



Sjøkrigsskolen

Bacheloroppgave

Black Palette

– Svarte netter krever svarte paletter –

av

Kristian Aarheim Nilsen

Morten Andre Sørensen

Lvert som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I NAUTIKK

Innlevert: Mai 2019

Godkjent for offentlig publisering

Publiseringsavtale

En avtale om elektronisk publisering av bachelor/prosjektoppgave

Kadettene har opphavsrett til oppgaven, inkludert rettighetene til å publisere den.

Alle oppgaver som oppfyller kravene til publisering vil bli registrert og publisert i Bibsys Brage når kadettene har godkjent publisering.

Oppgaver som er graderte eller begrenset av en inngått avtale vil ikke bli publisert.

Vi gir herved Sjøkrigsskolen rett til å gjøre denne oppgaven tilgjengelig elektronisk, gratis og uten kostnader	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei
Finnes det en avtale om forsinket eller kun intern publisering? (Utfyllende opplysninger må fylles ut)	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nei
Hvis ja: kan oppgaven publiseres elektronisk når embargoperioden utløper?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei

Plagiaterklæring

Vi erklærer herved at oppgaven er vårt eget arbeid og med bruk av riktig kildehenvisning.

Vi har ikke nyttet annen hjelp enn det som er beskrevet i oppgaven.

Vi er klar over at brudd på dette vil føre til avvisning av oppgaven.

Dato: 27 – 05- 2019

Kristian Aarheim Nilsen
Kadett navn

Kadett, signatur

Morten Andre Sørensen
Kadett navn

Kadett, signatur

Forord

Formålet med oppgaven er å utvikle en ny nattpalett, «Black Palette», som skal gi lavere lysforurensning og være bedre tilpasset nattnavigasjon om bord på Sjøforsvarets fartøy enn de alternativene som eksisterer per dags dato. Oppgaven har sin bakgrunn i sikkerhetsmeldinger levert av Korvettvåpenet høsten 2018, som i korte trekk går ut på at navigasjonssystemet avgir for mye lys, i tillegg til at det er vanskelig å trekke ut informasjon fra nattpaletten. Fokuset i oppgaven er rettet mot Korvettvåpenet, men oppgaven vil være relevant for resten av Sjøforsvaret da «Black Palette» er et nytt alternativ som vil bli tilgjengelig på K-Bridge ECDIS versjon 8.

Vi ønsker å rette en stor takk til alle som har hjulpet oss på veien. Først vil vi takke KL Odd Sveinung Hareide som har veiledet oss gjennom oppgaven og gitt faglige innspill med gode og konstruktive tilbakemeldinger. Videre ønsker vi å takke Daniel Urfjell og Ole Christian Moholt fra Kongsberg Defence & Aerospace for deres tekniske støtte og veiledning. Uten deres hjelp ville ikke prosjektet vært gjennomførbart. Dr. Kjetil Nordby og hans kolleger ved Arkitekthøgskolen i Oslo vil vi også takke for deres tanker rundt designet av paletten. Avslutningsvis vil vi takke samtlige operative fra Korvettvåpenet som har tatt seg tid til intervjuer, tester og tilbakemeldinger. Deres innspill har vært sentrale for å kunne levere et godt og brukertilpasset produkt.

Bergen, Sjøkrigsskolen, 27-05-2019

Kristian Aarheim Nilsen

Morten Andre Sørensen

Oppgaveformulering

Erfaringer fra Korvettvåpenet viser at det nye brosystemet har for høy lysforurensning på laveste dimming. Konsekvensen av dette er at nattsynet hos broteamet blir for dårlig for sikker optisk navigasjon. Denne utfordringen vil kunne løses med en mørkere palett som er bedre tilpasset nattnavigasjon og Korvettvåpenets behov.

Oppgaven vil ta for seg problemer knyttet til dagens nattpalett og hvilke behov det er for utbedringer. Videre vil det bli vurdert hvordan «Black Palette» bør designes, og hvorfor. Designet er avgjørende for å sikre at den understøtter hurtigbåtnavigasjon i mørket. Til slutt vil oppgaven legge frem et forslag til endelig produkt, såkalt «Black Palette». Problemstillingen til oppgaven er dermed:

Utvikling av «Black Palette» i K-Bridge versjon 8: Hvorfor er den bedre for Korvettvåpenet?

Sammendrag

Militær navigasjon skiller seg fra navigasjon i sivil skipsfart. Oppdraget og trusselen Marinen møter avgjør hvor og hvordan vi bruker fartøyet med de hjelpemidlene vi har til rådighet. Militære fartøy seiler ofte for å holde seg skjult, de tar seg gjennom trange leder som presser både fartøyet og navigatørene til marginene selv på mørkeste natten. Slik navigering krever at samspillet mellom navigatør og maskin fungerer optimalt, og at systemet ikke påvirker oss på en negativ måte. Hvordan paletten presenterer informasjon i ECDIS har mye å si for samspillet, og en palett som er tilpasset broteamets behov vil bedre dette forholdet.

Basert på Korvettvåpenet sine sikkerhetsmeldinger har Sjøforsvaret besluttet å bestille en ny palett for nattnavigering som ikke er begrenset av IMO-standarden. Hensikten med oppgaven har vært å utvikle paletten, «Black Palette», og videre undersøke om den er bedre og hvorfor. I oppgaven tar vi for oss problemstillingen: Hvordan ser en bedre nattpalett ut i K-Bridge versjon 8, og hvorfor er den bedre for Korvettvåpenet?

Ved å sette brukerne i senter av produktutviklingen og kombinere deres lærdommer og ønsker med relevant teori har vi kommet frem til en palett som er bedre tilpasset brukernes behov under nattnavigering. Benyttelse av fordelaktige farger har gjort paletten mørkere, samt sterkere kontraster har gitt bedre lesbarhet og skilleevne. Konklusjonen tilsier at lysforurensningen er lavere, hindringer og hjelpemidler fremheves og brukerne er i mindre grad nødt til å tilpasse seg systemet.

Lavere lysforurensning fører til bedre nattsyn, som er sentralt for nattnavigasjon. Fremheving av essensiell informasjon og mindre brukertilpasninger gjør det enklere og raskere å orientere seg i kartet, som potensielt sett kan øke tiden navigatøren bruker på å se ut vinduene. Det anbefales at «Black Palette» implementeres på KNM sine navigasjonssystemer, da den forventes å kunne bidra til en sikrere seilas og øke broteamets ytelse. Å få «Black Palette» om bord på K-Bridge ECDIS vil også muliggjøre en mer omfattende og kontinuerlig testing i praksis.

Innholdsfortegnelse

Figurer	1
Tabeller	2
Forkortelser	3
1 Innledning	4
1.1 Bakgrunn	4
1.2 Mål.....	5
1.3 Begrensninger.....	5
1.4 Metode.....	5
1.5 Struktur	7
2 Teori.....	8
2.1 Noen begreper	8
2.2 Øyet – staver og tapper.....	9
2.2.1 Mesopisk, fotopisk og skotopisk syn.....	10
2.3 Nattsyn.....	11
2.4 RGB.....	12
2.4.1 Kontrastforhold.....	12
2.5 Fotometri	13
2.6 Nattnavigasjon – optisk kontroll	14
2.7 Monitorer – LED og LCD	15
2.8 Human-Centred Design (HCD).....	16
2.9 Integrasjonsarbeid.....	17
2.10 IHO – S-52 Standard for ECDIS	18
2.11 K-Bridge	20
3 Metode	22
3.1 Undersøkellesdesign	22
3.2 Utviklingsprosessen.....	23
3.3 Kvalitativ datainnsamling.....	24
3.3.1 Resultater fra intervju – brukerbehov	26
3.4 Kvantitativ datainnsamling.....	28
3.4.1 Verktøy (apparatus)	29
3.4.2 Lysmålingsforsøk	30
3.4.3 Evaluering av design mot brukerkriterier	32
4 Drøfting: utvikling av «Black Palette»	35

4.1	Utfordringer	35
4.2	Valg av farger	37
4.2.1	Farger og kontrastforhold	39
4.2.2	Dialoger.....	40
4.3	Lysmålinger	41
4.4	Testing av prototypen	43
4.5	Resultat – en ny palett.....	46
4.6	Sikkerhet	48
5	Konklusjon med anbefalinger.....	51
6	Videre arbeid	53
	Bibliografi	53
	Vedlegg A – Intervjuguide.....	58
	Vedlegg B – Tilbakemeldingsskjema.....	59
	Vedlegg C – Fargekart	60

Figurer

Figur 1: Øyets følsomhetskurve under ulike lysforhold (Schubert, 2006)	9
Figur 2: Ulike nivåer av luminans (Green, 2013)	10
Figur 3: Terskel for staver og tapper ved ulike luminans (Mantiuk mfl., 2012)	11
Figur 4: Øyets sensitivitet ved mørketilpasning over tid (Kaiser, 2005)	12
Figur 5: Fasene i navigasjon (NAVKOMP)	15
Figur 6: Oversikt over HCD-prosessen for kvalitetssikring (IMO, 2015).....	17
Figur 7: Black Adjust.....	19
Figur 8: Systemkode for endring av farger	20
Figur 9: Nattpalett i K-Bridge ECDIS	21
Figur 10: Oppsett for lysmåling	30
Figur 11: Områder for lysmåling	31
Figur 12: «Black Palette»	46
Figur 13: Sammenligning av kart i Black Palette og Night Palette	48

Tabeller

Tabell 1: Resultater fra lysmåling	31
Tabell 2: Kontrastforhold før (venstre) og etter (høyre)	39
Tabell 3: Oversikt over endringer	49

Forkortelser

AIS:	Automatic Identification System
CCRS:	Common Consistent Reference System
CIE:	Commission Internationale de Eclairage (Den internasjonale kommisjon for belysning)
ECDIS:	Electronic Chart Display and Information System
GPS:	Global Positioning System
HCD:	Human-Centred Design
IHO:	International Hydrographic Organization
IMO:	International Maritime Organization
KDA:	Kongsberg Defence & Aerospace
LCD:	Liquid Crystal Display
LED:	Ligth Emitting Diode
NAVKOMP:	Navigasjonskompetansesenter
SENC:	System Electronic Navigational Chart
TFT:	Thin Film Transistor

Bergeper og uttrykk

Forbered gjennomgå	Prosedyre for å se frem i plan, og forberede seilas i et spesifikt område
Sikkerhetskontur	Områder i sjøkart som er grunnere enn satt sikkerhetsdybde
Chart overlay	Funksjon for visning av kartdetaljer i radar
«Route Monitor»	Område i ECDIS der kursinformasjon presenteres
«High Speed»	«Route Monitor»-vindu designet for hurtigbåtnavigasjon
«CCRS»	Vindu med informasjon om kurs, fart, posisjon med mer som befinner seg i øvre høyre hjørne i K-Bridge ECDIS versjon 8
Dialogbokser	Fellesbetegnelse for alle informasjonsbokser som befinner seg rundt kartet i K-Bridge ECDIS versjon 8

1 Innledning

Forestill deg dette: Det er desember i Nord-Norge, det er mørkt hele døgnet og månen er ikke oppe. Oppdraget må løses, og innebærer navigering i trafikkerte leder med hastigheter rundt 40 knop. I dette miljøet skal du og ditt team navigere trygt, oppdage jernsøyler, små fartøyer uten AIS og en liten akterlanterne fra en fisker som lusker midtfjords pent blant bakgrunnsbelysningen fra bygden på 68° nord. Din primære sensor, det du og ditt team må ha for å fungere optimalt, er synet – nærmere bestemt nattsynet. Men du har et problem, skjermene til navigasjonssystemet er for lyse. Selv når bakgrunnsbelysningen er redusert til det laveste, svekker de nattsynet ditt. På dette lysnivået klarer du heller ikke å lese informasjonen som K-Bridge ECDIS gir deg, og jernsøylen du nettopp passerte ble aldri kommunisert. Sikkerheten og teamets ytelse blir dermed redusert.

Dette er essensen av problemet vi skal prøve å løse i denne oppgaven. Ved hjelp av teori om lys og farger, samt behovet til brukeren, skal vi utvikle en ny palett som reduserer lysforurensningen fra K-bridge systemet. Samtidig skal den presentere informasjon på en slik måte at man kan trekke ut nødvendig informasjon uten å dimme opp skjermen.

1.1 Bakgrunn

Korvettvåpenet har uttrykt et behov for å designe og utvikle en ny palett som er bedre egnet for nattseilas, spesielt rettet mot Skjold-klassen. Den eksisterende nattpaletten er for lys til å ivareta nattsynet, samtidig som det er vanskelig å lese informasjonen som ECDIS presenterer. Dette medfører at navigatøren bruker mer tid enn nødvendig til å se ned i skjermene, og fokuset på hva som skjer rundt fartøyet blir mindre. Korvettvåpenet har sendt inn en sikkerhetsmelding angående lysstyrken på skjermene, som er for høy selv på laveste nivå. I sikkerhetsmeldingen står det: *«Velger man det laveste punktet for dimming, som er verdi 1, gir dette for mye lys for sikker optisk navigasjon»*. Lysstyrken kan reduseres ved å designe en mørkere palett. Dette er grunnen til at Sjøforsvaret nå har bestilt en ny palett som skal være bedre tilpasset deres bruk. Denne bestillingen er bakgrunnen for oppgaven og utviklingen av den nye paletten «Black Palette».

1.2 Mål

Målet med oppgaven er å utvikle en palett som er mørk nok til å ivareta nattsynet, men samtidig presenterer relevant og nødvendig informasjon for navigatøren uten behov for å regulere skjermens lysstyrke. En forbedret palett vil kunne bidra til å bedre navigasjonen og dermed øke ytelsen til broteamet. I hovedsak handler det om å kunne gjennomføre en trygg seilas. Ut i fra målet blir det nødvendig å kartlegge hva som er styrker og svakheter med paletten som brukes i dag, og hvordan brukeren ser for seg «Black Palette». Basert på brukerens behov og et studium av lys og farger, vil det bli produsert en prototype som brukeren kan teste. Produktet utformes og forbedres videre gjennom kontinuerlige utprøvinger og tilbakemeldinger. Etter en periode med utvikling presenteres et forslag og en anbefaling til Sjøforsvaret og Navigasjonskompetansesenteret (NAVKOMP) om hvordan «Black Palette» kan se ut.

1.3 Begrensninger

Paletten vil utvikles innenfor rammene av Kongsberg K-Bridge versjon 8, og paletten vil derfor ikke være direkte overførbar til andre systemer, som for eksempel Transas som benyttes av minerydderne. Oppgaven vil ikke se på konkrete endringer i funksjonalitet, utforming (tekst, symboler, størrelser) og lignende, men det behandles kort i oppgavens sluttanbefaling. Som en følge av variasjoner i broergonomi og bruksbehov, vil oppgaven avgrenses til Korvettvåpenet. Dermed vil vi benytte navigatørene om bord på Korvettene som intervjuobjekter og testpersoner, samt at paletten kun vil utprøves i Skjold-simulatoren. Dette betyr likevel ikke at paletten ikke kan benyttes på andre fartøy i Sjøforsvaret som har K-Bridge versjon 8.

1.4 Metode

Oppgaven baserer seg på en metodetriangulering mellom litteraturstudie og kvalitativ undersøkelse. I tillegg vil det bli gjort kvantitative undersøkelser for å kontrollere validiteten til disse to metodene. På denne måten elimineres de manglene som er forbundet med å bare benytte én metode (Jacobsen, 2005). Litteraturstudie vil si at man benytter seg av

eksisterende litteratur og forskning innenfor temaet for å få en bredere oversikt og forståelse for fagfeltet. Dette ble naturlig å velge for å få faglig tyngde i fundamentet for utviklingen av produktet, og dermed bedre forutsetninger for å få et pålitelig resultat og kunne svare på problemstillingen på en god måte. Utfordringen med litteraturstudien har vært å finne informasjon av nyere dato med relevans for temaet, og det er derfor valgt artikler av både nyere og eldre dato. Forskningen innenfor lys og farger har ikke endret seg bemerkelsesverdig de siste årene, og eldre artikler vil fortsatt være relevant i dag.

For å besvare problemstillingen har det også blitt innhentet kvalitative data. Dette er for å få tak i data om hva brukerne av systemet mener om paletten. Intervju ble valgt som undersøkelsesmetode ettersom utvalget er lite for en kvantitativ undersøkelse, da det er relativt få enheter som kan undersøkes. Det er også hensiktsmessig at respondentene skal kunne uttrykke sine meninger om paletten friest mulig, og få frem deres ulike variasjoner og nyanser i hva de mener «Black Palette» bør tilfredsstillende. Synspunktene til respondentene og teorien fra litteraturstudien vil være utgangspunktet for utviklingen av «Black Palette».

Ved å benytte både litteraturstudie og kvalitativt intervju får vi en mulighet til å validere de funnene som blir gjort. Under intervjuet vil det bli avklart om de funnene som ble gjort under litteraturstudien stemmer overens med det som oppleves i virkeligheten, og om temaet er korrekt. Videre kan data fra både intervju og litteratur benyttes til å produsere et produkt som er utviklet i samsvar med dette (Jacobsen, 2005, s. 136). For å øke den interne gyldigheten, det vil si om resultatene oppfattes som riktige, vil det bli gjennomført en respondentvalidering. Respondentene vil konfronteres med funnene og det produktet som ble utviklet, og får mulighet til å gi personlige, individuelle tilbakemeldinger gjennom et tilbakemeldingsskjema. Dermed bekreftes eller avkreftes det at kunnskapen og de antakelsene som er gjort, er gyldige (Jacobsen, 2005, s. 214). Som helhet, anses oppgavens validitet til å være ivaretatt.

For at oppgavens reliabilitet skal være god, anses det som viktig med kildekritikk, både når det gjelder valg av respondenter til intervjuene og kilder til litteraturstudien. Hvilke kilder som benyttes må kritisk gjennomgås og undersøkes, for at oppgaven skal bli påli-

telig. Metodetriangulering styrker oppgavens troverdighet ettersom de tre metodene kontrollerer hverandre. En annen måte å sikre høy reliabilitet er å gjennomføre flere tester med «Black Palette» for å undersøke om de teoretiske tilnærmingene stemmer i praksis. Dette ble gjort gjennom de kvantitative undersøkelsene. Like resultater, både mellom metodene og forsøkene, betyr at en annen som gjennomfører en tilsvarende undersøkelse skal kunne komme frem til tilsvarende resultater, og reliabiliteten styrkes (Jacobsen, 2005).

Oppgaven er godkjent i henhold til retningslinjene til Norsk Senter for Forschungsdata (NSD) med referansekode 790724, og Forsvarets *Bestemmelser om utlevering av personopplysninger til forskning og gjennomføring av spørreundersøkelser* med referansekode: 2019/017268-003/FORSVARET/919

1.5 Struktur

Oppgaven er delt inn i seks hovedkapitler med tilhørende delkapitler. Kapittel én er en kort innledning om bakgrunnen, målet og begrensninger for oppgaven, samt en gjennomgang av hvilken metode som blir brukt i oppgaven og hvorfor. Kapittel to tar for seg litteraturstudien for oppgaven og den teorien som drøftingsdelen baserer seg på. Den kvalitative undersøkelsen og synspunktene blir redegjort for i kapittel tre, i tillegg til de kvantitative forsøkene som ble utført. Utviklingen av «Black Palette», herunder hvordan den skal se ut og hvorfor, drøftes i kapittel fire. I dette kapitlet besvares problemstillingen. Drøftingen danner grunnlaget for konklusjonen og anbefalinger for hvordan et endelig produkt bør se ut som oppsummeres i kapittel fem. Kapittel seks omhandler videre arbeid for ferdigstillelse av «Black Palette» og andre funn som er gjort underveis.

2 Teori

I dette kapittelet vil relevant teori blir redegjort for, og utgjør litteraturstudien i oppgaven. Kapittelet skal gi en bedre forståelse av lys- og fargeteori, samt hvordan øyet responderer på ulike eksponeringer. I tillegg vil det bli gjennomgått hvordan monitorene om bord fungerer, hva som ligger i begrepene nattnavigasjon, Human-Centred Design og integrasjonsarbeid. Til slutt et mer omfattende delkapittel om S-52 Standarden, som er grunnlaget for den paletten som eksisterer i dag, og K-Bridge.

2.1 Noen begreper

Lumen (lm) er et mål på *lysfluks* (luminous flux) og forteller noe om total mengde lys som sendes ut fra en lyskilde i alle retninger. Denne er basert på øyets lysfølsomhetskurve, med maksimal følsomhet ved 555 nanometer (nm) i lys og 505 nm i mørket. Dette er definert av CIE (se Figur 1). Grunnen til at lyset vektet, er at øyet oppfatter grønn som lysere. Lysfluks sier ikke noe om hvor intenst lyset er, men hvor mye lys som totalt strømmer ut fra lyskilden. Lumen henger sammen med *lux*, også kalt *illuminans* (illuminance) og enheten er lm/m^2 . Lysmålinger i form av lux eller *belysningsstyrke* sier noe om lyset slik øyet oppfatter det (Institutt for Biovitenskap, 2018).

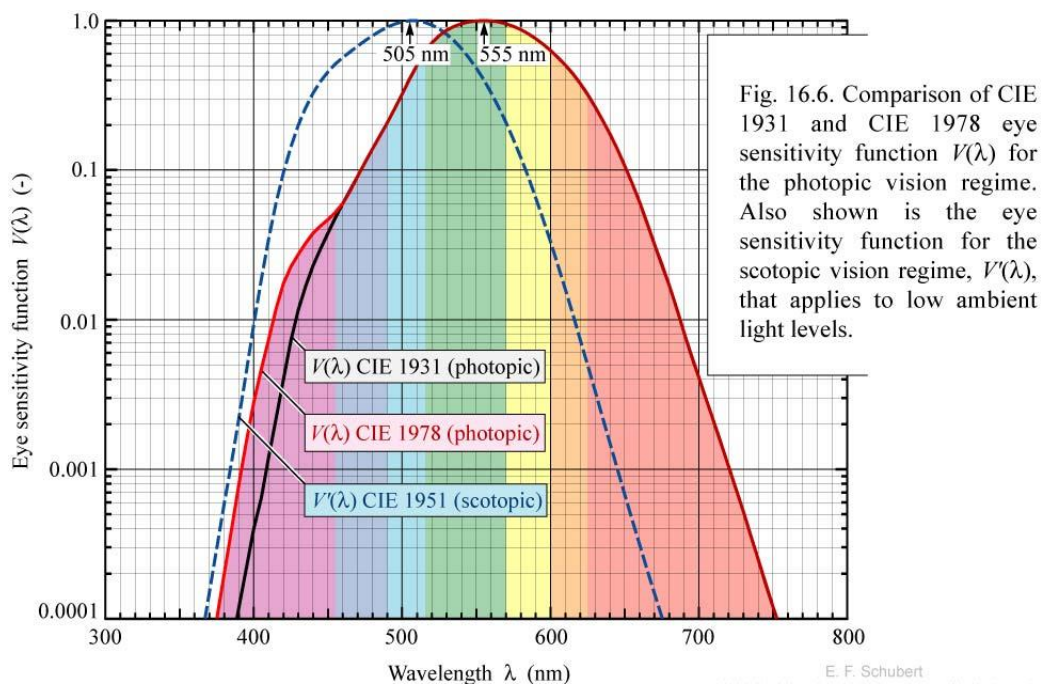
Lyshet (brightness) er et uttrykk for subjektiv opplevelse av lys, og blir ofte brukt som synonym på *luminans*, selv om dette ikke stemmer. Et eksempel er at blå kan oppleves som dobbelt så lys som rød når de blir sammenlignet med lik luminans (Schubert, 2006, s. 286).

Lysstyrke/-intensitet (luminous intensity) er målt i candela (cd) og sier noe om hvor intenst lyset er fra et punkt innenfor en romvinkel på én steradian. Lysintensitet kan også uttrykkes som lumen per steradian (lm/sr). *Luminans* (luminance) er den totale mengden lys som utstråles eller reflekteres fra en overflate, og indikerer dermed hvor mye lys som vil oppfattes i en gitt avstand fra kilden. Luminans er vektet. Det vanligste er å oppgi luminans i candela per kvadratmeter (cd/m^2) (Ryer, 1998, s. 34-37).

2.2 Øyet – staver og tapper

Netthinnen har to typer fotoreseptorer som gjør øyet i stand til å se farger og lys, disse kalles for staver og tapper. Øyet består av omtrentlig 100 millioner staver og 6 millioner tapper. Tappene er avhengig av lys for å fungere, og responderer raskere enn stavene. Det finnes tre typer tapper, short (S), medium (M) og long (L), som har forskjellig sensitivitet mot ulike bølgelengder, henholdsvis fargene blå, grønn og gul-rød. Hver individuell tapp gir informasjon om den bølgelengden som tilfredsstiller dem best, og sammenligning av informasjonen fra de tre tappene er det som gir oss fargesyn (Purves et al., 2004, s. 246).

Stavene er svært sensitive mot lys, og fungerer derfor godt under mørke omgivelser. Det finnes bare én type staver, og dermed klarer man ikke skille mellom farger dersom bare stavene blir aktivert. For et øye som er tilpasset mørket, kan stavene være mer enn 100 ganger så sensitiv som tappene (Mantiuk, Rempel, & Heidrich, 2012). Fra Figur 1 ser man at sensitivitetstoppen til stavene ligger på kortere bølgelengder enn for tappene. Dersom belysningen reduseres til under terskelen for hva tappene kan oppfatte vil fargesynet forsvinne. Bølgelengder rundt stavenes topp vil tilsynelatende være lysere selv om fargene har lik luminans (Miller & Tredici, 1992, s. 17).

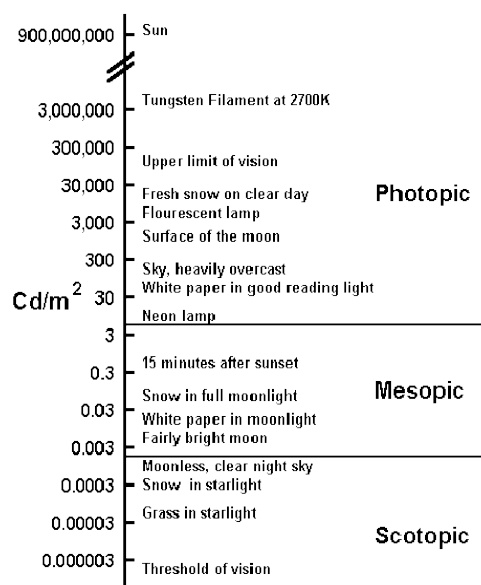


Figur 1: Øyets følsomhetskurve under ulike lysforhold (Schubert, 2006)

2.2.1 Mesopisk, fotopisk og skotopisk syn

Fotopisk syn er ved høye lysnivåer over metningsnivået for stavene, og er ofte definert som luminans over $5,0 \text{ cd/m}^2$. Metning betyr at etter et gitt lysnivå vil responsen til stavene slutte å øke til tross for at belysningen øker. Under fotopisk syn blir dermed synet formidlet av signaler fra tappene, og innebærer fargesyn, økt skarphet og lav lysfølsomhet. Dersom vi reduserer belysningen mellom metningsnivået for stavene og terskelen for tappene, får vi det som kalles mesopisk syn (Barbur & Stockman, 2010, s. 323). Under mesopisk syn bidrar både stavene og tappene til å skape en visuell respons, og rekkevidden er mellom $0,005\text{-}5,0 \text{ cd/m}^2$ (Goodman, Bergen, Blattner, Ohno, & Uchida, 2016, s. 1).

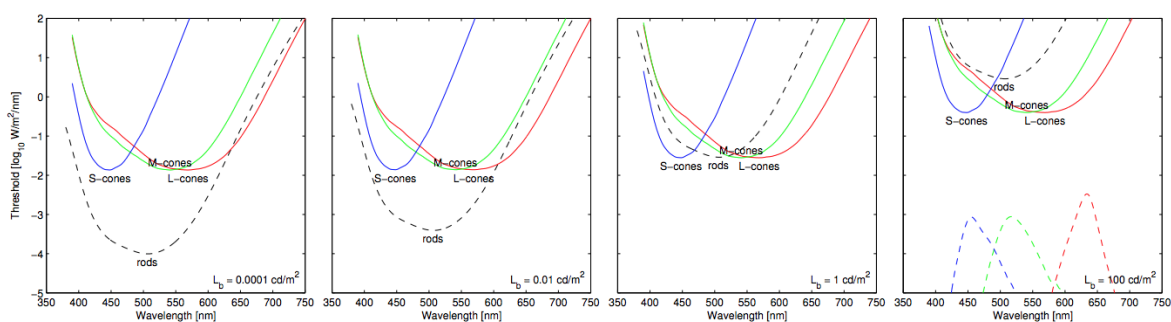
Når luminansen går under $0,005 \text{ cd/m}^2$ får man det som kalles skotopisk syn. Dette er under terskelen for tappene, og visuell respons oppnås kun med signaler fra stavene. Skotopisk syn medfører fravær av fargesyn og dårligere skarphet (Barbur & Stockman, 2010, 323). Under skotopisk syn er det derfor vanskelig å skille mellom detaljer, noe som er problematisk dersom man skal lese liten skrift.



Figur 2: Ulike nivåer av luminans (Green, 2013)

2.3 Nattsyn

Tappene er mest sensitiv for bølgelengder rundt 555 nm og stavene for rundt 505 nm, noe som medfører et markant skille mellom sensitiviteten i fotonisk og skotopisk syn. Etter hvert som øyet tilpasses mørket og stavene tar over synet, skyves sensitiviteten mot lavere bølgelengder og blå-grønne farger vil dermed tilsynelatende se lysere ut enn røde til tross for at de er fargeløse. Dette kalles for Purkinje-skiftet. (Antis, 2002, s. 2485). Studerer man kurver over de ulike fotoreseptorenes terskel ved ulik luminans (Figur 3), ser man at tappenes terskel for å oppfatte rødt lys enten er veldig nærme eller under terskelen til stavene, noe som medfører at tappene kan oppfatte rødt lys uten at stavene blir påvirket. Derfor brukes ofte rødt lys for å ikke påvirke nattsynet (Mantiuk mfl., 2012).

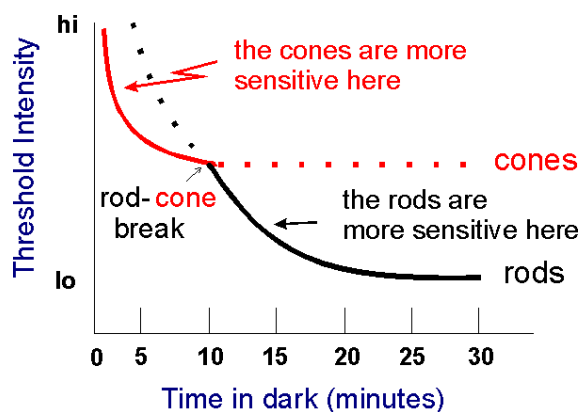


Figur 3: Terskel for staver og tapper ved ulike luminans (Mantiuk mfl., 2012)

Det negative med rødt lys er at man må benytte høyere luminans for at øyet skal oppfatte fargen. Ettersom stavene er mest sensitiv mot grønn, kan man ved å benytte en grønnfarge ha muligheten til å lese tekst selv med betydelig lavere luminans. Det vil uansett kreve en viss luminans for å kunne oppfatte detaljer, derfor må man ha mesopisk syn. Det må være nok lys til at de høyoppløselige tappene kan oppfatte det, mens samtidig lavt nok til å påvirke nattsynet i minst mulig grad. Tappene er på sin side også sensitiv mot grønn, selv om sensitiviteten er skjøvet noe mot rød (Kniffen, 1997).

Går man fra et lyst rom til et mørkt vil tappene kreve mindre lys enn stavene for å gi en respons i omtrent de første 10 minuttene. Etter dette blir stavene mer sensitive. Nattsynet vårt er best når øyet ikke har blitt utsatt for lys i rundt 30-45 minutter (Miller & Tredici, 1992). Kurven i Figur 4 viser hvordan terskelen for å oppfatte lys minker med tiden, og

er et generelt gjennomsnitt. Når stimuli fra ulike bølgelengder brukes, blir adaptjonskurven endret. Dersom man bruker rødt, langbølget lys er «stav-tapp-bruddet» mindre fremtredende enn det er ved lavere bølgelengder som følge av at sensitiviteten til stavene og tappene er omtrentlig lik (Luu & Kalloniatis, 2007).



Figur 4: Øyets sensitivitet ved mørketilpasning over tid (Kaiser, 2005)

2.4 RGB

RGB er en additiv fargemodell som kombinerer fargene rød, grønn og blå for å danne farger. Gjennom å additivt blande de tre primærfargene danner man farger med ulike bølgelengder som man oppfatter gjennom stimulering av tappene. Hver primærfarge er uttrykt fra 0 til 255, der 0 er minst mettet og 255 er mest. En ulempe ved bruk av RGB er at ulike enheter ikke bruker samme typer LED, og dermed vil ikke de samme fargekoordinatene vises likt mellom ulike monitorer (Karstens, 2019).

2.4.1 Kontrastforhold

Det finnes mange ulike modeller som regner ut kontrasten eller avstanden mellom to farger i en fargemodell, som videre brukes til å avgjøre hvor enkelt det er å skille fargene. De fleste modellene tar ikke utgangspunkt i RGB, ettersom at dette er en ikke-uniform modell. Det betyr at endringer i R-, G- og B-komponentene ikke er like og vil gi forskjellige opplevelser, blant annet som en følge av øyets sensitivitet for ulike farger (Mokrzycki & Tatol, 2011). Innenfor web-design er det derimot vanligere å benytte seg av RGB-

verdier for å regne ut kontrastforhold, for å sikre tilstrekkelig skilleevne mellom tekst og bakgrunn. Denne modellen tar først utgangspunkt i å regne ut den relative luminansen til fargene, for deretter å sammenligne disse to. Det anbefales et minimum kontrastforhold på 4,5:1, optimalt er over 7:1 og det beste er 21:1 (hvitt mot svart) (Caldwell, Cooper, Reid, & Vanderheiden, 2008). Formlene som brukes er:

Omgjøring til desimaler for hver komponent:

$$sRGB = \frac{R, G, B}{255} \quad (2.1)$$

Hvis $sRGB \leq 0.03928$ så finner man nye verdier for RGB ved:

$$R, G, B = \frac{sRGB}{12.92} \quad (2.2)$$

For høyere verdier blir RGB:

$$R, G, B = \left(\frac{sRGB + 0.055}{1.055} \right)^{2.4} \quad (2.3)$$

Relativ luminans er gitt ved:

$$L = 0.2126 \cdot R + 0.7152 \cdot G + 0.0722 \cdot B \quad (2.4)$$

Kontrastforholdet, der L_1 er den lysere fargen (høyest relativ luminans):

$$Kontrast = \frac{L_1 + 0.05}{L_2 + 0.05} \quad (2.5)$$

2.5 Fotometri

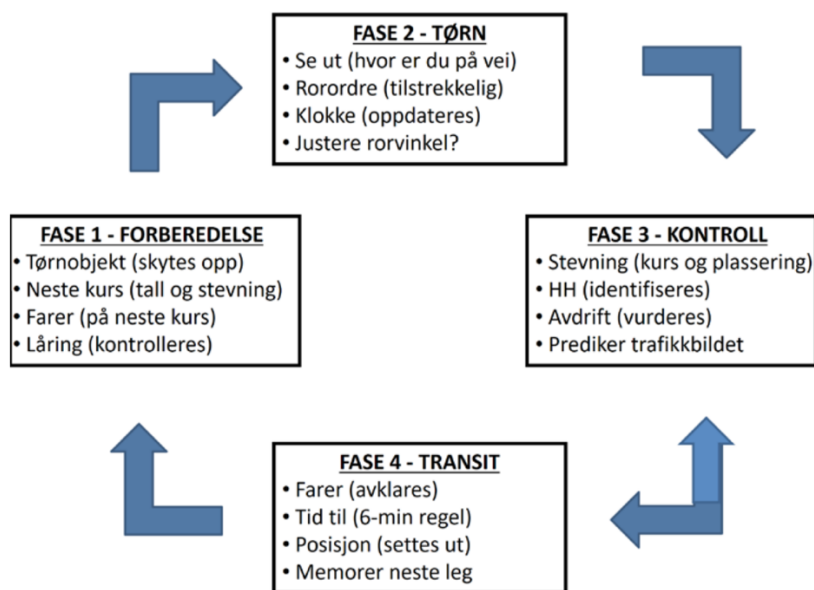
Fotometri er måling av synlig lys og brukes for å beskrive belysning, illuminans, slik som øyet oppfatter det. Sensoren har samme lysfølsomhetskurve som det menneskelige øyet, slik den er definert av CIE (se Figur 1). Her kan lysfølsomhetskurven varieres ut i fra om øyet er mørketilpasset eller ikke, eller med andre ord etter den fotopiske eller skotopiske kurven. Fotometriske lysmålinger oppgis som regel i lux (Institutt for Biovitenskap, 2018).

2.6 Nattnavigasjon – optisk kontroll

Sjøforsvarets Navigasjonspublikasjon (SNP-500) beskriver tre ulike former for kontrollmoder under seilas – optisk, radar eller en kombinasjon av de to. Optisk kontroll vil si at man benytter optiske prinsipper for å verifisere og kontrollere fartøyets posisjon. Dette er den primære moden som benyttes, gitt at forholdene tillater det. Det er derfor viktig at man planlegger etter prinsippet om hva som setter klar farer ved optisk seilas, gjennom maksimal utnyttelse av lyktesektorer, blinker og andre hjelpemidler. Selv uten tilgang på sensorer som GPS eller radar vil en god plan gjøre navigatøren i stand til å seile den planlagte ruten på en god og trygg måte (Haukås, 2016).

De fire fasene i navigasjon (Figur 5) er en modell som skal sikre god organisering ved utføring av navigasjon om bord, og som sammen med god kommunikasjon skal bidra til å øke navigasjonssikkerheten (Haukås, 2016). Informasjonsinnhenting fra ECDIS skjer i fase 1. Navigatøren må i optisk kontrollmode se minst mulig ned, og denne informasjonen må derfor være lett tilgjengelig og synlig (Hareide & Ostnes, 2017). Den viktigste informasjonen fra ECDIS for en navigatør under optisk nattseilas, er ut i fra de fire fasene i navigasjon:

1. Hindringer og hjelpemidler, med andre ord farer (grunner, skvalpeskjær, tørrfall, jernsøyler, staker og andre mørke objekter) og hva som setter klar (lyktesektorer, blinker og andre opplyste objekter).
2. Tørninformasjon (tid til tørn, tørnobjekt, neste kurs, distanse, og stevn)
3. Sensorinformasjon (GPS, INS, gyro og lignende)
4. Trafikkbildet (AIS)



Figur 5: Fasene i navigasjon (NAVCOMP)

Militære fartøy forventes å operere i høye hastigheter hvor som helst i den norske skjærgården. Ved nattnavigasjon må det være et særlig fokus på farer og hva som setter klar farene. Vaksjefen må ha god kontroll på dette, i tillegg til tilgjengelige hjelpemidler og hvilken metode som skal brukes for å kontrollere posisjonen til fartøyet. For å oppdage farer om natten er radar det viktigste hjelpemidlet navigatøren og vaksjefen har. I tillegg er kikkert essensielt, men dette forutsetter at broteamet har et godt nattsyn (Bergh, 2017). Militær navigasjon innebærer i tillegg til konvensjonell navigasjon også taktikk, navigering under trussel og navigasjonskrigføring. En utfordring med militær navigasjon er at broteamet må kunne operere selv uten input fra GPS og andre navigasjonshjelpemidler som radar og AIS (Nyhamn, 2016).

2.7 Monitorer – LED og LCD

Den vanligste typen monitor er Liquid Crystal Display (LCD), og består av en matrise med små, flytende krystaller. På baksiden av matrisen er det et lys som skinner igjennom pikslene, som igjen er delt inn i rød, grønn og blå. Ved å slå av og på strømmen gjennom de flytende krystallene, vil man polarisere lyset og et filter avgjør om lyset slipper igjennom eller ikke (avhengig av polariseringen). Dersom ikke annet er oppgitt, er det vanlig at LCD-skjermer benytter seg av kaldkatode-lysrør (CCFL) som bakgrunnsbelysning (Fisher, 2018).

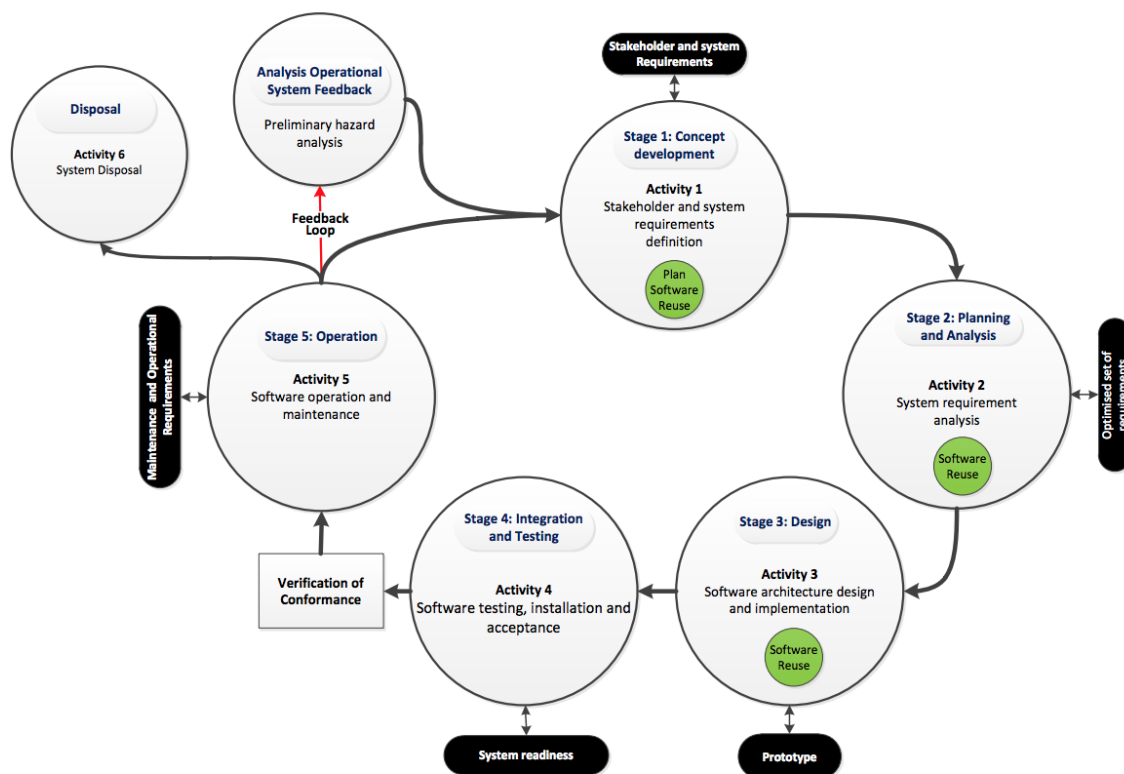
En LED-monitor er egentlig en LCD-monitor med LED (Light Emitting Diode) som bakgrunnsbelysning. Fordelen med LED er at det gir en mer presis og jevn belysning, og vil kunne gi bedre bildekvalitet og kontrast, samt at noen skjermer har mulighet for lokal dimming av skjermen. I tillegg vil LED gi en «svartere svart og en hvitere hvit» (Waniata & Wouk, 2019).

Thin-Film Transistor (TFT) blir ofte brukt sammen med LCD for å bedre bildekvaliteten. TFT brukes sammen med både CCFL og LED – TFT er alltid LCD, men LCD er ikke nødvendigvis TFT. Hver piksel i en TFT-monitor har sin egen transistor som styrer strømmen gjennom krystallene, som gir bedre kontroll over bildet og fargene. Ulempen med TFT er at de har dårlige innsynsvinkler, og bildet er best sett rett på skjermen og dårlig fra siden (Cassavoy, 2018).

En monitor brukt til nattnavigasjon må kunne dimmes lavt nok til at den ikke blander navigatøren, men samtidig må den være lys nok til å aktivere tappene. Å se på en skjerm under skotopiske lysnivåer vil gjøre monitoren ubrukelig da stavene ikke vil ha mulighet til å se detaljer i skjermen, samt at det ikke vil være mulig å skille mellom farger på viktige objekter. Dersom man kun skulle brukt de lavoppløselige stavene til å se tekst og symboler i et kart, måtte man ha gjort store forstørrelser i kartet, noe som ikke er hensiktsmessig (Mantiuk mfl., 2012).

2.8 Human-Centred Design (HCD)

Human-Centred Design er en tilnærming til systemdesign og -utvikling som forsøker å gjøre systemet mer brukervennlig gjennom fokus på menneskelige faktorer og hvordan systemet skal brukes. Grunntanken i HCD er at systemet skal designes for å passe brukeren fremfor at brukeren må tilpasse seg systemet. Dette gjøres gjennom å inkludere brukeren for å teste systemets evne til å støtte brukerens behov, og på den måten kan man identifisere eventuelle problemer og finne løsninger underveis i design- og utviklingsprosessen. Produktet blir dermed til gjennom prototyper, testing, analyser, justeringer og ny testing. På den måten sikres brukerkravene og -vennligheten (IMO, 2015).



Figur 6: Oversikt over HCD-prosessen for kvalitetssikring (IMO, 2015)

2.9 Integrasjonsarbeid

For navigatørene om bord oppstår det utfordringer i møte med brosystemet. Etterhvert som brosystemet blir mer og mer avansert, og stadig ny teknologi blir integrert, vil navigatørene respondere forskjellig til de nye systemene. Ofte vil brukeren forsøke å gjøre lokale tilpasninger for å få systemene til å fungere slik man selv ønsker. Dette er ofte et resultat av dårlig designet utstyr. Systemene om bord burde tilpasses brukeren, fremfor at brukeren må gjøre egne tilpasninger til systemet. Et resultat av at nye systemer integreres om bord blir ofte at brukeren får en høyere arbeidsbelastning enn det som var tidligere, ettersom at brukeren må drive med eget «integrasjonsarbeid» for å få de nye systemene til å presentere informasjon på ønsket måte. Disse tilpasningene er uheldige både fordi det øker belastningen på navigatøren, samtidig som det er en risiko for at systemene ikke lenger fungerer som de skal (Lützhöft & Nyce, 2008).

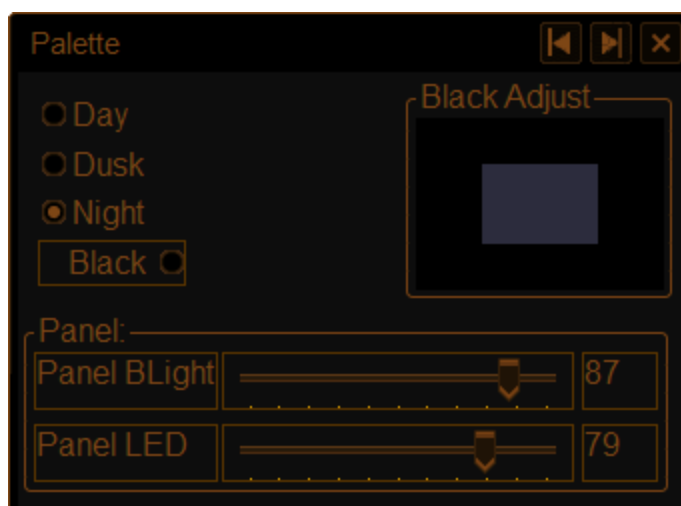
2.10 IHO – S-52 Standard for ECDIS

IMO henviser i *Adoption of the Revised Performance Standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS)* at ved presentasjon av SENC-informasjon skal det benyttes IHO sine anbefalte farger og symboler (IMO, 2006). IHO sine anbefalinger står i *Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS (Publication S-52)*. Målet med denne publikasjonen er å bidra til sikker operasjon av ECDIS gjennom å standardisere symboler, farger og funksjoner slik at de er mest mulig overførbare fra papirkart. Bildet på skjermen skal være klart og utvetydig, og det skal ikke være noen tvil om betydningen av de fargene og symbolene som presenteres. Dette er for å sikre likhet mellom ulike systemer slik at de er gjenkjennbar for alle sjøfolk. I publikasjonen står det beskrevet hvilke farger ECDIS skal benytte seg av for henholdsvis dag, skumring og natt (IHO, 2014).

Fargetabellene har blitt designet for å gi tilstrekkelig kontrast og klarhet mellom ulike elementer under alle lysforhold, og er utviklet av persepsjonsspesialister. Fargespesifikasjonene gjelder både for selve kartet og all annen informasjon som vises på samme monitor. Produsenten står selv fritt til å velge type monitor. Under utviklingen av fargetabellene ble det først valgt bakgrunnsfarge, og deretter farger på forgrunnsdetaljer som linjer og symboler. Bakgrunnsfargene bør være «utvasket» eller umettet, mens symboler og lignende bør være mettet og ha en høyere luminans. Dette er for å fremheve viktig informasjon og sikre tilstrekkelig kontrast med bakgrunnen. Nattpaletten tar utgangspunkt i mørk bakgrunn og lyse detaljer, slik at man kan se på skjermen uten å påvirke nattsynet. Ved bruk av nattpaletten blir illuminansen fra skjermen redusert til et lavere nivå enn det som er ønskelig for å kunne skille mellom detaljer, som en følge av behovet for å bevare nattsynet. Kontrasten på nattpaletten er dermed ikke helt optimal (IHO, 2014).

Palettene består av 64 «colour tokens» som tilhører én eller flere elementer, med hver sin fargekode. Fargekodene er oppgitt i fargekoordinatene CIE xyL, der L er luminans. Fargene angis i xyL på grunn av at RGB gir for store variasjoner mellom ulike monitorer. xyL sikrer dermed likhet mellom ulike skjermer og systemer. I S-52 er det beskrevet hvordan man skal konvertere fargene til korrekt RGB for den gitte monitoren, og disse RGB-koordinatene er det som brukes i K-Bridge ECDIS. En viktig funksjon er merket som heter BLAJ1 og BLAJ2, som er fargene satt til «black-adjust» symbolet som finnes

under palett-velgeren (Figur 7). Den skal sikre at ingen informasjon går tapt i egendefinerte innstillinger i ECDIS, som justering av monitorens bakgrunnsbelysning. Så lenge den indre firkanten kan skilles fra den ytre, er bakgrunnsbelysningen satt til et akseptabelt nivå slik at all informasjon bevares. Dersom den ikke er synlig, må bakgrunnsbelysningen stilles opp til den akkurat vises (IHO, 2014).



Figur 7: Black Adjust

Ved bruk av en mørk bakgrunn vil små detaljer fremstå som lysere, og følgelig være mer synlig. Dette utgjør en relativt liten del av skjermbildet, og vil ha mindre innvirkning på nattsynet. Den enkle metoden for å gjøre skjermen mørkere og bedre tilpasset nattforhold er å dimme skjermen, men dette kan medføre at en del farger blir vanskelig å skille etter- som lavere bakgrunnsbelysning påvirker kontrast og fargemetning (Boyle, Rodrigues, & Ward, 2002). Skarpheten i nattpaletten øker med økende kontrast. Ved bruk av farger rundt midten av fargespekteret, det vil si rundt grønn, forventes det best mulig lesbarhet. Farger rundt endene av spekteret, rød og blå, minker lesbarheten. Dette er en viktig betraktning ved bruk av ECDIS i mørket når observatørens skarphet presses til grensen (Kaufmann & Glavin, 1990). Størrelsen på objektet har stor effekt på hvordan fargen oppfattes, der mindre detaljer fremstår som mindre mettet og noen ganger i en annen farge. Valg av «riktige» farger kan forbedre måten navigatøren prosesserer informasjon ved å trekke oppmerksomhet til og understreke betydningsfull informasjon. Ytelsen til broteamet kan forbedres ved å redusere tiden som trengs til å innhente informasjon fra ECDIS og for å oppdage mål, og dermed skape et mentalt overskudd (Kaufmann & Glavin, 1990).

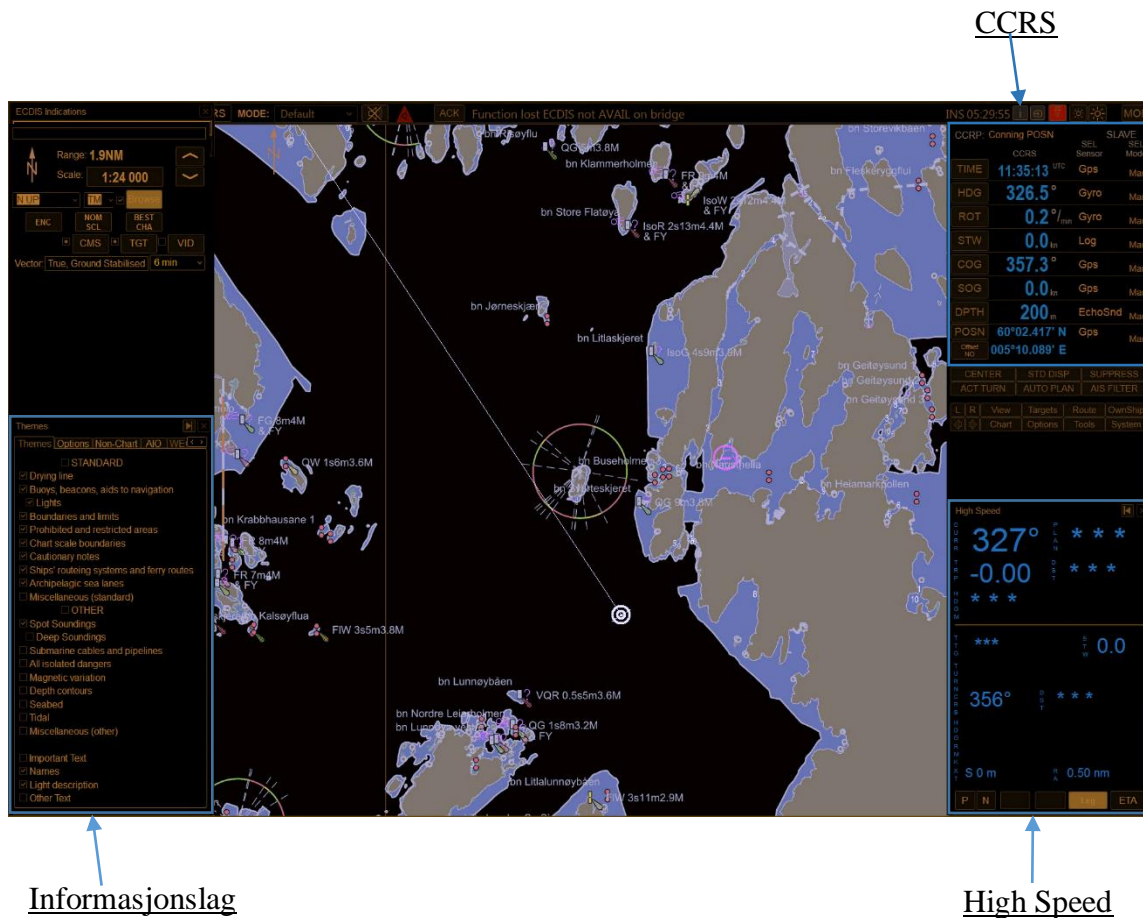
2.11 K-Bridge

K-Bridge er Kongsberg Maritime sitt integrerte brosystem (IBS), og det er dette systemet som benyttes på Skjold-klassen i dag. Systemet er designet for å møte alle krav som stilles av IMO og klassifikasjonsselskapene. Kongsberg henviser til IHO Special Publication S-52 Appendix 2, som beskriver hvilke farger ECDIS skal benytte seg av for henholdsvis dag, skumring og natt. I K-Bridge er disse fargene oppgitt i RGB-koordinater. Et integrert brosystem vil si at flere systemer er koblet sammen for å gi en sentralisert tilgang til sensorinformasjon fra arbeidsstasjonene. Dette vil bidra til å øke sikkerheten og effektiviteten. For brukeren av K-Bridge vil dette blant annet bety at palettene på alle monitorene kan endres simultant, man får tilgang på Radar- og ARPA-informasjon og -video på ECDIS, samt at det er likhet mellom informasjonen som vises på de ulike systemene (Kongsberg, udatert).

```
[COLOR MAP NIGHT]
RESBL, UINFB; 64; 70; 168
DEPVS, UIAFD; 60; 67; 109
DEPMS; 49; 53; 78
DEPMD; 39; 42; 56
DEPIT; 70; 83; 88
ARPAT; 76; 99; 89
BKAJ1, DEPDW, OUTLW, UIBCK; 0; 0; 0
BKAJ2; 32; 32; 42
NODTA; 81; 79; 97
CHGRF, DEPCN, RES01, RES02, RES03, RESGR, SNDG1, SYTRK; 81; 80; 98
CHBLK, CHGRD, CSTLN, DEPSC, UIBDR, UINFF; 106; 104; 127
CHWHT, PSTRK, SHIPS, SNDG2, UINFD; 143; 141; 175
CHMGD, CHMGF, ISDNG, TRFCD, TRFCF, UINFM; 136; 58; 175
RADLO; 59; 75; 38
CHGRN, LITGN, RADHI, UINFG; 88; 116; 54
LANDA, OUTLL; 74; 68; 64
CHBRN; 91; 81; 62
ADINF; 94; 87; 42
CHYLW, LITYW; 125; 115; 55
LANDF; 109; 83; 57
UIAFF; 148; 108; 72
CHRED, DNGHL, LITRD, UINFR; 120; 59; 78
APLRT, CHCOR, CURSR, NINFO, SCLBR, UINFO; 107; 70; 47
PLRTE; 108; 50; 38
```

Figur 8: Systemkode for endring av farger

For å endre farger i K-Bridge ECDIS må det endres på systemkoden. Denne koden består av de samme 64 merkene som er beskrevet i S-52 standarden, og hver kode har sin tilhørende RGB-fargekode. For eksempel kan en kode se slik ut: CHBLK; 106, 104, 127. CHBLK refererer til stedsnavn, lyskarakteristikk, «light ranges», bunntype, skvalpeskjær og slaggrunnslinje, og ved å endre fargekoden vil disse elementene skifte farge i selve kartet. For å endre farge på dialogboksene som er rundt kartet, må det i hovedsak endres på bildefiler som gjøres i et bilderedigeringsprogram.



Figur 9: Nattpalett i K-Bridge ECDIS

3 Metode

I dette kapitlet vil oppgavens metode bli gjort rede for. Kapitlet er delt inn i fire deler. Den første tar for seg undersøkelsesdesignet og begrunnelse for valget. Del to beskriver utviklingsprosessen av «Black Palette» som en helhet for å gi en forståelse av hvordan metoden går sammen med HCD-prosessen. Del tre tar for seg den kvalitative undersøkelsen med tilhørende resultater, mens del fire presenterer de kvantitative dataene, verktøy som er benyttet og hvordan dataene ble samlet inn.

Underveis i kapitlet vil de ulike datainnsamlingenes validitet og reliabilitet bli vurdert. Med validitet (gyldighet) menes om undersøkelsene måler det de er ment å måle og om funnene er riktige (Grenness, 2012, s. 106). En måte å validere funnene i en kvalitativ undersøkelse er gjennom respondentvalidering, som vil si å konfrontere respondentene med de funnene som er gjort. I denne oppgaven gjøres det gjennom testing og tilbakemeldinger. Med reliabilitet (troverdighet) menes det om vi kan stole på resultatene fra undersøkelsen, og dreier seg således om den gir konsistente resultater. Ofte sier det at «reliabilitet er en nødvendig, men ikke tilstrekkelig, forutsetning for validitet» (Grenness, 2012, s. 106). Med andre ord, dersom undersøkelsen ikke er reliabel, blir det meningsløst å diskutere om den er valid.

3.1 Undersøkelsesdesign

For å besvare oppgavens problemstilling, er et intensivt undersøkelsesopplegg fordelaktig å benytte. Dette innebærer å gå i dybden på noen få individer, og det vektlegges å få frem individuelle oppfatninger og fortolkninger av et problem (Jacobsen, 2005, s. 89). I dette tilfellet vil det være å undersøke hva navigatører mener er problematisk med dagens nappalett. Undersøkelsen er ikke interessert i hvor mange som opplever problemet, men hva brukerne mener problemet er. Ved intensive design er ofte den interne gyldigheten stor, som vil si at resultatene er riktige for undersøkelsesgruppen (Jacobsen, 2005, s. 96).

Innenfor det intensive designet er det valgt å gjennomføre to små-N-studier, for å få belyst flest mulig sider av fenomenet. Det velges ut et fåtall enheter, mellom fem og ti, som gjør det mulig å gå i dybden på hver enkelt respondent (Jacobsen, 2005, s. 93). Den første er

intervju med noen utvalgte navigatører for å avklare oppfatningen av dagens nattpalett, mens den andre er et forsøk som skal undersøke og evaluere hvordan navigatørene oppfatter den nye «Black Palette».

De to små-N-studiene vil forsøke å beskrive hvordan brukerne opplever paletten før og etter utvikling, og de prøver dermed å beskrive en situasjon på et gitt tidspunkt. Dette er det som kalles for tverrsnittstudie (Jacobsen, 2005, s. 102). De to studiene blir på mange måter uavhengige av hverandre ettersom at de ikke undersøker samme fenomen. Den første danner utgangspunktet for utviklingen av «Black Palette», mens den andre skal kontrollere at det som er gjort stemmer overens med det som er funnet i den første studien. Tverrsnittstudien som gjennomføres etter utviklingen vil være retrospektiv, da respondentene i tillegg til å beskrive tilstanden nå, også vil bli bedt om å sammenligne den med hvordan den var før (Jacobsen, 2005, s. 106). Da konfronteres respondentene med de funnene som er gjort, og derfor vil denne undersøkelsen fungere som en respondentvalidering for den kvalitative undersøkelsen.

3.2 Utviklingsprosessen

For å utvikle «Black Palette» ble det bestemt å følge prinsippene til «Human Centred Design». HCD er en fornuftig prosess å følge fordi den inkluderer brukeren i stor grad, som er betydningsfullt ettersom «Black Palette» er et resultat av etterspørsel fra brukerne av K-Bridge. HCD fokuserer på menneskelige faktorer og hvordan systemet skal brukes. På den måten vil brukeren teste og sikre systemets evne til å støtte deres behov. Basert på brukerens ønsker blir det utviklet en prototype, som videre optimaliseres gjennom testing og analyser, før ytterligere justeringer blir utført og produktet gjennomgår nye tester.

Utviklingsprosessen startet med et møte med produsenten, KDA, og deres utviklere. Dette ble utført for å få innsikt i muligheter og begrensninger rundt endring av farger i K-Bridge ECDIS, og hvordan dette skulle gjøres. Alle fargekoder og relativ luminans ble kartlagt på nattpaletten, og de mest sentrale kontrastforholdene ble utregnet. Dette ble benyttet for å få en bredere forståelse for systemet og de fargene som er brukt. Videre ble det foretatt en litteraturstudie for å ha en faglig tyngde til å si noe om hvilke farger som bør byttes,

hvorfor de bør byttes og hva de bør byttes til. Litteraturstudien bidrar til å sikre at «Black Palette» både vil være mørk nok, samtidig som den er lesbar. Følgelig ble det gjennomført intervju med relevante brukere, som styrker datagrunnlaget rundt hvilke farger som bør byttes og hvorfor de bør byttes. I tillegg kommer brukerens synspunkter frem og deres forventninger til «Black Palette». På den måten blir brukeren allerede i en tidlig fase inkludert i utviklingen. Informasjonen så langt i prosessen ble brukt til å lage en prototype på en bærbar PC med K-Bridge ECDIS versjon 8.1.6, som videre ble justert på monitorene i Skjold-simulatoren.

Prototypen ble lagt inn på navigatørens ECDIS for testing. Det ble gjennomført lysmålinger for å undersøke om lysforurensningen var redusert. De samme respondentene som ble intervjuet, har alle testet paletten opptil flere ganger, i tillegg til andre navigatører fra Korvettvåpenet. Det ble satt opp et enkelt tilbakemeldingsskjema for at testpersonene skulle ha mulighet til å komme med innspill og tilbakemeldinger. Tilbakemeldingene ble benyttet til å utføre eventuelle endringer på paletten, og for å validere de funnene som er gjort tidligere. Prosessen endte til slutt med et ferdig produkt.

3.3 Kvalitativ datainnsamling

Kvalitativ datainnsamling ble brukt som metode for å innhente informasjon fra navigatører og vaktsjefer om bord på Skjold-klassen. Intervju ble valgt fremfor spørreundersøkelse for å få mer dybde rundt temaet, i tillegg til at utvalget er noe begrenset (Jacobsen, 2005, s. 142). Respondentene var fire navigatører og en vaktsjef i Korvettvåpenet, der fartstiden varierte mellom halvannet og fire år. Hensikten med intervjuene var å få et inntrykk av hva brukerne selv ønsket med den nye paletten, samt finne ut hva som er problemet med dagens nattpalett. I tillegg er det interessant å vite hva respondentene selv anser som essensiell informasjon under en nattseilas. De kvalitative dataene vil gi oppgaven grunnlag for videre drøfting om hvordan «Black Palette» bør se ut og utviklingen av selve produktet.

Intervjuene foregikk som både individuelle intervju, gruppeintervju og internettintervju (e-post). Intervjuene foregikk med en eller to respondenter samtidig, avhengig antall tilgjengelige navigatører per besetning på intervjudagen. At to respondenter ble intervjuet samtidig anses ikke som destruktivt for undersøkelsens reliabilitet, ettersom at begge fikk mulighet til å komme med sine meninger og vinklinger, og kommentere på hverandres påstander. Samtidig er det en risiko for konformitet, der respondentene ikke tørr å motsi hverandre. Dette unngås ved individuelle intervju, men gruppeintervju åpner opp for diskusjon mellom respondentene. Intervjuene ble gjennomført på en åpen og uformell måte slik at respondentene fritt kunne komme med sine tanker og innspill. Det ble utarbeidet en intervjuguide (vedlegg A) for å sikre at de viktigste temaene ble belyst (Jacobsen, 2005, s. 142-145). En e-post med spørsmålene ble sendt til de som ikke kunne stille på intervju, der man frivillig kunne besvare disse. Respondentene er på operative enheter, og tilgjengeligheten er derfor en utfordring som ble løst gjennom internettintervju. Svakheten med e-post er at man begrenser muligheten for åpne intervju, og det begrenser respondentens mulighet for å vise og utdype det vedkommende mener.

Respondentene ble kritisk gjennomgått i forkant av intervjuene for å minimere problemer knyttet til validitet og reliabilitet, og dermed sikre at de dataene som innhentes er nyttige og til å stole på. De fem respondentene er brukere av systemet, og har riktig kunnskap og nærhet til problemet som skal undersøkes. Dataene kommer med andre ord fra førstehåndskilder (Jacobsen, 2005, s. 216-218). Med bakgrunn i sikkerhetsmeldingen, antas det at respondentene har vilje til å gi riktig informasjon, men med et naturlig innslag av egne preferanser. Derfor må det benyttes mer enn bare én respondent. Det kan settes spørsmålstegn ved om de riktige respondentene ble benyttet og om fem respondenter er nok. Bare to respondenter er brukere av K-Bridge versjon 8, og det kan derfor tenkes at de andre har gitt informasjon som ikke er gyldig for det nye systemet. Skjold-simulatoren og 3 av 6 Skjold-klasser har versjon 8. Systemet er dermed ikke ukjent for de som normalt seiler med en eldre programvare, og sannsynligvis finner man igjen lignende problemer i en tidligere versjon. Det var bred enighet mellom respondentene, og det var bare mindre suppleringer og personlige preferanser som skilte dem.

For å styrke validiteten kunne det blitt gjennomført intervju med en besetning ekstra som har det nye systemet. På den andre siden bør man ifølge Nielsen benytte seg av rundt fem

testpersoner for å oppnå et godt bilde over brukerutfordringer og antall feil i et brukergrensesnitt. Fem personer vil avdekke rundt 75% av brukerfeilene, og vil i en kost-nytte sammenheng være fornuftig (Nielsen, 1994). Fem respondenter vil gi god gyldighet, men det kan forventes at ikke all problematikk knyttet til brukervennligheten avdekkes.

Tre av intervjuene ble gjennomført på bro for å få mest mulig naturlige omgivelser, ett ble gjennomført på lugar med ECDIS tilgjengelig og ett ble tatt over e-post. Konteksten intervjuene ble utført i, antas å ikke ha en negativ innvirkning på dataene som ble samlet inn. Det ble benyttet båndopptaker for å sikre etterprøvbarehet til intervjuene. Som en følge av det forestående, vurderes validiteten og reliabiliteten til intervjuene å være høy, og dataene som er samlet inn er troverdige og vil være nyttige for utviklingen av «Black Palette».

3.3.1 Resultater fra intervju – brukerbehov

Hovedinntrykket fra respondentene er at dagens nattpalett avgir for mye lys, samtidig som det er krevende å trekke ut informasjon fra ECDIS når skjermen er stilt til en akseptabelt lav bakgrunnsbelysning. Det å kunne bruke ECDIS med så lite belysning som mulig er vesentlig for nattnavigasjon, spesielt under svært mørke forhold. Konsekvensen av at ECDIS ikke er lesbar, er at navigatørene og vaktsjefene må dimme opp skjermen for å kunne få den informasjonen de trenger for å gjennomføre en sikker seilas. Denne løsningen medfører at nattsynet reduseres som igjen reduserer seilassikkerheten.

Da respondentene ble spurt om svakhetene til dagens nattpalett, kommenterte de spesielt hvor vanskelig det er å lese den gule skriften som er brukt i dialogboksene. Dette begrenser funksjonaliteten til systemet, og vanskeliggjør bruken av de tilgjengelige verktøyene eller finne utfyllende informasjon om objektene i kartet. Respondent 1 og 2 sin løsning har vært å memorere hvor de faste knappene er, og eventuelt dimme opp hvis man skal bruke noen av verktøyene. Respondent 3 sa på sin side at de ofte seilte med «Dusk Palette» for å enklere kunne se hva som står i dialogboksene. Respondenten argumenterte for at «Dusk Palette» ikke påvirket nattsynet noe mer enn «Night Palette», da man unngår å dimme opp skjermen ved bruk av «Dusk Palette». Justering av bakgrunnsbelysning vil trekke fokuset vekk fra det som skjer rundt fartøyet. Respondent 5 kommenterte at «Dusk

Palette» tydelig presenterer informasjon, spesielt den hvite skriften i dialogboksene, men at den blir altfor lys ved nattseilas. Respondent 4 sa gulfargen var grei, fordi man på «Dusk Palette» måtte dimme såpass mye ned at teksten likevel ble vanskelig å lese.

Respondentene trakk frem at det er vanskelig å finne AIS-mål, noe som gjør at broteamet til respondent 1 og 2 bruker radarskjermen som primærenhet for å finne AIS-mål. Navigatørene trakk frem at liten skrift og lav kontrast på lyktekarakteristikkene og tallene på grunner gjør det vanskelig å raskt få oversikt over farvannet. De påpekte at dette ikke var gjeldende for grunner som er over sikkerhetsdybden og at disse blir under de fleste forhold sett på som støy i bildet. Respondent 4 kommenterte blåfargen som er brukt på sikkerhetskonturen som særs dårlig. Fargen er for lys, og gjør det vanskelig å innhente informasjon som befinner seg over blåfargen. Eksempler som ble dratt frem var kursinformasjon direkte fra kurslinjen, dybder, søyler og lignende. Dette gjør det krevende å se frem i planen (forbered gjennomgå), ved seilas gjennom trange sund og leder.

Da respondentene ble spurt om hva de anså som essensiell og ikke-essensiell informasjon, var det bred enighet om at det essensielle er hjelpemidler og hindringer. Det som nevnes er: grunner, skvalpeskjær, tørrfall, jernsøyler, blinker, lykter og lignende, i tillegg til informasjon om kurs og fart. Autopilot-vinduet fra dialogene ble trukket frem som et verktøy som benyttes mye. Ikke-essensiell informasjon var elementer som ikke direkte er relevant for seilassen og navigasjonssikkerheten, som blant annet stedsnavn, dype grunner og byer.

Et punkt der det var uenighet blant respondentene var «High Speed»-vinduet. Respondentene som har det nye brosystemet og har brukt dette verktøyet mye, opplever at blåfargen har dårlig kontrast med bakgrunnen, mens respondentene som ikke har brukt den mye mener den er veldig bra. De som ikke har benyttet den mye presiserer at «High Speed»-vinduet er et betydelig bedre verktøy enn «Route Monitor»-vinduet som de er vant til å bruke. Selv tar de opp hvordan dette kan ha ført til at de ikke har lagt merke til om kontrasten var på et ideelt nivå for nattnavigering.

Alle fem respondentene synes at fargen på landområder er for lys. Respondent 1 og 2 ville ha den så mørk som mulig, og trakk fram «chart overlay» på radaren som et eksempel. Respondent 3 og 4 ville derimot ha en mørkere farge enn den som er i bruk i dag, men mente at det skulle være intuitivt å skille mellom vann og land. De tok opp sikkerhetsaspektet rundt landfargen, og kommenterte at det aldri burde være noen tvil hvorvidt området rundt fartøyet er land eller vann.

Fra intervjuene har det kommet frem flere gode momenter som tas med videre i utviklingen av «Black Palette», og vil danne et utgangspunkt for diskusjon senere i oppgaven. Det var mange likhetstrekk i svarene til respondentene og følgende hovedmomenter tas med i drøftingen:

- *Farge på land og sikkerhetskonturen er for lyse*
- *AIS-mål er for mørke*
- *Hindringer og hjelpemidler må fremheves*
- *Gulfargen er for vanskelig å lese*
- *Høyere kontrast på «High Speed»-vinduet, samt på informasjon om kurs, fart og lignende*

3.4 Kvantitativ datainnsamling

Det fjerde steget i HCD-prosessen omfatter en evaluering av designet opp mot brukerkriteriene. For å oppfylle dette fikk brukerne mulighet til å prøve paletten under seilas og komme med tilbakemeldinger etter testing. I tillegg ble et lysmålingsforsøk utført for å sammenligne «Black Palette» med dagens nattpalett. Gjennom den kvantitative datainnsamlingen rettes dermed fokuset i systemutviklingen mot brukeren og de menneskelige faktorene, og det åpner opp for å gjøre begrunnede endringer av paletten før ferdigstillelse (IMO, 2015).

Formålet med de kvantitative datainnsamlingene er å undersøke om antakelsene fra den kvalitative undersøkelsen og litteraturstudien, stemmer overens med det produktet som er utviklet. Lysmålingsforsøket vil verifisere om «Black Palette» har lavere lysforurensning

enn nattpaletten. En praktisk seilas med tilbakemeldinger på palettens egenskaper og brukertilpasning, vil bidra med å validere de funnene som er gjort tidligere, og dermed palettens helhet. Testene sikrer at de teoretiske tilnærmingene stemmer i praksis, og likhet mellom undersøkelsene øker reliabiliteten til produktet (Grenness, 2012, s. 106).

3.4.1 Verktøy (apparatus)

I dette underkapittelet vil det bli foretatt en kort beskrivelse av de verktøy som er benyttet for den kvantitative datainnsamlingen.

3.4.1.1 YF-172

Lysmåleren er av typen YF-172, som er det samme verktøyet som blant annet elektrikerfirma bruker for å måle belysning i et rom. Sensoren måler belysning mellom 0,1 til 50000 lux. Sensitiviteten til sensoren er vektet etter CIE-standarden og feilmarginen på sensoren er satt til +/- 3% for belysning under 200 lux. I tillegg er målingene vektet etter den fotopiske kurven, og resultatene vil derfor være noe annerledes for den skotopiske kurven. Med andre ord er den vektet for øyets oppfattelse av lys under dagslys. Dette er ikke en optimal sensor, men denne ble valgt grunnet tilgjengelighet og pris.

3.4.1.2 Skjold Simulator

Skjold-simulatoren er en 1:1 brosimulator for Skjold-klassen som brukes til navigering- og manøvreringstrening. At den er i 1:1-forhold betyr at den er identisk med broen på en skjold-klasse, og atferd kan i stor grad overføres fra simulator til fartøyene. Monitorene i simulatoren er de samme som står om bord, ISIC LED-TFT 26, i tillegg til at de har samme firmware-fiks som gjør at skjermene kan dimmes til et lavere nivå enn standard. Simulatoren har K-Bridge versjon 8.1.6, som er samme software som på fartøyene.

En simulator er en virtuell verden, som ligger tett opp mot virkeligheten. Et 1:1-forhold er optimalt for å gjenskape denne virkeligheten, og gjør overføringsverdien større. Å benytte simulator har en rekke fordeler og noen ulemper. Først og fremst gir simulatoren mulighet for å trene spesifikke ferdigheter under bestemte forhold. Det gir en anledning

for å teste både personell og systemer, og man vil kunne oppnå en høy grad av familiarisering. På den andre siden vil ikke påvirkningen av ytre faktorer som risting, støy og lignende kunne gjenskapes. I tillegg vil prosjektørene gi en lysforurensning som reduserer nattsynet, selv under mørkeseilas. Simuleringen tilsvarer derfor ikke et helt reelt miljø, og erstatter ikke et sjøgående seilas fullt og helt. En simulator må av den grunn ses på som et verktøy og ikke et alternativ til virkeligheten (Mjelde, 2017).

3.4.2 Lysmålingsforsøk



Figur 10: Oppsett for lysmåling

Formålet med forsøket var å kontrollere at paletten har blitt mørkere. Målingene ble utført 0,4 meter fra monitoren, i samme høyde som navigatørens øyne. Avstanden fra skjermen er nærmere enn det navigatøren normalt sitter for å få et bedre utslag i lysmålingen. Lux reduseres kvadratisk med avstanden, og en avstand på 1,5 meter ville gitt u hensiktsmessig lave verdier (Ryer, 1998, s. 32). Forholdstallet mellom to målinger forventes å være lik uavhengig av avstand. Luxmåleren som benyttes er YF-172. En begrensning med sensoren er at den ikke måler belysning under 0,1 lux. Det ble utført målinger på fem ulike nivåer med bakgrunnsbelysning (50%, 25%, 20%, 10%, 5%), for å få variasjon i målingene. I tillegg ble det valgt ut tre ulike områder med forskjellig topografi, for å kontrollere lysforurensning under forskjellige områder. Målingene ble utført helt likt både på «Night Palette» og «Black Palette». Forsøket ble utført i totalt mørke, med én monitor kjørt opp. Resultatene kan ses i Tabell 1. Områdene som ble valgt er:

- Tjeldsundet: Noe mer vann enn land, mye detaljer som grunner, blinker, lyker og jernsøyler.
- Asenleden: Overvekt av vann der mye er under sikkerhetskontur, mange grunner og mye tørrfall
- Ramsundet: Overvekt av land og noen få detaljer



Tjeldsundet

Asenleden

Ramsundet

Figur 11: Områder for lysmåling**Tabell 1: Resultater fra lysmåling**

Tjeldsundet	50%	25%	20%	10%	5%
Night Palette	3.5 lux	0.8 lux	0.5 lux	0.3 lux	-
Black Palette	1.4 lux	0.2 lux	0.1 lux	0.0 lux	-

Asenleden	50%	25%	20%	10%	5%
Night Palette	2.8 lux	0.7 lux	0.4 lux	0.2 lux	-
Black Palette	1.0 lux	0.1 lux	0.0 lux	0.0 lux	-

Ramsundet	50%	25%	20%	10%	5%
Dusk Palette	10.8 lux	2.8 lux	1.8 lux	0.6 lux	0.1 lux
Night Palette	6.5 lux	1.6 lux	0.9 lux	0.3 lux	-
Black Palette	1.4 lux	0.3 lux	0.1 lux	0.0 lux	-

Luxmåleren ga ikke utslag når bakgrunnsbelysningen ble satt til under 5%, noe som ville vært ønskelig med tanke på at det er i dette området paletten vil brukes mest. Likevel er det mulig å følge trenden fra de andre målingene, og anta at «Black Palette» vil være mørkere ved bakgrunnsbelysning under 5%. En måling med «Dusk Palette» ble utført for å undersøke lysforurensning ved bruk av denne. En annen unøyaktighet er at luxmåleren er ment for å måle kontorbelysning og lignende, og er derfor kalibrert under vanlig hvit belysning. Feilmarginen på sensoren er +/- 3% for belysning under 200 lux, og avvikene bør derfor ikke være betydelige. I tillegg er målingene vektet etter den fotopiske kurven, og resultatene vil derfor være noe annerledes for den skotopiske kurven.

Luxverdien til målingene vil det derav være knyttet en del usikkerhet til, og det kan således diskuteres om reliabiliteten er god. Unøyaktige målinger vil i seg selv svekke forsøkets troverdighet, men sett fra en annen side gir forsøket konsistente resultater og reliabiliteten blir styrket. Videre må validiteten vurderes. Luxverdiene er nok ikke korrekte, men forholdstallet mellom målingene er sikrere. Ettersom at hensikten med forsøket er å vurdere om «Black Palette» er mørkere enn nattpaletten eller ikke, og ikke måle hvor mye lys palettene slipper ut, vil validiteten til forsøket være god til tross for usikkerhetene i målingene. Alene vil forsøket være svakt, men sett i sammenheng med annet datagrunnlag vil reliabiliteten og validiteten være god. Målingene er en indikasjon på at «Black Palette» er mørkere enn nattpaletten.

3.4.3 Evaluering av design mot brukerkriterier

For å evaluere designet mot brukerkriteriene har prototypen vært testet i en periode på 12 uker i Skjold-simulatoren. I testperioden har brukerne hatt mulighet til å komme med innspill og tilbakemeldinger, enten skriftlig via et tilbakemeldingsskjema eller muntlig. Tilbakemeldingsskjemaet sammenlignet «Black Palette» med dagens nattpalett, for at respondentene skulle ha et felles referansepunkt.

I intervjuene ble det identifisert en del problemer med det gamle designet, som i kombinasjon med essensiell informasjon utgjorde grunnlaget for spørsmålsformuleringen. Tilbakemeldingene var sentrert rundt to fokusområder der det første omhandler designet av

«Black Palette» og tar for seg hvordan forskjellig informasjon presenteres i «Black Palette» sammenlignet med nattpaletten (bedre, verre eller samme som før). Den andre delen tar for seg hvordan navigatøren må tilpasse seg systemet (integrasjonsarbeid) og ble kartlagt gjennom to spørsmål: «må du sjeldnere eller oftere dimme opp skjermen?», og «må du sjeldnere eller oftere lene deg frem for å lese på skjermen?» I tillegg til fokusområdene var det åpent for å komme med innspill og tilbakemeldinger på andre momenter. På den måten utelukkes ingen informasjon fra respondentene og eventuelle andre designfeil eller forbedringsområder kan kommenteres.

Tilbakemeldinger og funn:

- *Skjermene må dimmes opp mye sjeldnere*
- *Brukerne må lene seg frem for å se sjeldnere*
- *Se frem i plan er bedre eller mye bedre enn før*
- *Grønnfargen i dialogboksene er bedre eller mye bedre enn før*
- *Å lese informasjon direkte fra kurslinjen er samme som før*
- *Farene/hindringene presenteres bedre eller mye bedre enn før*
 - *Små holmer kan være vanskelig å se hvis den har mye tørrfall og grunner rundt seg.*
- *Hjelpemidlene presenteres bedre eller mye bedre enn før*
- *AIS-mål presenteres verre, samme eller bedre enn før.*
 - *Lite testet grunnet lite bruk av AIS-track i simulator*

Ved å evaluere designet mot brukerkriteriene ble testperioden brukt til respondentvalidering. Gjennom tilbakemeldingene dannes et bilde av hvor godt prototypen traff det brukerne ønsket i de innledende intervjuene og forbedring fra nattpaletten. Samtlige av intervjurespondentene har testet produktet og hatt mulighet til å komme med innspill. Respondentvalidering er en vanlig måte å validere sine funn på, der formålet er å se om respondentene oppfatter produktet som relevant for dem og om de kjenner seg igjen i resultatet (Jacobsen, 2005, s. 214-215). Respondentene som testet produktet anses som førstehåndskilder som ikke har motiv for å lyve, noe som styrker påliteligheten til tilbakemeldingene. Det er dog ikke alle respondentene som anses som gode førstehåndskilder selv om de har gode intensjoner. Noen er nye navigatører eller navigatører som ikke har

seilt med den nyeste versjonen av K-Bridge ECDIS. Deres tilbakemeldinger kan være pålitelige og gode, men tilbakemeldingene sammenligner med et eldre system og vil være misvisende grunnet ulikt felles referansepunkt. Dette kan igjen svekke den interne gyldigheten, men det er snakk om en liten del av utvalget og vil derav ha liten innvirkning på helheten. Respondentene har fått testet paletten flere ganger over de 12 ukene, det vil øke sannsynligheten for at feil blir avdekket og styrke validiteten på tilbakemeldingene.

4 Drøfting: utvikling av «Black Palette»

I dette kapittelet vil det bli drøftet hvordan paletten ble utviklet, hvilke endringer som er gjort og hvorfor de ble utført, utfordringer med «Black Palette», resultater av målinger og tester som er gjort underveis, samt en vurdering rundt sikkerhet. Problemsstillingen vil bli drøftet i denne delen.

Utvikling av «Black Palette» i K-Bridge versjon 8: Hvorfor er den bedre for Korvettvåpenet?

4.1 Utfordringer

Utvikling av paletten byr på noen mindre utfordringer, som fort kan bli en fallgrube. En av utfordringene er at paletten skal være mørk for å ivareta nattsynet, men samtidig ikke så mørk at viktig informasjon forsvinner. Dette er et vesentlig moment sett fra et sikkerhetsmessig perspektiv. En annen utfordring er at paletten må designes for å presentere informasjon på en god måte på laveste bakgrunnsbelysning på monitoren. På dette lysnivået blir fargekontrast og -metning svært redusert, og det vil derfor kunne bli vanskelig å optimalisere fargene.

En utfordring for Korvettvåpenet, og dermed en utfordring for «Black Palette», er at S-52 standarden ikke passer for Skjold-klassen. Denne standarden skal i utgangspunktet passe for alle og sikre tilstrekkelig navigasjonssikkerhet, og det må derfor kartlegges hvorfor denne standarden ikke møter Korvettvåpenets krav. Mye av årsaken til dette ligger sannsynligvis i at både IMO og IHO hovedsakelig er rettet mot sivil skipsfart, og for militære fartøy vil bruksbehovet være annerledes og følgelig stille andre krav til design og lysforurensning. Selv om S-52 er utviklet av persepsjonsspesialister, har paletten blitt utviklet med hensyn til andre krav enn det som stilles for «Black Palette».

Militær navigasjon skiller seg fra sivil navigasjon først og fremst ved at militær skipsfart ikke følger standardiserte og velkjente ruter. Fokus på farer og hva som setter klar er derfor essensielt. I tillegg tar militær navigasjon utgangspunkt i at GPS, radar, AIS og andre navigasjonshjelpemidler er utilgjengelig, og kravene til å hva navigatøren ser optisk

kan argumenteres for at blir viktigere. Med dette tatt i betraktning, vil fokus på nattsyn være større i en militær kontekst. Måten Korvettene opererer langs kystlinjen gir spesielle utfordringer, kombinert med høy hastighet stilles det store krav til nattsyn og derav lysforurensning fra navigasjonssystemet. På den andre siden kan det virke noe merkelig at dette ikke har samme fokus i sivil skipsfart, ettersom at nattsyn er avgjørende for sikker seilas i mørket. En av årsakene til dette kan være kravene IHO stiller til farger i ECDIS, der ett av de er mest mulig likhet til papirkart, noe som kan ha begrenset bruken av farger ved utvikling av S-52 standarden.

Den sannsynligvis viktigste utfordringen er en problemstilling knyttet til nattnavigasjon. Utfordringen med nattnavigasjon er man er avhengig av nærmest totalt mørke for at stavene skal fungere best mulig, og dermed ha best mulig nattsyn for å se fartøy, landkonturer og lignende på avstand. På den andre siden er man avhengig av tappene for å lese ECDIS. Tappene må aktiveres for å få tilstrekkelig detaljsyn, og for å se farger. Utfordringen ligger i å ha både perfekt nattsyn og kunne bruke ECDIS samtidig, noe som er umulig. Derfor vil dette bli en avveining, mellom hvilken grad nattsynet påvirkes av ECDIS og omvendt, kan bedres med en tilpasset palett.

Synet under bruk av «Black Palette» vil ligge i det mesopiske spekteret, der både stavene og tappene er aktivert. Dette vil gi nok lys til at de høyoppløselige tappene kan oppfatte det, men samtidig lavt nok til å påvirke nattsynet i minst mulig grad. Dersom man kun skulle brukt de lavoppløselige stavene til å se tekst og symboler i et kart, måtte man ha gjort store forstørrelser i kartet, noe som ikke er hensiktsmessig. En annen utfordring med lysforurensning fra ECDIS er den hvite bakgrunnsbelysningen fra monitoren. Det er ønskelig med så lav bakgrunnsbelysning som mulig, men dette medfører at det blir vanskelig å skille objekter som en følge av at lav bakgrunnsbelysning gir en «utvasking» av farger. Dette kan bedres ved å øke kontrastene på forgrunnsfargene i ECDIS og redusere bakgrunnsfargene, som gjør detaljene lettere å skille, i tillegg til å bruke farger som øyet er sensitiv for. Det negative med å øke kontrasten er at lysstyrken på fargene økes. Med andre ord blir dette et kompromiss mellom lesbarhet og mørkhet, og man må finne en «gylden middelvei» i valgene som tas i utviklingsprosessen.

4.2 Valg av farger

Valg av farger er det viktigste arbeidet under utviklingen av «Black Palette». Fargevalg er, basert på intervjuene, hovedårsaken til at dagens nattpalett ikke tilfredsstillter Korvettvåpenets krav. Ved å benytte bedre egnede farger vil paletten bli mørkere, samt at kontraster kan endres til å gi bedre lesbarhet og skilleevne. Før fargene ble valgt, ble det satt opp noen kriterier for valg av farger basert på IHO sine retningslinjer for S-52 Standarden. Kriteriene er som følger:

1. Fargene skal være gjenkjennbare
2. Fargene skal ikke kunne forveksles med noe annet
3. Ingen informasjon skal fjernes, men paletten optimaliseres med utgangspunkt i de brukerinnstillingene som er hensiktsmessige å seile med innaskjærs i Norge

Gjenkjennbare farger er essensielt for at brukeren ikke skal ha et behov for å lære seg systemet på nytt, og dermed slippe å forholde seg til to ulike systemer. Dette øker brukervennligheten. Dersom brukeren er usikker på hva en farge representerer, anses dette som et avvik i forhold til det kriteriet som er satt. Dette punktet gjør at muligheten for å endre fargene drastisk faller bort. For eksempel er det lite hensiktsmessig å endre røde blinker til lilla, selv om det skulle vise seg at lilla er bedre egnet for nattsynet. Spesielt viktig blir dette for alarmhåndtering, der fargene gul, oransje og rød ofte forbindes med advarsler og alarmer, og bør forbli representativt for akkurat dette. Det som derimot er mulig, er å endre luminansen og metningen til fargene, for å fremheve eller dempe fargen.

At fargene ikke skal kunne forveksles med noe annet, er nødvendig på de elementene der kravet til gjenkjennbarhet ikke er gjeldende. For eksempel vil landområder være gjenkjennbare uavhengig av farge, men settes landfargen til svart kan dette fort bli forvekslet med dypt vann. Dette vil utgjøre en sikkerhetsrisiko, og navigatøren skal aldri være i tvil om hva et objekt eller område er, samt betydningen av det.

Med punkt tre menes det at ingen informasjon skal gjøres så mørk at det ikke er mulig å se den. Paletten optimaliseres for de brukerinnstillingene som er vanlige og hensiktsmessige å seile med for korvettvåpenet ved innaskjærs navigasjon. Årsaken til at disse innstillingene defineres er at noen «merker» i kodingen korrigerer farger på flere elementer

som ikke kan fravelges. For eksempel vil merket «CHBLK» endre farge på essensiell informasjon som lyskarakteristikk, skvalpeskjær og slaggrunnslinje, mens den samtidig endrer farge på ikke-essensiell informasjon som stedsnavn, landdetaljer og bunntype. Hvis essensiell informasjon skal fremheves og bli lysere, vil man i tillegg gjøre dette med den ikke-essensielle informasjonen og bildet vil bli lysere enn nødvendig dersom man har de sistnevnte informasjonslagene aktivert. Derfor vil paletten utvikles med utgangspunkt i hva som er essensiell informasjon.

Basert på disse kriteriene, vil fargene ta utgangspunkt i allerede eksisterende farger. Som nevnt er den eksisterende nattpaletten designet av persepsjonsspesialister, og fargene som er benyttet er satt som en standard. Derfor vil det i hovedsak bli endret på kontrast og luminans, det vil si å øke eller minke RGB-verdiene proporsjonalt. I praksis betyr det at dersom en farge har verdi (10, 10, 10), minkes den eksempelvis til (5, 5, 5). Fargen blir «lik», men mørkere. I tillegg vil det der det er behov for lysere farger, bli undersøkt om fargene som er brukt på skumringspaletten er mulig å bruke. Ved å benytte farger fra «Dusk Palette» sikres det at fargene er gjenkjennbare for navigatøren.

Hvilke objekter som skal endres på ble bestemt ut i fra intervjuene og litteraturstudien. Det ble sett på hva navigatørene anser som for dårlig med dagens nattpalett og hva som er essensiell informasjon, og teorien om optisk navigasjon og de fire fasene i navigasjon. Dette ble bestemt i forkant av designprosessen, og følgende momenter ble tatt i betraktning:

1. Hindringer og hjelpemidler må fremheves
 - a. Hindringer regnes som grunner under sikkerhetsdybden, skvalpeskjær, tørrfall, jernsøyler, staker, slaggrunnslinje og linjen som skiller land fra vann
 - b. Hjelpemidler regnes som lyktesektorer, blinker, lyskarakteristikk og monitorert rute
2. Tørn- og sensorinformasjon må fremheves, herunder blåfargen i CCRS- og High Speed-vinduet og rødfargen i kurslinjen
3. AIS-mål må gjøres tydeligere
4. Farge på land og sikkerhetskonturen må bli mørkere for å redusere de største lyskildene

5. Guldfargen i dialogene må endres til en farge øyet oppfatter bedre i mørket for at dette skal være leselig for navigatøren

De øvrige objektene ble det antatt er godt nok med dagens nattpalett, og ikke har et behov for å endres på.

4.2.1 Farger og kontrastforhold

For å sikre tilstrekkelig skilleevne ble det bestemt et kontrastforhold der 4,5 er ønskelig, men ikke et absoluttkrav. Formlene som ble benyttet er beskrevet i delkapittel 2.4.1. Bakgrunnsfargene består av dypt vann («DEPDW»), vann under sikkerhetskonturen («DEPVS») og land («LANDA»). På samme måte som IHO valgte farger, ble først bakgrunnsfargene bestemt og ble gjort mørke og umettede, før mettede forgrunnsfarger med høyere luminans og kontrast ble valgt. I Tabell 2 vises kontrastforholdet mellom bakgrunnsfargene og de viktigste detaljene før og etter fargeendring, og viser en betydelig forbedring i kontrastforholdene.

Tabell 2: Kontrastforhold før (venstre) og etter (høyre)

Token	DEPDW	DEPVS	LANDA	Token	DEPDW	DEPVS	LANDA
CHBLK	3,90	1,76	1,78	CHBLK	6,37	5,74	5,71
CHGRN	3,97	1,79	1,81	CHGRN	5,44	4,90	4,87
CHRED	2,53	1,14	1,16	CHRED	3,66	3,30	3,28
CHYLW	4,38	1,98	2,00	CHYLW	6,35	5,72	5,69
LITRD	2,53	1,14	1,16	LITRD	3,66	3,30	3,28
LITGN	3,97	1,79	1,81	LITGN	5,44	4,90	4,87
LITYW	4,38	1,98	2,00	LITYW	6,35	5,72	5,69
RESBL	2,66	1,20	1,21	RESBL	4,51	4,06	4,04
SNDG2	6,60	2,98	3,01	SNDG2	14,75	13,29	13,23
PLRTE	2,12	0,96	0,97	PLRTE	4,21	3,80	3,78

Vedlegg C gir en oversikt over hva de ulike merkene står for, RGB-koordinater før og etter, relativ luminans før og etter, samt endring i relativ luminans. Ulempen med høyere kontrast og luminans er at objektene blir lysere og dermed blir total belysning høyere. På den andre siden utgjør detaljene en liten del av bildet og vil følgelig ha liten påvirkning på nattsynet. Kontrasten bedres også betydelig ved å gjøre bakgrunnen mørkere. Andre fordeler er at detaljene blir lettere å se i motsetning til dagens nattpalett, som er sentralt

når øyet er på sin nedre grense for hvor det kan oppfatte detaljer og farger. Paletten utvikles for å fungere godt på laveste bakgrunnsbelysning på monitoren, og kontrasten må dermed være høy for at disse detaljene ikke skal forsvinne når skjermen dimmes ned. Høyere kontrast sikrer skilleevne mellom tekst, symboler og bakgrunn. Uten høyere kontrast vil samme problem som før oppstå, der monitoren må dimmes opp for å kunne skille detaljer. Økningen i kontrastforholdene skaper et mer dynamisk bilde som gjør det lettere å skille essensielle objekter.

Mørkere farger på store områder som land og sikkerhetskontur gir en lavere lysforurensning i områder med mye land og grunt farvann, i tillegg til at kontrastforholdene bedres. Det negative med å redusere kontrasten og luminansen på bakgrunnsfargene, er risikoen for at fargene oppleves som for mørke. En konsekvens av dette kan være at navigatøren ikke klarer å skille mellom hva som er land og hva som er trygt farvann. Dette ble tatt opp som et viktig punkt fra respondentene for at de skal kunne opprettholde navigasjons-sikkerheten. Fargene må derfor være enkle å skille fra hverandre og de må være gjenkjennbare.

Det finnes en mindre risiko for at noe som ikke er kartlagt har blitt endret farge på. I ytterste konsekvens kan essensiell informasjon bli like mørk som eksempelvis land. I følge både IHO-standarder og vår kartlegging skal dette ikke være mulig, og det er heller ikke rasjonelt at ved å endre på landfargen, så endres kritisk informasjon. Objekter som er kritisk for seilassen har blitt nøye kartlagt, og eventuelle større feil vil bli oppdaget under simulortestene. Likevel er ikke S-52 utfyllende, og det vil alltid eksistere en risiko for menneskelige feil ved kartleggingen. Sannsynligheten for dette er svært lav. Som et sikkerhetsmessig tiltak vil merker som er «ukjent» ikke bli endret på for å sikre at noe ukjent av viktig betydning ikke forsvinner. Ukjente merker vil si der det ikke ble registrert noen endring i kartet selv om fargen ble endret til svært synlige farger,

4.2.2 Dialoger

Fargen på dialogboksene rundt kartet utgjør en stor del av problemet med dagens nattpalett, og en tydelig farge er sentralt for brukervennligheten. En lettleselig farge, som samtidig bevarer nattsynet, er avgjørende for en god palett. Grønn er den fargen stavene er

mest sensitiv for, og vil oppfattes som lysere sammenlignet med andre farger med lik luminans. Grønnfarger vil øke lesbarheten, som er en viktig betraktning når øyets skarpheit minker under mørke forhold. På den andre siden må tappene aktiveres for at detaljsynet skal være tilstrekkelig, noe som reduserer nattsynet. Rød vil på sin side påvirke stavene i minst grad, og det vil teoretisk være mulig å oppfatte rød uten å påvirke stavene og nattsynet. Samtidig krever rød mer lysstyrke for å bli oppfattet som like lys, og av erfaring er rød mot svart en vanskeligere farge å skille sammenlignet med grønn. Et annet viktig aspekt er at rød ofte oppfattes med fare og vil potensielt kunne fjerne fokus fra alarmer. Det samme gjelder gul, som kan være problematisk med den fargen som brukes i dag. Fargene på alarmer og advarsler må være unike og skille seg ut fra grensesnittet, slik at disse oppfattes raskt.

Fra formel 2.4 vises det at rød og blå har en betydelig lavere vektning enn grønn, som betyr at rød og blå må ha en sterkere farge for å bli oppfattet som like lys, samt for å ha samme relative luminans og kontrastforhold til bakgrunnen. Tappene er på samme måte som stavene sensitiv mot grønn, selv om sensitiviteten er noe skjøvet mot rød. Grønn vil derfor kunne benyttes på et lavt lysnivå, men likevel gi muligheten til å oppfatte farger og detaljer. Med dette i grunn, er grønn valgt som farge til dialogene.

I High speed- og CCRS-vinduet er det nødvendig med en lysere farge som vil øke lesbarheten. I tillegg er det brukt to forskjellige blåfarger i dialogene og det er ønskelig med lik farge for et renere design. Endring av farger i disse dialogene må gjøres av Kongsberg og vil derav ikke bli testet i første prototype. Det anbefales å bruke en blåfarge som vil øke kontrastforholdet fra 2 til minimum 3, eksempelvis 49, 92, 129. I disse dialogene er det relativt store tall og bokstaver, og kontrastforholdet kan derfor være noe under 4.5.

4.3 Lysmålinger

Resultatene av lysmålingene viser at «Black Palette» er betydelig mørkere enn den opprinnelige paletten, i gjennomsnitt rundt en fjerdedel av belysningen. Dette er sentralt for at nattsynet skal ivaretas og er en god forbedring fra nattpaletten. Det ble også utført en kontrolltest med «Dusk Palette» i Ramsundet for å undersøke om det er fornuftig å seile

med «Dusk Palette» fremfor nattpaletten. Målingene viser at «Dusk Palette» forurenses omtrent dobbelt så mye som «Night Palette», og rundt åtte ganger mer enn «Black Palette». Med tanke på nattsynet, vil det ikke være hensiktsmessig å seile med «Dusk Palette» ved nattseilas.

Årsaken til at «Black Palette» er en forbedring fra «Night Palette», er sannsynligvis en følge av at fargen på land og sikkerhetskontur er redusert. Dette er store områder som gir mye lysforurensning. Til tross for at luminansen på mindre objekter i kartet er økt, ser ikke det ut til å ha noen betydningsfull påvirkning på den totale lysforurensningen. Dette kan ses ved målingene som er gjort i Asenleden, der «Black Palette» er mørkere enn nattpaletten selv om området er preget av mange grunner. Det er likevel i dette området endringen er minst, og de største forskjellene er i Ramsundet som er et område mye land. Dette viser hvor stor innvirkning endringen av landfargen har på lysutslippene fra monitorene. Lysmålingene gir en god indikasjon på at «Black Palette» er mørkere og følgelig bevarer nattsynet bedre enn nattpaletten.

Et interessant funn som ble gjort under lysmålingene var at «black adjust»-symbolet ikke forsvant når monitoren ble dimmet ned til det laveste. Dette betyr at det teoretisk sett skal være mulig å lese informasjon fra ECDIS på denne lysinnstillingen, og ingen informasjon skal ha gått tapt. Fra intervjuene er det avdekket at dette ikke stemmer, blant annet fordi navigatørene må dimme opp skjermene sine for å kunne tyde den informasjonen som ECDIS presenterer. I praksis kan dette bety en av to ting – enten er monitorene for lyse, eller fargekoden til «black adjust»-symbolet, eller i verste fall hele paletten, er feil konvertert fra IHO sin standard. Ettersom at kontrasten og lesbarheten til ECDIS blir dårlig på nederste bakgrunnsbelysning er det naturlig å anta det sistnevnte, men det er likevel ikke entydig. Som en følge av at årsaken er uvisst, vil ikke fargekoden til «black adjust»-symbolet bli endret på. På den andre siden har det heller ikke noen praktisk betydning, da «Black Palette» designes for å fungere optimalt på laveste bakgrunnsbelysning, men det kunne vært interessant å undersøke nærmere. På grunn av omfang og kompetanse, vil ikke dette bli vurdert videre i oppgaven.

4.4 Testing av prototypen

Å benytte Skjold-simulatoren som testplattform for «Black Palette» anses som en reell metode for å undersøke funksjonaliteten og brukervennligheten til paletten. Dette er en følge av at simulatoren står i 1:1-forhold med broen til Skjold-klassen, og vil derfor være identisk med de systemene som er om bord. Spesielt viktig er det at monitoren i simulatoren er lik, en TFT-LED monitor, som dermed sikrer at fargene ser like ut i simulatoren som på fartøyene. Ulike monitører kunne medført ulikheter, noe som ble erfart ved overføring av paletten fra den bærbare PCen til simulatoren. Paletten er derfor utviklet på det systemet den skal brukes på. Ulemper med å bruke Skjold-simulatoren er at prosjektørene reflekterer for mye lys til å gjenskape like mørke omgivelser som paletten er tiltenkt å brukes i. På den andre siden kan paletten optimaliseres uten at prosjektørene er på, som vil motvirke denne effekten. Fravær av ytre faktorer i simulatoren, som for eksempel vibrasjoner, vil gjøre paletten enklere å lese i simulator som kan ha ført til flere positive tilbakemeldinger. Dette vil være en ulempe, men simulatoren vil på bakgrunn av 1:1-forhold, like monitører og tilgjengeligheten på systemet være en god plattform for å teste og sammenligne «Black Palette» med nattpaletten.

Første utkast ble testet over en periode på 12 uker der navigatører og vaktsjefer kom med tilbakemeldinger. Når det gjaldt helhetsinntrykket på paletten, var tilbakemeldingene positive. Respondentene svarte at «Black Palette» var bedre eller mye bedre på å presentere hindringer og hjelpemidler (HH). Dette støtter opp under at kontrastforholdene som ble valgt for disse objektene er bedre enn det som har vært tidligere. På en annen side kan dette være et problem i områder med mange HH, der bildet vil kunne få høyere total lysforurensning enn den gamle paletten. Likevel svarte respondentene at de mye sjeldnere måtte dimme opp skjermen, noe som fører til at man slipper å øke lysforurensningen fra alle andre objekter som presenteres i bildet. Sett i sammenheng med lysmålingene, viser også disse at den totale lysforurensningen er lavere selv i områder med mange HH. Med bakgrunn i at respondentene slipper å bruke tid på å dimme opp og ned skjermen, kan det argumenteres for at økningen i kontrastene gjør at navigatørene raskere orienterer seg i kartet og derav kan bruke mer tid på å se ut vinduet.

Respondentene ble spurt om hvordan det var å gjennomføre prosedyren for å se frem i plan, «forbered gjennomgå», sammenlignet med nattpaletten. Dette fordi prosedyren er

en sentral del av måten navigeringen blir gjennomført i trange leder, i tillegg til at det er en enkel måte å sammenligne to områder med to forskjellige paletter. Tilbakemeldingene på dette var positive, med unntak av tårn-informasjonen presentert ved kurslinjen i kartet. Den presenteres noe bedre og kontrasten til sikkerhetskonturen er vesentlig forbedret, men det er fortsatt vanskelig å lese hva som står. Fargen som er valgt er samme som på «Dusk Palette», en lyserødfarge. Grunnene til dette kan være flere, ifølge teorien har rødt en dårligere kontrast enn blant annet grønt, grunnet at øyet er mindre sensitivt for rødt lys. Med nattsyn kan det derfor være vanskelig å lese små tall og bokstaver i rødt. Et moment som bygger oppunder dette er at skriftstørrelsen forblir lik uavhengig av skalavalg, og det kan da argumenteres at skriftstørrelsen er for liten og ikke at det er rødfargen som er feil. Argumentet for å beholde kursinformasjonen rødt er at den brukes på de andre palettene og vil da være gjenkjennbar for brukerne. Dette er et eksempel på hvordan en palett ikke kan fikse alle problemene, her kunne en endring i utformingen vært en mer ideell løsning. Ved å endre utformingen, herunder skriftstørrelsen kunne man valgt en farge med lavere luminans og fått bedre lesbarhet for navigatøren. Fargen og kontrasten som er valgt er et kompromiss mellom å ikke la kurslinjen slippe ut for mye lys og nok lys til at man øker lesbarheten.

Grønnfargen som ble valgt til dialogboksene er en av de viktigste fargene å få rett. Denne tar alltid plass på skjermen rundt kartet og skal kunne leses uten å være en stor bidragsyter til lysforurensning. Tilbakemeldingene fra de første respondentene var at denne kunne vært noe sterkere. Nå er den satt til en grønnfarge som har lav lysintensitet og gir god kontrast mot bakgrunnen. Kontrasten ligger noe under kontrastforholdet på 4,5 som hadde vært ønskelig for en høyere lesbarhet. Dette er valgt ettersom at grønnfargen tar opp større deler av skjermen enn andre detaljer som kartsymboler, og et høyt kontrastforhold vil kunne gi unødvendig høy lysforurensning, i tillegg til at navigatøren «mister» muligheten til å dimme skjermen lengre ned dersom grønnfargen oppleves for sterk. Det vil derfor bli en avveining mellom synlighet og nattsyn. Et alternativ kan være å velge en «renere» grønnfarge med høyere relativ luminans, slik at et kontrastforhold på 4,5 oppnås.

Å designe en palett slik at integrasjonsarbeidet blir minimalt var en målsetting som ble satt da utviklingen startet. I løpet av intervjuene viste det seg å være et av de mest omfattende problemene med nattpaletten. Respondentene har alle måtte utføre større eller

mindre integrasjonsarbeid for å effektivt kunne bruke systemet og seile sikkert. Integrasjonsarbeidet som ble avdekket innebar: dimming av skjerm, lene seg frem for å se hva som står, bruke paletten som er beregnet for skumringsseilas og bruke radar for å lete etter AIS-mål.

Tilbakemeldingene tilsier at med «Black Palette» er mange av disse problemene borte. Dimming av skjerm forekommer mye sjeldnere enn før og lene seg frem skjer sjeldnere enn før. Ved å designe en palett som er tiltenkt å bruke med lav bakgrunnsbelysning har det åpnet opp for muligheten å stille kontraster opp samtidig som lysforurensningen holdes lav. Et av argumentene for å bruke «Dusk Palette» fremfor nattpaletten, var at man unngikk å dimme skjermen like ofte. At skjermene dimmes opp sjeldnere ved «Black Palette» kan tolkes som at respondentene som før benyttet «Dusk Palette» er mer fornøyd med lesbarheten på «Black Palette». I et nattsynsperspektiv bekrefter lysmålingene at det er ugunstig å bruke skumringspaletten på natten. Forskjellen ligger på 8 ganger mindre lysutslipp fra «Black Palette».

Når det kommer til AIS-mål kan ikke måloppnåelse konstateres. Den relative luminansen er stilt opp, men tilbakemeldingene er sprikende. Målene var vanskelig å finne på nattpaletten og nå oppfattes de som verre, lik som før eller noe bedre. Formel 2.4 viser at blå har en betydelig lavere vektning en grønn, som betyr at blå må ha en betydelig sterkere farge for å ha samme relative luminans og kontrastforhold. Med dette tatt i betraktning kan en forklaring være at fargen er økt for lite, slik at kontrastforholdet mot hindringer og hjelpemidler er relativt likt som før. En løsning vil være å stille opp fargen noe mer, i tillegg til å velge renere blåfarge som skiller seg lettere ut. Denne endringen er utført og vil være med i prosjektgruppens forslag til «Black Palette».

I fargevalgene og lysmålingene ble det drøftet hvor viktig landområdenes farge var med tanke på både lysforurensning og sikkerhet. Under 12 uker med testing kom det en tilbakemelding på at små holmer, som hadde mange tilstøtende grunner til tider kunne være vanskelig å se i kartet. Respondenten svarte dog at presentasjonen av farer var bedre enn ved nattpaletten. På en teoretisk side kan dette ses på som et sikkerhetsmessig avvik. I praksis vil det trolig ha lite innvirkning på navigasjonen i og med man ytterst sjeldent

seiler over områder med mange grunner i et ukjent farvann. Det er et moment navigatørene som bruker paletten bør få en bevisstgjøring om. Videre testing om bord vil avdekke om dette er innenfor eller utenfor akseptabelt nivå.

4.5 Resultat – en ny palett

Figur 12 viser det endelige resultatet av produktutviklingen og er prosjektgruppens forslag til hvordan «Black Palette» kan se ut. Denne har tatt høyde for de manglene som ble identifisert under testing. Det presiseres at farger på PC eller utskrift ikke vil være identisk med hvordan den ser ut på monitorene i simulator eller om bord på fartøy. Blant annet vil fargene på land og sikkerhetskontur presenteres mørkere på PC og utskrift. Se

Figur 9 for sammenligning med Kongsberg sin nattpalett.



Figur 12: «Black Palette»

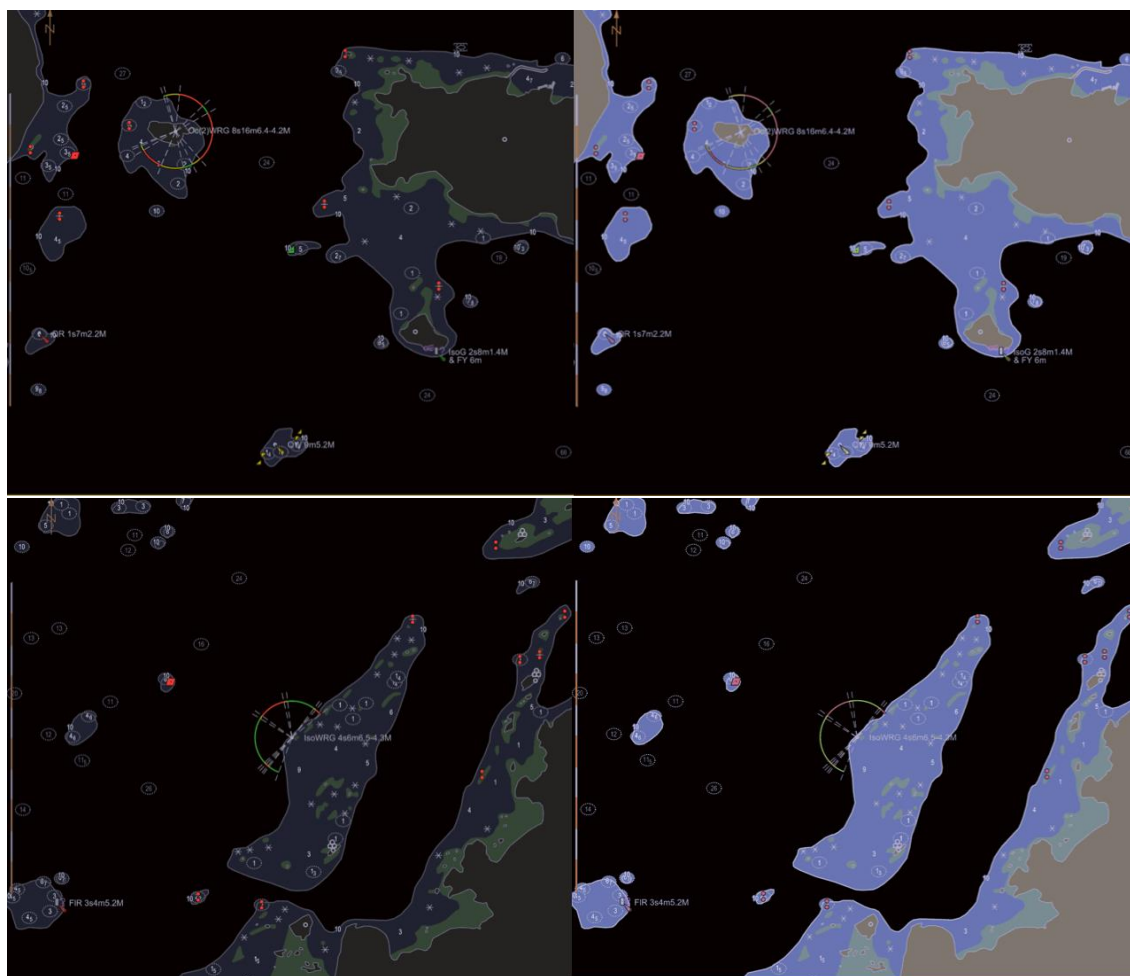
En av styrkene til «Black Palette» er at den er bedre tilpasset navigatørens behov, som gjør systemet tilpasset brukeren og ikke omvendt. Dette medfører at brukeren ikke behøver å drive med eget integrasjonsarbeid for å få systemet til å presentere informasjon på ønsket måte. «Black Palette» gjør dette ved at brukeren slipper å dimme skjermen og lene

seg fram i samme grad som tidligere. Årsaken til dette er bedre fargekontraster, som gjør det lettere å se den informasjonen navigatøren trenger, som for eksempel grunner. Dette, kombinert med at fargene er bedre egnet for nattsyn, vil kunne medføre en tryggere seilas.

En annen styrke er at «Black Palette» har gjennomgått en lang testfase. Relevant teori har blitt anvendt sammen med datagrunnlaget fra den kvalitative undersøkelsen for å utvikle et produkt som møter brukernes behov. Et lysmålingsforsøk og respondentvalidering har blitt utført for å undersøke om produktet møter kravene i praksis, og resultatene viser at dette er tilfellet. Paletten er mørkere og samtidig mer leselig, og derav bedre egnet for nattnavigasjon.

En av svakhetene til «Black Palette» er at det ikke har blitt gjennomført tester med to markant forskjellige paletter. Dette resulterer i at andre potensielt bedre løsninger kan ha blitt utelukket. Samtidig endrer ikke dette det faktum at «Black Palett» er en bedre palett. En annen svakhet er at utvalget til både intervjuene og testing er begrenset, og at antall respondenter dermed er noe få. I tillegg har ikke alle respondentene brukt K-Bridge versjon 8, som resulterer i at respondentene ikke har et felles referansepunkt. For å styrke resultatet ville det vært ønskelig å benytte de besetningene som seiler med versjon 8 til daglig, og som selv har skrevet sikkerhetsmeldingen.

Paletten er heller ikke testet under praktisk seilas om bord, noe som blir en svakhet. Faktorer som risting, støy og mørkere omgivelser vil ha en påvirkning på hvordan paletten oppleves som helhet. Utprøving om bord over en lengre periode ville i større grad fremhevet de styrker og svakheter som «Black Palette» har, og ville forbedret produktet ytterligere. En siste svakhet med paletten er at den er designet for å fungere optimalt med utgangspunkt i et sett med informasjonslag og andre brukerdefinerte innstillinger. Dette begrenser brukerens muligheter til å tilpasse kartet etter egne preferanser. På den andre siden tar paletten utgangspunkt i hva som er essensiell informasjon og hva som ikke er det, og skal passe til seilas under de fleste forhold.



Figur 13: Sammenligning av kart i Black Palette og Night Palette

4.6 Sikkerhet

Sikkerhetsaspektet er en sentral vurdering som tar for seg hvilke farer det er forbundet med å benytte «Black Palette» og om den med trygghet kan benyttes i KNM. Den første vurderingen omhandler tilpasning. Selv om paletten har mange likhetstrekk med den gamle, krever det fortsatt at navigatørene setter seg inn i og «lærer seg» paletten. Den kan være fremmed å bruke for noen som aldri har benyttet den før. For det andre går paletten utenfor IMO-reglementet og IHO-standarden. Man avviker dermed fra et reglement som ECDIS-produsenter skal følge, og ansvaret for at paletten er riktig designet overføres i stor grad til Sjøforsvaret selv. Samtidig vil det å gå utenfor reglementet gi større spillerom og paletten kan tilpasses egne behov. En bedre tilpasset palett vil forbedre sikkerheten, både gjennom bedre nattsyn og at man får bedre oversikt over farvannet rundt fartøyet.

En tredje sikkerhetsvurdering omhandler risikoen for at noe har blitt endret på som ikke skulle endres på. Alle farer og viktig informasjon har blitt nøye kartlagt for å minimere denne risikoen, men det vil alltid eksistere en mulighet for menneskelige feil. S-52 Standarden har også blitt benyttet for å kartlegge fargene, men den er ikke utfyllende. På den andre siden, som nevnt tidligere, er det ikke rasjonelt at kritisk informasjon henger sammen med farge på land og sikkerhetskonturen, som er de eneste fargene som er gjort svært mørke. Antall sikkerhetsbarrierer, med både egen kartlegging, S-52 Standarden og simulanttester, gjør denne risikoen svært liten.

Det siste, men sannsynligvis viktigste sikkerhetsaspektet med paletten, er at fargene ikke skal være så mørke at de kan forveksles med noe annet eller at essensiell informasjon forsvinner. Det som har blitt gjort mørkere på «Black Palette» er vist i Tabell 3. Av dette er det farge på land og sikkerhetskontur som er essensiell informasjon. Fargen på land har en risiko for å bli oppfattet som så mørk at den kan tolkes som dypt farvann. Dette anses ikke som en risiko under normalt seilas, da det er fullt mulig å skille fargen fra svart selv på laveste bakgrunnsbelysning, men det kan tenkes i et stressende scenario der navigatøren raskt må se i ECDIS. Land har et kontrastforhold på 1.12 mot trygt farvann, noe som er lavt. På den andre siden, ble det ikke gitt noen tilbakemeldinger under testene at fargene var for mørke. I tillegg vil det ligge en sikkerhetskontur, og grå linjer mellom land og dypt farvann. Sikkerhetskonturen har det blitt gitt tilbakemeldinger på at fargen er god.

Tabell 3: Oversikt over endringer

Token	Original	Ny	Forandring			
Token	Luminans1	Farge	Luminans2	Δ L	Hva	Endring
Lysere						
CHBLK	14,50 %	white	26,87 %	12,37 %	Stedsnavn, lyskarakteristikk, light ranges, bunntype, skvalpeskjær, slaggr.	Skilt ut og gjort hvitere, midt mellom dusk og night
CHGRN	14,83 %	green	22,18 %	7,35 %	Grønnstaker, grønn active lights	Fått en kraftigere grønnfarge
CHRED	7,67 %	red	13,30 %	5,63 %	Rødstaker, røde active lights	Fått en kraftigere rødfarge
CHYLW	16,90 %	yellow	26,74 %	9,84 %	Gulstaker, hvite active lights	Fått en kraftigere gulfarge
ISDNG	11,36 %	magenta	14,34 %	2,99 %	Isolated dangers (tyggisklattene)	Fått en kraftigere rosa
LITRD	7,67 %	red	13,30 %	5,63 %	Rødfarge på sektorer, blinker	Fått en kraftigere rødfarge
LITGN	14,83 %	green	22,18 %	7,35 %	Grønnfarge på sektorer, blinker, validering av rute	Fått en kraftigere grønnfarge
LITYW	16,90 %	yellow	26,74 %	9,84 %	Hvit/gulfarge på sektorer, blinker	Fått en kraftigere gulfarge
PLRTE	5,61 %	red, conspic	16,07 %	10,46 %	Monitorert rute	Samme som dusk
RESBL	8,30 %	blue	17,55 %	9,25 %	AIS, VTS	Samme som dusk
SNDG2	27,98 %	white	68,76 %	40,78 %	Soundings grunnere enn Safety Depth, både spot og C&W	Skilt ut og gjort hvitere, samme som dusk
CHMGD	11,36 %	magenta	14,34 %	2,99 %	Indirekte belysning, fergeleder, kabler, racon, ankringsplasser etc.	Fått en kraftigere rosa
CHMGF	11,36 %	magenta	14,34 %	2,99 %	Magnetisk deviasjon	Fått en kraftigere rosa
DNHGL	7,67 %	red	13,30 %	5,63 %	Danger Area mariners notes	Fått en kraftigere rødfarge
TRFCD	11,36 %	magenta	14,34 %	2,99 %	VTS-soner	Fått en kraftigere rosa
TRFCF	11,36 %	magenta	14,34 %	2,99 %	Informasjonstegn, skille i trafikkseparasjonssystemer	Fått en kraftigere rosa
Mørkere						
DEPVS	6,08 %	blue-grey	0,55 %	-5,53 %	Safety contour: det blå området i kartet + det som er inni C&W	Gjort 4 ganger mørkere
DEPSC	14,50 %	grey,	3,48 %	-11,02 %	Linjen som skiller Safety Depth fra trygt vann	Gjort 2 ganger mørkere
DEPIT	8,19 %	yellow-green	2,10 %	-6,10 %	Tørrfall	Gjort 2 ganger mørkere
LANDA	5,96 %	brown	0,58 %	-5,38 %	Farge på land	Gjort 4 ganger mørkere
LANDF	9,73 %	brown	5,32 %	-4,42 %	Farge på landmerker som veier, flyplass, bygninger etc.	Gjort mørkere
CHBRN	8,46 %	brown	1,11 %	-7,35 %	Bebyggelse, byer etc.	Gjort 3 ganger mørkere
NODTA	7,55 %	grey	1,97 %	-5,58 %	Områder uten kartgrunnlag, også fargen på skjerm når områder lastes	Gjort 2 ganger mørkere

Med bakgrunn i det ovenstående, har paletten gjennomgått 12 uker med testing der ingen kritiske sikkerhetsfeil har blitt nevnt eller avdekket. Paletten vurderes derfor som trygg å utgi til Marinen. Lavere lysforurensning og en palett som gjør det lettere å få essensiell informasjon fra ECDIS, er noe som vil gjøre paletten tryggere å bruke til nattseilas enn nattpaletten som eksisterer på K-Bridge versjon 8 i dag. Samtidig bør det tas forhåndsregler og en gjennomgang av paletten før førstegangsbruk. Paletten bør gjennomgå en større testperiode om bord på fartøyene for å luke ut eventuelle andre sikkerhetsavvik og gjøre justeringer for å optimalisere paletten mot det bedre.

5 Konklusjon med anbefalinger

Utvikling av «Black Palette» i K-Bridge versjon 8: Hvorfor er den bedre for Korvettvåpenet?

For å bestemme hvordan en bedre nattpalett, eller «Black Palette», skulle se ut, var det nødvendig å kartlegge brukerfeilene ved den eksisterende nattpaletten og hvilke kriterier brukerne stiller. Her ble det avdekket at noen elementer måtte gjøres mørkere for å redusere lysforurensningen, der de viktigste elementene var land og sikkerhetskontur, mens andre objekter måtte fremheves for å øke synligheten. Ved å benytte bedre egnede farger vil paletten bli mørkere, samt at kontraster kan endres til å gi bedre lesbarhet og skilleevne. Fargene ble valgt med utgangspunkt i tre kriterier, som skulle bidra til at sikkerheten rundt «Black Palette» ble opprettholdt:

1. Fargene skal være gjenkjennbare
2. Fargene skal ikke kunne forveksles med noe annet
3. Ingen informasjon skal fjernes, men paletten optimaliseres med utgangspunkt i de brukerinnstillingene som er hensiktsmessige å seile med innaskjærs i Norge

Prosjektgruppen sitt forslag til design av «Black Palette» er vist i Figur 12. Dette er det endelige resultatet av produktutviklingen, og er basert på drøftingen. Vår konklusjon er at dette er en bedre palett enn den eksisterende nattpaletten, og vil kunne bidra til sikrere nattseilaser i Korvettvåpenet. Dette grunnet at den bevarer broteamets nattsyn bedre, det er lettere å få essensiell informasjon fra ECDIS og tiden navigatøren bruker til å se ned vil potensielt sett være redusert. Disse faktorene vil være styrende for handlingsrommet man oppnår og vil under de fleste omstendigheter ha stor innvirkning for fartøy som seiler i høye hastigheter.

«Black Palette» er en bedre nattpalett fordi den understøtter kravene som stilles til militær navigasjon ved fokus på farer og hva som setter klar. Den følger ikke S-52 Standarden, som kan ha begrenset sin bruk av farger gjennom å sikre likhet til papirkart. Under utviklingen av «Black Palette» har det blitt benyttet relevant teori for å sikre at produktet tilfredsstillt krav til nattsyn og lesbarhet. Fargene som har blitt brukt er fordelaktig for å

bevare nattsyn og vil være lette å lese under lave lysforhold. I tillegg er kontrastforholdene forbedret for å øke skilleevnen mellom objekter når bakgrunnsbelysningen på monitoren er lav.

Lysmålingene viser at «Black Palette» har en lavere lysforurensning enn nattpaletten. Den er mørkere, samtidig som at kontrastforholdene gjør objekter i kartet lettere å se. Verdiene i målingene er ikke nøyaktige, men det er rimelig å anta at «Black Palette» er mørkere på lave lysnivåer ettersom at forskjellen er markant for belysning over 5%. Dette, sammen med positive tilbakemeldinger fra brukerne, validerer at de funnene som gjort i litteraturstudien og intervjuene stemmer i praksis. Konsistente resultater og likheter mellom teori og datagrunnlaget, gjør produktet reliabelt. At navigatører og vaktsjefer fra Korvettvåpenet mener at det er et bedre produkt er et godt argument for at «Black Palette» er en bedre palett enn den eksisterende nattpaletten. Tilbakemeldingene viser også at brukeren i mindre grad er nødt til å tilpasse seg systemet enn før, og at systemet dermed er bedre tilpasset brukeren. Med andre ord har integrasjonsarbeidet blitt redusert.

Sikkerheten rundt «Black Palette» er vurdert i kapittel 4.6, der et moment er at paletten avviker fra IMO-reglementet. Dette medfører at paletten kan tilpasses fritt etter egne behov, men det ansvaret for at paletten er god overføres fra IMO og Kongsberg til Sjøforsvaret. Videre er det sentralt for sikkerheten at fargene ikke kan forveksles, eller er så mørke at informasjon utelates. Fra drøftingen konkluderes det med at denne risikoen er svært lav, men at menneskelige feil ved utviklingen ikke kan utelukkes, og at fargen på land kan være for mørk. Paletten burde gjennomgå tester om bord på fartøyene for å undersøke opplevelsen av paletten under ytre påvirkninger, som vil kunne avdekke flere styrker og svakheter.

Det anbefales at «Black Palette» implementeres på KNM sine navigasjonssystemer, da den forventes å kunne bidra til en sikrere seilas og øke broteamets ytelse. Å få «Black Palette» om bord på K-Bridge ECDIS vil også muliggjøre en mer omfattende og kontinuerlig testing i praksis.

6 Videre arbeid

Gjennom kartlegging og testing ble det avdekket problemer og utfordringer som paletten i seg selv ikke klarer å ta høyde for med de begrensningene vi har med vår kompetanse og muligheter for å kode Kongsberg sin K-Bridge ECDIS og Radar. Det ligger også ved anbefalinger til fargeendringer som kan være hensiktsmessige å prøve ut.

Det første punktet som vil være interessant å undersøke er skriftstørrelser. Størrelsen på skriften har innvirkning på hvor lett den er å lese, noe som er sentralt når øyet er på sin nedre grense for hvor det kan oppfatte detaljer. Ved å øke skriftstørrelse på viktig informasjon i mye brukte dialoger og verktøy, som blant annet «course ordered» og «actual course» i autopilotdialogen, og avstand og peiling i EBL/VRM-verktøyet, vil dette kunne bedre brukervennligheten under nattseilas. I tillegg anbefales det, basert på drøftingen i kapittel 4.4, å teste grønnfarger med høyere kontrastforhold. Dette er for å øke lesbarheten ytterligere. Farger som anbefales er renere grønnfarger, som (0, 136, 0) og (0, 174, 0) som gir kontrastforhold på henholdsvis 4,5 og 7.

Fra tilbakemeldingene ble det påpekt noen momenter som har behov for utbedring og optimalisering. Først og fremst var dette AIS-mål, som fortsatt var vanskelig å oppdage i «Black Palette». En ny og renere blåfarge er lagt inn i koden, men den er ikke testet under praktisk seilas. Videre testing vil avdekke om denne er tilstrekkelig. Det ble i tillegg kommentert at små holmer med mange tilstøtende grunner var vanskelig å oppdage. Dette er noe brukerne må informeres om, og testing om bord vil avdekke om det krever utbedringer. Fargen på kurslinjen må også undersøkes, eventuelt om det er mulig å øke skriftstørrelsen på den tilhørende kursinformasjonen.

Et viktig arbeid vil være å utvikle «Black Palette» for K-Bridge Radar, for å få likhet mellom K-Bridge ECDIS og Radar. Det må være like farger på paletten til de to systemene.

En uhensiktsmessig funksjon som ble avdekket under intervju og utvikling, er at skjermene dimmes opp ved endring av palett til en standard bakgrunnsbelysning. Dette svekker nattsynet til broteamet ved endring av palett. Det anbefales at denne funksjonen fjernes, slik at bakgrunnsbelysningen forblir lik ved endring av palett. Til slutt bør funnene vedrørende «black adjust»-symbolet undersøkes videre. Funksjonen til denne er beskrevet i delkapittel 2.10, og problemene og farene rundt dette er drøftet i delkapittel 4.3.

Bibliografi

Antis, S. (2002). *Vision Research*. San Diego: Elsevier Ltd.

Barbur, J. L., & Stockman, A. (2010). *Encyclopedia of the Eye*. Elsevier Ltd.

Bergh, L. H. (2017). *Mønstringer i militær navigasjon 2016* (1. utg., Bd. 2). Laksevåg: NECESSE.

Boyle, T., Rodrigues, I., & Ward, R. (2002). *An Investigation Regarding Seafarers' Resistance to Using ECDIS Black-background Chart Display Modes*. Nederland: International Hydrographic Review.

Caldwell, B., Cooper, M., Reid, L. G., & Vanderheiden, G. (2008). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. W3C. Hentet fra <https://www.w3.org/TR/WCAG20/#relativeluminancedef>

Cassavoy, L. (2018). Learn More About TFT Displays. *Lifewire*. Hentet fra <https://www.lifewire.com/what-is-tft-lcd-578664>

Fisher, T. (2018). What Is Liquid Crystal Display (LCD)? *Lifewire*. Hentet fra <https://www.lifewire.com/what-is-liquid-crystal-display-lcd-2625913>

Goodman, T. M., Bergen, T., Blattner, P., Ohno, Y., & Uchida, T. (2016). *Specifying Product Performance for Mesopic Applications*. Commission Internationale de l'Eclairage: Technical Committee.

Grenness, T. (2012). *Hvordan kan du vite om noe er sant?* (2. utg., Bd. 2). Trondheim: Cappelen Damm AS.

Hareide, O. S., & Ostnes, R. (2017). Scan Pattern for the Maritime Navigator. *TransNav*. Hentet fra http://www.transnav.eu/Article2__Hareide,41,696.html

Haukås, B. (2016). *Fokus på militær navigasjon* (Bd. 1). Laksevåg: NECESSE.

IHO. (2014). *Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS*. Monaco: International Hydrographic Organization.

IMO. (2006). *Resolution MSC.232 (82) Adoption of the Revised Performance Standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS)*. London: IMO publishing.

IMO. (2015). *Guideline on Software Quality Assurance and Human-Centred Design for E-Navigation*. London: IMO publishing.

Institutt for Biovitenskap. (2018). Lysmåling. *Universitetet i Oslo*. Hentet fra <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/l/lysmaaling.html>

Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* (2. utg.). Kristiansand: Høyskoleforlaget.

Kaiser, P. (2005). Dark Adaptation Function. *University of York*. Hentet fra <http://www.yorku.ca/eye/darkada1.htm>

Karstens, F. (2019). What is the RGB color space? *Basler*. Hentet fra <https://www.baslerweb.com/en/sales-support/knowledge-base/frequently-asked-questions/what-is-the-rgb-color-space/15179/>

Kaufmann, R., & Glavin, S. J. (1990). *General Guidelines for the Use of Colour on Electronic Chart*. Monaco: International Hydrographic Review.

Kniffen, D. (1997). Astrolights for Visual Work or Go for The Green. *The American Association of Amateur Astronomers*. Hentet fra <http://www.astromax.org/activities/members/kniffen.htm>

Kongsberg. (udatert). K-Bridge Integrated Bridge System. *Kongsberg Maritime*. Hentet fra <https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/All-Web/F1D483785AD54752C1256F250029FDE3?OpenDocument>

Luu, C., & Kalloniatis, M. (2007). Light and Dark Adaptation. *Webvision*. Hentet fra <https://webvision.med.utah.edu/book/part-viii-gabac-receptors/light-and-dark-adaptation/>

Lützhöft, M., & Nyce, J. M. (2008). Integration work on the ship's bridge. *SEECMAR*, 5(2), 59–74.

Mantiuk, R., Rempel, A. G., & Heidrich, W. (2012). Display Considerations for Night and Low-Illumination Viewing. *The University of British Columbia*. Hentet fra <https://www.cl.cam.ac.uk/~rkm38/pdfs/mantiuk09dcnliv.pdf>

Miller, R. E., & Tredici, T. J. (1992). *Night Vision Manual for the Flight Surgeon*. Brooks Air Force Base: USAF Ophthalmology Branch.

Mjelde, F. (2017). Intervju i forbindelse med bacheloroppgave (Bacheloroppgave Ulseth, Nikolai Fredrik Tallaksen).

Mokrzycki, W., & Tatol, M. (2011). Color difference Delta E - A survey. *University of Warmia and Mazury*. Hentet fra <https://wisotop.de/assets/2017/DeltaE-%20Survey-2.pdf>

Nielsen, J. (1994). How to Conduct a Heuristic Evaluation. *Nielsen Norman Group*. Hentet fra <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>

Nyhamn, S. (2016). *Veien til vaksjef* (1. utg., Bd. 1). Laksevåg: NECESSE.

Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Katz, L. C., McNamara, J. O., Williams, M. S., & LaMantia, A.-S. (2004). *Neuroscience* (3rd edition). Sunderland: Sinauer Associates.

Ryer, A. (1998). *Light Measurement Handbook*. Newburyport: International Light Inc.

Schubert, E. F. (2006). *Light Emitting Diodes* (Second Edition). Troy NY: Cambridge University Press.

Waniata, R., & Wouk, K. (2019). LED vs. LCD TVs explained: What's the difference? *Digital Trends*. Hentet fra <https://www.digitaltrends.com/home-theater/led-vs-lcd-tvs/>

Vedlegg A – Intervjuguide

Hva er det som ikke fungerer/er dårlig med nattpaletten per dags dato?

Hva syns du fungerer/er bra med nattpaletten per dags dato?

Har du noen forslag til løsninger eller endring?

Hvilken informasjon anser du som essensielt å få presentert og hva anser du som mindre essensielt når det kommer til innaskjærs navigasjon?

Vedlegg B – Tilbakemeldingsskjema

Her skal dere sammenligne den gamle Night Palette, men nye "Black Palette".											
Se frem i plan(forbered gjennomgå) er _____ enn før.	Verre	Litt verre	Samme	Litt bedre	Bedre	Mye bedre					
Kommentarer og forslag til forbedring											
Hvordan er det å lese den nye grønnfargen i dialogboksene	Verre	Litt verre	Samme	Litt bedre	Bedre	Mye bedre					
Kommentarer og forslag til forbedring											
Hvordan er det å lese kurs informasjon direkte fra kurslinjen	Verre	Litt verre	Samme	Litt bedre	Bedre	Mye bedre					
Kommentarer og forslag til forbedring											
Farene/hindringene presenteres _____ enn før	Verre	Litt verre	Samme	Litt bedre	Bedre	Mye bedre					
Kommentarer og forslag til forbedring											
Hjelpemidlene presenteres _____ enn før	Verre	Litt verre	Samme	Litt bedre	Bedre	Mye bedre					
Kommentarer og forslag til forbedring											
AIS-Tracks presenteres _____ enn før	Verre	Litt verre	Samme	Litt bedre	Bedre	Mye bedre					
Kommentarer og forslag til forbedring											
Må du oftere eller sjeldnere dimme opp skjermen?	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0=Mye sjeldnere, 50=Samme som før, 100=Mye oftere (Ring rundt)											
Må du oftere eller sjeldnere lene deg frem for å lese på skjermen?	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0=Mye sjeldnere, 50=Samme som før, 100=Mye oftere (Ring rundt)											
4. Takk for du tok undersøkelsen, andre kommentarer kan skrives under											

Vedlegg C – Fargekart

Se vedlagt Excel-dokument