

Sammendrag

Denne masteroppgaven undersøker hvordan standardisering og utforming av brukergrensesnitt påvirker situasjonsbevissthet og ferdighetsutvikling hos norske navigatører med søkelys på radardisplay og alarmhåndtering.

Med utgangspunkt i maritime standarder, som MSC.1/Circ.1609 belyses utfordringer ved inkonsistent design på tvers av navigasjonssystemer. Ved å bruke teori om situasjonsbevissthet, sensemaking, mentale modeller og læringsteori, analyseres det hvordan operatører navigerer i komplekse informasjonssystemer og hvorvidt de støtter en sikker og effektiv bruk i tråd med retningslinjene.

Studien benytter et mixed-method design som kombinerer kvantitativ behandling av spørreundersøkellesdata med kvalitativ analyse av brukergrensesnitt, tekniske manualer, dybdeintervjuer med Ekspert og studenttekster.

Resultatene viser at navigatørene i stor grad opplever kjernefunksjoner som tilgjengelige og gjenkjennelige på alle tre systemer, og at symboler og terminologi er noenlunde konsistente på tvers av radarene. Analysene viser at operative radarsystemer i stor grad følger den nye normalen, mens utdanningsradaren faller klart utenfor.

Studien konkluderer med at standardiseringsarbeidet i forhold til retningslinjene er på riktig spor, men at det fortsatt er noe avstand mellom regelverkets intensjon og det som faktisk finnes på navigasjonsbroen. Utdanningsradaren fremstår som et kompromiss fra en tidligere generasjon, mens de operative systemene er tettere på den nye normalen.

Avslutningsvis drøftes praktiske implikasjoner for fremtidig systemdesign. Studien foreslår konkrete områder for videre standardisering av navigasjonsutstyr for å sikre bedre gjenkjenning og redusert kognitiv belastning for navigatører. Samtidig som det kommer forslag til utdanningsinstitusjoner for økt relevans for studentene.

Abstract

This master's thesis examines how standardisation and user interface design affect situation awareness and skill development among Norwegian navigators, with a focus on radar displays and alarm management.

Drawing on maritime standards, including MSC.1/Circ.1609, the study addresses the challenges posed by inconsistent design across navigation systems. Using theories of situation awareness, sensemaking, mental models and skill development, the thesis analyses how operators navigate complex information systems and whether these systems support safe and efficient use in accordance with the guidelines.

The study employs a mixed-method design, combining quantitative analysis of survey data with qualitative analysis of user interfaces, technical manuals, in-depth expert interviews and student texts.

The results show that navigators largely experience core functions as accessible and recognisable across all three systems, and that symbols and terminology are reasonably consistent across the radars. The analyses indicate that operational radar systems largely conform to the new standard, while the training radar falls clearly outside it.

The study concludes that standardisation efforts are on the right track, but that a gap remains between the intention of the guidelines and what is found on the navigation bridge. The training radar represents a compromise from an earlier generation, while the operational systems are closer to the new normal.

Finally, practical implications for future system design are discussed. The study proposes specific areas for further standardisation of navigation equipment to ensure better recognition and reduced cognitive load for navigators, alongside recommendations for educational institutions to increase relevance for students.

Forord

En navigator vet at ruteplanen bare er et utgangspunkt og seilasen vil ofte avvike fra det som er planlagt. Mange seilaser strekker seg ut i tid, krever justeringer underveis og man er alltid avhengig av godt mannskap for å kunne gjennomføre seilasen trygt og sikkert. Denne masteroppgaven har vært en seilas gjennom både åpent og urent farvann med mange grunner og skjær som kunne ha forårsaket totalhavari.

Heidi og Nora, dere har holdt kursen hjemme mens jeg har hatt blikket i radarskjermen. Takk for tålmodigheten og forståelsen for min masterseilas. Takk til vår firbente Teddy, som trofast har holdt vakt fra sofaen uansett hva som har foregått.

Til min veileder Ellen Ekse: du har vært en stødig los i dette prosjektet. Din ukuelige optimisme og høyst nødvendige kurskorrigeringer underveis har holdt meg i noenlunde i rett retning når avdriften har vært stor.

En takk går også til instituttleder Hans Petter, hvis velvilje og tålmodighet har gitt meg det åpne farvannet jeg trengte for å fullføre.

Særlig oppmerksomhet går til kolleger på gangen som har bidratt med kunnskap, refleksjon og medvind, tusen takk! Med god bær og godt mannskap kom jeg meg trygt til kai.

Ålesund, mai 2026

Arnt Norleif Myrheim-Holm

Innhold

Sammendrag.....	i
Abstract	ii
Forord.....	iii
Innhold	iv
Figurliste.....	vi
Tabellliste.....	vi
Bildeliste.....	vi
Forkortelser	vii
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	3
1.2 Problemstilling	5
1.3 Avgrensning	6
1.4 Relevans	7
1.5 Struktur.....	7
2 Teoretisk grunnlag.....	8
2.1 Situasjonsbevissthet	12
2.2 Mentale modeller og gjenkjenning på tvers av systemer	15
2.3 Sensmaking	16
2.4 Ferdighetsutvikling.....	18
3 Metode.....	20
3.1 Avklaring av egen forforståelse	20
3.2 Et blandet metodedesign	21
3.3 Utvalg.....	22
3.4 Datainnsamling.....	22
3.4.1 Dokumenter og manualer	22

3.4.2 Spørreundersøkelser (Ekspert - kompetent utøver).....	24
3.4.3 Semi-strukturerte intervjuer	26
3.4.4 Studentperspektiv (Nybegynner).....	27
3.5 Analyseprosess	28
3.5.1 UI analyse.....	28
3.5.2 Dokumentanalyse	29
3.5.3 Kvantitativ analyse.....	30
3.5.4 Tematisk analyse	30
3.6 Ethiske refleksjoner.....	32
3.7 Validitet og reliabilitet	32
3.8 Metodekritikk	33
4 Studiens kontekst.....	35
5 Resultater og funn	39
5.1 UI, design og alarmer	40
5.1.1 UI analyse.....	40
5.1.2 Design og layout.....	48
5.1.3 Alarmhåndtering og presets	49
5.2 Perspektiver	52
5.2.1 Studentoppgaver (nybegynnere)	52
5.2.2 Spørreundersøkelser (Ekspert og Kompetente utøvere)	55
5.2.3 Dybdeintervjuer (Ekspert).....	60
5.2.4 Sammensatt bilde	63
6 Drøfting	64
6.1 F1: Opplevelse.....	64
6.2 F2: Forskjell	68
6.3 F3: Konsekvens	72
7 Konklusjoner	75

7.1 Praktiske implikasjoner	76
7.2 Videre arbeider	76
Referanser.....	78
Vedlegg er lastet opp separat til Inspira	82
1. Samtykkeskjema.....	82
2. Intervjuguider	82
3. Studentoppgave	82
4. KI deklarasjon	82
5. Spørreundersøkelse	82

Figurliste

Figur 1 Endsleys tre-nivå modell for situasjonsbevissthet (Hareide,2019).	12
Figur 2 Furuno display utvikling Kilde:Furuno operatør manualer	37

Tabellliste

Tabell 1 Dreyfus & Dreyfus modell for ferdighetsutvikling.....	18
Tabell 2 Primært operativt radarsystem blandt respondentene	24
Tabell 3 Likertskala for prinsipp oppfyllelse	29
Tabell 4 Prinsipp vurdering.....	47
Tabell 5 Funn fra studengrupper (17 grupper,55 studenter)	53
Tabell 6 Sammenstilling av hovedfunn.....	56

Bildeliste

Illustrasjonsbilde 1. Racal Decca 1983 Kilde: Gemel SSB VHF Sales&Services	35
Illustrasjonsbilde 2. Racal Decca 1983 Kilde: Polytechnic University of Madrid	35
Illustrasjonsbilde 3 forskjellige radarprodusenter Kilde: (Weintrit A., 2025)	36

Forkortelser

Forkortelse	Forklaring
AIS	Automatic Identification System
ARPA	Automatic Radar Plotting Aid
BAM	Bridge Alert Management
COG	Course Over Ground
COCOM	Contextual Control Model
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
EBL	Electronic Bearing Line
GMDSS	Global Maritime Distress and Safety System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
HF	Human Factors
HMI	Human-Machine Interface
IBS	Integrated Bridge System
IEC	International Electrotechnical Commission
IMO	International Maritime Organization
INS	Integrated Navigation System
ISO	International Organization for Standardization
LRIT	Long Range Identification and Tracking
MAIB	Marine Accident Investigation Branch
MOB	Man Over Board
MSC	Maritime Safety Committee

Forkortelse	Forklaring
MSC.1/Circ.1609	IMO-rundskriv om retningslinjer for brukergrensesnitt på navigasjonssystemer
NAVTEX	Navigational Telex
NES	Navigation and Electronic Systems
NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
SA	Situation Awareness (situasjonsbevissthet)
SOLAS	Safety of Life at Sea
SOG	Speed Over Ground
SSAS	Ship Security Alert System
STCW	Standards of Training, Certification and Watchkeeping
UI	User Interface (brukergrensesnitt)
UCD	User-Centred Design
VDR	Voyage Data Recorder
VHF	Very High Frequency
VRM	Variable Range Marker
WMU	World Maritime University

1 Innledning

En moderne skipsbro har et stort antall skjermer som presenterer informasjon og data på forskjellige vis. På navigasjonssiden alene finner man blant annet radar med automatisk radarplotting (ARPA), elektroniske kart (ECDIS), automatisk identifikasjonssystem (AIS), satellittnavigasjon (GNSS), langdistanseidentifikasjon og sporing (LRIT), globalt nød- og sikkerhetskommunikasjonssystem (GMDSS), mottak av navigasjonsvarsler og værmeldinger (NAVTEX), skipsikkerhetsvarsling (SSAS), ferdsskriver (VDR) og vaktalarm for bropersonell (BNWAS) gjerne satt sammen i integrerte brosystemer (IBS) og integrerte navigasjonssystemer (INS). I tillegg kommer systemer både med egne skjermer og integrert i brosystemene (IBS) for maskinovervåking, lastekontroll, ballastsystemer, branndeteksjon, manøver og thrusterkontroll og conning. (Kystverket, 2021). Bak hvert system sitter en produsent som i stor grad har bestemt selv hvordan det skal se ut og betjenes. Navigatøren skal kunne beherske dem alle, ofte under press på et fartøy med systemer kan være ganske ukjent. Alle navigasjonssystemene skal bidra til å sikre effektiv informasjonsflyt samt sikker navigasjon og kommunikasjon. IMO har definert disse teknologiene i begrepet «e-navigasjon» gjennom sirkulæret MSC/85/26/add.1:

«The harmonized collection, integration, exchange, presentation and analysis of marine information on board and ashore by electronic means to enhance berth to berth navigation and related services for safety and security at sea and protection of the marine environment.» (IMO, 2008)

Det er allment kjent at radar har vært et av de viktigste navigasjonshjelpemidlene for skipsfarten i mange tiår. Radar har gått fra å være et sporadisk brukt hjelpemiddel kun tatt i bruk under uvanlige og vanskelige navigasjonsforhold, til å være sentralt og alltid tilgjengelig verktøy på vakthavende navigatør sine konsoller. På åpent hav, i trafikkerte kystområder eller i trange og krevende farvann som langs norskekysten har dette vært et uunnværlig hjelpemiddel for å føre skip trygt og sikkert fra a til b.

Teknologien ble først utviklet og tatt i bruk militært under andre verdenskrig, før den gradvis fikk innpass i sivil skipsfart fra midten av 1950-tallet. (Kjerstad, 2026, ss. 2-2,2-3) Siden den gang har radarutstyr gjennomgått en betydelig utvikling fra enkle elektromekaniske installasjoner med analoge skjermer til dagens digitale og integrerte brosystemer med komplekse brukergrensesnitt (UI). Det har i stor grad vært opptil hver enkelt produsent å bestemme hvordan layout og design av radarskjermen skulle være. (Weintrit A., 2019) (IMO, 2019).

Produsentene av de forskjellige navigasjonssystemene utviklet etter hvert mye «dialekt» i måten systemene presenterte informasjon og data på. Navigatører som bytter fartøy, må ofte bruke tid på å lete etter de samme funksjonene på nytt. Flere rapporter har pekt på at dårlig design og manglende standardisering har vært medvirkende faktorer til en økende mengde alvorlige ulykker og uønskede hendelser.

IMO ønsket å rydde opp i dette ved å legge føringer for hvordan sentrale funksjoner, symboler og alarmer skal se ut og være plassert på tvers av systemer. På bakgrunn av MSC.85/26/1 i 2008 og påfølgende arbeider vedtok derfor IMO i juni 2019 retningslinjer for standardisering av design og layout av navigasjonsutstyr. Dette ble til (IMO, 2019) også kalt «the S-mode guidelines» (Vu V. D., 2022, s. 1). MSC.1609 gjelder for radardisplay, ECDIS og integrerte navigasjonssystemer installert etter 1. januar 2024 og øvrige navigasjonsdisplay etter 1. juli 2025.

Innføringen av MSC.1609 innebærer at utformingen av radardisplay ikke lenger er overlatt helt til produsentene. Regelverket stiller nå tydelige krav til standardisering, tilgjengelighet og ivaretagelse av human factor prinsipper, noe som krever at fokuset for produsentene rettes mer mot en brukersentrert utforming (UCD)

1.1 Bakgrunn

Svakheter i design av navigasjonssystemer har som nevnt i innledningen gjentatte ganger vært en medvirkende faktor i alvorlige sjøulykker., (Alan, 2020, s. 1573) gikk gjennom 214 grunnstøtinger fra databasen til Marine Accident Investigation Branch (MAIB) Storbritannias statlige havarikommisjon.

MAIB registrer og analyserer systematisk sjøulykker i britiske farvann. I perioden 2006-2012 og fant de at 82% var relatert til menneskelige faktorer. Nesten halvparten (48%) kunne knyttes direkte til personlige faktorer som situasjonsbevissthet, kompetanse og oppmerksomhet. Det meste skjedde under fine forhold. 78% var ved god sikt, 50% i mørket og 43% og innaskjærs i beskyttede farvann (Alan, 2020, s. 1571) Med andre ord er det ikke været som er problemet, men hvordan navigatøren jobber med systemene i helt vanlige situasjoner. De viser også at nesten 79% av grunnstøtingene var relatert til rutiner og prosedyrer på bro «Bridge Procedures», hvorav 36% dårlig planlegging og overvåking av kurs, og 22% gjaldt dårlige beslutninger. (Alan, 2020, s. 1572) Dette understreker viktigheten av å studere hvordan standardisering og UI design påvirker navigatørers mulighet til å opprettholde oversikt og «situasjonsbevissthet» (Hareide, 2019).

I senere tid har UK MAIB undersøkt flere slike hendelser og hvor for eksempel hendelsene med *Ovit* (24/2014) og *Muros* (22/2017) er typiske for feil i forståelse og håndtering av navigasjonsutstyr, da særlig radar og Elektronisk kart og Informasjonssystem (ECDIS) førte til grunnstøtinger. Dette viser hvordan mangelfull opplæring, begrenset bruk av tilgjengelige funksjoner og mangel på standardisering kan føre til uønskede hendelser, selv om navigasjonssystemene formelt tilfredsstiller kravene. (Vu V. D., 2022, s. 13) peker på at bro- og navigasjonssystemer fra ulike produsenter ofte skiller seg markant fra hverandre i både struktur, design og terminologi.

Denne oppgaven springer ut av egne erfaringer som navigatør og underviser hvor erfaringer som utdypes i metodekapittelets redegjørelse for for forståelse. Regelverket som regulerer design av navigasjonshjelpemidler har utviklet seg gradvis. SOLAS kapittel V, regel 15 stiller overordnede krav til navigasjonsbro-utforming og krever at hjelpemidler skal være enkle å bruke, fungere godt sammen og ikke hindre navigatøren i å holde forsvarlig utkikk. MSC.191(79) fra 2004 satte krav til hvordan informasjon fra radar, AIS og sensorer skal vises lesbare, entydig og konsistent. I tiårene som fulgte endret teknologien seg langt raskere enn standardene. Integrerte brosystemer, berøringsskjermer og multifunksjonsdisplayer ble vanlig uten at det fantes felles retningslinjer for design. MSC.1609, utgitt av IMO i 2019 og gjeldende for nyprodusert utstyr fra juni 2024, kom som svar på dette gapet.

For blivende navigatører betyr dette at opplæringen under utdanningen ikke alltid lar seg overføre direkte til operativ tjeneste. (Weinrit A. , 2019) påpeker at graden av overføring ikke bestemmes av teknisk likhet mellom treningssystem og operativt utstyr, men av instruksjonelt design. Overgangen kan dermed bli bratt, ikke fordi nybegynneren mangler radarforståelse, men fordi radarsystemene ikke er designet for gjenkjenning på tvers av produsentene.

Dette understreker behovet for større grad av standardisering, slik som intensjonene i MSC.1609 legger opp til. Retningslinjene fra IMO gjelder for nytt utstyr fra juni 2024 og det er derfor viktig å undersøke hvordan radardisplay faktisk oppleves av brukerne ombord fram til nå, og hvordan standardiseringsarbeidet gir utslag i praktisk bruk om bord. Hensikten med oppgaven er å belyse hva som skjer i gapet mellom utdanning og operativ virkelighet samt hva MSC.1609 egentlig betyr sett fra navigatørens perspektiv på skipets navigasjonsbro.

1.2 Problemstilling

I hvilken grad støtter moderne radardisplay en sikker og effektiv bruk i tråd med prinsippene i MSC.1609, sammenlignet med radardisplay brukt i utdanningen til navigatør?

Studien belyses gjennom tre forskningsspørsmål:

F1: Opplevelse: I hvilken grad opplever navigatører at moderne radarsystemer støtter MSC.1609 prinsippene for tilgjengelighet, konsistens og situasjonsbevissthet?

F2: Forskjell: Hvordan skiller UI i Polaris, K-Bridge Radar og Furuno FAR serien seg fra hverandre når det gjelder implementering av disse prinsippene?

F3: Konsekvens: Hvilke konsekvenser har forskjellene mellom utdanningsradar Polaris og operative radarsystemer som K-Bridge, Furuno FAR for overgangen fra opplæring til operativ bruk?

For å besvare disse spørsmålene undersøker studien tre konkrete radarsystemer; Kongsberg Polaris utdanningsradar, Kongsberg K-Bridge Radar 8.2 og Furuno FAR-2xx8, gjennom dokumentanalyse av manualer og UI, en spørreundersøkelse blant navigatører med ulik erfaring, og dybdeintervjuer med Ekspertene.

1.3 Avgrensning

Studien avgrenses til UI på radarskjermen. Det vil si hvordan radarbildet, informasjonen rundt det og funksjonene presenteres og betjenes. Andre systemer som ECDIS, Conning, AIS og kommunikasjonssystemer o.a. inngår ikke i analysen, men omtales der de påvirker hvordan radaren brukes i praksis.

Videre avgrenses studien til kun å inkludere norske navigatører og norske studenter som er brukere av de tre systemene inkludert i studien: Kongsberg Polaris SO-0681-D (Polaris), Kongsberg K-Bridge 8.2 (K-Bridge) og Furuno FAR-2xx8 (Furuno). Polaris er utdanningsradar ved de fleste maritime utdanningsinstitusjoner i Norge mens K-Bridge og Furuno er begge utbredt på norske skip og representerer systemer man møter i ordinær drift. Sperry Vision Master er representert blant informantenes operative erfaringer, men er ikke inkludert i UI analysen. Et bredere systemutvalg ville vært naturlig i en utvidet studie.

Polaris dominerer norsk maritim simulatorutdanning og er primærradaren ved fire av fem nautikkbachelor og ved fagskolene, både på PC-baserte skrivebords simulatorer (desktop simulatorer) og i fullskala skipsbrosimulator (full mission simulator) med fysiske brokonsoller. K-Bridge Radar finnes som supplement i full mission simulatorene ved enkelte institusjoner (kjent via personlig kommunikasjon med representanter fra norske maritime utdanningsinstitusjoner, april 2026). Dette er bakgrunnen for at Polaris er valgt som referansepunkt for utdanningsradaren i denne studien.

1.4 Relevans

Studien kan være nyttige for utdanningsinstitusjoner som bruker simulatorer, for leverandører som utvikler radardisplay og for rederier og myndigheter som ønsker innsikt i hvor standardiseringen fungerer godt, og hvor det fortsatt finnes utfordringer.

1.5 Struktur

I kapittel 2 går jeg videre inn på det teoretiske grunnlaget, med vekt på human factors, relevant regelverk og forskning. Kapittel 3 Metode, gir en gjennomgang av den tekniske og regelverksmessige rammen for studien. Videre beskrives metodevalg, datagrunnlag og de viktigste begrensningene i studien. Deretter følger kapittel 4, som presenterer studiens kontekst med radar design historikk, sentrale elementer fra IMO e-Navigation, MSC.1609 og en kort introduksjon til de tre radarsystemene som inngår i analysen. I kapittel 5 presenteres funnene fra spørreundersøkelsene, intervjuene og UI analysen som er organisert i fem hovedkategorier. I kapittel 6 drøftes resultatene i lys av teori og gjeldende standarder, før kapittel 7 avslutter oppgaven med konklusjoner, praktiske implikasjoner og forslag til videre arbeid.

2 Teoretisk grunnlag

Teorigrunnlaget i denne studien bygger på disse tre hovedområdene, hvor det første omfatter human factors, ergonomi og brukersentrert design slik dette beskrives i den HF-litteraturen som ligger til grunn for IMO sitt arbeide med MSC.1609.

Det andre området er regelverk og standarder som regulerer navigasjonshjelpemidler inkludert radardisplay, blant annet ISO 9241-210, IEC 62288, MSC.1609, MSC.191(79), og SOLAS kapittel V, regel 15. ISO 9241-210 beskriver prinsipper og prosesser for menneskeorientert design av interaktive systemer. Hovedtanken er at systemet skal tilpasses brukeren, ikke omvendt. Brukerens behov, erfaring og arbeidssituasjon skal ligge til grunn gjennom hele designprosessen. Standarden er ikke maritim, men prinsippene er hentet direkte inn i MSC.1609. Flere av de sju prinsippene i MSC.1609 har sitt faglige utspring herfra. ISO 9241-210 nevnes derfor som bakteppe for analysen, men er ikke brukt som selvstendig analyseramme i denne oppgaven. IEC 62288 er den tekniske standarden som sier hvordan navigasjonsinformasjon skal presenteres på ett navigasjons hjelpemiddels skjerm. Dette går på fargebruk, symboler, skriftstørrelse og alarmhåndtering. Standarden brukes av produsenter for å dokumentere at systemene også møter IMOs krav. I denne oppgaven er IEC 62288 brukt som referanse i UI-analysen, men de tekniske kravene er ikke på noe vis vurdert eller testet.

Det er prinsippene i MSC.1609 som danner selve rammen for analysen. Retningslinjene i MSC.1609 er bygget opp rundt sju prinsipper. I denne oppgaven brukes de som analyseramme for de tre radarene. Prinsippene er retningsgivende, ikke tekniske krav med målbare terskler. De målbare kravene håndteres i IEC 62288. For å bruke dem som analyseramme er det nødvendig å konkretisere hva hvert prinsipp faktisk betyr i operativ bruk på navigasjonsbroen.

Prinsippene i MSC.1609 er som følger:

1.Konsistens: Samme terminologi, symboler og layout på tvers av funksjoner. Navigatøren skal ikke møte nye konvensjoner for hvert skjermbilde. Dette gjelder terminologi, standardiserte symboler, logisk gruppering og forutsigbar plassering av data. MSC.1609 krever at systemet bruker samme logikk, samme farger og samme begreper uansett hvor i UI navigatøren befinner seg. Konsistens reduserer kognitiv belastning: når terminologi, farger og plassering varierer, må navigatøren bruke tid på å tolke systemet i stedet for å forstå situasjonen.

2.Gjenkjenning fremfor hukommelse: Tilstand og alternativer skal være synlige, navigatøren skal ikke måtte huske hva som er aktivt. Aktive funksjoner og systemtilstand skal være avlesbare direkte fra skjermen. Plassering, farge og form er kognitive ledetråder, ikke til pynt. Når navigatøren må huske systemstatus i stedet for å lese den direkte, øker kognitiv belastning og på en navigasjonsbro i pressede situasjoner er det en sikkerhetsrisiko. MSC.1609 krever derfor at aktive funksjoner markeres tydelig, og at navigatøren slipper å lete i menyer for å sjekke status.

3.Hyppighet og viktighet: Det som brukes mest eller er mest kritisk skal være lettest å nå. Kontrollenes plassering skal speile hvordan systemet faktisk brukes. Range, gain, clutter, EBL/VRM og alarmer er kjernefunksjoner som brukes kontinuerlig og skal være tilgjengelige med ett eller to klikk, ikke flere menylag ned. Funksjoner som brukes sjeldnere kan ligge dypere. MSC.1609 krever at navigatørens arbeidsflyt styrer designet, ikke produsentens tekniske logikk da dette handler om effektivitet under operativt press.

4.Systemstatussynlighet Navigatøren skal til enhver tid kunne se hva systemet gjør og hvilken modus det er i uten å måtte klikke seg inn i undermenyer. At heading er hentet fra gyro 1 og ikke gyro 2, at radarantennen roterer som den skal, og at det ikke finnes ubesvarte alarmer, skal fremgå direkte av skjermbildet. MSC.1609 krever at systemstatus er kontinuerlig synlig: heading, speed, sensorkilder (gyro, logg, GPS), radarstatus, stabiliseringsmodus og aktive alarmer skal være lett avlesbare til enhver tid. Under operativt press er det kritisk å vite om dataene man ser faktisk er pålitelige.

5.Overensstemmelse med den virkelige verden Systemet skal bruke maritime begreper og logikk som navigatøren kjenner da det er systemet som skal tilpasse seg brukeren, ikke omvendt. Preset-navn som «harbor», «coastal» og «rough sea» er begreper navigatøren kjenner fra arbeidslogikken sin. Menyvalg med interne tekniske koder gjør det motsatte og krever at navigatøren tilpasser seg systemet. MSC.1609 krever at terminologi, menystruktur og betjeningslogikk stemmer med den mentale modellen navigatøren har bygget gjennom utdanning og operativ erfaring. Når systemet bruker ukjente begreper eller plasserer informasjon på måter som ikke samsvarer med maritime konvensjoner, øker kognitiv belastning og risiko for feil.

6.Feilforebygging: Designet skal gjøre det vanskelig å gjøre alvorlige feil under press, og varsle om konsekvenser før en handling er utført. Kategori A-alarmer (alarmer som krever umiddelbar aksjon) skal ikke kunne kvitteres uten at navigatøren har verifisert situasjonsbildet. Kritiske innstillinger skal kreve bekreftelse og det skal alltid være en enkel vei tilbake i menyer og prosesser. Navigasjonskritisk informasjon skal være synlig uansett hvor mange lag med informasjon som ligger oppå hverandre. Under operativt press skal systemet hindre at stress fører til feilhandlinger med alvorlige konsekvenser.

7.Hjelp og dokumentasjon: Støtte skal være tilgjengelig uten at navigatøren må forlate det operative bildet. Hjelpen skal være innebygd i systemet, oppgaveorientert og tilgjengelig direkte i brukergrensesnittet. Det skal ikke være nødvendig å måtte slå opp i papirmanualer eller forlate radarbildet i kritiske situasjoner. MSC.1609 nevner tooltip som eksempel på god praksis: ikonets funksjon vises automatisk når markøren plasseres over det. Sirkulæret nevner også interaktiv opplæring og videoer som muligheter. Effekten av slik støtte er størst for den som er ny på systemet og avtar med erfaring, slik Dreyfus-modellen beskriver.

Den tredje delen av studien består av nyere forskning på sensemaking, konsistent design og utfordringer knyttet til integrerte brosystemer (IBS), der særlig (Mallam & Nordby, 2021) og (Vu V. D., 2022, ss. 507-527) er viktige bidrag i denne studien. Vu sin doktorgrad om utviklingen av S-mode er spesielt relevant for designprinsipper, blant annet når det gjelder brukshyppighet, ikonbruk, gruppering og standardiserte default oppsett.

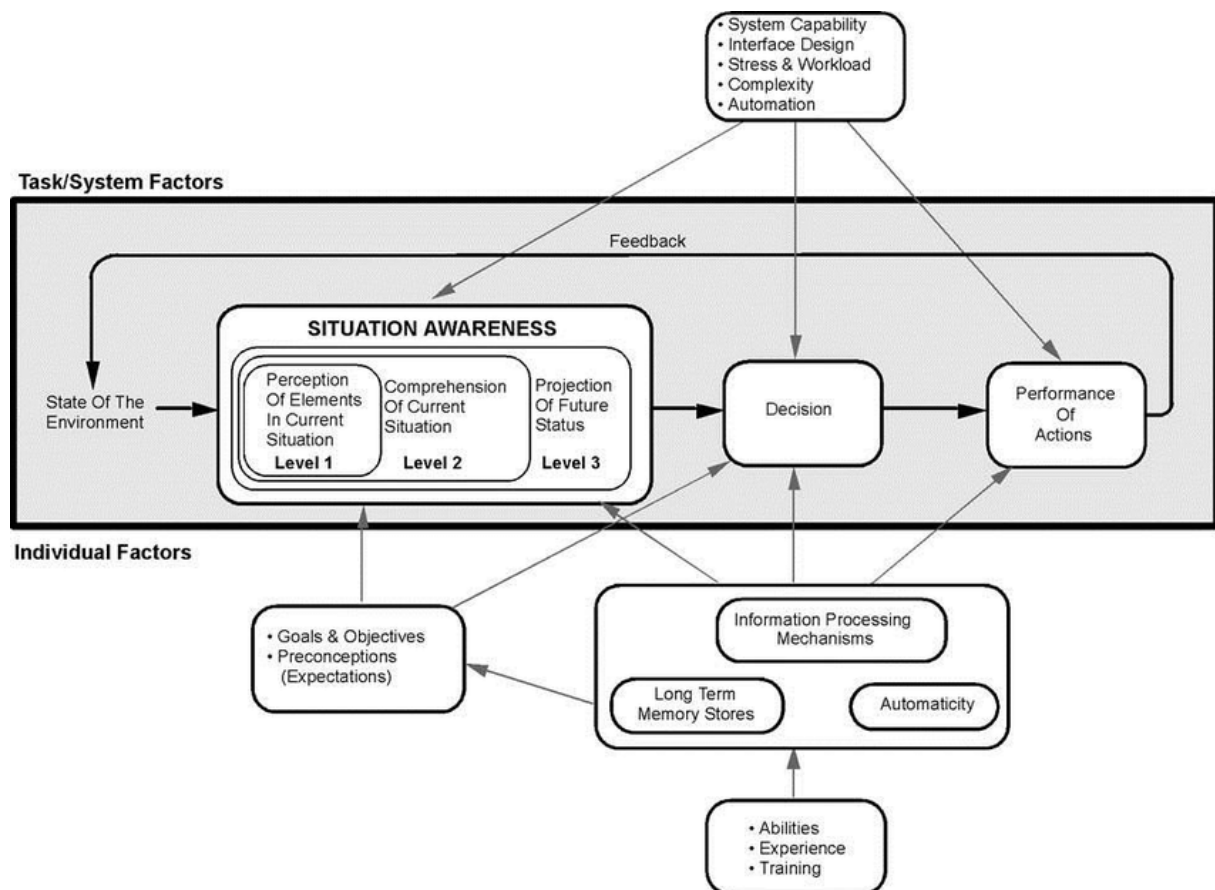
Kritikk av MSC.1609

(Zalewski, 2019) analyserer de konkrete vedleggene i Circ.1609 og identifiserer mulige selvmotsigende punkter. Retningslinjene standardiserer 204 ikoner og forkortelser med 82 hurtigtaster og sier derfor at det er «inconsistent with the aim of the guidelines to locate and understand important information quickly» (s. 842). Han konkluderer med at «some guidance in the S-Mode (MSC.1609) guidelines can be dubious and actually inconsistent with well-established seafarer's practice» (s. 845) Kritikken gjelder i hovedsak for ECDIS og Integrerte brosystemer men også for radarsystemer.

2.1 Situasjonsbevissthet

Situasjonsbevissthet er et sentralt begrep i denne studien fordi det brukes til å forklare hvorfor navigatører lykkes eller feiler i komplekse situasjoner. På norsk benyttes situasjonsbevissthet som samlebegrep for Situation Awareness (SA). Det er viktig å merke seg at situasjonsforståelse ikke er det samme som situasjonsbevissthet. Situasjonsforståelse er nivå 2 i Endsleys modell og handler spesifikt om navigatørens forståelse av elementenes operative betydning, mens situasjonsbevissthet dekker alle tre nivåene samlet (Hareide, 2019)

(Endsley, Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems, 1995) definerer situasjonsforståelse som oppfatningen av elementer i omgivelsene innenfor et gitt tids- og romsegment, forståelsen av deres betydning, og evnen til å forutse deres status i nær fremtid. Modellen består av tre nivåer: (1) persepsjon av relevante elementer, (2) forståelse av deres operative betydning og (3) evne til å forutse videre utvikling.



Figur 1 Endsleys tre-nivå modell for situasjonsbevissthet (Hareide, 2019).

De tre nivåene leder til beslutning og etterfølgende handling, underveis er det på alle nivå påvirkning av utenforliggende og individuelle faktorer. Navigatøren retolker situasjonen kontinuerlig. Selv om modellen har blitt kritisert, er svikt i SA identifisert som en sentral faktor i mange ulykker som tilskrives menneske relaterte handlinger med uønskede resultater (menneskelig feil) enten fordi navigatøren ikke oppfatter kritisk informasjon, misforstår situasjonen eller ikke klarer å forutse konsekvensene av egne handlinger og eller andre fartøys intensjon og handlinger.

I en navigasjonsbro sammenheng innebærer dette at radardisplay og andre navigasjonssystemer ikke bare skal vise informasjon, men aktivt støtte alle tre nivåene av SA: rask deteksjon av mål og farer (nivå 1), forståelse av trafikkbildet og risiko (nivå 2), og evne til å forutse utviklingen i tid og rom (nivå 3). Både MSC.1609 og nyere HF-litteratur understreker betydningen av konsistent layout, logisk gruppering av informasjon og gjennomtenkt alarmdesign for å redusere kognitiv belastning og styrke situasjonsbevissheten på broen. Flere studier av navigasjons og brosystemer peker på at «støy» i form av for mange alarmer, varsler og visuelle elementer svekker situasjonsbevissheten og bidrar til alarm fatigue.

I MSC.1609 fremheves det at formålet med retningslinjene er å styrke situasjonsbevissheten gjennom økt standardisering av UI og informasjon, og dermed bidra til trygg og effektiv navigasjon (MSC, 2019) Bakgrunnen er flere alvorlige hendelser der etterforskningen har pekt på manglende standardisering, feilkonfigurasjon og feil bruk av ECDIS og radar som medvirkende faktorer. (Ordonez & Benson III, 1997) beskriver dette som situasjoner der navigatøren må lese, tolke og handle innenfor svært korte tidsvinduer noe som forutsetter at systemene støtter rask og korrekt informasjonsbehandling. (Porathe, 2018) understreker at stress reduserer evnen til å motta og bearbeide informasjon gjennom det som kalles kognitiv tunnelering. Dette er en tilstand der navigatøren under press får tunnel tenking og ubevisst innsnevrer oppmerksomheten mot ett element og mister oversikten over helheten. Arbeidsminnekapasiteten reduseres samtidig, noe som gjør det vanskeligere å integrere informasjon fra flere kilder. Dette betyr at i krevende situasjoner der situasjonsbevisshet er viktigst erakkurat da når et dårlig designet grensesnitt utgjør størst risiko.

I denne studien brukes SA modellen som analytisk ramme når studentenes og de erfarne navigatørenes beskrivelser av Polaris, K-Bridge og Furuno tolkes. Når informantene snakker om «oversikt», «stress» eller «forståelse av situasjonen» knyttes dette til nivå 2 og 3, operativ forståelse og evnen til å forutse videre utvikling av situasjoner. Endsleys SA-modell får støtte fra forskning på hvordan automatisering påvirker navigatørers situasjonsbevissthet.

En viktig bakside ved økt automatisering på navigasjonsbroen er den som pekes på i «On Your Watch: Automation on the Bridge» av (Lützhöft & Dekker, 2002). Når systemene overtar flere oppgaver, risikerer navigatøren å miste aktiv kontakt med den faktiske situasjonen. Endsley kalte dette «out-of-the-loop performance problem...» (Endsley & Kiris, 1995) Resultatet er at ny teknologi som i utgangspunktet er ment å gjøre navigasjonen tryggere, i stedet kan skape nye typer svikt hos navigatører på grunn av den voksende kompleksiteten i navigasjonssystemene. Dette er ikke et lite problem, (Grech, Michelle, 2008) fant i sin gjennomgang av maritime ulykker at 71 % involverte menneskelige feil og at svikt i situasjonsbevissthet, dårlig vurdering og kommunikasjonssvikt gikk igjen som forklaringer.

Til sammen tegner disse funnene et bilde der systemenes kompleksitet og informasjonsmengde ikke bare er et spørsmål om brukervennlighet, men om operativ sikkerhet. Det er denne sammenhengen som gjør radardisplayets design til mer enn et teknisk spørsmål. (Vu, Lützhöft, & Imset, 2024) demonstrerer at logisk organisering og fokusert presentasjon av kritisk informasjon på navigasjonsdisplay reduserer kognitiv belastning og støtter situasjonsbevissthet. (Liu, Li, Du, & Gong, 2025) finner at designstrategi for radardisplay og kontroll basert på HMI (menneske-maskin-grensesnitt) reduserer de negative effektene av tidsklemme på kognitiv belastning. Dette underbygger MSC.1609s krav om informasjonshierarki på broen

2.2 Mentale modeller og gjenkjenning på tvers av systemer

Mentale modeller er et begrep fra kognisjonspsykologien og handler om de indre bildene vi danner oss av systemer vi bruker. (Norman, 2002) er den som har gjort begrepet mest kjent innen design og brukergrensesnitt. Han skiller mellom hvordan et system faktisk fungerer og hvordan brukeren tror det fungerer. Han peker på at jo større avstand det er mellom disse to, desto mer krevende blir systemet å bruke. Når modellen stemmer så jobber man raskt og trygt. Når den ikke stemmer, bruker man kapasitet på å lete og gjette fremfor å forstå situasjonen. Navigatøren bygger over tid en mental modell av systemet han bruker, en indre representasjon av hvor ting er, hva de heter og hvordan de henger sammen. Denne modellen gjør at erfarne navigatører kan jobbe raskt og effektivt uten å tenke bevisst over hvert enkelt steg. Problemet oppstår når navigatøren bytter til et system med en annen betjenings og funksjons logikk. Den gamle mentale modellen stemmer ikke lenger, og navigatøren må bygge en ny samtidig som han må bruke ekstra kapasitet på å lete etter det han forventer å finne. (Norman, 2002, ss. 16-17) beskriver dette som misforholdet mellom brukerens mentale modell og systemets faktiske modell. Jo større avstand mellom disse desto høyere blir den kognitive belastningen.

På en navigasjonsbro under press i komplekse situasjoner er kan dette utgjøre stor sikkerhetsrisiko. (Mallam & Nordby, 2021, ss. 153-158) understreker at navigatører bytter fartøy og rederi ofte, og at de dermed må tilpasse seg ukjente og mulige inkonsistente arbeidsmiljøer. Konsistent design reduserer denne belastningen ved at navigatøren gjenkjenner strukturer på tvers av systemer, ikke fordi systemene er like, men fordi de følger den samme logikken.

Det er nettopp dette MSC.1609 forsøker å oppnå gjennom standardisering av terminologi, symboler og plassering av kjernefunksjoner. (Salas, 2012, s. 93) viser at overføring av ferdigheter mellom systemer ikke avhenger av teknisk likhet alene, men av instruksjonelt design. Dette innebærer at standardisering ikke bare handler om å gjøre systemene mer like, men at det legges til rette for at det navigatøren har lært faktisk kan brukes selv når systemet er ukjent.

2.3 Sensemaking

Sensemaking er et begrep utviklet av Karl Weick og handler kort sagt om hvordan folk skaper mening av det som skjer rundt dem. Som sitert i (Mallam & Nordby, 2021, s. 158) beskriver det prosessen med å gjøre om omgivelsene til noe man kan forstå og handle ut fra. Det er ikke noe som skjer bare en gang men en kontinuerlig prosess der man tolker, justerer og retolker etter hvert som situasjonen utvikler seg.

På en navigasjonsbro betyr dette at systemene må presentere informasjon på en måte som støtter denne prosessen å ikke forstyrrer den. Det er grunnen til at jeg tar med sensemaking i denne studien. Når navigatørene jeg har intervjuet beskriver hva som er lett å forstå, hva som skaper forvirring, eller hva som gir ro og oversikt er det sensemaking de snakker om. Teorien gir meg et språk for å tolke disse erfaringene på tvers av systemer og erfaringsnivå.. (Shao, 2026) fant i sin studie at tidspress og inkonsistent presentasjon av informasjon øker stress nivå betraktelig noe som fører til forsinkede beslutninger samt lengre reaksjonstid og svekket risikovurdering. Dette understreker at konsistent design ikke bare er et spørsmål om brukervennlighet, men direkte påvirker navigatørens evne til å fatte sikre beslutninger under tidspress. Vu, mfl. argumenterer for at konsistent design, gjenkjennelige strukturer, stabile symboler, forutsigbar plassering av verktøy og en logisk menyoppbygging gjør det enklere for navigatører å bygge og opprettholde en mental modell av både systemet og trafikkbildet. Dette styrker både situasjonsforståelse og beslutningstaking (Vu, Lützhöft, & Imset, 2024)

Den økende kompleksiteten i moderne UI har samtidig gjort det mer krevende å orientere seg når man bytter mellom ulike systemer og leverandører. Flere studier viser også at risikoen for «information overload» øker når operatøren får mer informasjon enn det er mulig å behandle. I slike situasjoner blir det vanskeligere å skille det som er kritisk fra det som er «støy». Store mengder data fra flere skjermer, sensorer og detaljerte høyoppløselige visninger bidrar til denne utfordringen. Navigatøren må løse mange samtidige oppgaver som å overvåke andre fartøy, egne navigasjonsdata, skanne etter nye hendelser og samtidig fordele sin kognitive kapasitet på flere parallelle oppgaver.

Sensemaking er «prosessen med å omdanne omgivelsene til en situasjonsforståelse man kan handle ut fra» Weick, Sutcliffe & Obstfeld, sitert i (Mallam & Nordby, 2021), innebærer dette langt mer enn å lese av tall og symboler. Det dreier seg om hvordan navigatøren kontinuerlig tolker og omtolker informasjon for å forstå hva som skjer, hvorfor det skjer, og hva som kan komme til å skje videre. Dette er direkte relevant for navigatørers møte med standardisert radar design etter innføringen av MSC Circ.1609, fordi konsistens nettopp muliggjør den

overføringen av ferdigheter som IMO selv beskriver som målet med retningslinjene. Navigatører bytter skip relativt ofte og krever dermed «a high degree of adaptability to potentially unfamiliar and inconsistent work environments» (Mallam & Nordby, 2021, ss. 158-159) Standardiseringsarbeidet som ligger bak MSC.1609, IEC 62288 og forslagene til S-mode er derfor et forsøk på å redusere unødvendig variasjon i UI design. Målet er at navigatører skal slippe å bruke tid og kapasitet på å «lære systemet på nytt» hver gang de møter et nytt radarsystem, og i stedet kunne bruke ressursene sine på å forstå og håndtere den operative situasjonen.

Alarm fatigue er en direkte konsekvens av inkonsistent og dårlig prioritert alarmdesign. (Malik & Al Ghamdi, 2019) dokumenterer i en studie av vakthavende offiserer at alarmer som ikke oppleves som relevante blir ignorert eller kvittert uten at innholdet leses. Konklusjonen er tydelig: alarm fatigue er ikke et brukerproblem, det er et designproblem. Dette er relevant for vurderingen av hvordan de tre systemene håndterer alarmpresentasjon og prioritering.

2.4 Ferdighetsutvikling

Dreyfus og Dreyfus deler ferdighetsutvikling inn i fem nivåer: nybegynner, avansert nybegynner, kompetent utøver, kyndig utøver og ekspert. På nybegynnernivå følger man regler uten særlig erfaring å lene seg på. Alt må forklares og gjøres synlig. Den avanserte nybegynneren begynner å kjenne igjen mønstre fra situasjoner de har vært i før, men trenger fortsatt tydelig veiledning. Den Kompetente utøveren har noen år bak seg og kan begynne å prioritere og ta egne valg, men handlingene krever fortsatt bevisst tankearbeid. Den kyndige utøveren ser situasjonen mer som en helhet og reagerer raskere, men vurderer likevel alternativer før de handler. Eksperten handler intuitivt basert på et stort erfaringsrepertoar av situasjoner de har møtt og løst mange ganger før (Tiller, 1999, ss. 30-33)

Nivå	Betegnelse	Kjennetegn
1	Nybegynner	Følger eksplisitte regler. Ingen erfaring å støtte seg på. Alt må forklares og gjøres synlig.
2	Avansert nybegynner	Gjenkjenner mønstre fra tidligere situasjoner. Trenger fortsatt tydelig veiledning.
3	Kompetent utøver	Kan prioritere og ta selvstendige valg. Handlingene krever fortsatt bevisst vurdering.
4	Kyndig utøver	Oppfatter situasjonen mer helhetlig. Reagerer raskere, men analyserer fortsatt alternativer.
5	Ekspert	Handler intuitivt basert på et bredt erfaringsrepertoar. Trenger sjelden å tenke seg om.

Tabell 1 Dreyfus & Dreyfus modell for ferdighetsutvikling

I denne studien er det tre av disse nivåene som er relevante: nybegynner, kompetent utøver og ekspert. Dette skillet brukes for å forstå hvordan studenter uten operativ erfaring, navigatører med noen år på bro, og meget erfarne navigatører opplever og håndterer de samme radarsystemene på forskjellige måter. Dreyfus & Dreyfus sin modell sier noe om hva navigatøren kan i hver enkelt fase, men mindre om hva slags støtte som trengs underveis.

(Reiser, 2014) bruker begrepet «scaffolding» som på norsk blir oversatt til stillas. De beskriver den midlertidige støttestrukturen en lærende trenger i overgangen mot selvstendig mestring. Tanken er at hjelpen skal være til stede når den trengs, og gradvis trekkes tilbake etter hvert som utøveren bygger kompetanse og trygghet. Et godt stillas gjør ikke oppgaven enklere enn den er men den gjør den overkommelig. Likefullt er overkommelig. Likefullt fjernes i tide. Blir den stående for lenge, risikerer den lærende å bli avhengig av den fremfor å utvikle reell selvstendighet.

I en opplæringssammenheng betyr dette at systemene og verktøyene som brukes i utdanningen bør støtte progresjon. Dette ved å gå fra synlige regler og tydelig veiledning i starten, mot stadig mer krevende og realistiske systemer etter hvert som kompetansen vokser. Stillasbegrepet er relevant i denne studien fordi det gir muligheten til å tolke hvordan ulike radarsystemer støtter eller ikke støtter navigatøren på ulike stadier i karrieren. Når studenter forteller om hva som er lett å finne og forstå, eller erfarne navigatører beskriver hva som skjer når de bytter system og støtten de er vant med plutselig ikke er der er det nettopp det scaffolding handler om.

Det gjør det mulig å se på radarsystemene som mer enn tekniske verktøy og forstå hvilken rolle de spiller i utviklingen fra nybegynner til ekspert.

3 Metode

Dette kapitlet beskriver hvordan studien er lagt opp, hvilke datakilder som er brukt, og hvordan disse er analysert for å undersøke i hvilken grad radarsystemene støtter sikker og effektiv navigasjon i tråd med IMO MSC.1609 og de tekniske kravene i NEK IEC 62288:2021+A1: 2024.

Studien er lagt opp som et mixed-method design, der kvantitative spørreundersøkelser og kvalitativ analyse av intervjuer, UI-dokumentasjon og studenttekster utfyller hverandre. For å belyse problemstillingen fra flere vinkler har jeg kombinert ulike typer datakilder: dokumentanalyse, intervjuer og spørreundersøkelser. Ingen av metodene gir et fullstendig bilde alene, men samlet gir de et materiale som både har bredde og dybde. Datagrunnlaget gjør det mulig å vurdere hvordan de sentrale designprinsippene faktisk er gjennomført i de tre radarsystemene, og hvordan disse oppleves av navigatører med svært ulik erfaring. Utvalget spenner fra studenter uten operativ bakgrunn til navigatører med svært mange år på bro.

I analysen skiller jeg mellom «nybegynnere», ««Kompetente utøvere»» og «Eksperter» med utgangspunkt i Dreyfus-modellen (Tiller, 1999) for ferdighetsutvikling. Nybegynnere følger regler uten mye erfaring, ««Kompetente utøvere»» har noen års praksis og kan ta selvstendige valg, mens «Eksperter» har lang fartstid og handler intuitivt ut fra situasjonen.

3.1 Avklaring av egen forforståelse

Jeg har rundt 30 år til sjøs, hvorav omtrent 25 som navigatør, og de siste 14 årene har jeg jobbet som lærer og instruktør i navigasjon ved NTNU i Ålesund. Denne bakgrunnen er en styrke i studien fordi den gir meg et godt grunnlag for å forstå hva navigatørene faktisk beskriver, stille relevante spørsmål og tolke svarene i en operativ sammenheng. Samtidig er det en svakhet. Lang erfaring med bestemte systemer kan gjøre at jeg normaliserer ting som nykommere ville reagert på, eller at jeg ubevisst leser informantenes utsagn i lys av mine egne erfaringer og preferanser. Jeg har forsøkt å være bevisst på dette gjennom hele studien.

3.2 Et blandet metodedesign

Studien følger et mixed-method design, der kvalitative og kvantitative tilnærminger utfyller hverandre. Den kvantitative delen består av spørreundersøkelser der svarene er behandlet numerisk med prosentandeler og krysstabeller. Den kvalitative delen består av tematisk analyse av dybdeintervjuer, UI-dokumentasjon og studenttekster. De to tilnærmingene er ikke likestilte, det kvalitative materialet bærer tyngden i analysen. Kombinasjonen gjør det mulig å se om mønstre fra intervjuene støttes av et bredere utvalg respondenter.

Målet med studien er å forstå hvordan tre konkrete radarsystemer oppleves og brukes i praksis, ikke å teste hypoteser på et stort og representativt utvalg. Jeg er særlig opptatt av hvordan prinsippene i MSC.1609 er fulgt opp i KM Polaris, KM K-Bridge Radar og Furuno FR og hvordan navigatørene beskriver konsekvensene av disse løsningene i arbeidshverdagen. Ambisjonen er å gi et begrunnet bilde av styrker og svakheter, heller enn å komme med eksakte prosenttall som kan generaliseres til hele næringen. Først gikk jeg gjennom relevante standarder, rapporter og produsentenes dokumentasjon for å lage kriterier basert på MSC.1609 og sentral human-factors-litteratur. Disse kriteriene ble brukt til å sammenligne UI i radarene. Kriteriene legger vekt på tilgjengelighet til kjernefunksjoner, grouping, symbolbruk, systemstatus, alarmer og presets. Dette gav et faglig rammeverk og forventninger til hvordan systemene burde fungere og brukt til å lage intervjuguiden.

Jeg gjennomførte en spørreundersøkelse til to utvalg av navigatører. Den ene gruppen var navigatører med forholdsvis kort erfaring og den andre navigatører med svært lang erfaring. Ønsket slik å få et oversiktsbilde av hvordan moderne radarer oppleves sammenlignet med utdanningsradarene samt hvordan brukerne vurderer kjernefunksjoner, symboler, alarmer og presets. På bakgrunn av svarene ble det gjennomført semistrukturerte intervjuer med utvalgte erfarne navigatører, der jeg gikk dypere inn i disse temaene. I tillegg har jeg brukt studentrapporter fra en oppgave der første års nautikk studenter sammenligner Polaris og K-Bridge Radar basert på produsentmanualer og skjermbilder. Disse tekstene gir et innblikk i hvordan nybegynnere uten operativ fartstid oppfatter de samme systemene, særlig når det gjelder lærbarhet og oversikt, men dette har ikke samme tyngde som intervjuer og spørreskjemaer.

Totalt sett betyr dette at studien kombinerer flere typer datakilder: regelverk og teori, UI-analyse, spørreundersøkelser, intervjuer og studenttekster. Ingen av kildene gir et komplett bilde alene, men til sammen gir de et tilstrekkelig rikt grunnlag til å diskutere hvordan MSC.1609 prinsippene fungerer når de møter faktiske systemer og operative brukere.

3.3 Utvalg

Studien bygger på tre ulike utvalg som dekker hele spennet fra nybegynner til ekspert, slik Dreyfus-modellen beskriver det.

Det første utvalget er fire navigatører som jeg intervjuet i dybden. Alle har mer enn ti år på norskekysten, både sivilt og militært, og jobber til daglig som overstyrmann eller kaptein. De har STCW Dekksoffiser klasse 1-sertifikat og farledsbevis, og håndterer brosystemer aktivt i arbeidshverdagen. Jeg omtaler dem som Ekspertes i denne studien.

Det andre utvalget er 37 navigatører som svarte på spørreundersøkelsen. 23 av disse er Ekspertes med ti til over tjue års erfaring, mens 14 er Kompetente utøvere med ett til fire år som vakthavende navigatør. Furuno er primærradaren til 68 % av respondentene, noe som naturlig nok preger funnene.

Det tredje utvalget er 55 første studieårs bachelorstudenter i nautikk ved NTNU Ålesund, fordelt på 17 grupper. De har ingen operativ erfaring fra bro og representerer nybegynnerperspektivet. Grunnlaget for deres vurderinger var produsentmanualer og skjermbilder av Polaris og K-Bridge Radar.

Samlet gir de tre utvalgene et bilde av hvordan de samme radarsystemene oppleves på tvers av svært ulike erfaringsnivå.

3.4 Datainnsamling

3.4.1 Dokumenter og manualer

Utgangspunktet for studien er regelverket som faktisk styrer hvordan radarsystemene skal se ut. Jeg bruker spesielt IMO-sirkulæret MSC.1609 om standardisert UI, sammen med MSC.191 og IEC 62288 for krav til radardisplay, terminologi, grouping og alarmer. Disse dokumentene er rammen jeg måler Polaris, K-Bridge og Furuno radarene opp imot samt at jeg støtter meg på noen få sentrale fagkilder. Vu sine arbeider med S-mode og MSC. 1609 brukes til å forstå hvordan prinsippene for frequency of use, standardiserte symboler og logisk gruppering er tenkt (Mallam & Nordby, 2021) og lignende arbeider gir et språk for å beskrive konsistent design og sensemaking på bro. Klassiske modeller for situasjonsforståelse, som (Endsley, 1995) brukes der det er relevant for å diskutere hvordan layout, alarmer og presets påvirker navigatørens blikk og arbeidsbelastning.

Det er ikke intensjonen å dekke all teori, men å ha et sett med begreper når jeg tolker funnene fra UI -analysen, spørreundersøkelsene og intervjuene

For å forstå hvordan systemene er bygget opp har jeg brukt produsentmanualer, UI-dokumentasjon og skjermbilder for KM Polaris, K-Bridge Radar og Furuno FAR. Materialet viser blant annet hvordan hovedfunksjoner er gruppert, hvilke kontroller som ligger på fysiske paneler, hvordan alarmer presenteres, og hvilke presets og standardoppsett som finnes. Dette gir et bedre bilde enn det jeg får gjennom spørreundersøkelsene og intervjuene alene.

Jeg ser hvor range, gain, clutter, EBL/VRM, ARPA og alarmrelaterte funksjoner er plassert, og hvordan statusinformasjon og meldinger vises på skjermen. Basert på dette vurderer jeg hvert system opp mot prinsippene i MSC.1/Circ.1609, og sammenligner i hvilken grad de forskjellige systemene har løst de samme kravene på ulike måter.

3.4.2 Spørreundersøkelser (Eksperter - kompetent utøver)

I tillegg til dybdeintervjuene gjennomførte jeg en likelydende spørreundersøkelse i to grupper.

En gruppe med 23 navigatører med ti til over tjue års erfaring som det Dreyfus betegner som «Eksperter», der handlingene i stor grad er basert på umiddelbar situasjonsbevissthet snarere enn trinnvis regelbruk. Den andre gruppen besto av 14 navigatører med ett til fire års praksis som vakthavende navigatør, disse som Dreyfus plasserer på nivået «kompetent utøver», med erfaringsgrunnlag nok til å gjøre valg og prioriteringer i en situasjon, og med et visst innslag av fortolkning og skjønn (Tiller, 1999)

Tabell nedenfor viser hvilket radarsystem respondentene oppgir som sitt primære operative system.

Fabrikat	Eksperter (n=23)	Kompetente utøvere (n=14)	Totalt (n=37)
Furuno	13	12	25
Kongsberg	6	1	7
Sperry	3	1	4
JRC	1	0	1

Tabell 2 Primært operativt radarsystem blandt respondentene

Furuno dominerer med 68 prosent av respondentene, og det er bakgrunnen for at Furuno-funnene veier tungt i analysen.

Furuno er konsekvent rangert som den ledende aktøren i det globale marinradarmarkedet. Ifølge selskapet (Furuno, 2025) har Furuno globale markedsandeler basert på egne beregninger fra salgsdata på 43 % global markedsandel for radar til handelsfartøymarkedet (merchant vessels, 2023) og 49 % global markedsandel for radar til fiskefartøy (fishing vessels 2023).

Skjemaet besto hovedsakelig av lukkede spørsmål om hvilke radarer de hadde brukt under utdanningen og de siste 24 månedene. De ble også spurt om å vurdere hvor lett tilgjengelige sentrale funksjoner som range, gain, clutter og EBL/VRM, ARPA oppleves og i tillegg hvordan presets, alarmer og symboler fungerer i praksis. Videre om moderne radarer oppleves som bedre, like gode eller dårligere enn dem de brukte i studietiden med tanke på sikkerhet og effektivitet.

Spørreundersøkelsen fanger opp erfaringer fra et større antall navigatører enn intervjuene alene, og gjør det mulig å se mønstre på tvers av ulike fartøystyper og erfaringsnivåer. Den gir et mer systematisk innblikk i hvordan sentrale funksjoner oppleves i praksis, og gjør det lettere å sammenligne vurderinger mellom de to gruppene.

Utvalget er likevel lite og ikke representativt for hele bransjen. Svarene er også basert på selvrapportering som kan påvirkes av hukommelse, erfaringer og preferanser. Resultatene må derfor tolkes som indikasjoner å ikke som generaliserbare funn.

3.4.3 Semi-strukturerte intervjuer

Jeg har gjennomført fire dybdeintervjuer med navigatører som alle har mer enn ti års erfaring fra norskekysten, både på sivile og militære fartøystyper. Alle informantene har STCW Dekksoffiser klasse 1.sertifikat og farledsbevis for hele eller deler av norskekysten. De er alle ansatt på management nivå stillinger på fartøyene og jobber da som overstyrmann eller kaptein. Dette er personer som til daglig håndterer ulike brosystemer og som gjerne har høy faglig trygghet, noe som gjør dem godt egnet til å diskutere detaljer i radar UI og praktisk bruk. I denne studien omtales de som «Ekspertene». Denne typen erfaring kan også innebære at de er mer tilpasset komplekse systemer enn gjennomsnittsnavigatøren, og at de har utviklet strategier som kompenserer for svakheter i design.

Dreyfus & Dreyfus beskriver ekspertnivået slik: «Ekspertene, som ikke bare vet hva som skal oppnås, de vet også hvordan takket være et stort repertoar av situasjonelle diskriminasjoner (Tiller, 1999) Informantene ble rekruttert via spørreundersøkelsen blant erfarne navigatører, der respondentene kunne krysse av om de ønsket å delta i dybdeintervju.

Intervjuene var semistrukturerte og tok utgangspunkt i faste tema. Et semistrukturert intervju er verken et lukket spørreskjema eller en helt åpen samtale, det har en overordnet struktur med faste tema, men gir rom for oppfølgingsspørsmål og nye retninger som dukker opp underveis (Kvale & Brinkman, 2012, s. 47). Disse er tilgjengelighet til kjernefunksjoner, symboler og terminologi, alarmhåndtering og bruk av presets og overgang mellom ulike radarsystemer. I tillegg ble informantene bedt om å beskrive konkrete hendelser der UI, alarmer eller integrerte brosystemer enten støttet eller svekket situasjonsbevisstheten.

Samtalene ble gjennomført digitalt, varte om lag 60 minutter, og ble tatt opp og transkribert. Analysen av intervjuene er gjort ved enkel tematisk koding. Det vil si at jeg har gått gjennom transkripsjonene, markert utsagn som handler om de samme hovedtemaene, og gruppert dem i kategorier. Disse er «kjernefunksjoner og arbeidsflyt», «alarmstøy og håndtering», «presets i praksis» og «overgang mellom systemer». Sitater som tydelig illustrerer typiske erfaringer eller avvik er brukt i resultat og diskusjonskapitlene for å støtte opp under funnene i UI analysen og spørreundersøkelsene.

3.4.4 Studentperspektiv (Nybegynner)

Som del av emnet TN102324 «Navigasjon og navigasjonssystemer» (NTNU , 2025)

engasjerte jeg første studieårs bachelorstudenter i nautikk (Dekksoffiser) til å finne deres svar på ett oppgavesett. 55 studenter delt inn i 17 grupper fikk et oppgavesett der de basert på brukermanualer og skjermbilder, skulle beskrive hvordan de opplevde Polaris og K-Bridge Radar fra et operatørperspektiv.

Oppgavesettet var designet for besvarelse i fem kategorier: (1) UI og menystruktur, (2) menylogikk og arbeidsflyt, (3) alarmhåndtering, (4) navigasjonsverktøy og (5) bruk i krevende situasjoner. De samme hovedkategoriene går igjen i spørreundersøkelsene og intervjuguidene. Det fullstendige oppgavesettet til studentgruppene og intevjuguide er lagt ved som vedlegg.

Studenttekstene er analysert med en enkel tematisk gjennomgang, der jeg har sett etter mønstre på tvers av gruppene. Jeg har særlig vært opptatt av hvordan de rangerer Polaris og K-Bridge Radar når det gjelder lærbarhet, håndterbarhet under press og tydelighet i alarmer og trafikkbilde. Materialet brukes først og fremst til å gi et nybegynnerperspektiv og til å sammenligne studentenes vurderinger med funnene fra ekspertintervjuene og UI-analysen, ikke til å uttale seg om operativ sikkerhet eller risiko på bro. Furuno FAR inngår ikke i denne delen, siden systemet ikke brukes i undervisning på første studieår

3.5 Analyseprosess

Analysen er gjort i flere trinn, først er UI-ene vurdert direkte mot kravene i MSC.1609 og relevante deler av IEC 62288. Videre er funnene fra UI-analysen sammenliknet med spørreundersøkelsene og intervjuene. Dette for å undersøke om brukernes erfaringer samsvarer med det dokumentasjonen og skjermbildene tilsier. Studentoppgavene brukes som et ekstra nybegynnerperspektiv og ikke som hovedgrunnlag for konklusjoner.

3.5.1 UI analyse

Manualer, UI-dokumentasjon og skjermbilder for Polaris, K-Bridge Radar og Furuno er analysert ved hjelp av en enkel matrise basert på prinsippene i MSC.1609 og relevante krav i IEC 62288. Matrisen dekker blant annet grouping av informasjon og kontroller, standardterminologi og symboler, alarmhåndtering, systemstatus og det obligatoriske funksjonssettet. For hvert system så jeg på hvordan sentrale funksjoner er plassert, hvordan status og alarmer vises, og hvor mange steg som kreves for vanlige operasjoner som å endre range, bruke EBL/VRM, justere sea og rain clutter eller følge mål med ARPA. På denne bakgrunn er Polaris, K-Bridge Radar og Furuno vurdert kvalitativt mot hvert av de sju MSC.1609-prinsippene, med en likert skala «svak», «moderat», «god», «sterk» og «Utmerket». Skalaen er ikke metrisk, men basert på en samlet faglig vurdering av dokumentasjon, UI og observerte egenskaper opp mot hvert enkelt prinsipp. Der det kom frem tvil mellom to nivåer, kombineres vurderingen som f.eks. god/sterk.

Nivå	Beskrivelse
Svak	Prinsippet er knapt ivaretatt. Mangler er så betydelige at de utgjør en reell operativ begrensning.
Moderat	Prinsippet er delvis ivaretatt. Tydelige mangler som påvirker bruken negativt.
God	Prinsippet er tilfredsstillende ivaretatt. Svakheter finnes, men ikke til hinder for operativ bruk.
Sterk	Prinsippet er godt ivaretatt. Få eller lite tydelige avvik fra MSC.1609-intensjonen.
Utmerket	Prinsippet er fullt ut ivaretatt. Systemet møter eller overgår forventningene i rundskrivet.

Tabell 3 Likertskala for prinsipp oppfyllelse

3.5.2 Dokumentanalyse

Analysen av UI må ta høyde for at maritime systemer opererer under helt spesielle ergonomiske krav. (Danielsen, Lützhöft, & Haavik, 2022) viser i sin studie av brodesign at manglende standardisering i maritimeindustrien fører til at ulike produsenter har forskjellige UI design. Dette krever kognitiv arbeidsbelastning når navigatører skifter mellom ulike systemer, og øker behovet for familiarisering og opplæring. (Costa & Lützhöft, 2014) støtter dette og argumenterer for at menneskesentrert design (UCD) som har dokumentert merverdi i den maritime sektoren både for sjøfolk (fysiske, kognitive, psykososiale og organisatoriske forbedringer) og for rederiene (kostnadsreduksjon).

3.5.3 Kvantitativ analyse

Svarene i spørreundersøkelsene er behandlet enkelt og oversiktlig. Jeg har telt hvor mange som gir de ulike svarene, og regnet om til prosent for de viktigste spørsmålene: hvor lett kjernefunksjoner oppleves å finne, hvordan symboler og terminologi fungerer, hvordan alarmnivået oppleves, hvor mye og ofte presets brukes, og hvordan moderne radarer vurderes mot utdanningsradaren. I tillegg har jeg laget noen få krystabeller, for eksempel mellom hovedleverandør (Furuno, Kongsberg, Sperry) og opplevelsen av alarmnivå, for å se om bestemte miljøer peker seg ut. Tallene brukes for å få fram hovedmønstre og for å sjekke om det informantene sier i intervjuene støttes av flere. Den er ikke for å kjøre avanserte tester eller påstå noe om alle radarsystemene som leveres.

3.5.4 Tematisk analyse

Intervjuene er transkribert og analysert tematisk med utgangspunkt i forskningsspørsmålene. Når jeg sier at intervjuene er analysert tematisk, betyr det i praksis at jeg har fulgt en enkel variant av prosessen (Braun & Clarke, 2006) beskriver: først bli kjent med materialet, så merke relevante utsagn, så samle dem i tema og til slutt sjekke temaene opp mot dataene på nytt. Jeg har ikke gjort en full, formell kvalitativ studie, men brukt denne tilnærmingen som en praktisk måte å strukturere erfaringene fra informantene på. Jeg har særlig sett på lærbarhet, situasjonsforståelse, situasjonsbevissthet, alarmhåndtering og overgangen mellom ulike radarsystemer. Disse ble samlet i overordnede kategorier som «kjernefunksjoner og arbeidsflyt», «alarmstøy og alarmhåndtering», «presets i praksis» og «systembytte og standardisering». Målet har vært å finne mønstre som går igjen på tvers av informantene, heller enn å tallfeste enkeltoppfatninger.

Som et tillegg til intervjuene, og spørreundersøkelsene har jeg også brukt skriftlige prosjektoppgaver fra studentgrupper i emnet TN102324 «Navigasjon og Navigasjonssystemer» våren 2026. Studentene jobbet i grupper og sammenlignet KM Polaris Radar og KM K-Bridge Radar 8.2 direkte ved hjelp av manualene. De skulle vurdere UI, menystruktur, alarmhåndtering og hvordan systemene virker å fungere i krevende situasjoner. Arbeidet ble gjort som en del av ordinær undervisning og gir derfor et tydelig nybegynnerperspektiv basert på dokumentstudier heller enn på praktisk broarbeid.

Studentoppgavene fra TN102324 er gjennomgått på samme måte som intervjuene. men med en enklere tematilnærming. Jeg har ikke kodet tekst i detalj, men sett etter mønstre og formuleringer som går igjen på tvers av gruppene om tre hovedtema: (1) hvilken radar som oppleves lettest å lære, (2) hvilken som oppleves mest håndterlig under press, og (3) hvordan alarmer og trafikkbilde oppleves.

Utdrag fra studenttekstene brukes i resultat og diskusjonskapitlene for å vise hvordan nybegynnere beskriver Polaris og K-Bridge Radar i forhold til lærbarhet, oversikt og støtte i krevende scenarioer. Analysen av studentmaterialet er som støtte til funnene fra ekspertintervjuene og UI-analysen. Det brukes ikke som grunnlag for å si noe om sikkerhet eller risiko.

Jeg bruker studentoppgavene til å belyse hvordan brukere på nybegynner nivå oppfatter Polaris og K-Bridge når det gjelder lærbarhet, oversikt og støtte i tenkte komplekse scenarioer. Dette perspektivet sammenholder jeg med funnene fra ekspertintervjuene og den systematiske UI-analysen.

3.6 Etiske refleksjoner

For spørreundersøkelser og intervjuer ble deltakerne informert om formålet med studien, frivillig deltakelse og retten til å trekke seg. Navn og kontaktopplysninger er kun brukt til praktisk oppfølging og er anonymisert i analysen. Student tekstene er innhentet og brukt innenfor rammen av emnet, uten navn eller gjenkjenningpunkter på enkeltstudenter

3.7 Validitet og reliabilitet

Det sterkeste argumentet er at tre ulike datakilder peker i samme retning. Studentgruppene, spørreundersøkelsene og intervjuene gir sammenfallende funn da særlig på alarmoverbelastning hos K-Bridge brukere og på Polaris som pedagogisk verktøy fremfor operativt system. At 17 studentgrupper uten operativ erfaring og fire Ekspertter med til sammen over 50 år på bro som navigatør lander på de samme hovedkonklusjonene, er ikke tilfeldig. Jeg har valgt å bruke flere datakilder nettopp for å unngå at en kilde bærer for mye. Der kildene spriker er det sagt tydelig i resultatkapitlet. Funnene mener jeg er holdbare nok til å si noe om disse tre systemene og prinsippene dog ikke om hele næringen.

Analysen er gjort av meg alene og det innebærer en viss risiko for at egne erfaringer og preferanser har påvirket tolkningene. Jeg har lagt vekt på å støtte analysene på de formelle kravene i IMO MSC.1609 og IEC 62288:2021, og på å sammenholde funn fra flere uavhengige datakilder for å unngå at ett perspektiv enten mitt eget eller informantenes får for stor innflytelse.

3.8 Metodekritikk

I denne studien er det brukt et lite og målrettet utvalg av erfarne navigatører med ulik bakgrunn, samt et begrenset antall radarsystemer. Det betyr at funnene ikke kan regnes som representative for alle brukere eller systemer på markedet (Kvale & Brinkman, 2012, s. 212). Utvalget gir likevel en viss dybde i hvordan de aktuelle radarene oppleves i praksis, men det setter klare grenser for hvor langt resultatene kan generaliseres. Alle informantene er svært erfarne navigatører og flere av disse er kandidater som søker Kystverkets Losaspirant opplæring og har dermed sannsynligvis høy faglig selvtilit. Det kan gjøre at de undervurderer utfordringer som mindre erfarne brukere møter. Dette kan dermed gi et mer optimistisk bilde av hva som er håndterbart i moderne komplekse radarsystemer. (Bjørneseth, 2021, s. 137) observerte dette i sitt prosjekt med Unified Bridge: besetningen omtalte åpenbare ergonomiske problemer som «silly details» eller «luxury problems», selv når observatørene så tydelige brukertilpasninger.

Problemene var der fortsatt, men navigatørene hadde bare sluttet å legge merke til dem. Min egen bakgrunn som erfaren navigatør og simulatorinstruktør er en styrke når det gjelder å forstå fagfeltet, men det kan også gjøre at jeg overser enkelte problemer som nybegynnere støter på. Derfor har jeg vært bevisst på å skille mellom egne vurderinger og det som faktisk kommer frem i datamaterialet. Spørreundersøkelsene har et relativt lite utvalg og svarene er da informantenes egne vurderinger. De gir derfor ikke grunnlag for generelle konklusjoner om radarsystemene, men de gir et nyttig innblikk i hvordan Ekspert, Kompetente utøvere og nybegynnere oppfatter dem.

Studentdataene bygger på arbeid med produsentenes brukermanualer og er skrevet av studenter uten operativ erfaring. De gir derfor først og fremst et innblikk i nybegynnerperspektivet på lærbarhet og opplevd oversikt. I denne studien brukes de som et supplement og en kontrast til ekspertintervjuene, ikke som grunnlag for vurderinger av operativ sikkerhet eller arbeidsflyt.

Egne henvendelser til produsentene Furuno og Kongsberg forble ubesvarte, noe som betyr at produsentperspektivet mangler i analysen. Studien hadde tjent på å få deres tanker om designvalg og policy rundt MSC.1609-implementering. Produsentenes manualer er brukt til å analysere radarsystemene. Disse gir innsikt i hvordan systemene er ment å fungere, men ikke nødvendigvis hvordan de faktisk brukes ombord. (Tellman & Leseth, 2018) Det kan derfor være forskjeller mellom produsentens intensjon og operativ bruk som ikke fanges opp.

Det er heller ikke gjennomført kontrollerte tester eller målinger av effektivitet, feilbruk eller tidsforbruk mellom ulike displayløsninger. Studien kan derfor si noe om mulige konsekvenser for situasjonsbevissthet og arbeidsbelastning, men ikke effekten av enkeltfaktorer i designet på operativ ytelse.

4 Studiens kontekst

MSC.1609 ble vedtatt i 2019 og gjelder for alt nyprodusert utstyr fra juni 2024.

Retningslinjene markerer et tydelig brudd med tidligere praksis, der produsentene i stor grad stod fritt til å utforme radardisplay etter egne preferanser

Fram til «dagslysskjermene» ble introdusert på sent 80-tall, var det naturlig nok ingen menyer eller skjermbasert operasjon av radarene. Navigatøren lærte seg å gjenkjenne hvilke kontroller fingrene holdt om på bakgrunn av plassering og konstruksjon. Disse radarene var avhengig av å bli operert i mørke og har derfor en lystett hette som navigatøren plasserte øynene ned i. (Bilde 1) På den måten måtte de operere radaren uten å se hvilke funksjoner de justerte på. Riktignok var de fleste kontrollene bakgrunns belyste, men det var sekundært til layout og design. Bildene under viser en den gang utbredt Decca radar fra tidlig 80 tall, på dette tidspunktet var alle funksjoner utelukkende tilgjengelige via fysiske dreieknapper og brytere. (Bilde 2)

Det er dette utgangspunktet som gjør utviklingen de neste ti-årene så dramatisk, og som til slutt utløste behovet for MSC.1609. Med disse retningslinjene innføres det mer faste krav til layout, terminologi og hvordan sentrale funksjoner skal være tilgjengelige for brukeren.

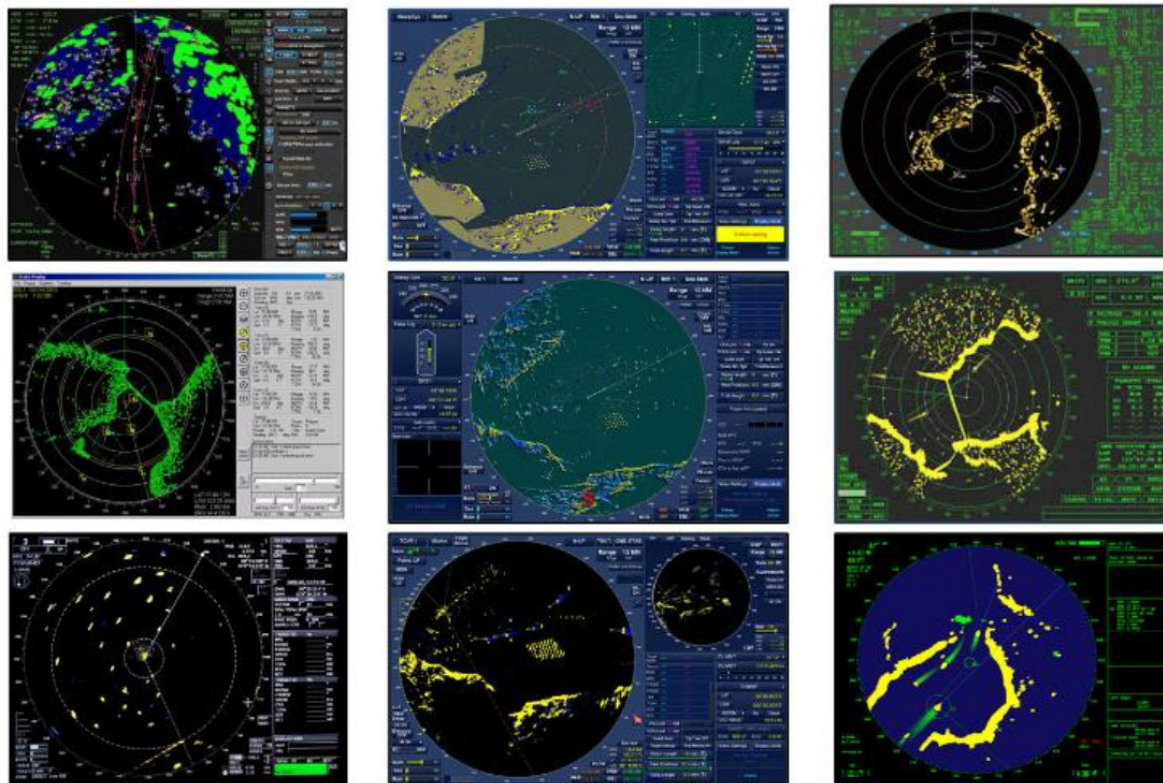


*Illustrasjonsbilde 1. Racal Decca 1983
Kilde: Gemel SSB VHF Sales&Services*



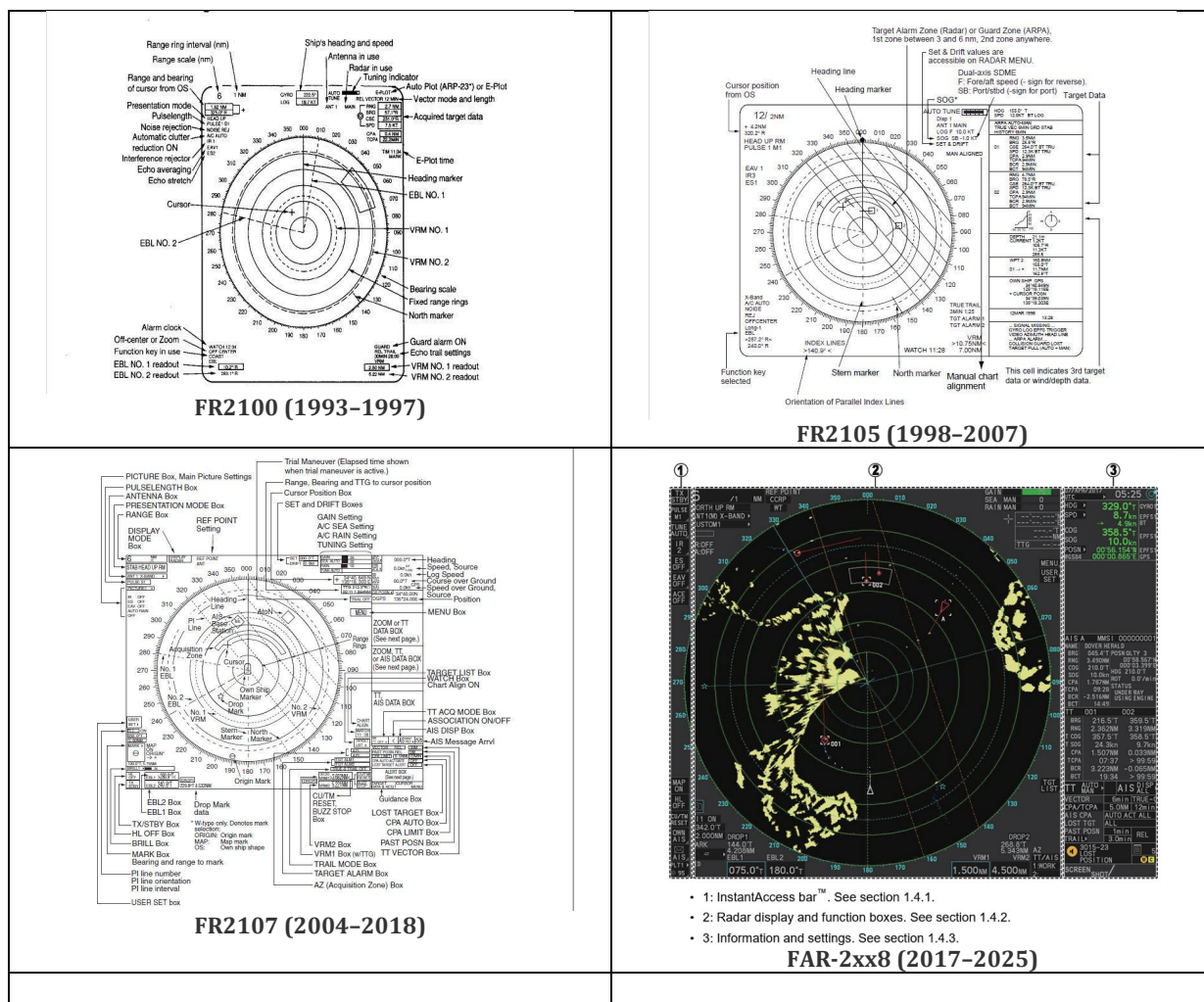
*Illustrasjonsbilde 2. Racal Decca 1983 Kilde: Polytechnic
University of Madrid*

Eksempler på ulike radardisplay fra ulike produsenter og generasjoner. Variasjon i fargevalg, layout og design og informasjons presentasjon illustrerer det standardiseringsproblemet MSC.1609 er ment å løse. Kilde: (Weintrit A. , 2025, s. 363)



Illustrasjonsbilde 3 forskjellige radarprodusenter Kilde: (Weintrit A. , 2025)

Som vist i Illustrasjonsbilde 3, varierer radardisplay betydelig på tvers av produsenter. Selv innenfor én og samme produsent har designet endret seg markant over tid .Som vist i eksempelet fra Furuno (Fig.2,s.37) ser man at gjennom tre tiår har mengden informasjon og antall funksjoner øker betraktelig gjennom modell generasjonene.



Figur 2 Furuno display utvikling Kilde:Furuno operatør manualer

Hensikten med konsistent design er å redusere unødvendige forskjeller mellom systemer fra ulike leverandører. Når navigatører bytter fartøy, skal de raskere kunne kjenne igjen de viktigste funksjonene og dermed arbeide tryggere og mer effektivt. Økt likhet mellom systemene kan også gi bedre kontinuitet i opplæring og bidra til at navigatører bygger dypere kompetanse i bruk av radarsystemer over tid.

Retningslinjene stiller blant annet krav til logisk gruppering av kontroller, konsistent bruk av symboler og farger, standardiserte alarmer og et sett med hovedfunksjoner som alltid skal være lett tilgjengelige uavhengig av produsent.

MSC.1609 er videreført på teknisk nivå gjennom IEC-standard 62288:2021 med Amendment 1:2024. Denne standarden beskriver generelle krav, testmetoder og hvilke resultater som må dokumenteres for presentasjon av navigasjonsinformasjon. IEC 62288 støtter ytelsesstandardene for radar og ECDIS (blant annet MSC.191(79) og MSC.302(87)), og viser direkte til MSC.1609 når det gjelder standardiserte UI, symbolbruk og standardinnstilling (default) oppsett. IEC 62288 er et bindeledd mellom IMO sine overordnede retningslinjer og de konkrete tekniske kravene produsentene må følge når radardisplay skal designes og ytelse testes.

Et konkret eksempel på hvordan MSC.1609 omsettes til praktisk bruk er det norske forskningsprosjektet (OpenBridge, u.d.). Prosjektet ledes av professor Kjetil Nordby ved Arkitektur- og designhøgskolen i Oslo. OpenBridge lager åpne designretningslinjer og ferdiglagde UI-komponenter som produsentene kan bruke på tvers av systemer uavhengig av leverandør. Dette viser at standardiseringen ikke bare er papirvedtak fra IMO, men at det faktisk har innvirkning i industrien. Målet er det samme som MSC.1609: at navigatøren skal kjenne seg igjen uansett hvilken navigasjonsbro hen kommer på (Nordby, 2020).

Weintrit (2019), som selv deltok i IMOs ekspertgruppe under S-mode arbeidet, understreker at navigatøren skal kjenne igjen funksjoner på skjermen og ikke måtte huske dem. Dette prinsippet om gjenkjenning fremfor hukommelse er sentralt i MSC.1609 og direkte relevant for vurderingen av innebygd skjermhjelp i de tre systemene.

5 Resultater og funn

Dette kapitlet deles i to hoveddeler. Først analyseres UI på Polaris, K-Bridge og Furuno opp mot MSC.1609 sine syv prinsipper (5.1) Dette gir et teknisk grunnlag for å vurdere styrker og svakheter. Så presenteres brukerperspektivene (5.2) først studentenes syn som nybegynnere, så spørreundersøkelsen med data fra Kompetente utøvere og Eksperter og tilslutt dybdeintervjuene som utdyper de operative erfaringene. Helt til slutt settes funnene sammen (5.2.4) for å vise hvor dataene peker i samme retning og hvor de utfyller hverandre.

Både Eksperter, Kompetente utøvere og nybegynnere oppgir at de viktigste funksjonene på radaren de bruker i dag stort sett er lette å finne og bruke. De fleste mener også at symboler og terminologi på tvers av radarene de har brukt de siste par årene i hovedsak er gjenkjennelige. De fleste i begge gruppene vurderer moderne radarsystemer som «litt bedre», eller i enkelte tilfeller «betydelig bedre» sammenlignet med systemene de brukte under utdanningen med hensyn til sikkerhet og effektivitet. Et mindretall opplever derimot «lite forskjell» og noen peker sågar på enkelte forverring. Når det gjelder alarmhåndtering, er det delte meninger. Noen beskriver det som «godt balansert», mens andre opplever den som enten «for påtrengende» eller «for taus». Det tyder på at alarmdesign fortsatt er et område der brukerne møter utfordringer i operativ bruk.

5.1 UI, design og alarmer

Dette delkapittelet presenterer funnene fra den systematiske gjennomgangen av de tre radarsystemene. Jeg ser først på UI og menystruktur opp mot MSC.1609 sine syv prinsipper, deretter på design og layout, og til slutt på alarmhåndtering og presets. Til sammen gir dette et teknisk bilde av hvor systemene er sterke og hvor de er svake.

5.1.1 UI analyse

Polaris, K-Bridge og Furuno er vurdert mot MSC.1609 sine syv prinsipper basert på manualer og UI observasjoner. Vurderingene følger skalaen fra kapittel 3.5.1: «Svak», «Moderat», «God», «Sterk» og «Utmerket». Dette er på den tekniske siden hva systemene har og hvordan de matcher retningslinjene i MSC.1609. Spørreundersøkelsene, intervjuene og studenttekstene i 5.2 viser om det faktisk fungerer i praksis.

Prinsipp 1; Konsistens

Polaris; har knappelogikk og betegnelser som er like og henger sammen, dog er denne tilpasset simulatormiljø og ikke operativ bruk om bord. Noen betegnelser avviker fra det navigatøren møter ombord og symbolbruken er i liten grad i overenstemmelse med IEC 62288. Studentgruppene (5.2.1) beskriver Polaris som «enkel og gjenkjennelig», men flere påpeker at terminologien ikke stemmer med det de møter i K-bridge radarens manual. R1 (5.2.3) er inne på det samme når han etter mange år med Furuno opplevde Polaris som «veldig fremmed» ved opptak til losaspirantopplæring. Vurdering: **Moderat**

K-Bridge 8.2: Fargebruk er konsekvent med rødt for alarm, oransje for advarsel og grå for notifikasjon. Ikoner, symbolbruk og tekst på skjerm henger godt sammen i henhold til standardene. Funksjonene er gruppert logisk: med alarmknapper for seg og displaykontroller for seg. Forkortelseslisten i manualen viser at terminologiarbeidet er systematisk. Spørreundersøkelsen (5.2.2) viser at 69% av ekspertene og 71% av Kompetente utøvere opplever kjernefunksjoner som «svært lett tilgjengelige». Dette samsvarer med K-Bridge sin høye vurdering på konsistens. Vurdering: **Sterk**.

Furuno FAR 2xx8: Terminologi og symbolbruk er i tråd med kravene. InstantAccess feltet følger en fast logikk for plassering for ofte brukte funksjoner. Menystrukturen er hierarkisk og forutsigbar, dog er det noen mindre avvik mellom symboler i radarskjermen og betegnelsene i menyene. Furuno dominerer i spørreundersøkelsen (5.2.2) med 68% av respondentene som primærbrukere. R1 og R4 (5.2.3) beskriver Furuno som «gjenkjennelig på tvers av modeller og generasjoner», noe som støtter den gode vurderingen på konsistens. Vurdering: **God/Sterk.**

Prinsipp 2; Gjenkjenning

Polaris; Knappestatus: mørk er inaktiv, lysende sterk gul er aktiv, blinkende betyr «klar til utføring». «tooltips» vises når markøren hviler over en knapp. Det er læringsmessig gjennomtenkt, men radaren er bygd for opplæring og det begrenser den direkte overføringsverdien av gjenkjenning til operative systemer. Studentgruppene (5.2.1) rapporterer at Polaris oppleves som «letttest å lære» av flere grunner, men også da på grunn av «tooltips» funksjonaliteten. Dette er en pedagogisk styrke, men studentene møter ikke tilsvarende funksjonalitet i K-Bridge eller Furuno, noe som skaper et gap ved overgang til operative systemer (se 6.3 F3: Konsekvens). Vurdering: **Moderat.**

K-Bridge varsler gjennom ikoner som blinker rødt i topplisten øverst på skjermen og skifter automatisk til funksjonen som utløste kategori A-varselet (umiddelbar aksjon nødvendig). Ved å høyreklikke på det objektet brukeren arbeider med kommer situasjonstilpassede handlingsvalg direkte. Snarveier i sidepanelet gjentar de mest brukte funksjonene i fast rekkefølge. På tross av dette rapporterer fire av fem K-Bridge Ekspertene i spørreundersøkelsen (5.2.2) at alarmnivået er «direkte overbelastet». Dette er bemerkelseverdig da K-Bridge har den sterkeste gjenkjenningsløsningen teknisk sett, men skaper likevel alarmoverbelastning i praksis (se 6.2 F2) for analyse av dette paradokset. Vurdering: **Sterk.**

Furuno har en dedikert «alarm ack» tast som alltid er tilgjengelig uavhengig av aktiv meny. Varselboksen i displayet er permanent synlig med ikon, varselnummer og beskrivelse eller «no active alerts» når alt er normalt. Konfigurerbare funksjonstaster gir navigatører mulighet til å tilpasse systemet til egne rutiner. R1 og R4 (5.2.3) bekrefter at Furuno sitt InstantAccess-panel er «alltid synlig, alltid tilgjengelig». Spørreundersøkelsen (5.2.2) viser at 84% av ekspertene opplever kjernefunksjoner som «svært lett» eller «ganske lett» tilgjengelige, noe som støtter den sterke vurderingen. Vurdering: **Sterk.**

Prinsipp 3; Hyppighet og viktighet

Polaris er designet etter funksjonskategori å ikke etter operativ prioritet. Det er ingen hurtigtaster eller konfigurerbart snarveispanel. Kurs og fart er synlig øverst til venstre i skjermen, men utover det gir den lite støtte til den arbeidsflyten navigatøren faktisk bruker. R1 (5.2.3) beskriver dette tydelig: «Jeg opplevde det som mye vanskeligere å bruke. Jeg vet ikke hvor jeg finner funksjonen, og det er mye som er bare mus styrt.» Polaris mangler de fysiske kontrollene som R3 og R4 (5.2.3) beskriver som «all verdens av forskjell» i de operative systemene. Vurdering: **Svak**.

K-Bridge har alarm- og varselknapper som de første elementene på operatørpanelet. Snarveier for range, gain sea og rain clutter, EBL/VRM og MOB er direkte på sidepanelet. Forhåndsinnstillingene kan lett nås gjennom menyen System og parametersetting. Den har et fysisk operatørpanel som er organisert i funksjonelle grupper med ofte brukte elementer lettest tilgjengelig. R3 (5.2.3) bekrefter viktigheten av fysiske kontroller: «Tre knapper som går fra venstre til høyre, veldig lett gjenkjennelig.» R4 (5.2.3) beskriver tilsvarende: «Gain og Rain og Sea ligger som glidebrytere rett på høyre side av skjermen og duplisert på dreieknapp panelet.» Dette er akkurat det MSC.1609 prinsipp tre krever: hyppig brukte funksjoner skal være lettest å nå. Vurdering: **Utmerket**.

Furuno samler de mest brukte funksjonene i InstantAccess-feltet på venstre side, alltid synlig, alltid tilgjengelig. Funksjonstaster kan tilordnes individuelt og preset kontrollene for near, far, harbour, rough sea og coast gir rask overgang mellom navigasjonssituasjoner. Likevel viser spørreundersøkelsen (5.2.2) at 65% av ekspertene bruker presets «sjeldent eller aldri». R2 (5.2.3) forklarer: «Bruker lite presets, vet de er der, men foretrekker manuell innstilling for å ha kontroll på setup.» Dette tyder på at presets ikke er synlige nok eller har tillit nok til å endre navigatørenes innarbeidede vaner (6.2 F2: Forskjell). Vurdering: **Sterk**.

Prinsipp 4; Statussynlighet

Polaris viser heading og speed permanent øverst til venstre med stor tekst og sensorkilden synlig (Gyro 1, Log 1 osv.). «Ownship» data med posisjon, kurs, fart og tid er synlig nederst til venstre. Alarmtilstander vises med blinkende knapper. Det mangler et overordnet systemstatusvindu som de operative systemer har. Studentgruppene (5.2.1) rapporterer at Polaris gir god oversikt over grunnleggende status, men flere påpeker at de ikke lærer å tolke komplekse systemstatusvinduer som finnes i K-Bridge og Furuno. Dette skaper et gap ved overgang til operative systemer (se 6.3 F3: Konsekvens). Vurdering: **God.**

K-Bridge har en toppliste som viser hvilke navigasjonsfunksjoner som er aktive, hvilke som kjører i bakgrunnen og trafikklys status for radar, nettverk og sensorer. Varselikoner viser kontinuerlig aktive alarmer, blinkende ved ubesvart, fast lys etter kvittering. Kategori A-alarmer kan ikke kvitteres uten at støttende grafisk informasjon er synlig, slik tvinges navigatøren til å verifisere situasjonsbildet. R3 (5.2.3) bekrefter viktigheten av dette: «Du har topplista som viser hva som er aktivt til enhver tid.» R4 (5.2.3) beskriver hvordan dette fungerer i praksis: «Trafikklyssystemet gir umiddelbar indikasjon på om noe er galt med sensorer eller nettverk.». Vurdering: **Utmerket.**

Furuno viser heading permanent øverst til høyre med sensorangivelse. Varselboksen er alltid synlig. Datadisplayet viser COG, SOG, posisjon og hvilken kilde som brukes. Egne ikoner indikerer om data er hentet fra satellittlogg og at radarantenne går rundt som den skal. Stabiliseringsmodus er alltid synlig. R1 og R4 (5.2.3) bekrefter at Furuno viser «heading permanent med sensorkilde» og at «varselboksen alltid er synlig med 'no active alerts' når alt er normalt». Spørreundersøkelsen (5.2.2) viser at 52% av alle respondenter opplever symboler og statusindikatorer som «gjenkjennelige på tvers av systemer», noe som støtter den sterke vurderingen. Vurdering: **Sterk.**

Prinsipp 5; Kobling til fysisk virkelighet

Polaris bruker maritim terminologi og displayet viser en geografisk korrekt navigasjonssituasjon med kystlinjer, ekkomål, EBL og VRM. True motion og north-up er standardinnstillingene. Blyantfunksjon som kan simulere manuell plotting er et viktig element i grunnutdanningen. Symboler er i stor grad kjente fra operative systemer. Mangler fysiske kontroller. Studentgruppene (5.2.1) beskriver Polaris som «lettforståelig» og «god for å lære grunnprinsippene i radar». Men flere grupper påpeker at «manglende fysiske knapper gjør at vi ikke lærer den operative betjeningslogikken». R3 (5.2.3) bekrefter dette: «Fysiske dreieknapper gir all verdens av forskjell i operativ bruk. Det er ikke det samme å klikke med mus.» Vurdering: **God**.

K-Bridge; er gjennomgående forankret i maritim praksis, med god terminologi og design som følger den mentale modellen til operativ bruk. Funksjonene håndteres på en logisk og gjenkjennelig måte samt fysiske dreieknapper for hovedfunksjonene som er duplisert med indikasjon på skjermen. R3 (5.2.3) beskriver dette tydelig: «Systemet tenker som en navigatør tenker. Alarmknapper først, deretter range og gain, akkurat slik du faktisk jobber på broen.» R4 (5.2.3) bekrefter: «Fysiske dreieknapper med skjermindikasjon gir dobbel feedback du føler justeringen og ser den samtidig.» Spørreundersøkelsen (5.2.2) viser at 70% av ekspertene opplever moderne radarer som «bedre enn utdanningsradar», noe som støtter at K-Bridge sin operasjonslogikk stemmer med navigatørenes mentale modell. Vurdering: **Sterk**.

Furuno; bruker presetnavnene near, far, harbor og rough sea,,dette er betegnelser som alle navigatører kjenner igjen. Fysiske knapper og dreiehjul speiler tradisjonell radarbruk, og betjeningen er enkel å bli vant med. Noe av menynavigasjonen er lite intuitive og krever en viss kjennskap til interne kode betegnelser. R1 (5.2.3) beskriver Furuno som «gjenkjennelig på tvers av generasjoner» og fremhever at «preset navnene near, far, harbor er akkurat de begrepene vi bruker i daglig tale om bord». R2 (5.2.3) påpeker imidlertid at «noen menyvalg bruker interne koder som ikke gir særlig god mening », noe som trekker ned vurderingen fra sterk til god/sterk. Likevel viser spørreundersøkelsen (5.2.2) at Furuno dominerer med 68% av respondentene som primærbrukere, noe som tyder på at systemet i hovedsak stemmer godt med navigatørenes arbeidslogikk. Vurdering: **God/Sterk**.

Prinsipp 6: Feilforebygging

Polaris er designet for at studenter skal kunne gjøre feil å lære av dem. Det er en bevisst pedagogisk beslutning, men det betyr at systemet gir svak støtte for feilforebygging i MSC.1609 forstand. Ingen bekreftelsesdialog ved kritiske handlinger eller blokkering av farlige operasjoner. Studentgruppene (5.2.1) beskriver Polaris som «tilgivende» og «lett å reversere feil i». Dette er pedagogisk hensiktsmessig i et læringsmiljø, men skaper et visst gap til operative systemer. R1 (5.2.3) beskriver dette når han etter 15 år kom tilbake til Polaris: «Det var ingen sperrer, ingen bekreftelsesdialog. Jeg kunne trykke på hva som helst uten at systemet stoppet meg.» Dette er stikk motsatt av hva MSC.1609 prinsipp seks krever. Vurdering: **Svak.**

K-Bridge har flere innebygde sperrer mot feil. Kategori A-alarmer kan ikke kvitteres uten at støttende grafisk informasjon er synlig på skjermen, navigatøren tvinges dermed til å vurdere situasjonen. Lasting av forhåndsinnstilte oppsett krever bekreftelse før det trer i kraft.. Radarsender kan sperres mot utilsiktet oppstart, og minimumsterskler for ARPA målfølging er passord beskyttet. R3 (5.2.3) bekrefter viktigheten av dette: «Du kan ikke bare kvittere en kategori A-alarm. Systemet tvinger deg til å se hva som utløste den før du får lov til å kvittere.» R4 (5.2.3) beskriver også bekreftelsesdialogen ved lasting av presets: «Systemet spør alltid om du er sikker før det endrer alle innstillingene. Det er en viktig sikkerhetssperre.» Dette er presist det MSC.1609 prinsipp 6 krever: systemet skal aktivt beskytte mot feilhandlinger. Vurdering: **Utmerket.**

Furuno krever at kategori A-alarmer bekreftes fra det utstyret som utløste dem, dette er i tråd med MSC.1609. I praksis kan dette bety at navigatøren må forlate radarskjermen for å kvittere alarmer fra eksternt utstyr. Dette er imot MSC.1609 sitt krav og kan være problematisk i en krevende navigasjonssituasjon. Dedikerte «Cancel» og «Enter mark» taster skiller tydelig mellom å navigere i menyer og å utføre en endring. R1 og R4 (5.2.3) påpeker denne svakheten: «Hvis alarmen kommer fra AIS eller ECDIS innlemmet i samme display, må du ofte ut av radarbildet for å kvittere. Det bryter med arbeidsflyten i krevende situasjoner.» R2 (5.2.3) fremhever imidlertid at «Cancel og Enter mark knappene er tydelig atskilt, det er vanskelig å trykke feil». Spørreundersøkelsen (5.2.2) viser at 43% opplever alarmnivået som «godt balansert», mens 48% opplever det som «overbelastet» – dette tyder på at feilforebyggingen fungerer ulikt avhengig av hvordan systemet er konfigurert. Vurdering: **Moderat/God.**

Prinsipp 7: Hjelpesfunksjoner.

Polaris er det eneste av de tre systemene som dokumenterer innebygd skjermhjelp. Manualen beskriver på side 9 at «tooltips» vises automatisk når markøren plasseres over en knapp. Det er nøyaktig det MSC.1609 beskriver som eksempel på god praksis. Systemet har derimot ikke noen flere muligheter. Studentgruppene (5.2.1) fremhever tooltips som en av de viktigste forklaringene på hvorfor Polaris er «lettest å lære». Flere grupper skriver: «Når vi holder musepekeren over en knapp, får vi forklart hva den gjør. Det gjør at vi ikke trenger å slå opp i manualen hele tiden.» Dette er en pedagogisk styrke som samsvarer perfekt med MSC.1609 prinsipp 7. Ironisk nok er det utdanningsradaren, ikke de operative systemene, som best oppfyller dette kravet. Vurdering: **God/Sterk**

K-Bridge har ingen «tooltips» funksjonalitet og ingen annen skjermintegrert hjelp som forklarer funksjoner under operasjon. «HelpID» i alarmsystemet er en intern kode for servicepersonell. Høyreklikk på mål eller radarbakgrunn gir valg av handling, men ikke forklaringer eller hjelpetekst. R3 og R4 (5.2.3) beskriver dette som en tydelig mangel: «Det finnes ingen tooltips. Du må bare vite hva ikonene betyr, eller slå opp i manualen.» R3 tilføyer: «HelpID kodene er helt ubrukelige for oss navigatører. De er laget for serviceteknikere, ikke for operativt personell.» Dette er et paradoks: K-Bridge scorer utmerket på prinsipp 3, 4 og 6, men svakt på prinsipp 7. Systemet er svært avansert operativt, men gir ingen innebygd hjelp til navigatøren. Vurdering: **Svak.**

Furuno har heller ingen innebygd skjermhjelp eller «tooltips» funksjonalitet. Det vises i noen grad til alarmliste på skjermen, men dette er varselhåndtering og ikke forklarende hjelp til navigatøren. R1 og R2 (5.2.3) bekrefter at Furuno mangler tooltips: «Du må lære deg systemet gjennom erfaring eller ved å lese manualen. Det finnes ingen forklaringer på skjermen.» R1 tilføyer: «Varselboksen viser alarmnummer og beskrivelse, men det er ikke det samme som tooltips på funksjoner.» Spørreundersøkelsen (5.2.2) viser at 68% av respondentene bruker Furuno som primærsystem så må de kompensere med erfaring og lesing av manualer og ikke skjermhjelp. Vurdering: **Svak.**

Oppsummering

Tabellen nedenfor oppsummerer vurderingen av alle tre systemer mot MSC.1609 sine syv prinsipper. Nivåene **Svak**, **Moderat**, **God**, **Sterk** og **Utmerket** har jeg definert i kapittel 3.5.1. Kombinasjoner som **God/Sterk** og **Moderat/God** betyr at systemet lå mellom to nivåer uten at ett var klart dekkende.

Prinsipp	Polaris	K-Bridge 8.2	Furuno FAR-2xx8
1. Konsistens	Moderat	Sterk	God/sterk
2. Gjenkjenning	Moderat	Sterk	Sterk
3. Hyppighet og viktighet	Svak	Utmerket	Sterk
4. Statussynlighet	God	Utmerket	Sterk
5. Kobling til fysisk virkelighet	God	Sterk	God/sterk
6. Feilforebygging	Svak	Utmerket	Moderat/God
7. Hjelpfunksjoner	God/Sterk	Svak	Svak

Tabell 4 Prinsipp vurdering

Analysen bekrefter det overordnede bildet om at K-Bridge og Furuno er operative systemer. De to radarene er designet for operativ bruk og det er tydelig i prinsipp 3, 4 og 6. hvor spesielt K-Bridge er svært fremtredende. Dette på grunn av BAM (Bridge Alarm Management) som i UI er svært tydelig. Polaris er et treningsverktøy og det vises godt der prinsippene krever operativ prioritering og feilforebygging. Det mest overraskende funnet er prinsipp 7 hvor det ikke er skjermintegret hjelp hos K-Bridge og Furuno i motsetning til hos Polaris. Begge de to operative systemene har et gap som sirkulæret adresserer, men som produsentene ikke har lukket.

5.1.2 Design og layout

Analysen av brukermanualer og skjermbilder viser tydelige forskjeller mellom utdanningsradaren Polaris og de mer moderne radarsystemene. Design og layout handler om hvordan informasjon er organisert visuelt på skjermen, hvordan funksjoner er gruppert, og om navigatøren raskt kan orientere seg i brukergrensesnittet. MSC.1609 og IEC 62288 krever logisk gruppering av kontroller, konsistent plassering av kjernefunksjoner rundt radarbildet, og tydelig markering av hva som er aktivt. Dette reduserer letetid og kognitiv belastning, særlig under operativt press.

Polaris bygger på en tradisjonell løsning der både grunnleggende funksjoner og mer avanserte verktøy ligger samlet i en stor meny langs høyre skjermkant. Dette kombinert med skjermknapper i hovedbildet som gir rask tilgang, men fører også til et noe uoversiktlig grensesnitt der det ikke alltid er klart hvilke kontroller som hører sammen. Studentgruppene (5.2.1) beskriver dette som «mange knapper på én gang», men også som «oversiktlig når du først lærer strukturen». Flere grupper påpeker at «menyene ikke er gruppert etter hvor ofte du bruker dem, men etter hva funksjonen teknisk gjør». R1 (5.2.3) bekrefter dette etter å ha kommet tilbake til Polaris etter 15 år: «Alt lå i en stor meny til høyre. Jeg måtte lete etter funksjoner som på Furuno alltid ligger på samme sted.»

K-Bridge følger kravene i MSC.1609 og IEC 62288 i større grad ved å samle nøkkelfunksjoner som range, gain, clutter, EBL/VRM og ARPA målfølgning i tydelige seksjoner rundt selve radarbildevisningen. Her er det også klarere markering av hvilke funksjoner som er aktive, og færre menyer som ligger skjult i bakgrunnen. Dette samsvarer både med funnene fra UI-analysen og med studentenes beskrivelser av manualene. Systemet har dessuten fysiske dreieknapper for viktige og ofte brukte funksjoner. R3 (5.2.3) beskriver dette tydelig: «Layouten er logisk. Alarmer øverst, deretter range og gain, så clutter og ARPA. Alt følger en arbeidsflyt fra venstre til høyre.» R4 (5.2.3) bekrefter: «Sidepanelet med snarveier er alltid der. Du trenger ikke å klikke deg inn i menyer for å justere de viktigste tingene.»

Furuno følger også kravene ved å samle nøkkelfunksjoner i InstantAccess-feltet på venstre side av skjermen. Layouten er konsistent på tvers av generasjoner av Furuno-radarer, noe som gjør at navigatører med erfaring fra eldre modeller raskt kjenner seg igjen.

R1 (5.2.3) fremhever dette: «Furuno har holdt fast på den samme layouten gjennom mange år. InstantAccess-panelet ligger alltid til venstre, heading og speed alltid øverst til høyre. Denne konsistensen gjør at du kjenner deg igjen selv om du bytter fra en FR2107 til en FAR-2xx8.»

R2 (5.2.3) legger til: «Fysiske dreieknapper for gain, clutter og range gir den haptiske feedbacken som mangler på Polaris.»

Samlet sett viser UI-analysen at K-Bridge og Furuno i større grad enn Polaris oppfyller standardenes krav til gruppering og tilgjengelighet for de viktigste funksjonene. Polaris sin store meny til høyre er pedagogisk nyttig for nybegynnere, men representerer ikke den operative logikken navigatører møter om bord. K-Bridge og Furuno sin layout følger arbeidsflyt og brukshyppighet, i tråd med MSC.1609 prinsipp 3. Hvordan dette påvirker alarmhåndtering og bruk av presets kommer i neste avsnitt 4.1.3.

5.1.3 Alarmhåndtering og presets

Alarmhåndtering og bruk av presets er to områder der MSC.1609 og IEC 62288 stiller konkrete krav. Alarmhåndtering skal følge Bridge Alarm Management (BAM) prinsipper med prioritering, trafikklys-farger og krav om verifisering før kvittering av kritiske alarmer. Presets (forhåndsinnstilte oppsett) skal gi navigatøren mulighet til raskt å tilpasse radaren til ulike navigasjonssituasjoner som havn, kyst, åpent hav eller dårlig vær. I praksis betyr det at kategori A-alarmer (umiddelbar aksjon nødvendig) skal vises rødt og blinkende, kategori B (oppmerksomhet nødvendig) skal vises oransje, og kategori C (informasjon) skal vises grått eller hvitt. Presets skal være lett tilgjengelige og ha navn som navigatører kjenner igjen, som «harbor», «coastal», «open sea» eller «rough weather».

Polaris:Når det gjelder alarmhåndtering, bruker Polaris et relativt enkelt system med blinkende knapper og lite tydelig skille mellom ulike typer varsler. Det finnes tre alarmtyper, men alle vises rødt blinkende uten prioriteringshierarki. Dette gjør det vanskelig for navigatøren å skille mellom det som krever umiddelbar handling og det som bare er informasjon. I motsetning til K-Bridge og Furuno som har dreieknapper for viktige funksjoner, mangler Polaris slike og det gjør brukeren avhengig av menynavigasjon med mus eller trackball. Polaris har ikke presets («forhåndsinnstilte oppsett») som dag/natt, havn/hav eller kystnært/trangt farvann. Studentgruppene (5.2.1) beskriver Polaris som «enkel på alarmer, men kanskje for enkel». 13 av 17 grupper mener K-Bridge har bedre alarmhåndtering fordi den skiller mellom fire kategorier i stedet for tre, og bruker farger konsekvent. R1 (5.2.3) bekrefter: «Polaris har ikke presets. Du må stille inn alt manuelt hver gang. Det er greit for læring, men ikke for operativ bruk.»

K-Bridge har en mer detaljert løsning, med tekstbannere, trafikklysfarger, variasjon i fonter, prioritering og lister for aktive alarmer. Dette i tråd med nyere krav til Bridge Alarm Management (BAM). Systemet har fire varslingsnivåer: kategori A (rødt, umiddelbar aksjon), kategori B (oransje, oppmerksomhet nødvendig), kategori C (grått, informasjon) og notifikasjoner (hvitt). Forhåndsinnstilte oppsett (presets) er tilgjengelige gjennom menyen «System og parametersetting» og kan konfigureres for ulike navigasjonssituasjoner. Likevel ser det ut til at disse funksjonene brukes lite eller er dårlig forstått. Dette tilsier at mulighetene i standardiserte grunninnstillinger ikke blir utnyttet i noe særlig grad av brukerne. R3 (5.2.3) beskriver alarmhåndteringen: «BAM-systemet er svært avansert. Topplista viser alt som er aktivt, og kategori A-alarmer kan ikke kvitteres uten at du ser hva som utløste dem.» Men R3 påpeker også alarmoverbelastningen: «Problemet er at når du integrerer alle brosystemer, får du alarmer fra radar, ECDIS, AIS, gyro, logg, ekkolodd med alt på samme skjerm. Det blir mye støy.» R4 (5.2.3) bekrefter presets-problemet: «Presets finnes, men jeg bruker dem nesten aldri. De ligger litt skjult i menyen, og jeg stoler mer på mine egne innstillinger.» Dette støttes av spørreundersøkelsen (5.2.2): kun 17% av ekspertene bruker presets aktivt og hyppig.

FURUNO:

har også en detaljert alarmløsning med varselboks som alltid er synlig, dedikert «alarm ack»-tast, og prioritering i henhold til BAM-krav. Varselboksen viser ikon, varselnummer og beskrivelse, eller «no active alerts» når alt er normalt. Preset-kontrollene for «near», «far», «harbour», «rough sea» og «coast» er tilgjengelige og har navn som navigatører kjenner igjen. Funksjonstaster kan tilordnes individuelt. Manualene og brukernes kommentarer tyder på at presets er godt utviklet, men likevel viser spørreundersøkelsen at de brukes lite. R1 (5.2.3) beskriver Furuno sine presets: «De heter near, far, harbor, rough sea, akkurat de begrepene vi bruker. Men jeg bruker dem sjelden. Jeg foretrekker å sette opp radaren manuelt fordi jeg da vet nøyaktig hva jeg har.» R2 (5.2.3) forklarer: «Presets er der, men jeg vet ikke helt hva de gjør. Foretrekker manuell innstilling for å ha kontroll på setup.»

Sammenfatning:

Når det gjelder alarmhåndtering, bruker Polaris et enkelt system med blinkende knapper og lite tydelig skille mellom ulike typer varsler. K-Bridge og Furuno har mer detaljerte løsninger i tråd med BAM-krav, men spørreundersøkelsen (5.2.2) viser et paradoks: 80% av K-Bridge ekspertene rapporterer alarmoverbelastning, til tross for at systemet teknisk har den beste BAM gjennomføringen. Når det gjelder presets, viser både intervjuer og spørreundersøkelse at funksjonaliteten er der, men brukes lite. 65% av ekspertene oppgir at de bruker presets «sjeldent eller aldri». Dette tyder på at presets ikke er synlige nok, har tillit nok, eller at navigatører foretrekker manuell kontroll over automatiserte oppsett.

5.2 Perspektiver

5.2.1 Studentoppgaver (nybegynnere)

Som ordinær del av emnet TN102324 fikk 55 første års studenter fra Bachelor i Nautikk i oppgave å sammenligne Polaris og K-Bridge Radar direkte i manualene. Studentene, som kjente Polaris fra simulatorundervisning første semester, hadde ingen erfaring med K-Bridge radar. Studentene deltes inn i 17 grupper med 3-4 stk på hver gruppe. Vurderingene er basert på studentenes manualstudier og min dokumentanalyse av alle gruppenes besvarelser, som gjør dette til et nybegynnerperspektiv på teoretiske skiller mellom de to radarene. Det klareste funnet er at alle 17 grupper finner det samme skillet: Polaris er et pedagogisk verktøy, K-Bridge er et kommersielt profesjonelt navigasjonssystem. De to typene radar er ikke konkurrenter, men representerer ulike trinn i en kompetanseprogresjon.

Tema	Polaris	K-Bridge	Grupper
Lærbarhet for nybegynnere	Oversiktlig og tilgivende. Funksjoner synlige uten undermenyer. Manualen er på 57 sider.	Bratt læringskurve. Mange undermenyer og 688 siders manual. Krever tid for å bli trygg.	16 av 17 Polaris
Egnethet for erfarne navigatører	Fungerer som inngangsverktøy, men mangler integrasjon og avansert funksjonalitet for operativ drift.	Foretrukket av alle grupper. Fysiske kontroller, ECDIS/AIS-integrasjon og avansert ARPA.	17 av 17 K-Bridge
Alarmhåndtering	Tre alarmtyper, alle rødt blinkende uten prioriterings hierarki. Enkelt, men lite nyansert.	Fire kategoriserte varslingsnivåer iht. IMO resolusjon. Alarmliste med tidsstempling.	13 av 17 K-Bridge
Raskest under press	Foretrekkes av grupper som kjenner systemet. Enkelt og forutsigbart for den som er vant til det.	Færre klikk og fysiske kontroller gir mulig raskere operasjon, men krever erfaring.	10/7 av 17 Delt
Foretrukket på sikt	Fire grupper foretrekker Polaris, begrunnet med kjennskap til og da ikke faglig vurdering.	Flertallet ville valgt K-Bridge radar gitt tilstrekkelig erfaring og opplæringstid.	13 av 17 K-Bridge
Alle 17 grupper konkluderer med at: Polaris er et læringsverktøy, K-Bridge er et profesjonelt navigasjonssystem.			17 av 17 Unisont

Tabell 5 Funn fra studengrupper (17 grupper,55 studenter)

Seksten av sytten grupper vurderer Polaris som det enkleste systemet å lære for brukere uten erfaring med radar. Funksjonene er hele tiden synlige på skjermen uten at man må inn i undermenyer, og manualen er kortfattet på om lag 57 sider mot K-Bridge sine 688. Dette viser en tydelig forskjell på de to systemenes kompleksitet. Studentene beskriver Polaris som lett å eksperimentere på hvor man kan prøve seg frem uten å frykte konsekvensen av feiltrykk.

Alle 17 grupper konkluderer med at K-Bridge er det foretrukne systemet for erfarne navigatører. Tettere integrasjon med ECDIS, AIS og INS, mer avansert ARPA og fysiske kontroller trekkes frem av alle gruppene. Som en gruppe skrev: «Polaris legger kunnskapen i øynene, visuell og menydreivet mens K-Bridge legger den i fingrene». At funnet er unisont blant studentgruppene som ikke har brukt K-Bridge operativt styrker validiteten.

Tretten av sytten grupper mener K-Bridge gir bedre alarmhåndtering. K-Bridge har fire kategoriserte varslingsnivåer i henhold til IMO-resolusjon; Emergency, Alarm, Warning og Caution samt alarmliste og tidsstempling. Polaris har tre alarmer typer som alle vises med rød blinking, uten prioritering. En gruppe gir Polaris plusspoeng for dette, nettopp fordi få og enkle alarmtyper er lettere å forstå raskt under press.

Når det gjelder effektivitet, er dette temaet der studentene er mest delt. Ti grupper mener K-Bridge er raskest på grunn av færre klikk og har fysiske kontroller. Syv grupper mener Polaris er raskest, men da mest fordi de kjenner radaren. En gruppe formulerer det slik: «i en stressende situasjon er det radaren brukeren er vant til som er raskest». Det er en observasjon som bekrefter at systemdesign og brukererfaring ikke kan vurderes uavhengig av hverandre.

Flertallet av gruppene sier de nok ville foretrekke K-Bridge så lenge de får tilstrekkelig opplæring og tid til erfaringsbygging. Fire grupper foretrekker Polaris, og begrunnelsen er gjennomgående den samme: de kjenner Polaris radaren, ikke at den er objektivt bedre. En gruppe skriver at erfaringen med Polaris har påvirket deres preferanse, noe som synliggjør at innlæringsrekkefølge har innvirkning på studenter som ennå ikke har operativ erfaring.

Studentmaterialet gir et konsistent bilde: Polaris er den beste inngangen til radaropplæring for nybegynnere av disse to radarsystemene. Men K-Bridge oppleves selv av studenter uten operativ erfaring som det systemet som best for profesjonell navigasjon. Skillet mellom de to systemene er dermed ikke et spørsmål om hvilke som er best, men om hvilke radarsystem som passer til hvilken fase i utdanningen.

5.2.2 Spørreundersøkelser (Eksperter og Kompetente utøvere)

Spørreundersøkelsen ble gjennomført i to grupper. Den første bestod av 14 navigatører med to til fire års erfaring som vakthavende navigatør. Dette er det Dreyfus modellen kaller Kompetente utøvere . Tolv av disse har brukt Furuno som primærsystem de siste 24 månedene, en bruker Sperry og en Kongsberg. Den andre gruppen var 23 stk med lang fartstid på mellom fem og nitten år som navigatør. Dreyfus modellen benevner disse som Eksperter Furuno dominerer her også med 14 respondenter, fulgt av Kongsberg med fem og Sperry med tre. Respondentenes radarer spenner fra byggeår 1987 til 2024 og gjenspeiler den faktiske sammensetningen av radar og bro utstyr i norsk kystfart. Noe som stemmer godt med formålet da det er ikke å evaluere MSC.1609 etterlevelse på systemnivå, men å kartlegge navigatørenes operative erfaringer med systemene de faktisk bruker.

Tabellen under viser hovedmønstrene på tvers av begge grupper. Det mest fremtredende er bruken av presets: andelen som aktivt bruker presets faller fra 36 prosent blant de kompetente utøverne til 17 prosent blant ekspertene. Jo mer erfaring, desto mindre brukes en funksjon som er direkte krav i MSC.1609.

Tema	Kompetent utøver (n=14) Furuno :12 Kongsberg :1 Sperry :1	Ekspert (n=23) Furuno :14 Kongsberg :5 Sperry :4	Mønster
Kjernefunksjoner; svært lett å finne	10 av 14 (71 %)	16 av 23 (70 %)	Likt
Presets; aktivt og hyppig brukt	5 av 14 (36 %)	4 av 23 (17 %)	↓ gap
Presets; sjeldent brukt eller ikke tilgjengelig	5 av 14 (36 %)	15 av 23 (65 %)	↑ gap
Alarmhåndtering. godt balansert	6 av 14 (43 %)	10 av 23 (43 %)	Likt
Alarmhåndtering. overbelastet (litt + direkte)	6 av 14 (43 %)	11 av 23 (48 %)	Likt
Alarmhåndtering; Kongsberg brukere: direkte overbelastet	1 av 1 (100 %)	4 av 5 (80 %)	Høyt
Symboler; gjenkjennelige på tvers	7 av 14 (50 %)	12 av 23 (52 %)	Likt
Moderne radar; bedre enn utdanningsradar	9 av 14 (64 %)	16 av 23 (70 %)	Likt

Tabell 6 Sammenstilling av hovedfunn

Kjernefunksjoner og tilgjengelighet

Tilgangen til kjernefunksjonene; range, gain, sea/rain clutter, EBL/VRM, ARPA beskrives som uproblematisk i begge grupper. Blant de kompetente utøverne svarte ti av fjorten at de fant funksjonene svært lett og intuitivt, mens de resterende fire trengte få klikk og lite leting. Blant ekspertene er bildet nesten det samme: seksten av tjuetre svarte svært lett og syv svarte ganske lett. Ingen i noen av gruppene rapporterte at kjernefunksjonene var vanskelige å finne.

Dette samsvarer godt med funnene i UI-analysen, der både K-Bridge og Furuno har kjernefunksjonene tilgjengelig med enkle handlinger gjennom fysiske kontroller og snarveisfunksjoner. Det er likevel verdt å merke seg at erfarne navigatører kjenner systemet de bruker daglig under seilas og at lettheten de rapporterer kan være et resultat av erfaring like mye som av godt design. Det er ikke den samme situasjonen som å skulle operere et ukjent system for første gang.

Presets og standardoppsett

Presets er det temaet der svarene spriker mest, og der de to gruppene skiller seg tydeligst fra hverandre. Blant KU oppga 36% at de bruker presets svært ofte og finner dem svært nyttige, fire bruker dem av og til og fire sjeldent. Blant ekspertene er bildet annerledes her faller bruken fra de 36% hos KU til 17%, fire mener de er tilgjengelige, men lite hensiktsmessige, fire bruker dem av og til og kun fire oppga at de er svært nyttige og ofte brukt. Begge radarsystemene har godt utviklede preset funksjoner som er et direkte krav i MSC.1609 Appendix 5. Likevel ser det ut til at funksjonene i liten grad brukes aktivt i daglig drift, særlig blant de mest erfarne. Dette bekreftes i intervjuene hvor R2 forklarer: «*Bruker lite presets, vet de er der, men foretrekker manuell innstilling for å ha kontroll på setup.*» (R2). Presets mener andre er gode funksjoner å lett gjenkjennbare: «*Presets heter near, far, harbor, rough sea som er akkurat de begrepene vi bruker. Men jeg bruker dem sjelden. Jeg foretrekker å sette opp radaren manuelt fordi jeg da vet nøyaktig hva jeg har.*» (R1) En mulig forklaring er at erfarne navigatører har innarbeidede vaner og konfigurerer systemene manuelt basert på det de alltid har gjort. I tillegg kan det være at preset funksjonene verken er synlige nok eller intuitive nok til å endre dette. Dette er et gap mellom retningslinjenes intensjon og operativ virkelighet som er viktig.

Alarmhåndtering

Alarmhåndtering er det temaet der svarene er mest delte, og der krysstabellen mellom leverandør og opplevd alarmnivå gir det mest interessante funnet i hele undersøkelsen. Blant de kompetente utøverne oppga seks av fjorten at alarmnivået er godt balansert. Fire beskriver det som litt overbelastet, to som direkte overbelastet med hyppig støy der viktige alarmer risikerer å forsvinne, og to som for taust med risiko for å overse kritiske varsler.

Blant ekspertene er bildet mer polarisert. Ti av tjuetre finner alarmnivået godt balansert, mens elleve beskriver ulike grader av overbelastning. Fem finne det litt overbelastet og seks direkte overbelastet. En oppgir at systemet er for taust og En at det er uforutsigbart og inkonsistent. Krysstabellen mellom leverandør og alarmnivå viser et tydelig mønster. Av de fem ekspertene som bruker Kongsberg som primærsystem oppgir fire at alarmnivået er direkte overbelastet og en at det er godt balansert. Dette er et paradoks som er verdt å løfte frem: K-Bridge har den mest avanserte BAM i studien (UI-analysen ga «Utmerket» på prinsipp 6), men det er nettopp K-Bridge brukerne som i størst grad rapporterer alarmoverbelastning. R3 forklarer det slik : *«BAM-systemet er svært avansert. Problemet er at når du integrerer alle brosystemer, får du alarmer fra radar, ECDIS, AIS, gyro, logg, ekkolodd etc. på samme skjerm. Det blir mye støy.»* R4 legger til: *«Mange av alarmene er sekundære, de varsler om noe som allerede er håndtert et annet sted. Det blir støy snarere enn relevant informasjon.»*(R3) Informantene selv har en mulig forklaring på dette: Komplekse brosystemer danner koblingen mellom radar og øvrige systemer hvor mange sekundæralarmer som over tid oppleves som støy snarere enn relevant informasjon. Blant de fjorten Furuno-brukerne er åtte godt balansert og fire litt overbelastet, mens én melder om for taust og én om uforutsigbart system. Sperry-brukerne ligger nærmere Kongsberg med to som rapporterer direkte overbelastning.

Symboler og terminologi

Når det gjelder symboler og terminologi på tvers av systemer er begge grupper relativt positive. Blant KU oppga syv av fjorten at symbolene i hovedsak er like og lette å gjenkjenne, seks at de er litt ulike men intuitive å tolke og en at de er ulike og til dels forvirrende. Blant ekspertene svarte tolv i hovedsak like, ni litt ulike men intuitive og to ulike og forvirrende. Sett under ett tyder dette på at standardiseringsarbeidet etter MSC.1609 begynner å gi resultater i den operative flåten, selv om det fortsatt er variasjon mellom systemer.

Moderne radar versus utdanningsradar

Det siste spørsmålet om moderne radarsystemer er bedre enn dem respondentene brukte under utdanningen viser sammenfallende svar i begge gruppene: 64% av Kompetente utøvere mener moderne radarer er bedre og 70% av ekspertene mener moderne radarer er bedre. Dette tyder på at MSC.1609-arbeidet oppleves positivt, men et mindretall (ca. 20-30%) opplever «lite forskjell» eller til og med forverring på enkelte områder. Blant KU, som er ferskere i yrket og ikke har seilt så lenge etter fullført utdanning, svarte syv at moderne radar er litt bedre og fem at det er omtrent likt. Bare to mente det er ganske mye bedre. Blant E er vurderingen mer positiv: åtte oppga at moderne radar er ganske mye bedre med merkbart bedre sikkerhet og effektivitet, syv litt bedre og fem omtrent likt. To oppga imidlertid at moderne radar på enkelte punkter er litt dårligere, og en svarte svært mye bedre. At to erfarne navigatører peker på forverring er et funn som underbygger det som kom frem i intervjuene om at økt kompleksitet og integrasjon ikke alltid oppleves som en fordel, særlig når det gjelder alarmhåndtering og informasjonsmengde på radarskjermen.

5.2.3 Dybdeintervjuer (Ekspert)

Fire dybdeintervjuer med svært erfarne navigatører ble gjennomført for å gå dypere inn i temaene fra spørreundersøkelsen. Alle informantene har mer enn ti års erfaring som navigatør fra norskekysten i tillegg til world wide. De har STCW Dekksoffiser klasse 1.sertifikat og farledsbevis for hele eller deler av kysten.

De er ansatt i management-stillinger som overstyrermann eller kaptein, og flere er kandidater til Kystverkets losaspirant opplæring. Intervjuene var semistrukturerte og varte ca. 60 minutter.

Intervjuene tok utgangspunkt i faste tema: tilgjengelighet til kjernefunksjoner, symboler og terminologi, alarmhåndtering, bruk av presets og overgang mellom ulike radarsystemer. I tillegg ble informantene bedt om å beskrive konkrete hendelser der UI, alarmer eller integrerte brosystemer enten støttet eller svekket situasjonsbevisstheten.

Ekspert informantprofiler:

R1: Furuno siste 24mnd, erfaring med Koden, JRC, Kelvin Hughes på norskekysten,

R2: K-Bridge siste 24mnd, erfaring med andre produsenter inkludert NES Raven og Furuno.

R3: K-Bridge siste 24mnd og erfaring kun med K-Bridge fra Sjøforsvaret,

R4: K-Bridge siste 24mnd, erfaring med Polaris og K-Bridge

Hovedfunn organisert tematisk:

Kjernefunksjoner og arbeidsflyt

Alle fire informanter bekrefter at de viktigste funksjonene (range, gain, clutter, EBL/VRM) er lett tilgjengelige i deres operative systemer, men beskriver Polaris som lite operativt egnet. R1 om Polaris etter 15 år med Furuno: *«Jeg opplevde det som mye vanskeligere å bruke. Jeg vet ikke hvor jeg finner funksjonen, og det er mye som er bare mus styrt. På Furuno ligger alt på samme sted hver gang. InstantAccess-panelet til venstre, heading og speed øverst til høyre.»* (R1). En annen sier dette om fysiske kontroller på K-Bridge: *«Fysiske dreieknapper gir all verdens av forskjell i operativ bruk. Det er ikke det samme å klikke med mus. Tre knapper som går fra venstre til høyre, veldig lett gjenkjennelig. Systemet tenker som en navigatør tenker.»* (R3). R4 om layout-logikk: *«Layouten er logisk. Alarmer øverst, deretter range og gain, så clutter og ARPA. Alt følger en arbeidsflyt fra venstre til høyre. Sidepanelet med snarveier er alltid der.»* (R4). R2 om konsistens på tvers av systemer: *«Jeg har brukt K-Bridge, Raven og Furuno. Gain, clutter og range ligger ikke akkurat samme sted, men logikken er lik. Det tar kanskje en vakt eller to å venne seg til.»*

Alarmstøy og håndtering

Alle fire informanter er opptatt av alarmhåndtering, men R3 og R4 (begge K-Bridge brukere) beskriver tydelig det paradokset som kom frem i spørreundersøkelsen: systemet med best BAM gjennomføring skaper mest alarmoverbelastning. «Kongsberg-paradokset» R3 om BAM systemet: *«BAM systemet er svært avansert. Topplista viser alt som er aktivt, og kategori A-alarmer kan ikke kvitteres uten at du ser hva som utløste dem. Det er bra. Men problemet er at når du innlemmer alle brosystemer, får du alarmer fra radar, ECDIS, AIS, gyro, logg, ekkolodd, alt på samme skjerm så det blir mye støy.»* (R3). R4 sier dette om sekundæralarmer: *«Mange av alarmene er sekundære, de varsler om noe som allerede er håndtert et annet sted. For eksempel: gyroalarmen utløses, så får du alarmvarsel fra ECDIS om tap av gyrodata, så fra radaren, så fra ARPA. Fire alarmer for samme problem. Det blir støy snarere enn relevant informasjon.»* (R4). R1 om Furuno varselboks: *«Furuno viser 'no active alerts' når alt er normalt. Det gir ro. Varselboksen er alltid synlig med ikon, varselnummer og beskrivelse. Jeg opplever den som godt balansert»* R2 om uforutsigbarhet: *«Noen ganger er systemet for taust, andre ganger for høylytt. Det er ikke alltid konsistent hvilke alarmer som kommer når.»* (R2).

Presets i praksis: Kjenner dem, bruker dem ikke

Alle fire informanter kjenner til presets, men ingen bruker dem aktivt. Dette bekrefter spørreundersøkelsens hovedfunn: 65% av ekspertene bruker presets sjeldent eller aldri. R1 om Furuno presets: *«Presets heter near, far, harbor, rough sea, akkurat de begrepene vi bruker. Men jeg bruker dem sjelden. Jeg foretrekker å sette opp radaren manuelt fordi jeg da vet nøyaktig hva jeg har»*(R1). Når det gjelder tilliten til presets påpeker R2 at : *«Bruker lite presets, vet de er der, men foretrekker manuell innstilling for å ha kontroll på setup. Jeg vet ikke helt hva presetene faktisk gjør med alle innstillingene.»*(R2). R3 om militære prosedyrer: *«I Forsvaret bruker vi sjekklistor, ikke presets. Vi skal gå gjennom hele oppsettet manuelt før vi går på vakt. Det er en annen filosofi.»* (R3). R4 om tilgjengelighet: *«Presets finnes, men jeg bruker dem nesten aldri. De ligger litt skjult i menyen, og jeg stoler mer på mine egne innstillinger.»* (R4).

Overgang mellom systemer: Standardisering fungerer delvis

Informantene bekrefter at symboler og terminologi er mer konsistent enn før, men at overgang mellom systemer fortsatt krever tilpasning. R1 forteller om gap mellom Polaris og Furuno: *«Etter 15 år med Furuno kom jeg tilbake til Polaris ved losopptak. Det var veldig fremmed. Alt lå i en stor meny til høyre. Jeg måtte lete etter funksjoner som på Furuno alltid ligger på samme sted.»* (R1). Tilvenning går raskt mener R2: *«Det tar kanskje en vakt eller to å venne seg til et nytt system. Ikke fordi funksjonene er annerledes, men fordi de ligger på litt ulike steder.»* (R2). R3 om gjenkjenning: *«Systemet tenker som en navigatør tenker. Når du har brukt K-Bridge lenge, kjenner du igjen mye i andre systemer også. Ikke fordi de er like, men fordi logikken er lik»* (R3) Disponering av skjermareal var noe R4 ikke likte: *«Mitt største problem er ikke systemet i seg selv, men at radarbildet blir så lite når AIS-data er aktivert på en 27-tommers skjerm. Primærfunksjonen altså radarbilde blir redusert til fordel for sekundærinformasjon.»* (R4).

5.2.4 Sammensatt bilde

Samlet sett peker både studentperspektivet, spørreundersøkelsene og ekspertintervjuene i samme retning, selv om de kommer fra ganske ulike ståsteder. Utdanningssystemer som Polaris blir konsekvent beskrevet som lette å lære på og greie å bruke når man skal forstå grunnleggende radararbeid. Alle 17 studentgrupper (5.2.1) konkluderer med at Polaris er best egnet for opplæring, men 13 av 17 ville foretrukket K-Bridge operativt. De operative systemene blir derimot vurdert som bedre tilpasset navigatørens hverdag. 70% av ekspertene og 64% av Kompetente utøvere (5.2.2) mener moderne radarer gir bedre støtte når situasjonen blir krevende, med mye trafikk, trange farvann og dårlige værforhold. Nybegynnerne er mest opptatt av at ting er oversiktlig og at menyene gir mening. Studentgruppene (5.2.1) fremhever «tooltips», synlige knapper og 57 siders manual som styrker ved Polaris. Ekspertene og Kompetente utøvere legger derimot mer vekt på layout, fysiske kontroller, alarmhåndtering og hvor mye systemet krever av dem når arbeidsbelastningen er høy. R3 og R4 (5.2.3) beskriver fysiske dreieknapper som «all verdens av forskjell» i operativ bruk.

I spørreundersøkelsene er det også tydelig at de som er operative navigatører ikke savner utdanningsradarene. De etterlyser bedre presets (kun 17% av ekspertene bruker dem aktivt), bedre alarmhåndtering (48% rapporterer overbelastning), mer fokus på radarens originale funksjon som måldeteksjon, samt mer likhet mellom systemene de bruker til daglig. R4 (5.2.3) uttrykker dette tydelig: *«Radarbildet blir så lite når AIS-data er aktivert.*

Primærfunksjonen blir redusert til fordel for sekundærinformasjon.» Resultatene viser tydelige forskjeller mellom Polaris og de nyere radarsystemene, både i layout, alarmhåndtering og hvordan brukerne opplever dem i praksis. UI-analysen (5.1.1) bekrefter dette teknisk: Polaris scorer «Svak» på prinsipp 3 og 6, mens K-Bridge og Furuno scorer «Sterk» eller «Utmerket» på de samme prinsippene. Samtidig viser spørreundersøkelsene (5.2.2) at erfaring og kompetansenivå spiller en større rolle for hvordan navigatørene tolker funksjonene og bruker dem i hverdagen. Bruken av presets faller fra 36% blant Kompetente utøvere til 17% blant Ekspertene altså jo mer erfaring, desto mer manuell kontroll.

For å forstå mer av hva disse forskjellene egentlig betyr, må funnene ses opp mot teori og de standardene som gjelder. Det er først da man får et klarere bilde av hva som faktisk påvirker bruken og hva som er variasjon mellom systemene uten at det nødvendigvis har praktisk betydning. Kapittel 6 drøfter derfor funnene i lys av MSC.1609, situasjonsbevissthet, mentale modeller og konsekvensene av gapet mellom utdanning og operativ virkelighet.

6 Drøfting

I de foregående kapitlene har jeg presentert teori om standardisering, situasjonsforståelse og læring og en gjennomgang av metoden og resultatene fra analysen av de tre radarsystemene Polaris, Furuno og K-Bridge radar. I drøftingen bygger jeg videre på dette grunnlaget og drøfter funnene i lys av de tre forskningsspørsmålene.

Først hvordan design og layout i radardisplay påvirker navigatørens evne til å oppfatte, forstå og projisere situasjonen (F1). Deretter hvordan erfaringsnivå og kompetanse påvirker brukeropplevelsen av moderne radarsystemer og hvilken betydning dette har for design og opplæring (F2). Til slutt forholdet mellom utdanningsradaren Polaris og moderne operative systemer, og hvilke konsekvenser dette har for overgangen fra utdanning til operativ bruk (F3). Målet er å samle trådene fra analysen og gi en helhetlig vurdering av hvordan dagens radardisplay støtter og utfordrer navigatørens arbeid.

6.1 F1: Opplevelse

I hvilken grad opplever navigatører at moderne radarsystemer støtter MSC.1609 prinsippene for tilgjengelighet, konsistens og situasjonsforståelse?

Sammenligningen mellom Polaris og de moderne systemene viser tydelige forskjeller i hvordan design og layout støtter navigatørens situasjonsforståelse. Polaris avviker fra både MSC.1609 og IEC 62288 når det gjelder grouping av funksjoner. Mange viktige funksjoner ligger i en felles meny, og brukeren er avhengig av mus eller trackball for å navigere mellom dem. Dette gir et enkelt og forutsigbart grensesnitt, men det fører også til mer rot med menyer og flere trinn for å utføre grunnleggende handlinger.

I praksis påvirker dette særlig Endsleys SA modell på nivå 1, persepsjon av informasjon som er fundamentalt for situasjonsforståelsen. (Endsley, 1995). Når det ikke finnes fysiske kontroller, ikke logisk gruppering samt at menynavigasjon med mus og lav statussynlighet kan det føre til at navigatøren må bruke sin kognitive kapasitet til å oppfatte å tolke radarbildet.

I følge IMO (IMO, 2008) viser forskning at rundt 60% av kollisjoner og grunnstøtinger skyldes direkte menneskelig feil og at bedre designede systemer kunne være ett av svarene på dette. (Vu V. D., 2022) viser at komplekse grensesnitt og «information overload» er blant de viktigste designproblemene i maritime navigasjonssystemer, og at de er direkte koblet til flere maritime ulykker og uønskede hendelser.

Polaris; pedagogisk verktøy, operativt gap.

Polaris er designet etter funksjonskategori, ikke operativ prioritet. Kontrasten til operative systemer blir tydelig i informantenes erfaringer. R1 seiler til daglig med Furuno radar i rutefart langs norskekysten. Ved opptak til losaspirantopplæringen møtte han Polaris igjen for første gang siden fullført navigatørutdanning for 15 år siden. Etter lang tids bruk av operative systemer var det Polaris som føltes veldig fremmed: *«Jeg opplevde det som mye vanskeligere å bruke. Jeg vet ikke hvor jeg finner funksjonen, og det er mye som er bare mus styrt.»* (R1) Dette er i tråd med Norman (Norman, 2002, ss. 29-30)) sin beskrivelse av systemer som legger mer kognitivt arbeid på brukeren enn de avlaster. (Mallam & Nordby, 2021)) viser at inkonsistent design i flerleverandørsystemer direkte øker kognitiv belastning og reduserer sensemaking, navigatøren bruker kapasitet på å tolke systemet, ikke situasjonen. R3, som bruker K-Bridge i Sjøforsvaret, bekrefter betydningen av fysiske kontroller fra motsatt vinkel: *«Tre knapper som går fra venstre til høyre for Gain, Rain og Sea, veldig lett gjenkjennelig. Fysiske dreieknapper gir all verdens av forskjell i operativ bruk.»* (R3). UI-analysen (5.1.1) bekrefter dette teknisk: Polaris scorer «Svak» på prinsipp 3 (hyppighet og viktighet) fordi systemet mangler både fysiske kontroller og konfigurerbare snarveier. K-Bridge scorer «Utmerket» på samme prinsipp nettopp fordi alarm- og varselknapper er de første elementene på operatørpanelet, og range, gain, clutter og EBL/VRM er direkte tilgjengelige.

Operative systemer; bedre, men ikke uten problemer.

De to operative systemene K-Bridge og Furuno løser dette bedre, men ikke helt uten problemer. Spørreundersøkelsen (5.2.2) viser at om lag 70% av både ekspertene og Kompetente utøvere opplever kjernefunksjoner som «svært lett tilgjengelige». K-Bridge og Furuno følger standardene bedre enn Polaris da funksjoner som range, gain, clutter og ARPA målfølgning er gruppert rundt radarbildevisningen, og de fysiske kontrollene gjør det mulig å justere innstillinger uten å flytte blikket. Dette støtter Endsleys (1995) SA-2 og SA-3, fordi navigatøren raskere kan tolke trafikkbildet og forutse utviklingen. Fordelen er tydelig i krevende situasjoner hvor tid og oppmerksomhet er kritiske ressurser.

Information overload, når sekundærdata fortrenger primærinformasjon.

Flere Ekspertter beskriver nettopp dette: når mengden data blir for stor, risikerer man at primærinformasjonen drukner i sekundærdata. R4, som bruker K-Bridge med en 27-tommers skjerm, setter det på spissen slik: *«Ta for eksempel posisjon da, den har vi jo i cursor og på en 6-7 andre skjermer inkludert Ecdis.»* (R4). Geografisk posisjon i radarskjermen er ikke nødvendig i henhold til MSC.1609, den er en av flere merket «Optional» i retningslinjene. Produsentene mener den skal være synlig til enhver tid og derved krever skjermareal. (Norman, 2002, s. 21) kaller dette for designfeil der systemet legger mer informasjon i grensesnittet enn operatøren kan nyttiggjøre seg. MSC.1609 prinsipp 3 er tydelig på at hyppig brukt og kritisk informasjon skal være lettest tilgjengelig (Vu V. D., 2022) dokumenterer gjennom en trefase-studie med 601 sjøfolk at nettopp hyppighet av bruk er det første steget mot brukersentrerte navigasjonsgrensesnitt. K-Bridge og Furuno følger standardene bedre enn Polaris da funksjoner som range, gain, clutter og arpa målfølging er gruppert rundt radarbildevisningen og de fysiske kontrollene gjør det mulig å justere innstillinger uten å flytte blikket. Fordelen er tydelig i krevende situasjoner hvor tid og oppmerksomhet er kritiske ressurser. Samtidig oppstår en utfordring mellom funksjonsrikdom og kompleksitet. Moderne systemer tilbyr flere verktøy, flere visninger og mer informasjon. Dette kan styrke situasjonsbevisstheten når navigatøren vet hva som er relevant, men det kan i komplekse situasjoner lede til «information overload».

En informant poengterer hva som skjer når selve radarbildet (primær informasjon) reduseres betraktelig når AIS data (sekundærdata) slås på. *«27 tommers skjerm, og med AIS påslått, så vises det kanskje 14 tommer med radarbilde. Helt latterlig da.»* (R4).

Porathe (2018) viser at dette er særlig kritisk under tidspress: stress svekker behandling av informasjon informasjonsbehandlingen gjennom kognitiv tunnelering, og navigatøren mister evnen til å skille kritisk fra ikke-kritisk informasjon. Dermed kan et system som i utgangspunktet er designet for å støtte SA, i krevende situasjoner aktivt svekke den. I 2024-versjonen av K-Bridge beslaglegger AIS (sekundærdata) om lag 30 prosent av skjermarealet når påslått, og primærinformasjon bilde blir tilsvarende redusert. Slike sekundærdata finnes igjen påpeker en av ekspertene på ECDIS, Conning og flere andre skjermer på broen.

Illustrasjonsbilde 4.K-Bridge 2006 Kilde: Kongsberg



6.2 F2: Forskjell

Hvordan skiller UI i Polaris, K-Bridge Radar og Furuno FR serien seg fra hverandre når det gjelder implementering av disse prinsippene?

UI-analysen (5.1.1) viser at de tre systemene løser de samme kravene svært forskjellig, og at ingen av dem dekker alle syv prinsippene like godt. Forskjellene er ikke bare tekniske, men påvirker direkte hvordan navigatøren arbeider under operativt press.

Konsistens og gjenkjenning; Standardisering fungerer

K-Bridge er sterkest på begge punkter. Fargebruk, terminologi og gruppering følger standardene, og snarveispanelet gjentar de mest brukte funksjonene i fast rekkefølge. Furuno er like bak og betjeningslogikken er gjenkjennelig på tvers av ikke bare modeller men også generasjoner av modeller. Det er kanskje en av grunnene til at Furuno dominerer på norskeide skip i kystnære farvann som spørreundersøkelsen viser. R1 beskriver dette: *«Furuno har holdt fast på den samme layouten gjennom mange år. InstantAccess-panelet ligger alltid til venstre, heading og speed alltid øverst til høyre. Du kjenner deg igjen selv om du bytter fra en gammel til en ny Furuno radar.»* (R1). Spørreundersøkelsen (5.2.2) bekrefter dette: 52% av respondentene opplever symboler som «gjenkjennelige på tvers av systemer», og Furuno dominerer med 68% av respondentene som primærbrukere.

Polaris er moderat på begge punkter. Betegnelsene henger sammen internt, men avviker fra det som navigatøren møter om bord samt at symbolbruken i liten grad er i tråd med IEC 62288. MSC.1609 framhever konsistens som det viktigste enkeltprinsippet.

R2, som har erfaring med mange systemer som K-Bridge, NES Raven, JRC, Furuno og andre leverandører, sier følgende: *«Jeg har generelt lav tillit til utsyr fra tredpartsleverandørene, på grunn av programvaren, de har ikke tradisjon bunnet i sjøfolkenes behov»* (R2). Manglende konsistens med maritim praksis er ikke bare et problem for brukeropplevelsen, men et sikkerhets anliggende. (Norman, 2002, ss. 16-17) viser at systemer uten forankring i brukerens mentale modell øker feilraten under press. (Vu V. D., 2022) dokumenterer i sin studie av MSC.1609 at nettopp variasjon mellom produsenter på obligatoriske funksjoner var hovedgrunnen til S-mode initiativet og standardiseringsarbeidet.

Resultatet ble et rammeverk av prinsipper framfor et sett med krav for universelt grensesnitt. OpenBridge prosjektet (Mallam & Nordby, 2021) ble utviklet nettopp fordi eksisterende regelverk ikke klarte å sikre konsistens på tvers av produsenter. Dette bygger på at konsekvent design ikke bare øker brukervennligheten, men også gjør det mulig å overføre ferdigheter mellom systemer. Navigatøren oppnår «transfer of training» til også å gjelde nytt og ukjent navigasjonsutstyr.

Hyppighet, viktighet og statussynlighet

Den viktigste skillelinjen mellom systemene er ikke funksjonalitet, men hva navigatøren kan gjøre uten å flytte blikket fra radarbildet. UI-analysen (5.1.1) viser at K-Bridge scorer «Utmerket» på prinsipp 3 (hyppighet og viktighet), Furuno scorer «Sterk», mens Polaris scorer «Svak». R3 beskriver hvordan de etter flere års dialog med produsenten, fikk lagt til fysiske knapper for Gain, Rain og Sea som gjorde all verdens av forskjell : *«Tre knapper som går fra venstre til høyre, veldig lett gjenkjennelig.»* (R3). Dette bekrefter R4 tilsvarende på sitt system: *«Gain og Rain og Sea ligger som glidebrytere rett på høyre side av skjermen og duplisert på dreieknapp panelet»* (R4)

Polaris mangler fysiske knapper og må justeres med mus. Spørreundersøkelsen (5.2.2) bekrefter konsekvensen: 70% av ekspertene og 71% av Kompetente utøvere opplever kjernefunksjoner som «svært lett tilgjengelige» i sine operative systemer, mens studentgruppene (5.2.1) beskriver Polaris som «mange knapper på én gang» uten logisk prioritering. Prinsipp tre krever at de mest brukte funksjonene skal være lettest å nå. K-Bridge er klart sterkest, alarm- og varselknapper er de første elementene på panelet. Range, Gain, Sea og Rain clutter ligger direkte tilgjengelig.

Alarm-paradokset

K-Bridge har den beste BAM-implementeringen i studien. UI-analysen (5.1.1) ga «Utmerket» på prinsipp 4 (statussynlighet) og prinsipp 6 (feilforebygging). Likevel rapporterer 80% av K-Bridge ekspertene i spørreundersøkelsen (5.2.2) «direkte overbelastet» alarmnivå. Dette er studiens tydeligste paradoks. R3 fra sitt ståsted setter ord på det: *«Hvis det skal være helt ærlig, så er det ofte jeg bare trykker på mute knappen. Kanskje 60-70% av alarmene som kommer er ikke relevante.»* (R3). R4 gir et beskrivende eksempel: *«Gyroalarmen utløses, så får du alarmvarsel fra ECDIS om tap av gyrodata, så fra radaren, så fra ARPA. Fire alarmer for samme problem.»* (R4). Dette poengteres av R1 : *«Innmari irriterende til tider med så mye alarmbråk, jeg bare trykker dem ut.»* (R1).

Dette er ikke et K-Bridge-spesifikt problem (Bjørneseth, 2021, s. 143) beskriver det samme fra et annet prosjekt: når et skip mister GPS-signal, utløser alle systemer som er avhengige av det signalet sine egne alarmer. Resultatet er et kaos av lydsignaler og en lang alarmliste der rotårsaken er godt skjult. Det R4 beskriver med fire alarmer for samme problem er altså et gjennomgående designproblem i integrerte brosystemer, ikke en særegenhet ved ett system.

Til sammenligning rapporterer kun 29% av Furuno-brukerne overbelastning i spørreundersøkelsen (5.2.2). R1 beskriver: *«Furuno viser 'no active alerts' når alt er normalt. Det gir ro.»* (R1) Problemet er ikke nødvendigvis K-Bridge sin BAM i seg selv, men konsekvensen av tilkoblede sensorer der sekundæralarmer fra disse tilkoblede systemene samles gjennom samme display (Maglić & Zec, 2020) dokumenterer dette direkte i en studie av vakthavende offiserer: alarmer som ikke oppleves som relevante blir ignorert eller kvittert uten at innholdet leses. Alarm fatigue er ikke et brukerproblem, det er et designproblem. Begge systemene følger MSC.1609 tett og skaper likevel operasjonelle utfordringer som retningslinjene ikke forutså.

Presets: Kjent men ikke brukt

MSC.1609 Appendix 5 setter presets som direkte krav. Furuno har «near», «far», «harbor», «rough sea» og «coast». K-Bridge har tilsvarende. Likevel viser spørreundersøkelsen (5.2.2) at 65% av ekspertene bruker dem sjeldent eller aldri. Dette fallet fra 36% blant Kompetente utøvere til ekspertene tyder på at jo mer erfaring, desto mindre bruk. R2 legger frem at: *«Jeg vet ikke helt hva presetene faktisk gjør med alle innstillingene.»* (R2).

En av informantene trekker frem at tilit til systemet er et problem: *«Jeg foretrekker manuell oppsett fordi jeg da vet nøyaktig hva jeg har.»* (R1). Sjøforsvaret på sin side bruker sjekklistor i stedet: *«Vi skal gå gjennom hele oppsettet manuelt før vi går på vakt.»* (R3). I følge Dreyfus og Dreyfus (1986) bygger Ekspertene intuitive rutiner over tid. Manuelle innstillinger er dypt innarbeidet, presets er det ikke. UI-analysen (5.1.3) konkluderer med at «mulighetene i standardiserte grunninnstillinger ikke blir utnyttet i noe særlig grad». Dette er et designproblem på grunn av at presets er ikke synlige nok, har ikke tillit nok, og forklares ikke godt nok til å endre innarbeidede vaner.

Skjermhjelp; gapet i alle operative systemer.

Polaris fra 2005 er det eneste systemet med dokumentert innebygd skjermhjelp. Når cursor plasseres over en knapp, vises tooltips automatisk akkurat slik MSC.1609 beskriver som god praksis. (Weintrit A., 2019) som satt selv i IMO ekspertgruppen under S-mode arbeidet, slår fast at navigatøren skal kjenne igjen, ikke huske funksjonene på skjermen. Effekten er selvsagt størst for med minst erfaring med systemet og denne effekten avtar med økende kompetanse. Dette er akkurat som (Tiller, 1999, s. 30) beskriver i modellen for læring og bygging av kompetanse. R3 og R4 bekrefter mangelen i de operative systemene: *«Det finnes ingen tooltips. Du må bare vite hva ikonene betyr, eller slå opp i manualen. HelpID kodene er helt ubrukelige for oss navigatører.»* (R3). Tooltip ble ikke et krav i MSC.1609. (Vu, Lützhöft, & Imset, 2024) viser at S-Mode gruppen arbeidet under et «all or nothing» prinsipp: det som ikke fikk umiddelbar tilslutning ble kuttet ut. Grunnen til at det falt ut var at produsentene krevde bare testbare tekniske kriterier og tooltips lot seg ikke formulere slik. Det falt ikke ut av faglige grunner, men fordi prosessen ikke gav rom for det.

Kjernefunksjoner versus tilleggsfunksjonalitet

Et gjennomgående funn er at informantene skiller tydelig mellom radarens kjernefunksjon og det de oppfatter som markedsføringsdrevet tilleggsfunksjonalitet: *«Salgssystemet selger det. Radarfunksjonen er nedprioritert til fordel for alt mulig rart som puttes inn i radarskjermen»* (R1). Respondenten er tydelig på at flere funksjoner og tertiærinformasjon er salgs gimmick, ment å imponere kunder heller enn å være optimalisert for best mulig primærfunksjon nemlig å støtte navigatøren under utøvelsen av komplekse navigasjons situasjoner. *«Generelt er min erfaring at softwareradarer, altså tredjepartssystemer, er dårlige som radarer. Flott og fancy, men dårlig på kjernefunksjon som jo er radar.»* (R2). R3 hadde ett innovasjon og designfirma ombord på sitt fartøy i forbindelse med vedlikehold og ombygging, deres kommentar til navigasjonsbro designet var: *«Dette er designet av en ingeniør, ikke en navigator»* (R3). (Norman, 2002, ss. 16-17) betegner dette for et misforhold mellom systemmodell og brukemodell. Når designet spisses mot total funksjonalitet fremfor operativ brukbarhet er resultatet systemer som er imponerende å demonstrere men krevende å bruke. Funnene tyder på at presset fra markedsføring og konkurranse mellom leverandørene driver designvalg bort fra det navigatøren faktisk trenger.

6.3 F3: Konsekvens

Hvilke konsekvenser har forskjellene mellom utdanningsradar (Polaris) og operative radarsystemer (K-Bridge, Furuno) for overgangen fra opplæring til operativ bruk?

Polaris fungerer godt som treningsplattform for grunnleggende radaropplæring. Systemet er enkelt, forutsigbart og lett å forstå, og det gir studentene en trygg inngang til å lære å bruke og å tolke radar. Studentene kan eksperimentere uten frykt for konsekvensene av feiltrykk. Dette er riktig i henhold til Dreyfus modellen; nybegynnere trenger synlige funksjoner og klare regler for å bygge de grunnleggende ferdighetene. (IMO, 2008) understreker at opplæring og familiarisering skal være på plass før teknisk implementering.

Ulempen er at Polaris ikke lenger er representativ for moderne radarsystemers operatørpanel (HMI). Det følger ikke dagens standarder, og det mangler flere av funksjonene som navigatører møter på radarsystemer når de kommer ombord. Dette skaper et gap mellom utdanning og praksis, noe flere informanter peker på. R1 beskriver dette utfra sin egen erfaring, etter 15 år med Furuno. Han opplevde Polaris som fremmed og tungvint da han møtte det igjen ved losaspirant opptak. Det bekrefter at erfaring med ett system ikke automatisk overføres til et annet (se også 6.1). Hans erfaring er det omvendte av det man kanskje forventer. Ikke nybegynneren som sliter med operative systemer, men den erfarne navigatøren som møter utdanningssystemet på nytt og opplever det som vanskelig og fremmed. K-Bridge og Furuno er bedre egnet til å trene reell situasjonsforståelse, særlig i komplekse scenarioer der radar, AIS, ECDIS og kommunikasjonssystemer må opereres og tolkes i sammenheng. Begge gir et mer realistisk bilde av arbeidsbelastningen på en moderne bro, og de støtter SA-nivå 2 og 3 bedre enn Polaris. Ulempen er at de er tyngre å lære, og at studenter kan oppleve dem som overveldende uten mye støtte og tilstrekkelig veiledning.

Et spørsmål som reiser seg i dette er hvorvidt det er gunstig for studentene at hoveddelen av grunnopplæringen skjer på en UI som ikke følger dagens standarder. Polaris gir en god og trygg inngang til radarforståelse, men representerer ikke lenger den teknologiske virkeligheten studentene møter i operativ drift. Når overgangen til moderne systemer først skjer sent i utdanningen eller om bord, kan det føre til at studentene opplever en brattere læringskurve enn nødvendig. Erfaringer fra enkelte andre nautiske utdanningsinstitusjoner viser at forsøk på å bruke K-Bridge radar i grunnutdanningen førte til at man gikk tilbake til Polaris, fordi systemet ble for komplekst for studenter i nybegynnerfasen. Dette støtter funnene i denne studien: Polaris er pedagogisk sterk, mens moderne radarsystemer først fungerer best når brukeren har etablert grunnleggende radarforståelse.

Forsvarlighet i opplæringen handler derfor ikke om å velge enten Polaris eller moderne radarer, men kanskje mer om hvordan man kan kombinere de på en måte som gir både trygghet og relevans. En gradvis innfasing av moderne systemer kan bidra til å redusere gapet mellom utdanning og operativt arbeid, samtidig som studentene får beholde den pedagogiske fordelene Polaris gir i begynnelsen. På en annen side kan man anta at i løpet av studiet vil det være forvirrende å innlære to såpass forskjellige systemer. Forvirringen kan underveis i studieløpet derfor bli stor. Kanskje er filosofien at man skal kunne ett system til bunns med styrker og svakheter, ikke overførbart til innlæring av andre og mer komplekse systemer senere i karrieren?

Drøftingen viser at ingen av systemene alene dekker alle behovene som både nybegynnere og erfarne navigatører har. Polaris fungerer godt i startfasen, mens moderne radarer gir bedre støtte i komplekse situasjoner. Samtidig viser funnene at overgangen mellom disse systemene kan være krevende, og at opplæringen derfor må balansere pedagogisk enkelhet med operativ realisme. På bakgrunn av dette oppsummeres studiens hovedpoeng og konsekvenser i kapittel 7.

7 Konklusjoner

Jeg har i denne studien undersøkt i hvilken grad moderne radarsystemer støtter prinsippene i MSC.1/Circ.1609, hvordan tre konkrete systemer skiller seg fra hverandre, og hvilke konsekvenser gapet mellom utdanningsradar og operative systemer har i praksis.

F1 Opplevelse: Navigatørene opplever i stor grad at kjernefunksjoner er tilgjengelige og gjenkjennelige på systemene de bruker daglig. Men lettheten de rapporterer kan være like mye et resultat av erfaring som av godt design. Alarmhåndtering er det området der opplevelsen er mest delt, og der gapet mellom retningslinjenes intensjon og operativ virkelighet er tydeligst. Implementeringen av retningslinjene skaper nye utfordringer, alarm fatigue og information overload som prinsippene ikke løser alene. Presets er et direkte krav i MSC.1609, men er uten tillit samt ikke synlig nok og derfor brukes moderat blant de mindre erfarne og sjeldent blant de mest erfarne navigatørene.

F2 Forskjell: UI-analysen viser at K-Bridge og Furuno i stor grad følger MSC.1609 prinsippene, mens Polaris faller klart utenfor. Dette ikke fordi Polaris er et dårlig system, men fordi det er designet for opplæring og ikke for operativ bruk. Det mest overraskende funnet er prinsipp 7: Polaris fra 2005 er det eneste systemet med dokumentert innebygd skjermhjelp. K-Bridge og Furuno som begge er moderne operative systemer mangler denne funksjonaliteten som MSC.1609 etterspør.

F3 Konsekvens: Polaris fungerer godt som pedagogisk stillas i grunnutdanningen, men er ikke ajour lenger med den teknologiske virkeligheten studentene møter om bord. Overgangen til operative systemer kan bli brattere enn nødvendig fordi systemene ikke er designet for gjenkjenning på tvers. Samlet sett viser studien at standardiseringsarbeidet bak MSC.1609 er på rett vei, men at det fortsatt er avstand mellom retningslinjene og det som faktisk finnes på navigasjonsbroen. Både MSC.1609 og IEC 62288 beveger seg mot mer standardiserte, testbare krav til navigasjonsdisplayer. Dette viser at Polaris designet er tydelig «forrige generasjons» kompromiss, mens K-Bridge og Furuno er tettere på den nye normalstandarden.

7.1 Praktiske implikasjoner

For utdanningsinstitusjonene handler det mest om timing i undervisningsplanene. Polaris fungerer godt som inngang til grunnleggende radarforståelse som systemet er designet for. Men operative systemer bør komme inn tidligere i studieløpet enn i dag. Ikke for å erstatte Polaris, men for å gjøre overgangen mindre bratt når studentene møter virkeligheten på sine første navigasjonsbroer. For produsentene peker studien på minst ett konkret og enkelt tiltak: skjermhjelp i form av «tooltips» som minimum. At Polaris fra 2005 er det eneste systemet som oppfyller MSC.1609 prinsipp 7, er et gap som burde vært lukket for lenge siden. Presets er et annet område det er ikke synlig nok eller tillitvekkende nok til at erfarne navigatører faktisk tar det i bruk. For IMO og andre myndigheter viser studien at MSC.1609 er et steg i riktig retning, men at etterlevelse er vanskelig å måle uten klarere testkriterier. Så lenge produsenter leverer systemer uten skjermhjelp, alarmhåndteringen er uklar, erfarne navigatører ikke bruker presets og utdanningsinstitusjonene holder fast ved Polaris som hovedradarplattform, er det et stykke igjen før MSC.1609 er helt oppfylt.

7.2 Videre arbeider

Denne studien er avgrenset til tre radarsystemer og et relativt lite utvalg norske navigatører. Flere retninger peker seg ut for videre forskning.

Det mest åpenbare er en bredere UI-analyse som inkluderer flere produsenter og nyere radarsystemer. Dette gjelder særlig systemer levert etter juni 2024, der MSC.1609 er gjeldende krav. En slik studie ville gi et mer direkte bilde av om og hvordan regelverket faktisk påvirker designvalgene.

Presets er et også tema som fortjener egen oppmerksomhet. Funnene her viser et klart gap mellom regelverkets intensjon og operativ praksis. En studie rettet mot hvorfor navigatører er motvillige til å bruke presets og hva som skal til for å endre denne holdningen ville ha direkte praktisk verdi for både produsenter og rederier.

Overgangen fra utdanningsradar til operative systemer er et annet område. Dette arbeidet viser at gapet finnes og at det oppleves som krevende, men sier lite om hva som faktisk læres og hva som glemmes.

Fremtidige studier vil kunne styrkes ved å inkludere produsentperspektivet direkte. I denne studien forble henvendelser til Furuno og Kongsberg ubesvarte. Deres betraktninger om designfilosofi, tolkninger av MSC.1609 og strategier for fremtidig standardisering ville gitt et viktig supplement til navigatørenes og studentenes perspektiver, og er et naturlig område for videre forskning.

En oppfølgingsstudie som følger kadetter fra utdanning og inn i operativ tjeneste ville kunne gi maritim utdanning et bedre grunnlag for å bestemme hvilke systemer som bør brukes og ikke minst når. Oppfølging av kontradiksjoner i MSC.1609 (Zalewski, 2019) og konsekvenser av disse ville tjene retningslinjene i neste revisjon.

Referanser

- Alan, B. S. (2020). Human factors implications on ship bridge design. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 38(3), ss. 1567-1579. Hentet fra <https://www.scopus.com/pages/publications/85141036498>
- Bjørneseth, F. B. (2021). Unified Bridge – Design Concepts and Results. I I. S. Porathe, *Sensemaking in Safety Critical and Complex Situations: Human Factors and Design* (ss. 135-152). CRC Press. Hentet mai 11, 2026
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in psychology.*, 3(2), 77-101.
- Costa, N. A., & Lützhöft, M. (2014). The values of ergonomics in ship design and operation. *International Conference on Human Factors in Ship Design & Operation* (ss. 15-26). London: The Royal Institution of Naval Architects. doi:10.3940/rina.hf.2014.16
- Danielsen, B.-E., Lützhöft, M., & Haavik, T. e. (2022, june 27). Seafarers should be navigating by the stars": Barriers to usability in ship bridge design. *Cognition, Technology & Work.*, 24, ss. 675-691. doi:10.1007/s10111-022-00700-8
- Endsley, M. R. (1995, Mars). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors Journal*, 37(1), 32-64.
doi:<https://doi.org/10.1518/001872095779049543>
- Endsley, M. R., & Kiris, E. O. (1995). The out-of-the-loop performance problem and level of control in automation. *Human Factors*, 37(2), 381-394.
doi:<https://doi.org/10.1518/001872095779049336>
- Furuno. (2025). *Furuno Corporate web site*. Hentet fra CSR / Enviroment : <https://www.furuno.co.jp/en/csr/report/>
- Grech,Michelle. (2008). *Human factors in the maritime domain*.
- Hareide, O. (2019). *The use of eye tracking technology in maritime high-speed craft navigation*. Doktorgradsavhandling , NTNU. Hentet februar 6, 2026
- IMO. (2008). Annex 20, strategy for the development and implementation of e-navigation. *MSC 85/26/Add.1* . IMO MSC . Hentet Januar 22, 2026 fra

<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/enavigation/MS%2085%20-%20annex%2020%20-%20Strategy%20for%20the%20development%20and%20implementation%20of%20e-nav.pdf>

IMO. (2019, Juni 14). *Guidelines for the standardization of user interface design for navigation equipment*. Hentet Januar 22, 2026 fra <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/IMO%20Documents%20related%20to/MS%20C.1-Circ.1609.pdf>

Kjerstad, N. (2026). *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer* (8. utg.). Vigemostad & Bjørge.

Kvale, S., & Brinkman, S. (2012). *Det kvalitative forskningsintervju*. Gyldendal.

Kystverket. (2021). *Navigasjon for lostjenesten - Sikker og effektiv navigasjon*. . Hentet April 12, 2026 fra <https://www.kystverket.no/nyheter/2020/ny-bok-om-navigasjon-i-lostjenesten/>: <https://www.calameo.com/hatlehols/read/0057643753f032c839700>

Liu, Y., Li, S., Du, X.-L., & Gong, X. (2025). Research on Interactive Design Method of Radar Display and Control Interface under Time Pressure. *Proceedings of the 2025 5th International Conference on Control and Intelligent Robotics*. doi:<https://doi.org/10.1145/3757940.3757973>

Lützhöft, M. H., & Dekker, S. (2002, Januar). On Your Watch: Automation on the Bridge. *Journal of Navigation*, 55(1), ss. 83-96. doi:10.1017/S0373463301001588

Maglić, L., & Zec, D. (2020, August 19). The Impact of Bridge Alerts on Navigating Officers. *Journal of Navigation*, 73(2), 421-432. doi:10.1017/S0373463319000687

Malik, A. S., & Al Ghamdi, M. A. (2019, 10 2). Understanding the Vulnerabilities in Digital Components of an Integrated Bridge System (IBS). *Journal of Marine Science and Engineering*, 7. doi:<https://doi.org/10.3390/jmse7100350>

Mallam, S., & Nordby, K. (2021). Supporting Consistent Design and Sensemaking across Ship Bridge Equipment through Open Innovation. I S. O. Johnsen, & T. Porathe, *Sensemaking in Safety Critical and Complex Situations: Human Factors and Design* (ss. 156-171). CRC Press: Boca Raton, USA. doi:10.1201/9781003003816-10

- MSC. (2019, 06 14). *wwwcdn.imo.org*. Hentet fra CIRC\MSC\01\MSC.1-Circ.1609.docx:
<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/IMO%20Documents%20related%20to/MSC.1-Circ.1609.pdf>
- Nordby, K. (2020). *OpenBridge Design System*. Hentet April 03, 2026 fra
<https://www.openbridge.no>
- Norman, D. A. (2002). *The design of everyday things (Revised ed.)*. Basic Books. Hentet mars 6, 2026
- NTNU . (2025, august 1). *TN102324*. Hentet fra Studieplan :
<https://www.ntnu.no/studier/emner/TN102324#tab=omEmnet>
- OpenBridge*. (u.d.). Hentet fra <https://www.openbridge.no/about-openbridge>
- Ordonez, L., & Benson III, L. (1997, August). Decisions under time pressure: How time constraint affects risky decision making. *Organizational behavior and human decision processes*, 71(2), ss. 121-140. doi:<https://doi.org/10.1006/obhd.1997.2717>
- Porathe, T. (2018). Workload and navigational control: The control levels of COCOM as framework for ship bridge HMI design. *Proceedings of 2018 European Navigation Conference (ENC)* (ss. 166-171). IEEE.
doi:<https://doi.org/10.1109/EURONAV.2018.843323>
- Reiser, B. J. (2014). Scaffolding. I R. K. Sawyer (Red.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (ss. 54-55). Cambridge University Press.
- Salas, E. a. (2012). The Science of Training and Development. *Psychological Science*, 93.
doi:DOI: 10.1177/1529100612436661
- Shao, J. e. (2026, februar 28). Research on Alarm Interface of Virtual Monitoring System for Ventilation Control in Flotation Workshop Based on Cognitive Load Theory. *Applied Sciences*. doi:<https://doi.org/10.3390/app16052393>
- Tellman, S., & Leseth, A. (2018). *Hvordan lese kvalitativ forskning* (Vol. 2018). Oslo: Cappelen Damm akademisk. Hentet fra https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2020042348001
- Tiller, T. (1999). *Aksjonslæring -forskende partnerskap i skolen* (Vol. 2006). Kristiansand: Høyskoleforlaget. Hentet Januar 25, 2026

- Vu, V. D. (2022, 03 1). Developing user-centred interfaces for marine navigation systems – The S-mode odyssey. *Thesis for the degree Philosophiae Doctor (PhD)*, 213. Haugesund, Norge: HVL,NTNU,USN,UiT. Hentet 02 10, 2026
- Vu, V. D. (2022, 04 18). Logical grouping of data and control functions on the displays of shipboard navigation systems. *The Journal of Navigation*, 75(3), ss. 507-527. doi:10.1017/S0373463322000157
- Vu, V. D., Lützhöft, M., & Imset, M. (2024, 5 30). Developing human factors design guidelines for marine electronics — the case of S-mode. *WMU Journal of Maritime Affairs*, ss. 25-48. doi:<https://doi.org/10.1007/s13437-023-00317-2>
- Weintrit, A. (2019, 11 01). The Idea to Develop Standard Icons to Control ECDIS Functions as Part of S-Mode Proposal in the Implementation Process of the IMO. *Archives of Transport System Telematics*, ss. 36-44.
- Weintrit, A. (2025, june). e-Navigation vs. Autonomous Navigation – Challenges for Marine Pilots. *TransNav*, 19(2). doi:10.12716/1001.19.02.03
- Zalewski, P. (2019, 12 19). A Critical Analysis of IMO S-Mode Guidelines. *Transnav,the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, ss. 841-846. doi:10.12716/1001.13.04.17

Vedlegg er lastet opp separat til Inspira

1. Samtykkeskjema
2. Intervjuguider
3. Studentoppgave
4. KI deklarasjon
5. Spørreundersøkelse

