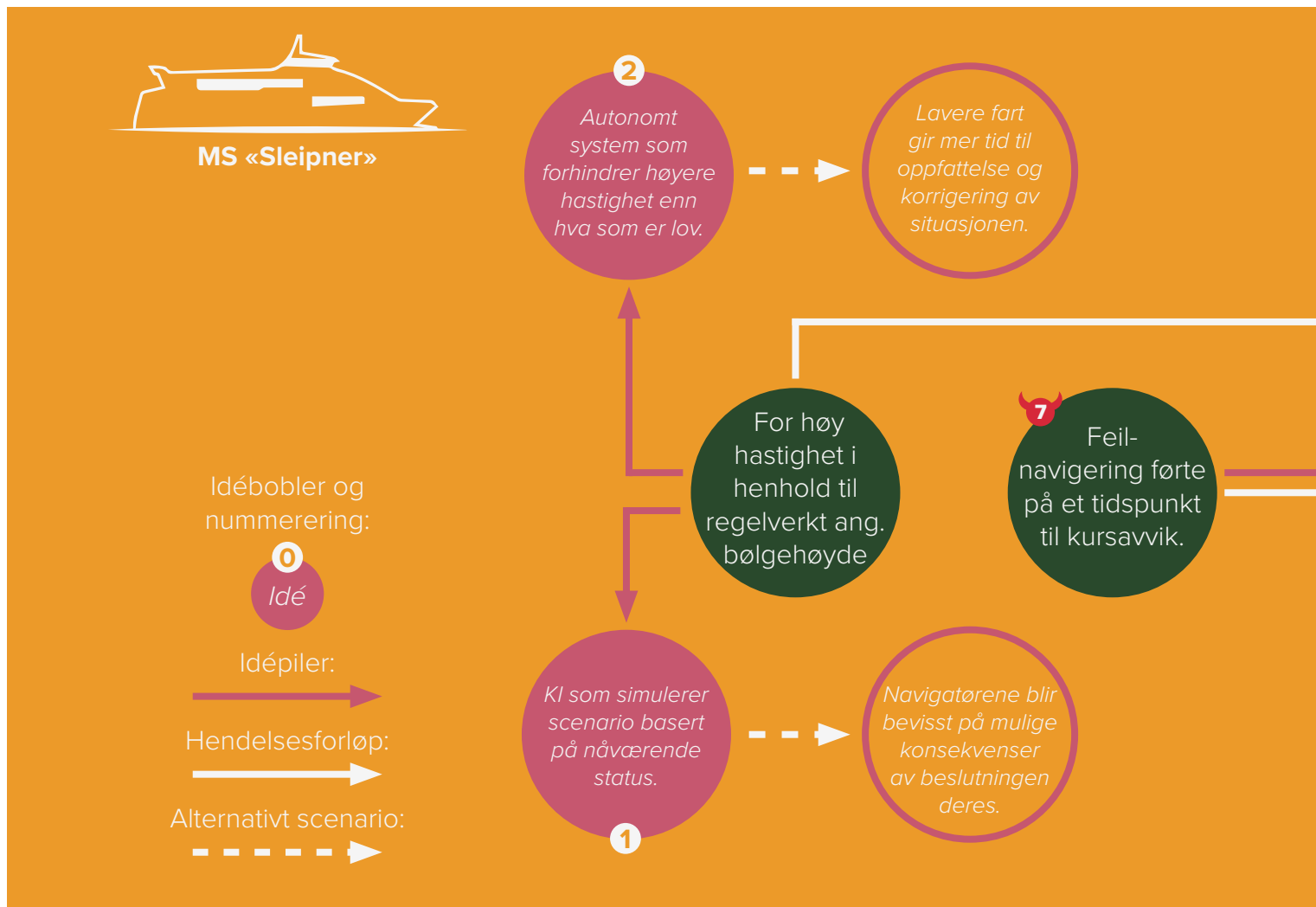
Målet med idéutviklingsfasen har dermed vært å utvikle ideer som bidra til en tryggere og bedre navigasjonsopplevelse, gjerne ved bruk av moderne og fremtidsrettet teknologi og som minimerer truslene mot situasjonsforståelsen. På bakgrunn av dette ble problemstillingen som presenteres på neste side formulert.

«Hvordan kan design og teknologi bidra til å forme fremtidens navigasjonsopplevelse på hurtigbåter?»

ALTERNATIVT SCENARIO

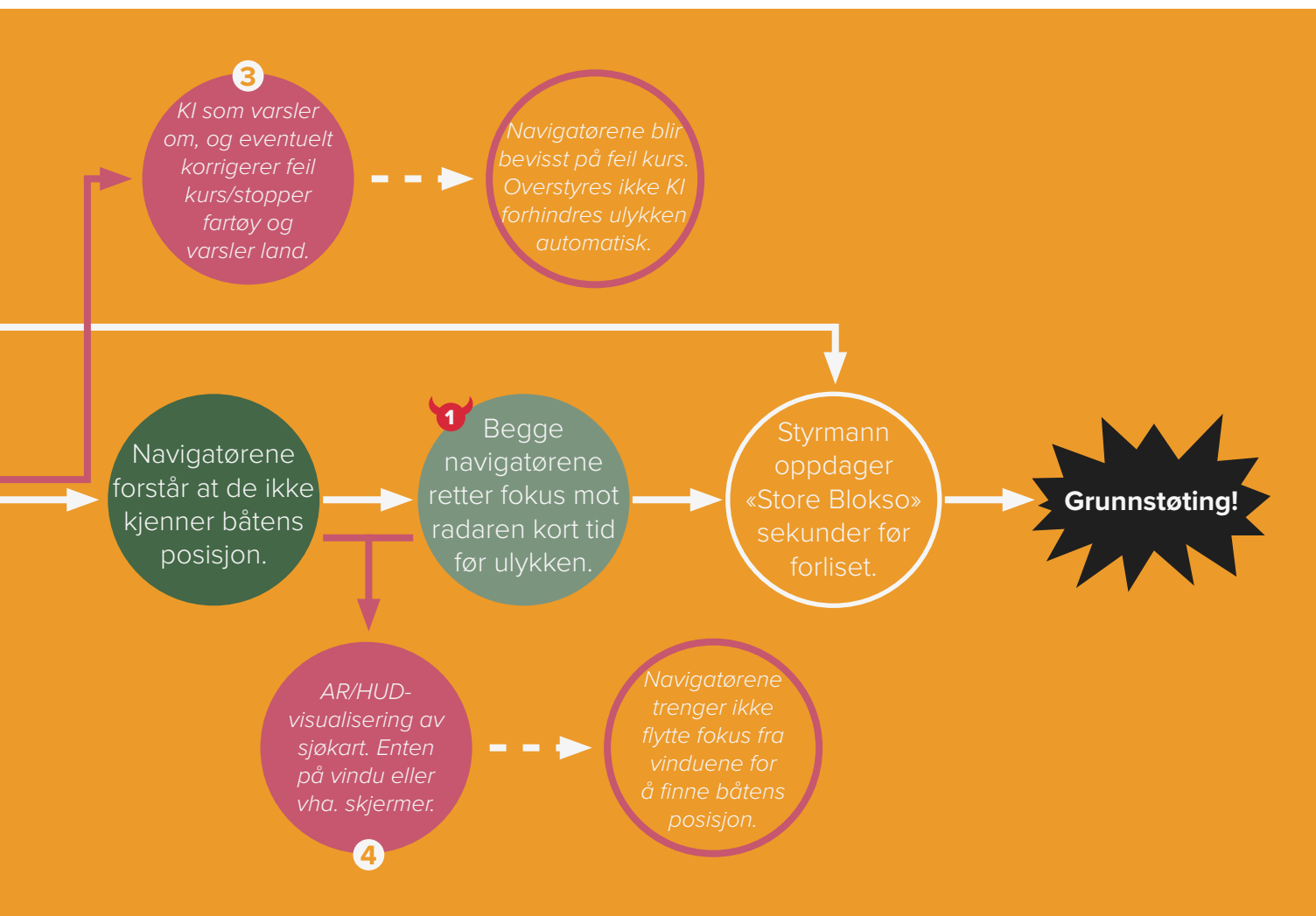
Idégenereringen ble startet ved å utarbeide alternative scenario for noen de analyserte ulykkene. Dette ble gjort ved å se på de enkelte faktorene som ledet til ulykken, for deretter å idémyldre rundt hvordan ulike løsninger kunne endret hendelsesforløpet

slik at ulykken kunne vært unngått. Prosessen genererte interessante ideer som ble vurdert opp mot målsetningene til prosjektet og prinsipper om design for situasjonsforståelse.



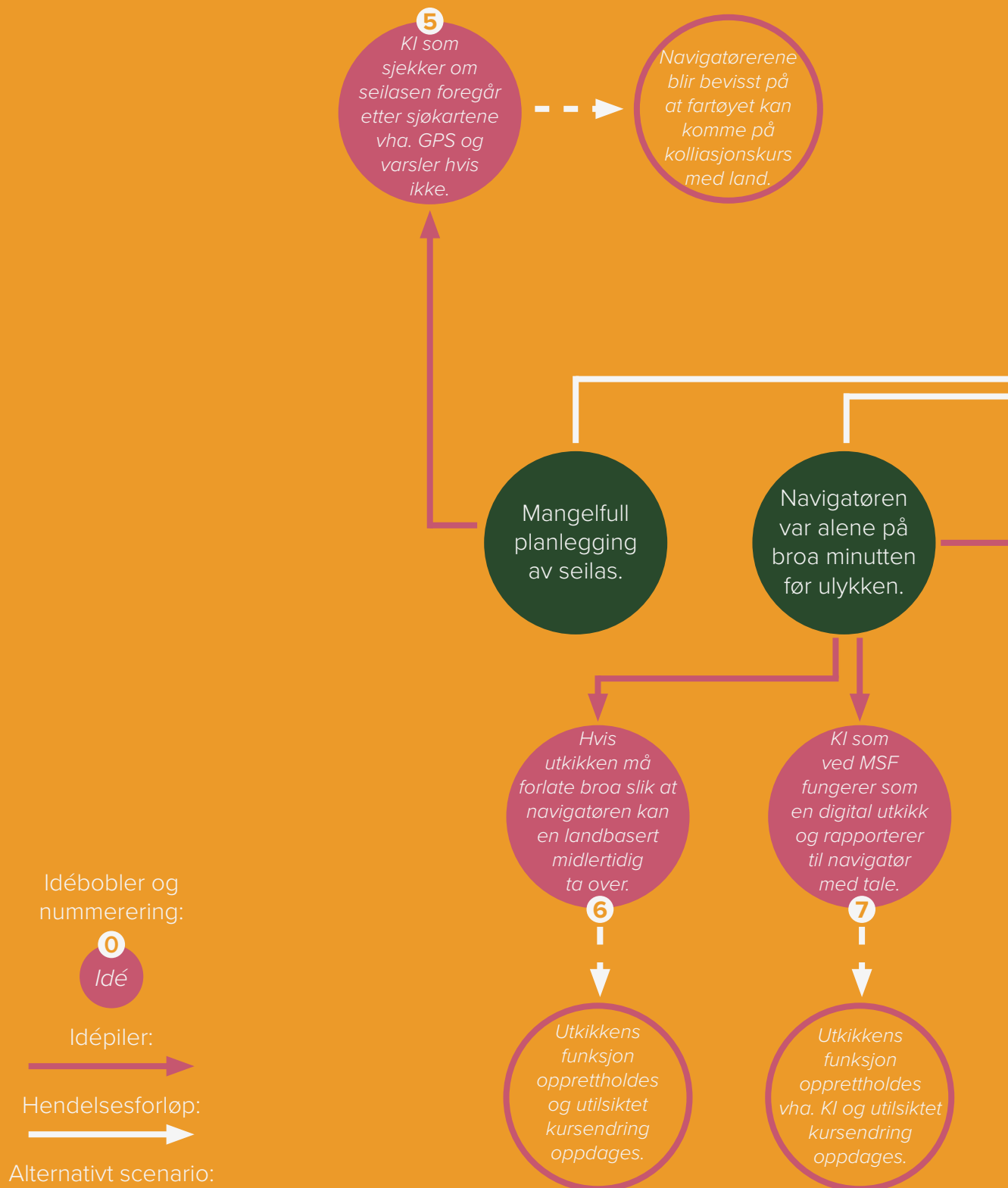
Ulykkene som ble valgt for øvelsen var ulykken med «Sleipner» og ulykken med «Godafoss». Dette fordi dette var ulykker der mye gikk galt og som fikk størst konsekvenser, med tanke på henholdsvis menneskeliv og miljø. På de neste sidene vises alternative

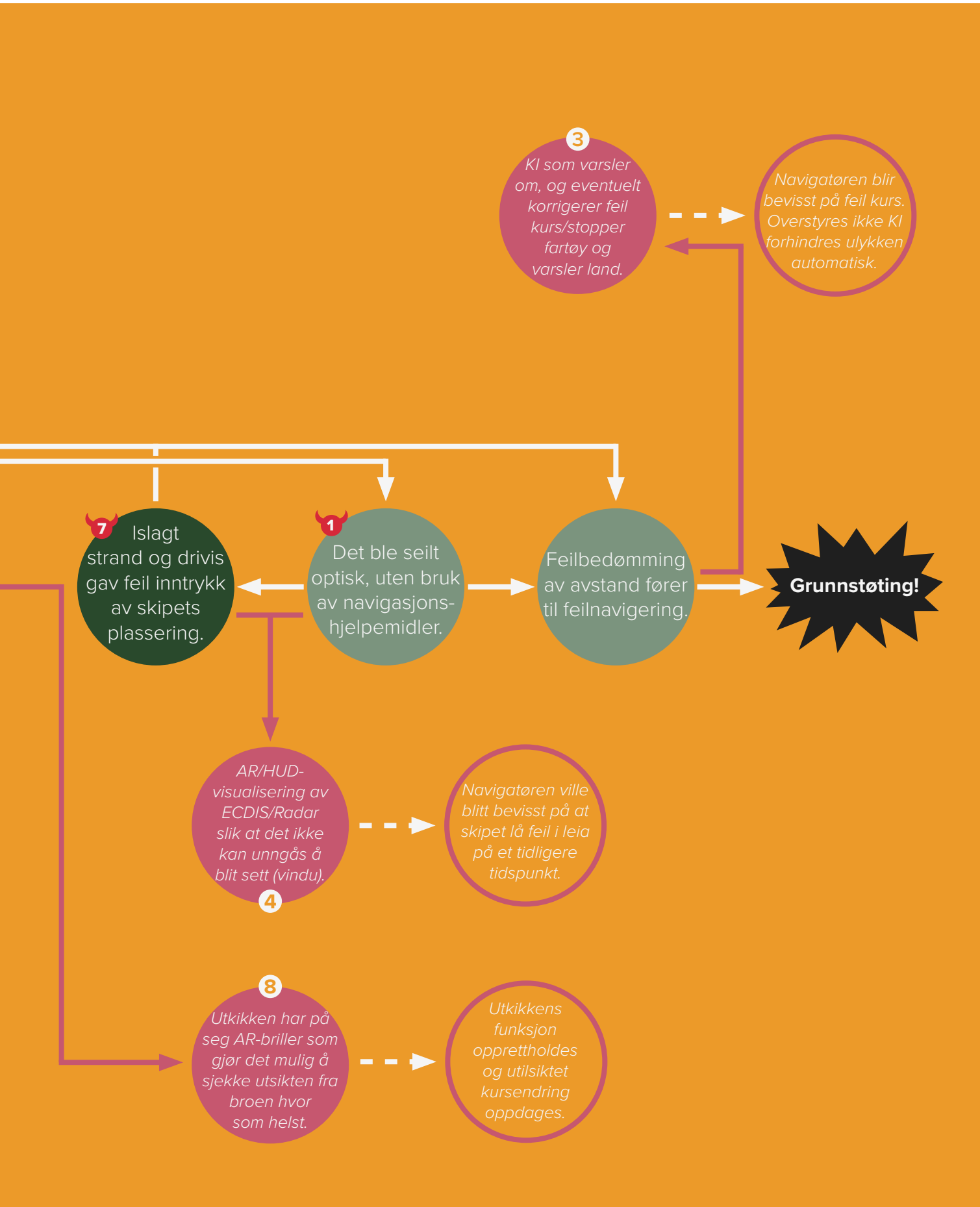
scenarioene med utvalgte ideer, etterfulgt av en mer omfattende gjennomgang med illustrasjoner av ideene.





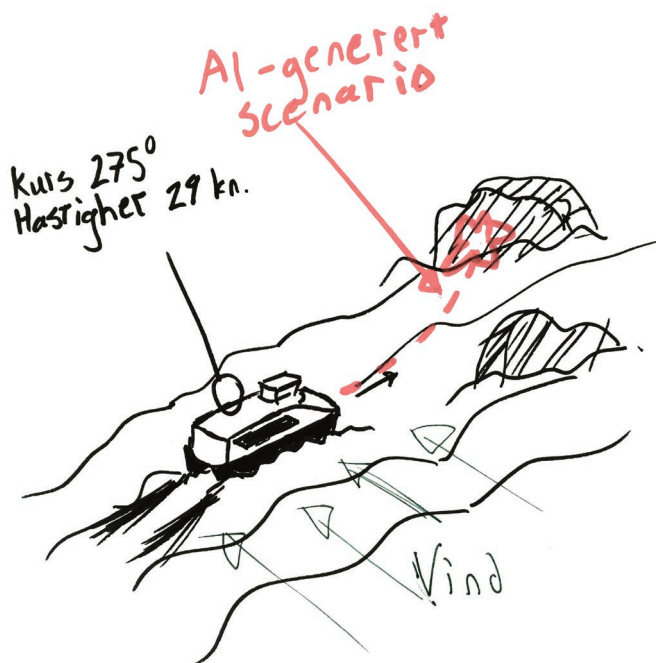
MV «Godafoss»



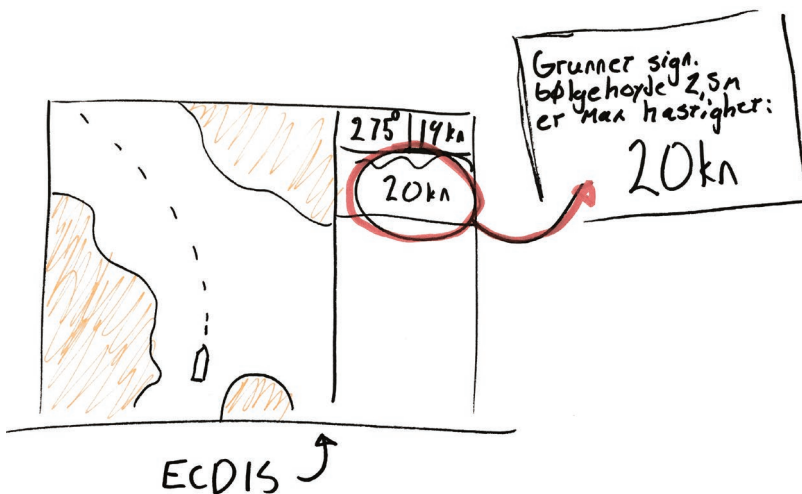


IDÉFORKLARING:

1



2

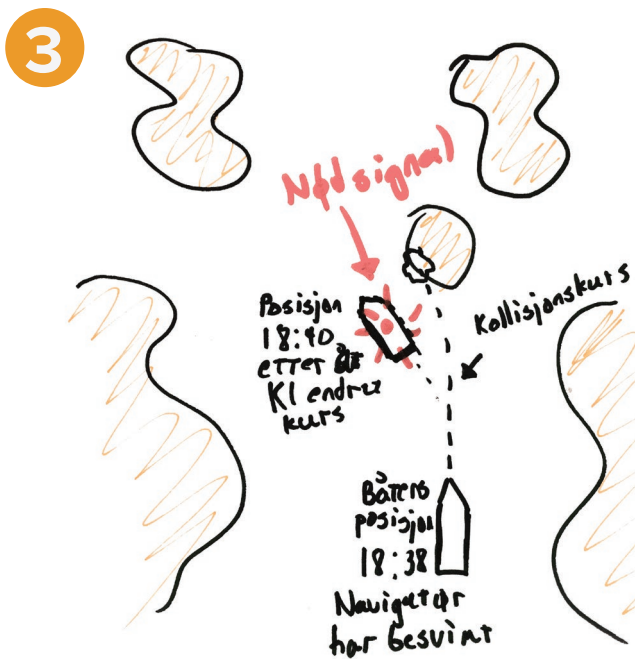


FORUTSEENDE KI

Tanken er at kunstig intelligens benyttes for å generere ulike scenario for seilasen basert på flere datakilder. Disse datakildene kan være værmeldinger, vindmåler, hastighet, kurs og strømforhold. Simuleringene kan enten presenteres i forkant av seilasen eller forløpende, slik at navigatørens bevisstgjøres på mulige konsekvenser av beslutningene som tas.

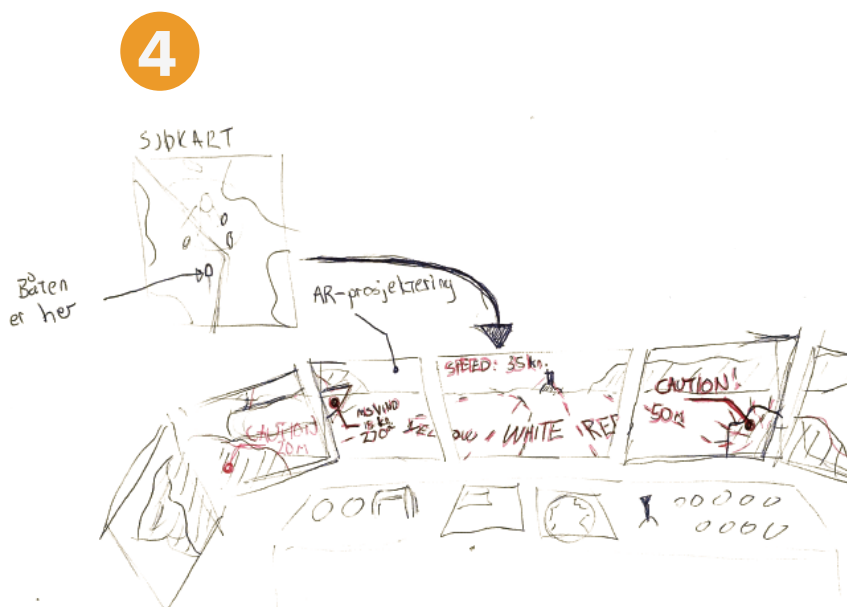
BØLGEHØYDELÅS

Et autonomt system på nivå 3 låser skipets hastighet basert på retningslinjer for seilas i ulike bølgehøyder. Er det for eksempel en signifikant bølgehøyde på over 1 meter forhindres fartøyet å seile raskere. Kan eventuelt overstyres ved tillatelse fra rederi eller myndigheter. Tanken er å forhindre at man utfordrer Sjøfartsdirektorates retningslinjer og å gi navigatørene dyrekjøpt tid under kritiske forhold.



NAUTISK ATC

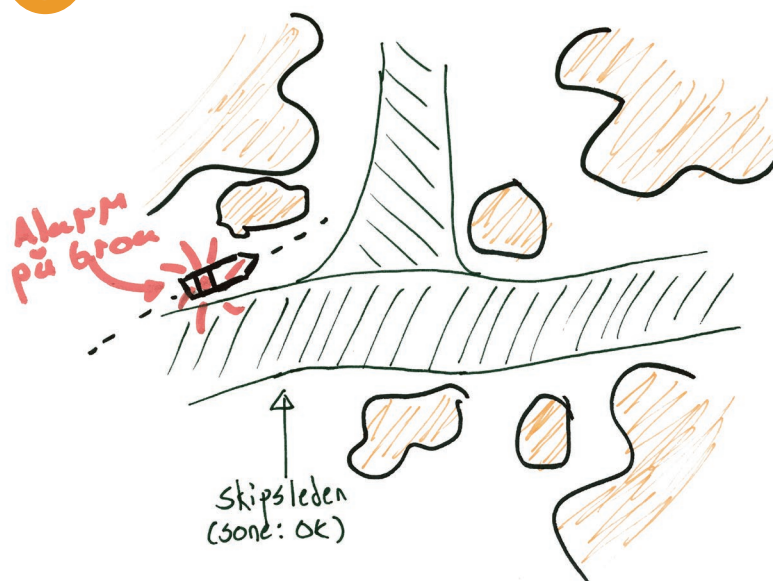
Inspirert av «Automatic Train Control»(ATC), et system som blant annet forhindrer tog å kjører fortere enn fartsgrensen ved at det automatisk bremses hvis hastigheten er for høy [35]. Ideen er at hvis KI skjønner at skipet er på kollisjonskurs varsler det navigatøren. Får det ikke respons tidsnok i verksetter det tiltak for å forhindre ulykken, som å endre kurs og stoppe fartøyet. I tillegg varsler det redningsentraler og rederi, tilfeller det har skjedd noe med mannskapet.



AR-VISUALISERING

Den viktigste informasjonen for navigasjonen vises som et «heads-up display» rett foran eller på brovindue. Tanken er at det ikke skal være nødvendig å flytte fokuset fra vinduene for å se den mest relevante informasjonen fra ECDIS og radar.

5



SEILASVAKT

System som kontrollerer at seilassen foregår i trygge farvann, innenfor skipsleia. Varsler hvis dette ikke er tilfelle og iverksetter eventuelle tiltak for å komme på rett kurs.

7



UTKIKK «ON DEMAND»

Når utkikken må forlate broa kontaktes en sentral på land der det sitter operatører som kan koble seg opp mot skipets navigasjonshjelpemidler og utvendige kamera. Holder utkikk og kommuniserer ved tale, som en ordinær utkikk.

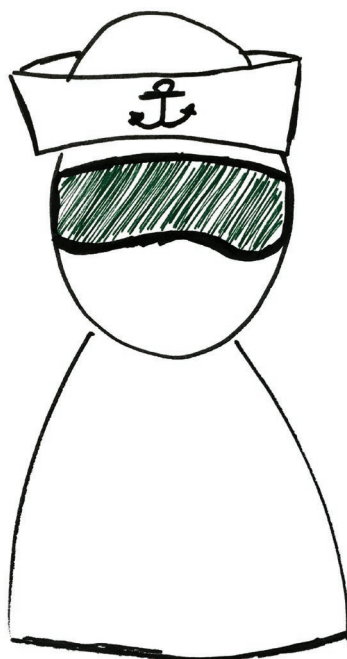
6



DIGITAL UTKIKK

Kunstig intelligens som ved hjelp av «Multi Sensor Fusion» oppdagerer farer som navigatøren kanskje ikke får med seg. Kontrolleres ved hjelp av tale, slik at interaksjonen mellom utkikk og navigatøren ikke er så veldig ulik slik det er i dag.

8



UTKIKK OVER AR

Mannskapet har tilgang på AR-briller som gir muligheten til «Picture-In-Picture». Bilder fra kamera på brotaket vises dermed i hele eller deler av brillen og kommunikasjon med broen opprettes slik at det kan holdes utkikk fra andre steder på fartøyet.

DRØFTINGSGRUNNLAG

Prosjektets problemstilling er «hvordan kan design og teknologi bidra til å forme fremtidens navigasjonsopplevelse på hurtigbåter?». Ideene ble utviklet fra et teknologisk perspektiv, ut fra hvordan ulike

teknologiske løsninger kunne forhindret ulykkene. For å sikre at problemstillingens fokus på *brukeropplevelse* også blir ivaretatt er derfor ideene drøftet ut fra parametre som vektlegger brukeropplevelse og relaterte begrep.

Brukeropplevelse:

Hva som er god brukeropplevelse varierer ut fra blant annet bruker og kontekst. Det er derfor vanskelig å si at et system *skal* gi gode brukeropplevelser og det kan være lettere å se på hvilke elementer i ideene som virker til å gi en dårlig brukeropplevelse. Slik kan det enklere tilrettelegges for en god brukeropplevelse.

Beslutningsstøtte og situasjonsforståelse:

I Maritim21-strategien er *beslutningsstøtte* oppgitt som et fokusområde, noe som bidro til å danne grunnlaget for dette prosjektet.

Med beslutningsstøtte menes det «å finne mønstre og sammenhenger i kaotiske informasjonsstrømmer, slik at det blir mulig å ta *riktig* beslutning og påfølgende *riktig* aksjon under de gjeldende

forholdene» [2]. Siden gode beslutninger er sentralt for god situasjonsforståelse kan det sies at beslutningsstøtte bidrar til å øke situasjonsforståelsen.

Situasjonsforståelse er forøvrig et begrep som går mye igjen i dette prosjektet. Situasjonsforståelse henger sammen med både hurtigbåtnavigasjon og brukeropplevelse og ideene bør derfor vurderes opp mot sentrale prinsipper for situasjonsforståelse.

I boken «Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design» blir det redegjort for åtte prinsipper som bør følges for oppnå god situasjonsforståelse [17]. Selv om ikke alle prinsippene er relevante på dette stadiet av prosessen gir flere av dem et godt vurderingsgrunnlag. Prinsippene presenteres på neste side.

PRINSIPPER FOR GOD SITUASJONSFORSTÅELSE:

1. Organiser informasjon i henhold til målene:

Informasjonen bør organiseres slik at den støtter operatørens mål uavhengig av hvilke elementer eller teknologi informasjonen stammer fra.

2. Vis informasjon for nivå 2 (forståelse) direkte:

Både oppmerksomhet og arbeidsminne er begrensede resurser og informasjonen som presenteres bør derfor unngå å oppta disse ressursene der det lar seg gjøre.

3. Assister nivå 3-forspeilinger:

Forspeiling av fremtidige tilstander kan være krevende og forutsetter velutviklede mentale modeller. Det er derfor en stor fordel for situasjonsforståelsen om systemet kan presentere informasjon som støtter forespeilingene (eksempelvis trend-grafer).

4. Støtt helhetlig situasjonsforståelse:

Unngå at operatøren blir opphengt i bruddstykker av informasjonen. Ikke organiser informasjon i et mylder av menyer og gjør det enkelt å se «det store bildet» på tvers av målene.

5. Muliggjør avveininger mellom måldreven og datadreven prosessering:

Prinsippene 1 og 4 kan virke selvmotsigende, da prinsipp 1 oppmuntrer til et målrettet fokus, mens det i prinsipp 4 snakkes om tilgjengeliggjøring av helhetlig informasjon. Poenget er at informasjon om «det store bildet» gjør det enklere for å operatøren å vite hvilke mål som skal fokuseres på.

6. Legg inn indikatorer som aktiverer mentale modeller:

Mentale modeller er en viktig mekanisme for forespeiling (nivå 3), derfor bør indikatorer som aktiverer dem inkluderes i systemet.

7. Utnytt sansene:

Hvor mye informasjon som kan prosesseres ved bruk av en enkelt sans er begrenset, men hvis informasjonen fremstilles ved bruk av flere sanser kan mer informasjon prosesseres samtidig.

8. Vær forsiktig ved filtrering av informasjon:

Data-overbelastning kan være en trussel og det er ønskelig å sile bort informasjon som ikke styrker situasjonsforståelsen. Å sile bort informasjon knyttet til situasjonsforståelsen må man derimot være forsiktig med.

IDÉDRØFTING

1

FORUTSEENDE KI

Ideen virker til å gi god beslutningsstøtte og støtter prinsipp 3 og 4 for god situasjonsforståelse ved å assistere navigatørens forespeilinger og gi et helhetlig bilde av situasjonen.

Hvordan et slikt system kan oppleves i bruk er vanskelig å si på skissestadiet. Skal simuleringen vises i forkant av seilassen? Da risikeres det at informasjonen glemmes i en kritisk situasjon, eventuelt bygger oppunder en villedende mental modell. Eller skal simuleringen presenteres fortløpende? Da kan man risikere at navigatøren blir oppheng i informasjonen og mister fokus på andre viktige elementer.

Det finnes forøvrig allerede en enklere versjon av ideen: På ECDIS vises såkalt «rate of turn», forventet svingradius. Navigatøren på «Admiralen» uttalte at denne funksjonen var basert på gyrokompasset, hvilket førte til at beregningen var basert på data med forsinkelser på en båt med vannjet. Funksjonen ble derfor ikke benyttet, da den gav en feilaktig forespeiling. Skal «Forutseende KI» oppleves som pålitelig bør den derfor baseres på flere datakilder.

2

BØLGEHØYDELÅS

I ulykken med «Sleipner» seilte de i 35 knop, nesten dobbelt så fort som det fartøyet hadde lov til i henhold til bølgehøyden den kvelden. Tid er en dyrekjøpt resurs i kritiske situasjoner og hadde «Sleipner» seilt i 20 knop hadde kanskje navigatørene hatt tid til å avverge ulykken, eller skadeomfanget kunne vært betydelig redusert.

Tanken bak ideen er altså et system som forhindrer at skip, spesielt hurtigbåter, kan seile i høyere hastigheter enn hva som tillates under gitte forhold. Systemet ligner altså på ATC, som inspirerte idé 3.

Lignende systemer benyttes altså på tog og kan forbedre situasjonsforståelsen ved å gi navigatørene nødvendig tid til å sanse, forstå og forespeile under vanskelige forhold. Samtidig virker det til å være en misnøye blant navigatørene ovenfor systemer som overstyrer deres autoritet og forholdene rundt et skip er i motsetning til et tog mer dynamiske. Dette kan føre til at navigatørene i enkelte situasjoner er nødt til å øke hastigheten utover hva som egentlig er tillatt, for eksempel for nettopp å avverge ulykker.

3

NAUTISK ATC

Ideen har likhetstrekk med idé 1 og 2. Ved å varsle navigatørene om at et kursavvik sannsynligvis vil føre til kollisjon bidrar ideen til å øke situasjonsforståelsen i henhold til prinsipp 3. Samtidig kan de autonome aspektene ved ideene oppleves å true navigatørenes autoritet. Overstyring av seilassen bør eventuelt kun inntreffe om systemet kan være sikker på at navigatørene ikke vil være i stand til å tidsnok gjennomføre en kursendring.

Det finnes lignende, men mindre autonome systemer i dag. Hurtigbåtene til Torghatten Nord har «Shiplog», et system som overvåker skipets posisjon og som gjennom tale sier i fra om skipet ligger for nærme land. Om ikke avvikene rettes opp tidsnok sendes det en rapport til administrasjonen land. Systemet bidrar altså til at navigatørene blir mer bevisste på sine beslutninger. Det var dog upopulært at å få tilbakemeldinger fra land, da navigatørene følte at de hadde god grunn for valgene som ble tatt. I tillegg opplevde de systemet som masete, da de allerede kjente leia og visste hvor det var trygt å gå.

4

AR-VISUALISERING

Bakgrunnen for ideen er at navigatøren i flere ulykker fikk *tunneloppmerksomhet*, enten ved å utelukkende fokusere på navigasjonshjelpemidlene eller utsikten. En ensartet fokus på navigasjonshjelpemidlene gjør at man mister forståelsen for hva som faktisk skjer utenfor og ved å utelukkende få man ikke med seg «usynlige» farer, samt blir mer utsatt for synsforstyrrelser/-bedrag. I tillegg viste studiene fra Sjøkrigsskolen og NTNU at navigatørene intuitivt ser ut.

Ved å utnytte AR-teknologi kan man dermed kombinere informasjonen fra hjelpemidlene og utsikten, og dermed bidra til en økt situasjonsforståelse. Det er likevel viktig å forhindre at navigatørene må forholde seg til for mye informasjon (se SA-demonene *data-overbelastning* og *hukommelsefelle*). Derfor bør ikke ideen ta sikte på å erstatte «Multi Function Display»-ene som viser ECDIS og radar, men heller fungere som et supplement der kun den viktigste informasjonen kombineres med utsikten.

5

SEILASVAKT

Ideen er temmelig lik idé 3, «Nautisk ATC» og kan egentlig kombineres med den. Har derfor i stor grad de samme mulighetene og utfordringene som idé 3.

6

UTKIKK «ON DEMAND»

Fjernstyring av skip blir sett på som den enkleste formen for autonomi, på nivå 1 [2]. Denne ideen er inspirert på fjernstyrings-konseptet, men heller som et supplement til mannskap ombord. Som noen av ulykkene viser seiler selv skip med stort mannskap uten utkikk fra tid til annen. Dette kan tyde på at det likevel er for få folk ombord. Ved å ha en «utkikk-sentral» på land kan én person være utkikk på forskjellige båter til ulike tidspunkt. Ikke helt ulikt hvordan for eksempel flyvende droner opereres.

Utkikkens funksjon kan dermed opprettholdes til en viss grad ved hjelp av kamera- og lydoverføring. Likevel er det ikke like enkelt å oppfatte det samme som på skipets styrhus, da man er begrenset av kvaliteten og bevegeligheten til kamera og mikrofoner. Likevel kan disse aspektene løses ved at utkikken foreksempel gjennomføres ved hjelp av flyvende droner som gir andre muligheter for å få overblikk over situasjonen.

7

DIGITAL UTKIKK

Også denne ideen tar sikte på å kunne opprettholde utkikkens funksjon når navigatøren er alene på broen. Ideen baserer seg på «Multi Sensor Fusion», der allerede eksisterende sensorer som GPS, radar, ekkolodd, vindmåler kombineres med nye sensorer som lidar* og IR-kamera*. Sistnevnte sensorer er tenkt å supplere den eksisterende teknologien ved at de kan danne et mer helhetlig bilde av omgivelsene. For eksempel vil radaren under gitte værforhold slite med å skille mellom bølger og småbåter. Et IR-kamera kan derimot måle temperaturforskjeller og dermed supplere systemet med informasjon som gjør det mulig å avgjøre hvorvidt det er en bølge eller båt som er foran fartøyet. Ideen bidrar dermed til å øke situasjonsforståelsen, blant annet ved å vise informasjon for nivå 2-forståelse mer direkte (situasjonsforståelse-prinsipp 2).

Ved at informasjonen i denne ideen er tenkt å formidles slik en menneskelig utkikk vil gjort, gjennom tale, oppfyller den også prinsipp 7: Utnytt sansene.

* Begrepene forklares ytterligere under «Muliggjørende teknologi» i neste kapittel.

8

UTKIKK OVER AR

Ideen er inspirert av funksjonaliteten til pilothjelmene i jagerflyet F-35. Der finnes det en såkalt «Picture-in-Picture»-funksjon, der visiret kan vise grafikk i synsfeltet (AR). Kamera og sensorer rundt omkring på flyet gjør at man kan prosjektere et skjermbilde i visiret som gir inntrykk av at man sitter «i løse luften» [36]. Tanken bak «Utkikk over AR» er altså at mannskapet har tilgang på AR-briller som kan gi lignende funksjonalitet og at man dermed kan opprettholde utkikksfunksjonen selv om man må forlate broa.

En fare ved ideen er at når utkikken må forlate broa, så skal faktisk andre arbeidsoppgaver gjennomføres. Ved å holde utkikk i tillegg vil situasjonsforståelsen i henhold til begge oppgaver antageligvis reduseres (se *data-overbelastning* og *hukommelsefelle*). Da ideen om AR-briller er blitt tatt opp under samtalene med navigatørene virker det også upopulært å innføre et hjelpemiddel som må bæres på kroppen, samtidig som mange navigatører allerede bruker briller (se delkapittel *Hurtigbåtnavigasjon*), som kan komme i veien. Det kan dermed antas at resten av mannskapet deler det samme synspunktet.

KONKLUSJON

Drøftingen avdekker at de fleste ideene har både fordeler og ulemper i henhold til begrepene *brukeropplevelse*, *beslutningsstøtte* og *situasjonsforståelse*. Flere av idene løser utfordringene med dagens situasjon, men bringer også inn nye utfordringer som det må bli tatt hensyn til i utviklingsfasen. I tillegg har flere av ideene hver sine elementer, som ved å kombineres kan danne et god grunnlag for fremtidens navigasjonsopplevelse.

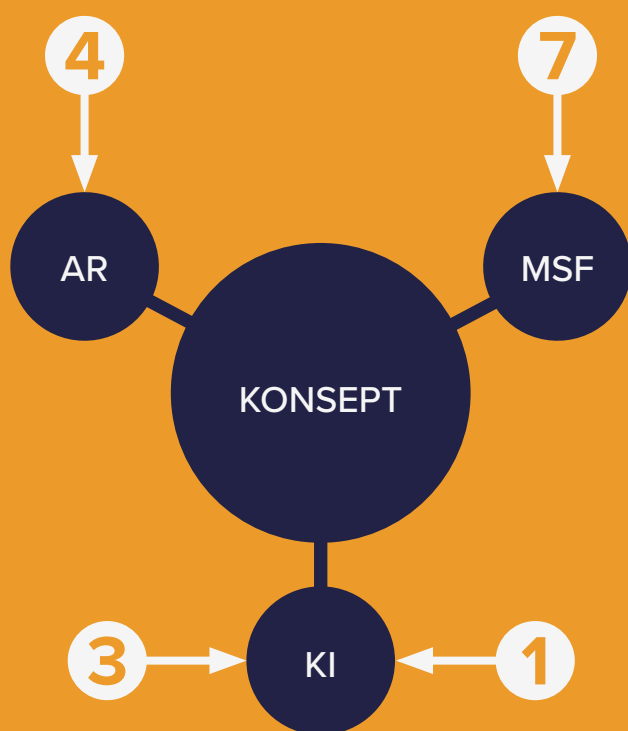
For videre utvikling i projektet er det derfor utarbeidet et idékonsept som er basert på ulike elementer fra de mest interesserte ideene.

IDÉKONSEPT

Idékonseptet er en kombinasjon av elementer fra Idé 1, 3, 4 og 7. Tanken er at konseptet skal være et helhetlig system som gir god beslutningsstøtte og som øker situasjonsforståelsen.

Kunstig intelligens, «Multi Sensor Fusion» og AR danner grunnlaget for konseptet: Ved å introdusere nye sensorer som lidar og IR-kamera forbedres datainnsamlingen om omgivelsene rundt skipet. Kunstig intelligens benytter det økte datagrunnlaget til å gi generere bedre tolkninger av omgivelsene og simuleringer. Dette kan for eksempel gi bedre muligheter for visualisering av svingradius («rate of turn») ved at datagrunnlaget kommer fra GPS-kompass og informasjon om værforhold, fremfor gyrokompass. KI og MSF vil dermed bidra til bedre situasjonsforståelse på nivå 3, samt en helhetlig forståelse av situasjonen (prinsipp 3 og 4).

Overstyrende og overvåkende systemer virker upopulært, men elementer fra idé 3 er en del av konseptet, tenkt som en «dødmannsknapp». Hvis KI forstår at fartøyet det ikke er under kontroll av en navigatør iverksettes tiltak for avverging av uønskede situasjoner.



Den mest synlige forskjellen fra dagens situasjon er at det brukes AR-teknologi. AR oppnås enten ved å ha en skjerm med kamera på baksiden, eller prosjektering på brovinduene og benyttes til å komplementere navigasjonshjelpemidler med å vise den viktigste informasjonen fra MSF-systemet. Tanken er at dette kan forhindre SA-demoner som tunneloppmerksomhet og øke situasjonsforståelse på nivå 1 og 2.

Taleinteraksjon er tenkt som er alternativ til fysisk kontroll, der for eksempel AR-systemet kan aktiveres og tilpasses ved bruk av stemmekommandoer.

Nøyaktig hvilken informasjon som vises bør nøye overveies, da man kan risikere SA-demoner som data-overbelastning og hukommelsefelle hvis det blir for mye informasjon tilgjengelig.

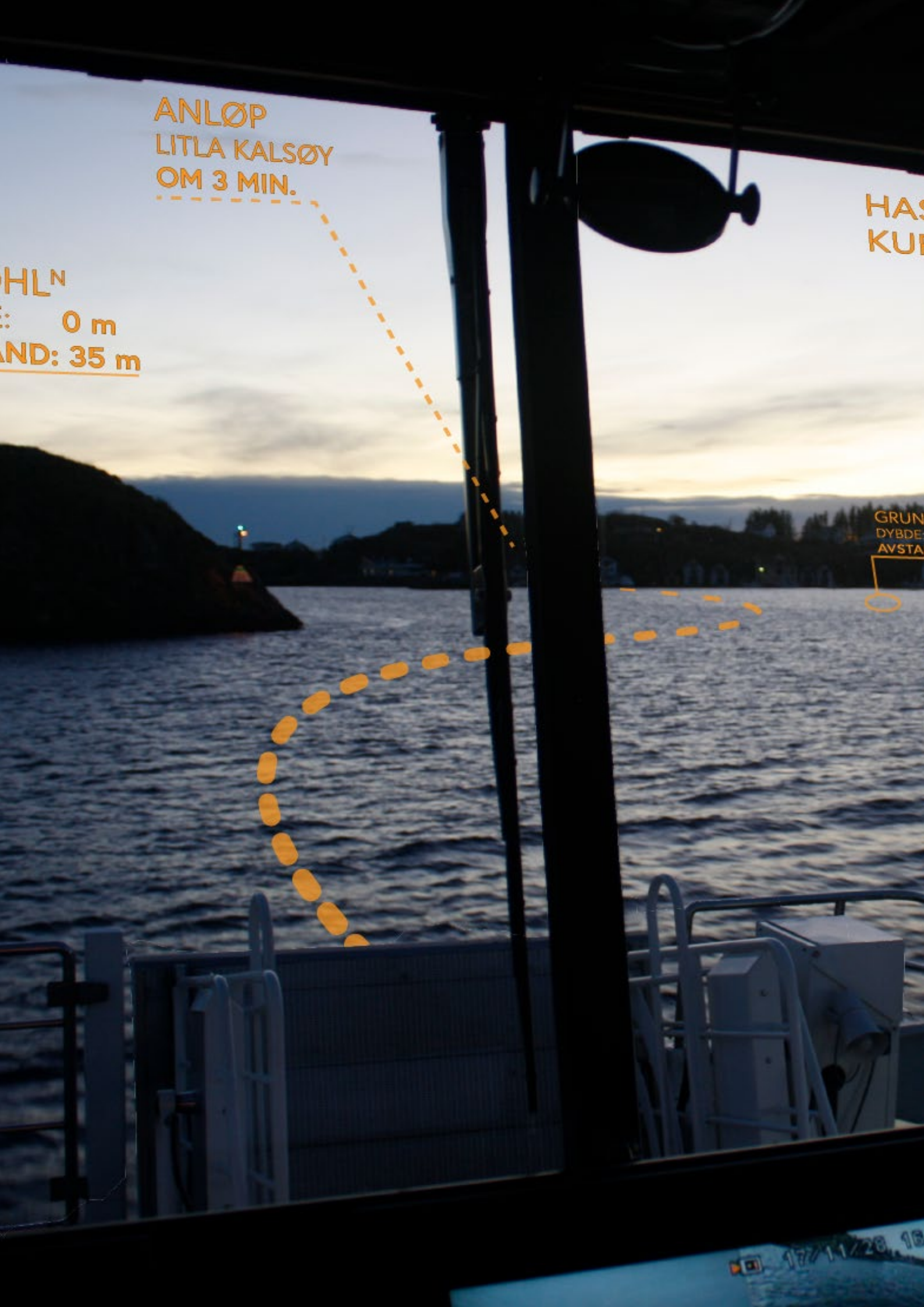
Ytterligere redegjøring for konseptet, visualisering og tilbakemeldinger presenteres i neste kapittel.

ANLØP
LITLA KALSØY
OM 3 MIN.

HL^N
: 0 m
AND: 35 m

HAS
KUN

GRUN
DYBDE
AVSTA



177-1120 18

Kapittel 4

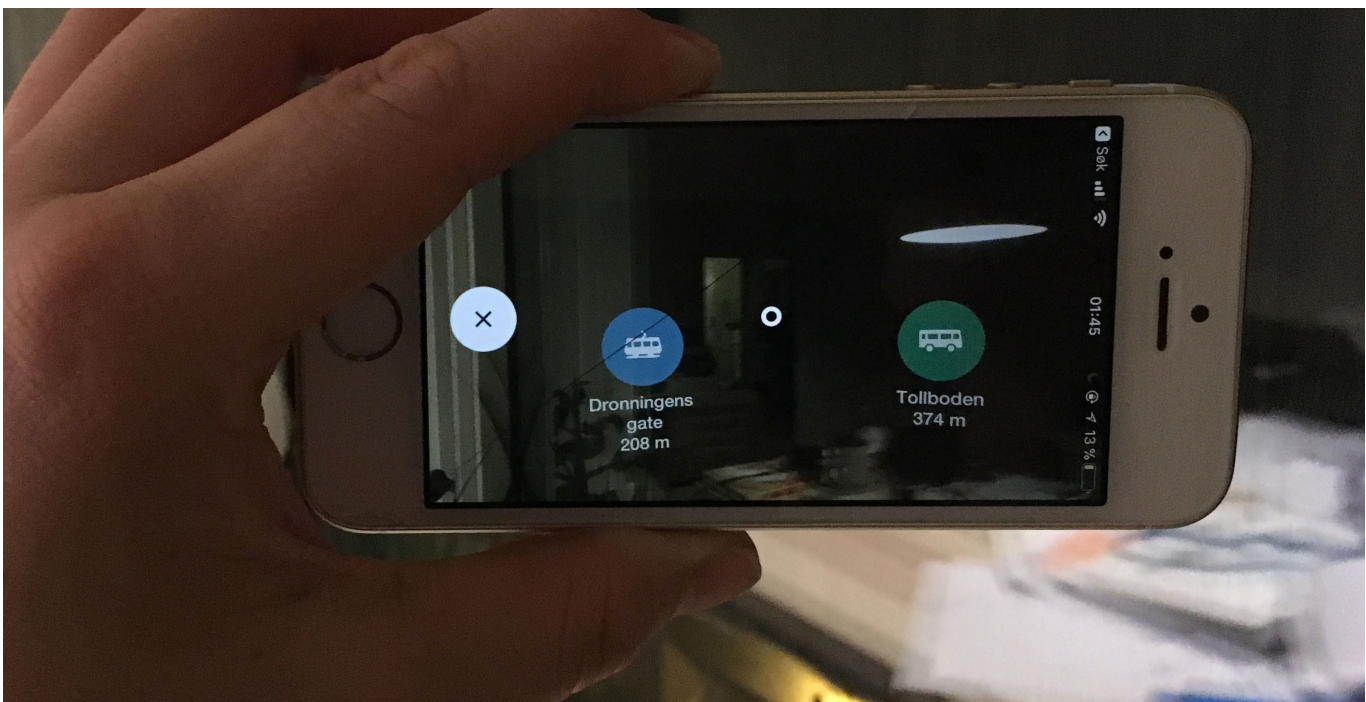
KONSEPTUTVIKLING

UTPRØVING

Deler av innsiktsfasen og utviklingsprosessene er blitt gjennomført parallelt. Det var derfor mulig å gjennomføre brukertesting av, og få tilbakemeldinger om, deler av konsepter på et tidlig stadium. Dette gjelder blant annet AR-delen av konseptet, der det ble tatt med skisser av konseptet ombord på flere hurtigbåter, som ble presentert for

navigatørene sammen med mobilappen EnTur. Tanken bak dette var at appen skulle illustrere hvordan AR fungerer og skissene skulle illustrere hva slags funksjonalitet konseptet kunne ha.

Det ble i tillegg spurt om holdninger rundt teknologi som KI, «Multi Sensor Fusion» og taleinteraksjon.



Over ses et bilde av appen EnTur. Denne appen er egentlig en reiseapp laget av myndighetene, men den har AR-funksjonalitet som enkelt illustrerer AR-konseptet og også hvordan det kan fungere på en hurtigbåtbro. Når AR-funksjonen aktiveres viser appen de nærmeste kollektivtrafikkstoppene oppå et sanntidsbilde fra mobilens kamera. Når mobilen beveges er stoppene statiske i forhold til de virkelige posisjonene. Prosjekteres sjøkart etter radarekko på hurtigbåtbroens vinduer vil de også være statiske i forhold til virkeligheten. Appen fungerer derfor som en lavterskelløsning for å teste ut konseptet.



Skissen som ble vist navigatørene. Skissen illustrerer hvordan informasjon fra ECDIS kan projeksjoneres på broviduene.

TILBAKEMELDINGER

De fleste navigatørene var positive til tenkt AR-funksjonalitet og hadde god forståelse for konseptet AR, blant annet fra biler. Det ble likevel påpekt at et slikt system hadde mest for seg når det er nedsatt sikt på grunn av mørke, tåke eller regn og derfor ikke bør være påtvunget. Når sikten er god kunne det oppleves som forstyrrende. Informasjonen som projeksjoneres bør også komme fra radar, ikke kartmaskin, da denne informasjonen genereres i sanntid

Det ble også påpekt at en AR-løsning ikke bør muligjgjøres gjennom en enhet som bæres på kroppen, men som en frittstående løsning.

Det var også positivt at svingradius ble visualisert på vinduene og at lidar/IR-kamera ble brukt til å gi mer nøyaktig radarinformasjon.

Talestyring var det derimot blandede meninger om, med henvisning til blant annet retninglinjer for skjerpet seilas, da navigatørene skal kunne kommunisere uten forstyrrelser.

MULIGGJØRENDE TEKNOLOGI

TECHNOLOGY READINESS LEVEL

Konseptet ble utarbeidet på bakgrunn av kjennskap til muliggjørende teknologi. I enkelte kretser der det arbeides med høyteknologi brukes begrepet «Technology Readiness Level» (forkortet TRL). NASA er en aktør som benytter dette begrepet, og deres definisjon er (,oversatt til norsk av meg):

«TRL er et målesystem som benyttes til å bedømme modenheten av en teknologisk løsning. Teknologien evalueres opp mot parameterne for hvert nivå og blir dermed tilegnet en TRL-rangering. Det er ni nivåer av TRL, hvor TRL 1 er det laveste og TRL 9 er det høyeste [37].»

Med «muliggjørende teknologi» er det i dette prosjektet blitt fokusert på teknologi som kan sies å være på minst TRL 6 og 7. «Muliggjørende teknologi» kunne vært definert med TRL på lavere nivå, men som nevnt innledningsvis i rapporten har fokuset vært å utvikle et konsept som kan implementeres i nær fremtid, altså innenfor et tidsrom på 5-20 år.

AR-TEKNOLOGI

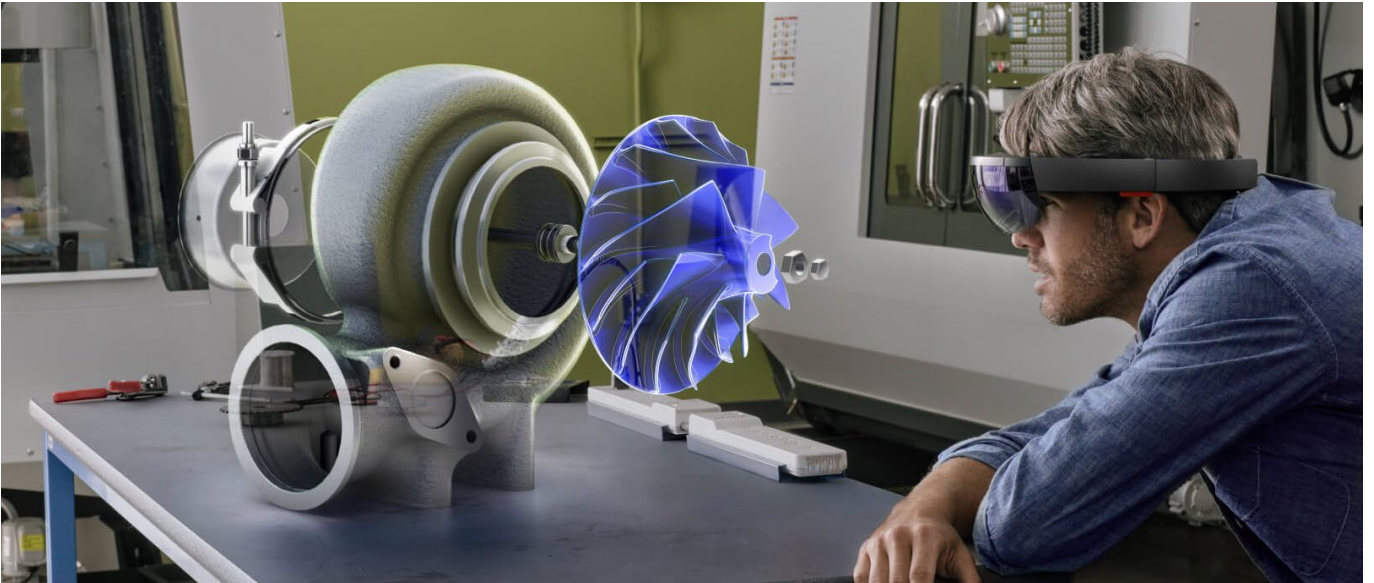
Det finnes allerede en rekke løsninger for AR som er på TRL9. Blant annet tidligere nevnte EnTur og mobilspillet Pokémon GO. I tillegg finnes det mer avanserte løsninger som allerede

9	Commercialized
8	Pre-production
7	Field Test
6	Prototype
5	Bench / Lab Testing
4	Detailed Design
3	Preliminary Design
2	Conceptual Design
1	Basic Concept

Figur 12: TRL-nivåene.

er ute på markedet, som Microsoft HoloLens, AR-briller som prosjekterer grafikk i brukerens synsfelt [38]. Selv om HoloLens helt klart er interessant teknologi for konseptet er det blitt påpekt at det ikke er ønskelig med teknologi som brukeren må bære. Dermed er det blitt sett til andre løsninger for presentasjon av informasjon i AR, hvilket ledet til danske Realfiction sitt AR-display DeepFrame.

DeepFrame fungerer ved at bildet fra en OLED-skjerm prosjekteres opp i tilskuerens øyehøyde ved hjelp av en stor linse [39].

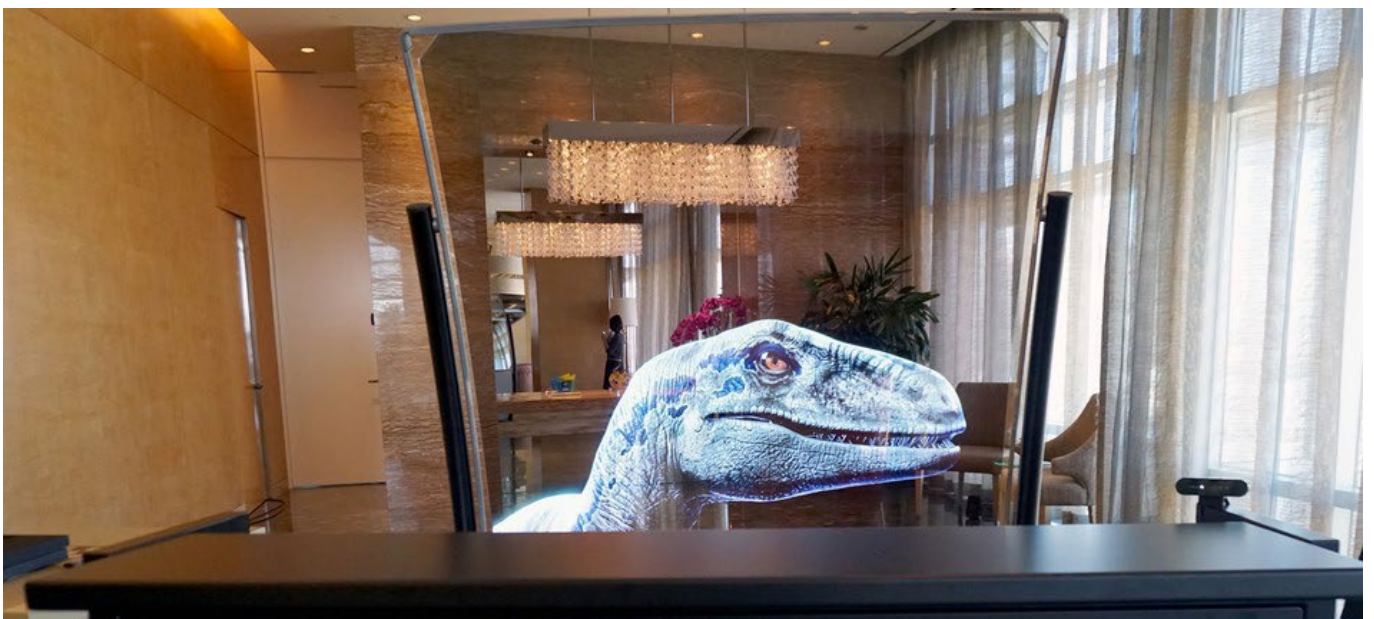


Figur 13: Microsoft HoloLens, slik den er tenkt å oppleves.

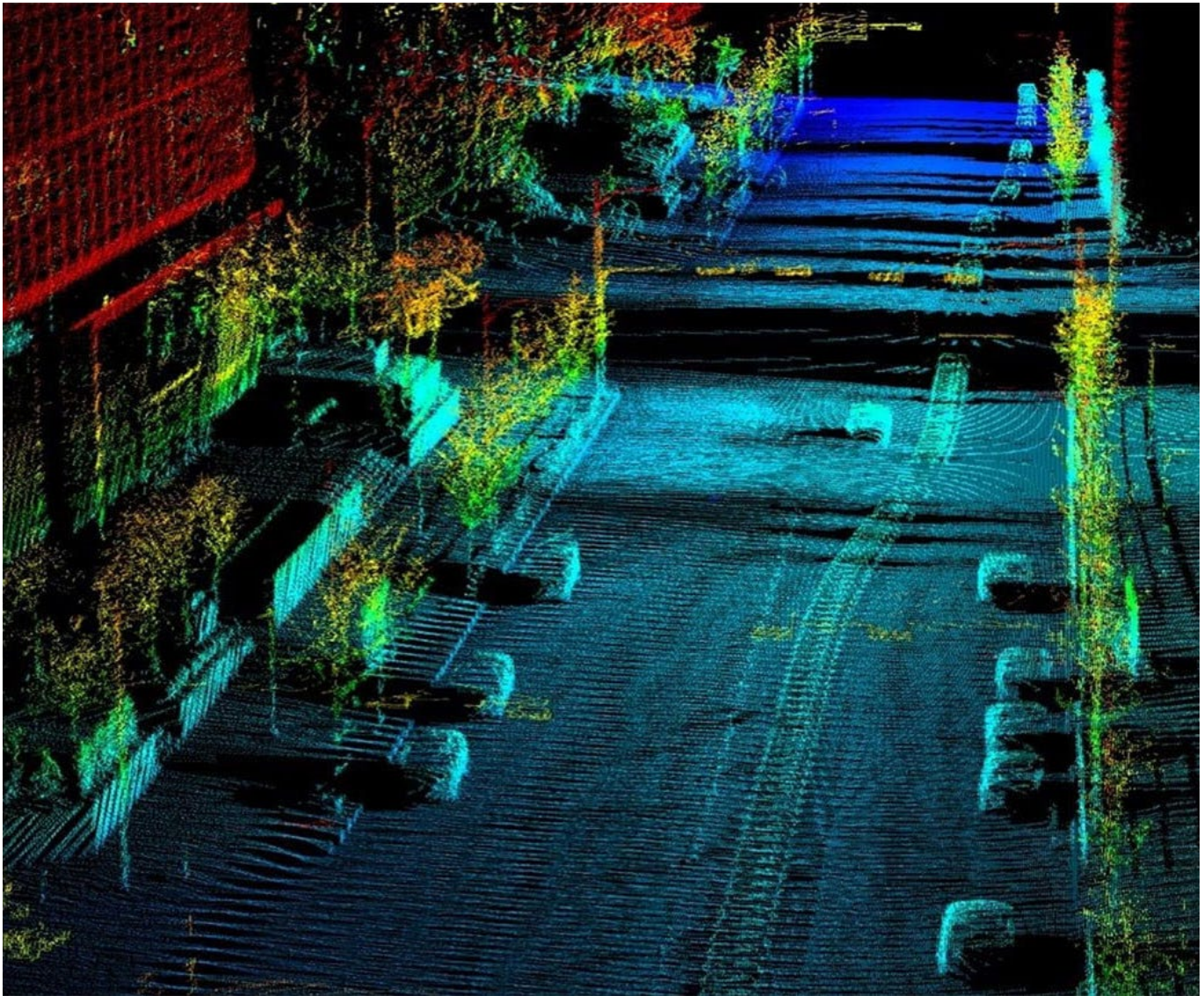
DeepFrame er allerede kommersialisert ved at den leies ut, og både den og HoloLens kan sies å være på TRL 9.

Likevel krever DeepFrame en spesialprodusert linse og at skjermene har riktig posisjon i henhold til linsa. Skal teknologien benyttes på en hurtigbåtbro må den spesialproduseres

for hver enkelt båt og vinduene må sannsynligvis byttes ut. Det er heller ikke blitt funnet informasjon som sier at DeepFrame har blitt testet ut som vindu. Teknologi av denne typen for bruk på hurtigbåter kan dermed sies å være på TRL 6, der DeepFrame demonstrerer at det er mulig og at teknologien kan videreutvikles for bruk på hurtigbåter.



Figur 14: Demonstrasjon av DeepFrame.



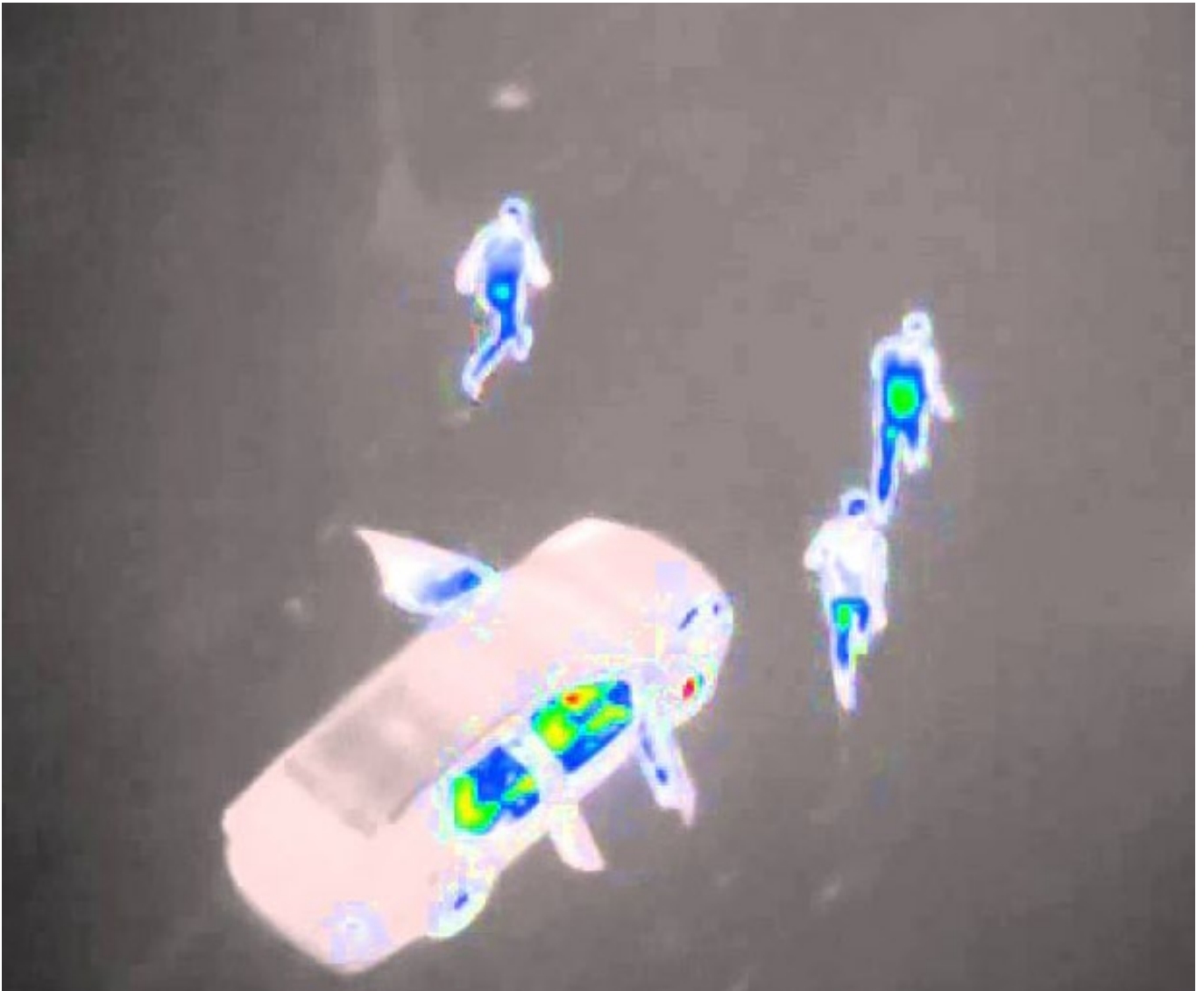
Figur 15: Visualisering av et bygate kartlagt med lidar.

LIDAR

Lidar er i likhet med begrepet *radar* et akronym og er utledet fra «**L**ight **D**etection **A**nd **R**anging» [39]. Lidar kan sies å være en teknologi som fungerer på samme måte som radar (se side 36), men benytter lysbølger/laser i stedet for radiobølger [39, 40]. Denne forskjellen gjør at lidaren kan foreta målinger med betydelig større detaljrikdom enn en radar [40] og teknologien benyttes allerede i stor grad på selvkjørende biler [40]. Dermed kan teknologien sies å være på TRL 9.

IR-KAMERA

Infrarødt(IR)-kamera, også kjent som termografiske kamera er enheter som måler infrarød stråling [41]. Infrarød stråling er en indikator på varmeenergi og målingene visualiseres som et varmekart på kameraet. Teknologien har en rekke bruksområder, fra å kartlegge lekkasjer til søk etter mennesker i havsnød og må dermed sies å være på TRL 9.



Figur 16: Bilde fra IR-kamera brukt i søk etter mennesker. Legg merke til fargeforskjellene mellom personene og omgivelsene.

ØVRIG TEKNOLOGI

Den øvrige teknologien som er tenkt brukt i konseptet anses å være allment kjent.

Løsninger Apple Siri, Amazons Alexa og Microsofts Cortana er alle eksempler på at både talekontroll og kunstig intelligens fungerer. Alle løsningene benytter KI for å utføre oppgavene sine og språkforståelsen, spesielt på engelsk er bra.

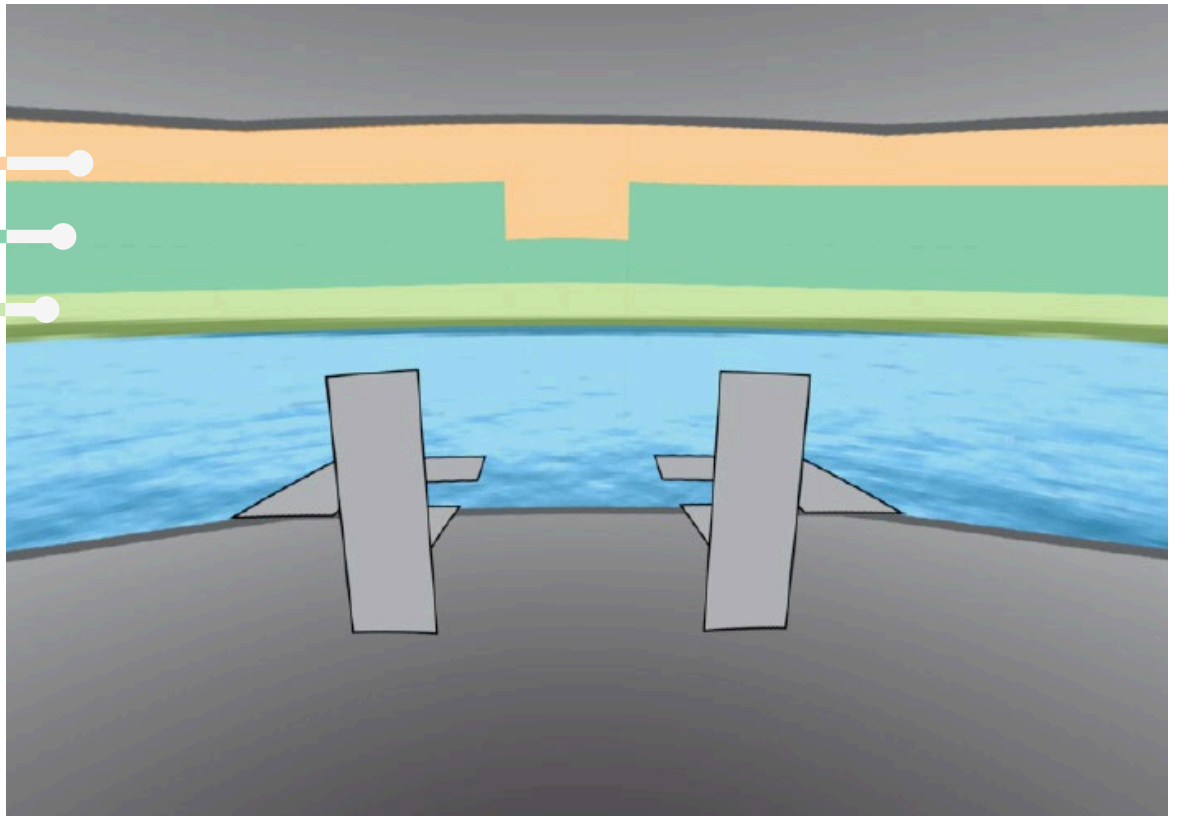
DESIGN FOR AR

Siden teknologien er temmelig fersk er det begrensende mengder teori rundt design av AR-baserte brukergrensesnitt. Likevel, ved Arkitektur- og designhøgskolen i Oslo er det allerede blitt gjennomført flere prosjekt med fokus på nettopp AR, UI og skipsfart i regi av forskningsgruppen *Ocean Industries Concept Lab*.

Høsten 2017 ble det gjennomført flere studentprosjekter med fokus på anvendelse av AR i ulike skipsoperasjoner. Et av disse prosjektene, gjennomført av mastergradsstudentene Chris Pearsell-Ross og Gustav Refsnes resulterte i retningslinjer for design av AR-grensesnitt på styrhus. For å lære mer om tematikken tok jeg derfor kontakt med disse studentene, hvilket resulterte i et møte Chris, der han fortalte om prosjektet og prinsippene de utarbeidet.

Prosjektet hadde et fokus på AR-briller og isbrytere, men retningslinjene virker til å ha overførbarhet til andre løsninger for AR. De fokuserer på hvordan informasjon fra utsiden av skipet skal presenteres på innsiden av brovinduene uavhengig av operatørens posisjon på broa.

Materiale som ble presentert har derfor dannet grunnlaget for konseptets UI. En gjennomgang av funnene fra Chris og Gustav som er benyttet i dette prosjektet blir gitt på de neste sidene. Illustrasjonene er utarbeidet av dem og stammer fra en tilsendt presentasjon om prosjektet.



Figur 17: Fremstilling av isbryterbro med to operatørstoler. De ulike fargende feltene illustrerer en kategorisering av hva slags informasjon som bør plasseres hvor. Se forklaringer under.

«Fixed elements»

Rom som kan utnyttes for:

- ... (semi-)permanente overlegg.
- ... overlegg med høyere tetthet.
- ... operasjonelle overlegg.

«Sky space»

Rom som kan utnyttes for:

- ... overlegg som er relative til omgivelsene.
- ... overlegg med medium til lav tetthet.
- ... kontekstuelle overlegg.
- ... dynamiske overlegg.

«Sea + ship space»

Rom som kan utnyttes for:

- ... overlegg som er relative til omgivelsene.
- ... overlegg med lav tetthet.
- ... kontekstuelle og operasjonelle overlegg.
- ... dynamiske overlegg.
- Bør kun brukes hvis det er nødvendig.

Forklaringene over er gitt med utgangspunkt i skisse fra samme tilsendte presentasjon som figur 17.

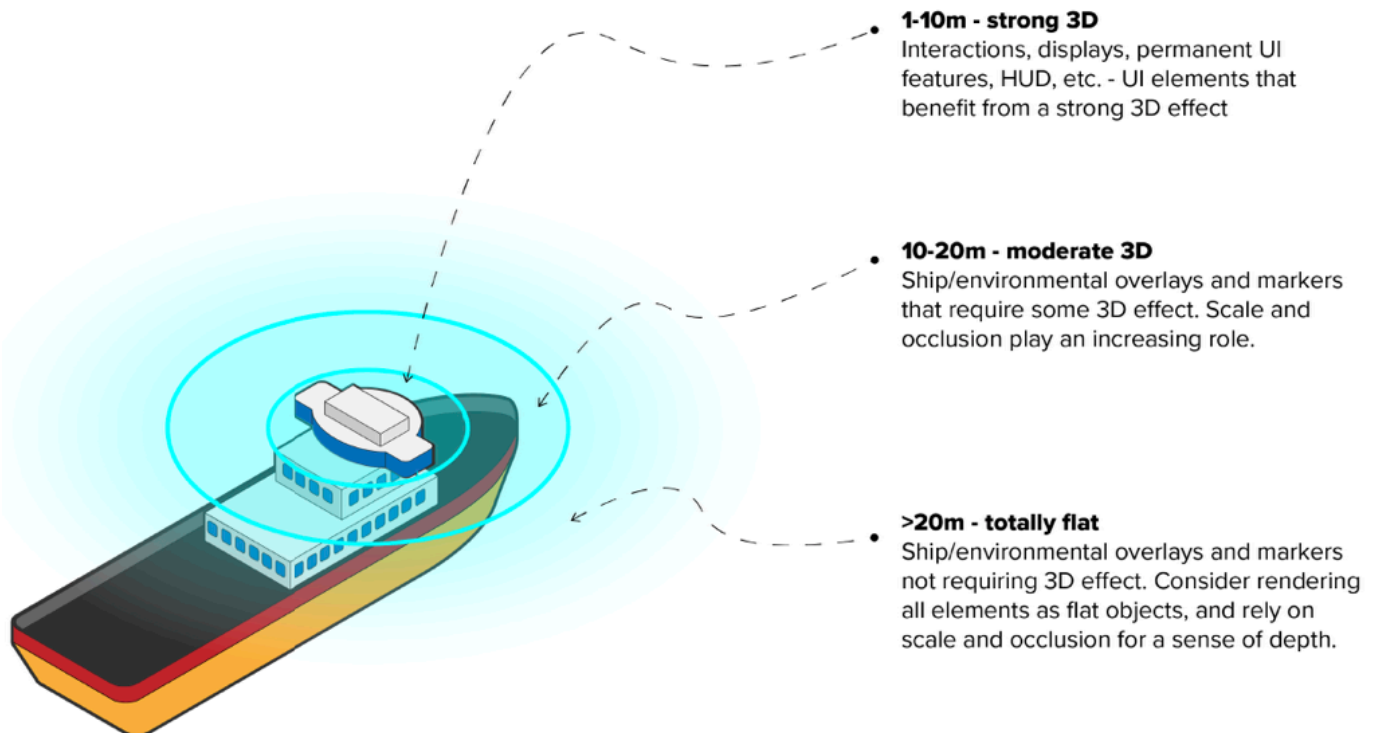
distance & stereoscopic effect

Our eyes perceive depth through different means: scale, occlusion and the stereoscopic (3D) effect. Our ability to perceive the stereoscopic effect weakens the farther away an object is, as the 2 different images our eyes see become nearly identical. This diagram shows 4 different depth zones, how they relate to a ship with a bridge around 20m wide, and it lists some possible AR UI elements for each zone.

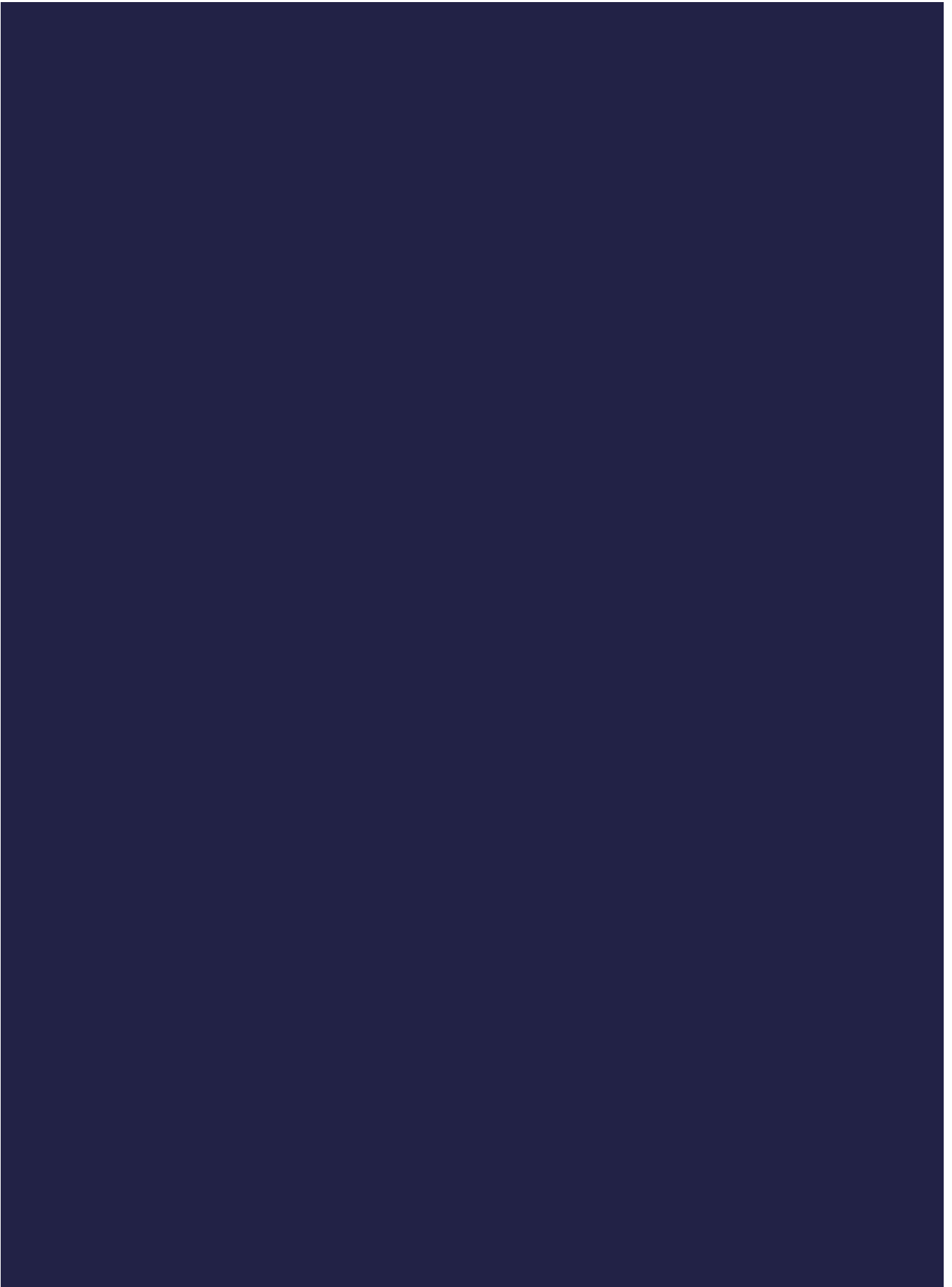


0-1m - no-go zone

Temporary interfaces, buttons, etc. - no permanent UI features. Focusing on objects in this range can lead to eye strain and discomfort.



Figur 18: Opprinnelig illustrasjon fra Chris og Gustav tilpasset for å passe inn på siden. Illustrasjonen redegjør for synets mekanismer for avstandsbedømming og hvilke former for visualisering som bør benyttes i henhold til avstanden på et eventuelt objekt som skal illustreres. Er objektet veldig nærme (0 - 10 meter) kan 3D-visualisering benyttes. Er det i nærheten (10 - 20 meter) kan enklere 3D benyttes, men er det lengre unna enn 20 meter bør visualiseringen være flat.



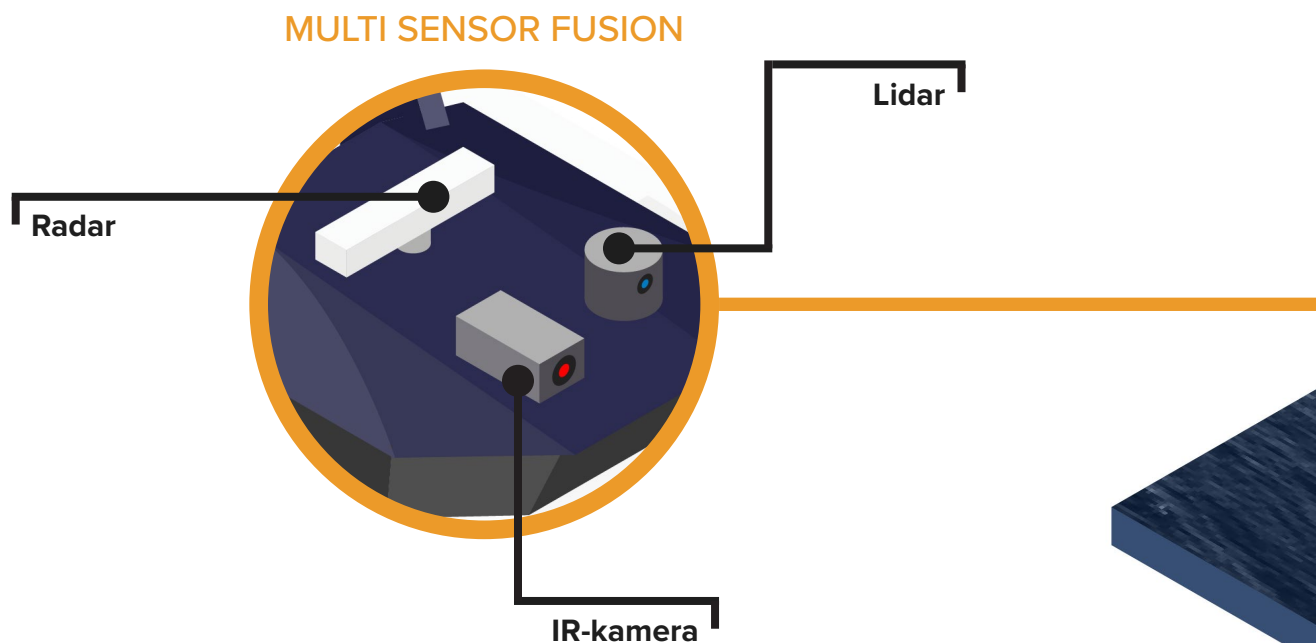
UTSIKT-KONSEPTET

Med utgangspunkt i utprøvingen av konseptet, den muliggjørende teknologien og prinsippene for UI-design i AR ble Utsikt-konseptet utarbeidet.

Ved å innføre og utnytte ny sensorteknologi som lidar og IR-kamera i kombinasjon med AR-prosjektering på brovinduene er tanken å gi øke navigatørenes situasjonsforståelse og gi en mer intuitiv navigasjonsopplevelse. Andre elementer som ikke er vist i

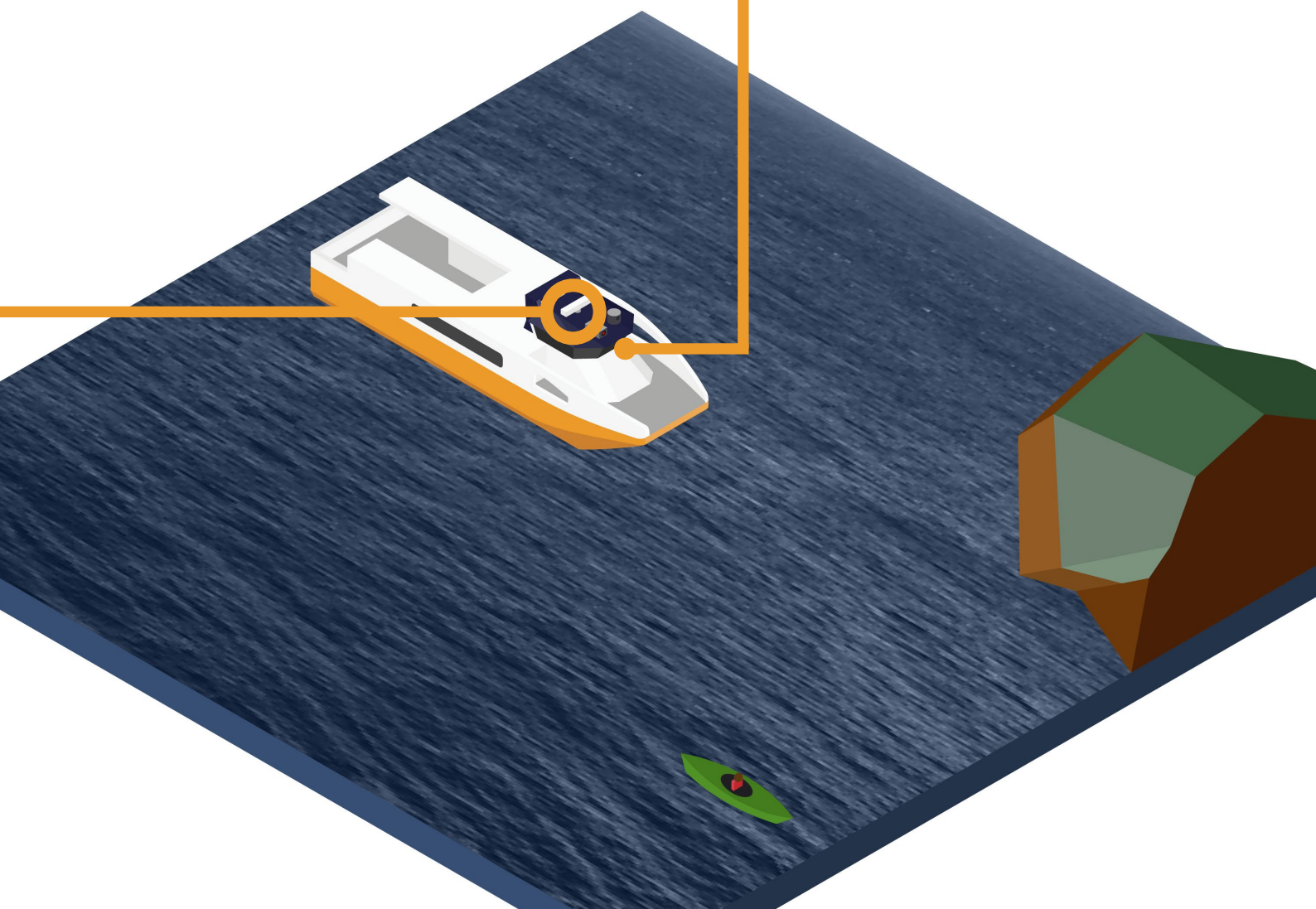
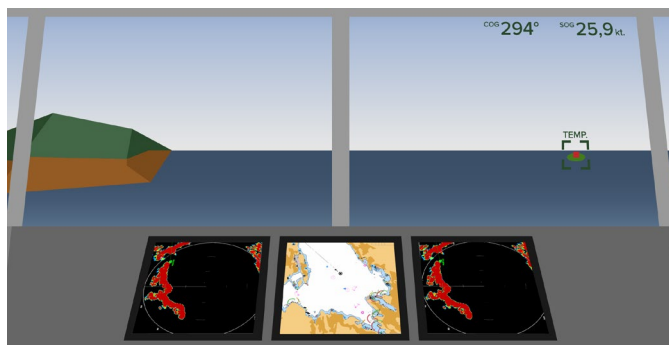
illustrasjonen er forbedret «rate of turn»-visualisering ved hjelp av flere datakilder som informasjon om vind og strømningsforhold og muligheter for stemmeinteraksjon med systemet.

Konseptet er illustrert på de neste sidene.

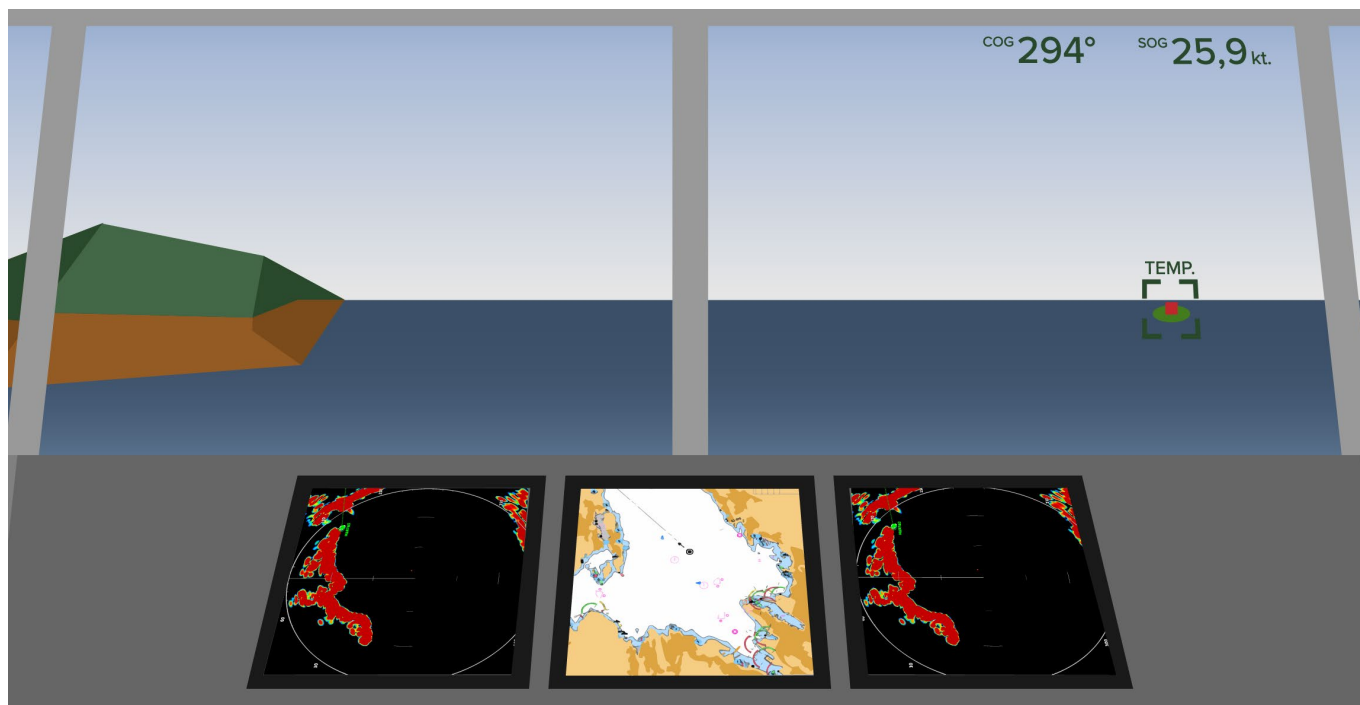


UTSIKT FRA BROVINDUER DAG/NATT

Forklaring på de neste sidene.



DAG



Over ses en illustrasjon av navigatørens utsikt i konseptet, ved dagslys. I scenarioet som er illustrert vises en situasjon der fartøyet beveger seg nærme land på babord (venstre) side og det er en kajakk på styrbord (høyre) side. Kartmaskin og ECDIS vises som normalt på brokonsollen, og AR-prosjekteringen viser i denne situasjonen hastighet og kurs i øvre høyre hjørne av brovinduet.

IR-kameraet har i tillegg oppdaget registrert at det er et objekt med høyere temperatur i farvannet: Kajakkpadleren, hvilket visualiseres på brovinduet.

Dette er funksjonalitet som spesielt er nyttig i høyere bølger og nedbør, da det kan være vanskelig å oppdage en kajakk både visuelt og på radar.

Som det vises i illustrasjonen, og som det er blitt påpekt tidligere, er informasjonsmengden i brovinduet holdt til et minimum når vær- og siktforholdene er gode.

NATT



Illustrasjonen over viser det samme scenarioet som på forrige side, men i nattemørke, uten fullmåne. Også her har kajakkpadleren blitt oppdaget. I tillegg vises det et radar/lidar-overlegg av land på babord side. Konseptet mangler foreløpig en del detaljering og det er usikkert hvordan land og hindringer bør visualiseres, men her er det valgt et rutenett som utnytter det at lidaren kan detektere objekter med høyere detaljrikdom enn en radar.

Siden det i situasjonen over er helt mørkt er det visualisert en horisontlinje slik

at navigatørene har et referansepunkt. Vanligvis seiler hurtigbåter i områder som har en eller annen form for belysning, slik at en slik horisontlinje ikke er nødvendig. Skal fartøyet krysse over åpne havområder kan det derimot være nyttig.

I dette scenarioet er grafikken på brovinduet rød, en farge som ivaretar nattsynet og i tillegg er en god kontrast mot den mørke bakgrunnen.



Kapittel 5

AVSLUTNING

DISKUSJON OG VIDERE ARBEID

Utsikt-konseptet virker til å svare på problemstillingen som ble formulert innledningsvis i idéutviklingsfasen:

«Hvordan kan design og teknologi bidra til å forme morgendagens navigasjonsopplevelse ombord i hurtigbåter?»

Det er blitt samlet inn mye innsikt, mottatt tilbakemeldinger og tatt hensyn til brukeropplevelse, beslutningsstøtte og situasjonsforståelse som har dannet et godt grunnlag for utvikling av konseptet. Likevel har ikke konseptet kommet veldig langt i utviklingsfasen og er foreløpig temmelig grovt.

Innsiktsfasen har vist seg å være mer tungrodd enn hva som var forespeilet da prosjektets målsetning ble satt. Konseptet har derfor ikke blitt utviklet nok i forhold til hva som kan forventes av et prosjekt innen designfag som interaksjonsdesign, UX og UI til at jeg vil si det er et *sluttkonsept*.

Både situasjonsforståelse og design av AR-løsninger er tema som det har tatt lang tid å sette seg inn i og forstå, noe som har gått på bekostning av tid til å faktisk anvende designteori og -metodikk.

For videre arbeid med konseptet er det derfor naturlig å fortsette detaljeringsprosessen av konseptet i sin helhet, og elementer tilknyttet interaksjon, brukeropplevelse og -grensesnitt.

Dette er en prosess jeg planlegger å forsette med frem mot muntlig presentasjon i månedsskiftet mai/juni. Da ønsker jeg å presentere et konsept som kan omtales som *sluttkonsept*, som er blitt detaljert gjennom aktiv brukerinnvolvering og utprøvinger.



not see the runway and had to rely on memory for her picture of
g there (National Transportation Safety Board, 1991).
ult system designs that necessitate overreliance on a person's
singly, many systems do just this. Pilots must routinely remember
ffic control instructions and clearances, drivers attempt to remember
ons, mechanics are expected to remember tolerance limits and what
ies are taking place in the system, and military commanders must
and remember where many different soldiers are on the battlefield and
are doing based on a steady stream of radio transmissions. It is no
that SA is so sorely taxed in these situations because memory failures are
o occur.

WORKLOAD, ANXIETY, FATIGUE, AND OTHER STRESSORS

In many environments, SA is taxed by the conditions under which people must
operate. These stressors can take several forms. In many situations people may be
under a significant amount of stress or anxiety. This can occur on a battlefield or in
the office is at stake, but also when factors like self-esteem, career advancement, or
high-consequence events are involved (i.e., where lives are at stake). Other
significant psychological stress factors include time pressure, mental workload,
and uncertainty.
Stressors can also be physical in nature. Many environments have high levels of
noise or vibration, excessive heat or cold, or poor lighting. Physical fatigue and
people. Pilots of long-haul aircraft, for instance, often fly for long durations and
after heavy physical exertion.
Each of these stressors can significantly strain SA (Figure 3.3). First, they can
act to reduce an already limited working memory by using up a portion of it. There
are essentially fewer cognitive resources available for processing and holding
information in memory to form SA. As reliance on working memory can be a
problem anyway, stressors such as these only exacerbate the problem. Second,
people are less able to gather information efficiently under stress. They may pay
less attention to peripheral information, become more disorganized in scanning
information, and be more likely to succumb to attentional tunneling. People are
more likely to arrive at a decision without taking into account all available
information (termed *premature closure*). Stressors will undermine SA by making
the entire process of taking in information less systematic and more error prone.
Clearly, these types of stressors can undermine SA in many ways and should be
avoided or designed out of operational situations whenever feasible. Unfortunately,
ly, this is not always possible. A certain degree of personal risk will always be
involved in combat, for example. In these cases it will be even more important to

Overview: What is Prominence?

Despite decades of research and...
addressed the issue of how people assess...
"Prominence-Interpretation Theory." My intent in...
on how people assess the credibility of Web sites, yet the...
beyond Web sites, extending to a wide range of credibility assessments.

Prominence-Interpretation Theory posits that two things happen when people assess
credibility: a person (1) notices something (Prominence) and (2) makes a judgment about
it (Interpretation). If one or the other does not happen, then there is no credibility
assessment. The process of noticing prominent elements and interpreting will usually
happen more than once when a person evaluates a Web site, with new aspects of the site
being noticed and interpreted until the person reaches satisfaction with an overall
credibility assessment or reaches a constraint, such as running out of time.

$$\text{Prominence} \times \text{Interpretation} = \text{Credibility Impact}$$

The theory as stated above (and described below) may seem apparent—organized
common sense. But I would suggest that much like an answer to a riddle, this approach to
credibility assessments seems obvious only after it is revealed. If the literature on
credibility and Web credibility is a reliable guide, the pivotal roles Prominence and
Interpretation play in credibility assessments—and the relationship between the two
components—have not been obvious.

Prominence explained

The first component in the theory is Prominence. What Prominence means is an
element's likelihood of being noticed, of being perceived. It stands to reason that in order
for an element on a Web site to affect a person's credibility assessment of the site, the
person must notice the element. If it is not noticed, the element has no impact on
credibility assessment of the site. For example, users may not notice that the bottom of a
Web page contains a link to the site's privacy policy. As a result, the link and the privacy
policy will have no impact on how the user assesses the credibility of the site. In contrast,
other elements on a Web site may be prominent. For example, an image of a nude person

Prominence-Interpretation Theory: How People Assess Credibility
Updates available at credibility.stanford.edu/pit.html or www.webcredibility.org/pit.html

tems that rely heavily
it accident occurred
controller forgot
r aircraft to land on the

INTERACTIVE DESIGN

Tone Nordbo

field research at sea

Planning and preparing the field

It is useful to prepare as much as possible before
carrying out a field study. While at sea, one gets
tired due to the constant motion and because of
ing is, itself, demanding. A detailed plan can help
stay focused and cover all that you have planned.

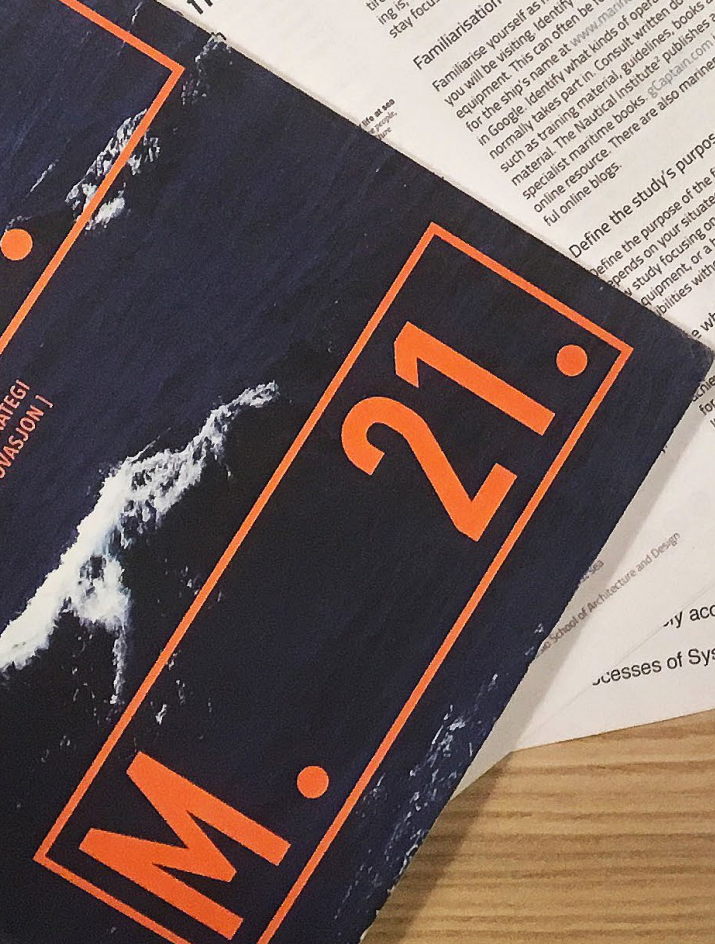
Familiarisation

Familiarise yourself as much as possible with the
equipment. This can often be found online. Search
for the ship's name at www.marinetraffic.com and
normally takes part in. Consult written documents
such as training material, guidelines, books and
material. The Inautical Institute publishes a r
specialist maritime books. eCaptain.com is a v
ful online blogs. There are also mannaers le

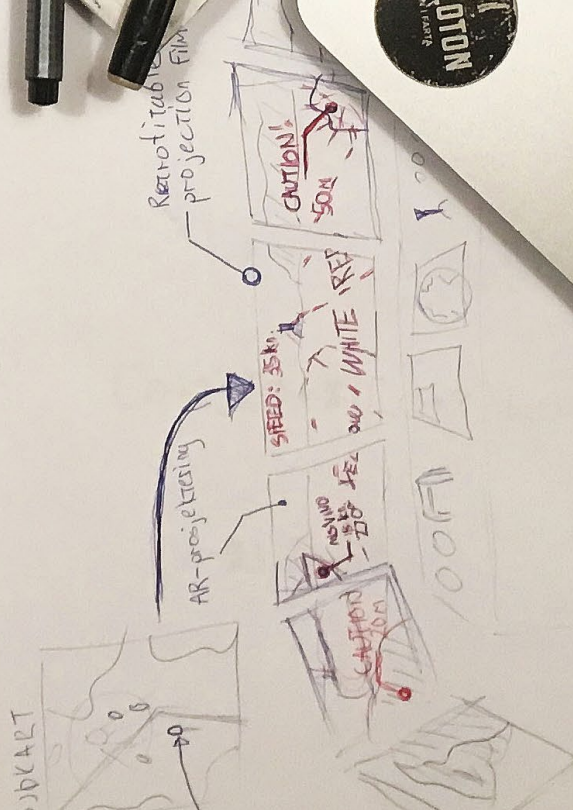
Define the study's purpose

Define the purpose of the field s
depends on your situated des
study focusing on specific
equipment or a broad s
ibilities without a s

y: The first visceral re-
credibility, an-
occe



UNIVERSITETSFORLAGET



...y the
...y accurate d
...cesses of System 1?

REFERANSER

LITTERATUR

- [1] Menon Business Economic, «*Maritim verdiskapningsbok 2014*», Maritim Forum, Oslo, 2014.
- [2] Norges forskningsråd, «*MARITIM21. En helhetlig maritim strategi for forskning, utvikling og innovasjon*», Norges forskningsråd, Oslo, 2016.
- [3] B. Sevaldson, "Relating Systems Thinking & Design 2013. Emerging Contexts for Systemic Design," *FORMakademisk*, vol. 6, no. 1, jan. 2013.[Internett] Hentet fra: <https://doi.org/10.7577/formakademisk.633>
- [4] T. Nordbø, *Introduksjon til interaksjonsdesign*. Oslo: Universitetsforlaget, 2017.
- [5] D. Saffer, *Designing for Interaction*. Berkeley, California: New Riders, 2010.
- [6] Interaction Design Foundation, *User Experience (UX) Design*, 2018. Hentet fra: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ux-design>. Lastet ned: 04.05.2018.
- [7] "Design iteration brings powerful results. So, do it again designer!," *The Interaction Design Foundation*, 04.2018. [Internett]. Hentet fra: <https://www.interaction-design.org/literature/article/design-iteration-brings-powerful-results-so-do-it-again-designer>. Lastet ned: 04.05.2018.
- [8] T. Eriksson, «Being native–distance, closeness and doing auto/self-ethnography,» *ArtMonitor*, vol. 2010, 2010.
- [9] B. Hanington & B. Martin, *Universal Methods of Design*, Beverly, Massachusetts: Rockport Publishers, 2012.
- [10] E. Toftøy-Andersen & J. G. Wold, *Praktisk brukertesting*. Oslo: Cappelen Damm akademisk, 2011.
- [11] Shell Global, *Shell Scenarios*, 2018. Hentet fra: <https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios.html>. Lastet ned: 04.05.2018.
- [12] J. Butler, K. Holden & W. Lidwell, *Universal Principles of Design*, Beverly, Massachusetts: Rockport Publishers, 2010.
- [13] Maritime and Coastguard Agency. *International Code of Safety for High-Speed Craft (2000), 2008 Edition*. (2008).
- [14] B. Bray & M. Zeller, *What is mixed reality?*, 2018. Hentet fra: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/mixed-reality>. Lastet ned: 05.05.2018.

- [15] T. Stensvold, *Skal være klar til bruk i 2020: I dag startet testingen av verdens første autonome containerskip*, 28. september 2017. [Internett]. Hentet fra: <https://www.tu.no/artikler/skal-vaere-klar-til-bruk-i-2020-na-testes-verdens-forste-autonome-containerskip/408426>. Lastet ned: 07.04.2018.
- [16] M. Rouse, *Definition: AI (artificial intelligence)*, 2016. Hentet fra: <https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/AI-Artificial-Intelligence>. Lastet ned: 05.05.2018.
- [17] M. R. Endsley, B. Bolté, and D. G. Jones, *Designing for situation awareness: an approach to user-centered design*. London: Taylor & Francis, 2003.
- [18] M. R. Grech, T. Horberry, and A. Smith, "Human Error in Maritime Operations: Analyses of Accident Reports Using the Leximancer Tool," *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 46, nr. 19, pp. 1718–1721, sep. 2002.
- [19] Air Univeristy, United States Airforce, "Situation Awareness and Decision Making in a Warning Environmen," fra *Advanced Warning Operations Course*. [Forelesning tilgjengelig på internett] Hentet fra: http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/noaa/anti_situation_awareness.pdf
- [20] Adm. kaptein på MS «Tjelden», "Navigasjonsrutiner/kommunikasjon på bro", 04.05.2018. [E-post]
- [21] O. S. Hareide, F. V. Mjelde, O. Glomsvoll, & R. Ostnes, «Developing a High-Speed Craft Route Monitor Window», *Augmented Cognition. Enhancing Cognition and Behavior in Complex Human Environments Lecture Notes in Computer Science*, pp. 461–473, 2017.
- [22] F. Lied, «Radar,» i *Store norske leksikon*, 2018. [Internett]. Hentet fra: <https://snl.no/radar>. Lastet ned: 01.05.2018.
- [23] *Forskrift om bygging, utrustning og drift av hurtiggående fartøy som anvendes som passasjerskip eller lasteskip*, 1998. [Internett]. Hentet fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1998-01-05-6>
- [24] Kartverket, *5.1 Electronic Chart Display og Information System (ECDIS)*, s.a. Hentet fra: <https://kartverket.no/efs/dette-ma-du-vite-om-efs/5-Elektroniske-sjokart/51-Electronic-Chart-Display-og-Information-System-ECDIS/>. Lastet ned: 02.05.2018.
- [25] S. Bhattacharjee, *What is Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)?*, 2017. Hentet fra: <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/what-is-electronic-chart->

display-and-information-system-ecdis/. Lastet ned: 02.05.2018.

[26] B. Forssell, «AIS,» i Store norske leksikon, 2011. [Internett]. Hentet fra: <https://snl.no/AIS>. Lastet ned: 02.05.2018.

[27] O. S. Hareide & R. Ostnes, «Maritime Usability Study by Analysing Eye Tracking Data», *Journal of Navigation*, vol. 70, no. 05, pp. 927–943, 2017.

[28] Statens Havarikommisjon for Transport, *Om Oss*, s.a. [Internett]. Hentet fra: <https://www.aibn.no/Om-oss>. Lastet ned: 20.02.2018.

[29] P. B. Ladkin, «The Why-Because Analysis Homepage», *AG RVS - The Why-Because Analysis Homepage*, 2012. [Internett]. Hentet fra: <http://www.rvs.uni-bielefeld.de/research/WBA/>. Lastet ned: 07.04.2018.

[30] NOU 2000: 31, «Hurtigbåten MS Sleipners forlis 26. november 1999,» Justis- og politidepartementet, Oslo, 2000. [Internett] Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2000-31/id143395/>

[31] Statens havarikommisjon for transport, «Rapport Sjø 2009/02,» Statens havarikommisjon for transport, Lillestrøm, 2009. [Internett] Hentet fra: <https://www.aibn.no/Sjofart/Avgitte-rapporter/2009-02>

[32] Statens havarikommisjon for transport, «Rapport Sjø 2010/06,» Statens havarikommisjon for transport, Lillestrøm, 2009. [Internett] Hentet fra: <https://www.aibn.no/Sjofart/Avgitte-rapporter/2010-06>

[33] Statens havarikommisjon for transport, «Rapport Sjø 2012/09,» Statens havarikommisjon for transport, Lillestrøm, 2009. [Internett] Hentet fra: <https://www.aibn.no/Sjofart/Rapporter/2012-09>

[34] Statens havarikommisjon for transport, «Rapport Sjø 2017/05,» Statens havarikommisjon for transport, Lillestrøm, 2009. [Internett] Hentet fra: <https://www.aibn.no/Sjofart/Avgitte-rapporter/2017-05>

[35] Statens Jernbanetilsyn, *Hva skjer om en lokfører bryter fartsgrensen?*, 2016. Hentet fra: <https://www.sjt.no/jernbane/veiledning/sporsmal-og-svar/hva-skjer-om-en-lokforer-bryter-fartsgrensen/>. Lastet ned: 10.05.2018.

[36] K. Mizokami, «*The F-35's \$400,000 Third-Generation «Magic» Helmet Is Here*», 2016. Hentet fra: <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/news/a19764/the-f-35s-third-generation-magic-helmet-is-here/>. Lastet ned: 10.05.2018.

- [37] B. Dunbar, «Technology Readiness Leve», NASA, 2012. [Internett]. Hentet fra: https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html. Lastet ned: 10.04.2018.
- [38] Microsoft, *A new way to see your world*, s.a. [Internett]. Hentet fra: <https://www.aibn.no/Om-oss>. Lastet ned: 10.05.2018.
- [39] K. Olafsson, «Lidar,» i Store norske leksikon, 2018. [Internett]. Hentet fra: <https://snl.no/lidar>. Lastet ned: 10.05.2018.
- [40] N. Mokey, «A self-driving car in every driveway? Solid-state lidar is the key», 2018. Hentet fra: <https://www.digitaltrends.com/cars/solid-state-lidar-for-self-driving-cars/>. Lastet ned: 10.05.2018.
- [41] Omega, *What is thermography and how thermography camera works?*, s.a. [Internett]. Hentet fra: <https://www.omega.co.uk/literature/transactions/volume1/linescan1.html>. Lastet ned 10.05.2018.

GRAFIKK

Bilder og grafikk som ikke er referert til i denne listen er selvprodusert.

Figur 1:

Basert på illustrasjoner fra Microsoft Dev Center [14]. Bildene er hentet fra følgende kilder:

Heads-Up Display (HUD) for jagerfly:
<https://i.ytimg.com/vi/Ay6g66FbkmQ/maxresdefault.jpg>

Pokémon Go:
<https://pokemongolive.com/img/homepage/vid-still.jpg>

Minecraft HoloLens:
<https://cdn.uploadvr.com/wp-content/uploads/2016/05/hololens-minecraft-spatial-mapping.jpg>

VR-headset:
https://leieting.s3.amazonaws.com/images/listing_images/images/271980/original/maxresdefault.jpg?1491508284

Virtuelle omgivelser:
https://brdg.co/wp-content/uploads/2016/08/beats_coachella14.jpg

Figur 2:

Hentet fra: <https://static.techspot.com/images2/news/bigimage/2017/11/2017-11-22-image-34.jpg>

Figur 3:

Hentet fra: <https://img.gfx.no/1661/1661393/1200039951.jpg>

Figur 4:

Hentet fra: <https://www.plisson.com/fr/l-abeille-bourbon-remorqueur-de-haute-mer.html#.WtjqKS8rMjY>

Figur 5:

Hentet fra: <https://www.ytrehvaler.no/Documents/Ytre%20Hvaler%20nasjonalpark/Bilder-YH/Sorterte%20bilder%20-%20mangler%20gode%20navn%20og%20fil%20informasjon/Ulykker%20og%20beredskap/Containerskipet%20%20Godafoss%20på%20grunn%20ved%20Kvernskjær%20i%20Ytre%20Hvaler-%20i%20bruk.jpg>

Figur 6:

Oversettelse av Figur 3.1 i boken «*Designing for situation awareness: an approach to user-centered design*» (litteraturreferanse [17]).

Figur 7:

Hentet fra Fig. 1 i artikkelen «*Developing a High-Speed Craft Route Monitor Window*» (litteraturreferanse [21]).

Figur 8:

Hentet fra Fig. 4 i artikkelen «*Developing a High-Speed Craft Route Monitor*» (litteraturreferanse [21]).

Figur 9:

Hentet fra Figure 7 i artikkelen «*Maritime Usability Study by Analysing Eye Tracking Data*» (litteraturreferanse [27]).

Figur 10:

Hentet fra Figure 5 i artikkelen «*Maritime Usability Study by Analysing Eye Tracking Data*» (litteraturreferanse [27]).

Figur 11:

Hentet fra Figure 4 i artikkelen «*Maritime Usability Study by Analysing Eye Tracking Data*» (litteraturreferanse [27]).

Figur 12:

Hentet fra: <https://www.windpowerengineering.com/wp-content/uploads/2016/05/Totaro-1-TRL-1-to-9.jpg>

Figur 13:

Hentet fra: <https://static.techspot.com/images2/news/bigimage/2017/11/2017-11-22-image-34.jpg>

Figur 14:

Hentet fra: [https://i.amz.mshcdn.com/U_X-Orex4Q0v11arbwKpqClvcOQ=/950x534/filters:quality\(90\)/https%3A%2F%2Fblueprint-api-production.s3.amazonaws.com%2Fuploads%2Fcard%2Fimage%2F692363%2F992200ef-627b-4e13-96d6-e9c732f9e57f.jpg](https://i.amz.mshcdn.com/U_X-Orex4Q0v11arbwKpqClvcOQ=/950x534/filters:quality(90)/https%3A%2F%2Fblueprint-api-production.s3.amazonaws.com%2Fuploads%2Fcard%2Fimage%2F692363%2F992200ef-627b-4e13-96d6-e9c732f9e57f.jpg)

Figur 15:

Hentet fra: <https://icdn2.digitaltrends.com/image/lidar-scan.jpg>

Figur 16:

Hentet fra: <https://i.ytimg.com/vi/lh89XxJplf4/maxresdefault.jpg>

Figur 17:

Hentet fra materiale tilsendt fra masterstudent ved AHO og deltaker i prosjekt ved *Ocean Industries Concept Lab*, Chris Pearsell-Ross.

Figur 18:

Hentet fra materiale tilsendt fra masterstudent ved AHO og deltaker i prosjekt ved *Ocean Industries Concept Lab*, Chris Pearsell-Ross.

