



UiT Norges arktiske universitet

Fakultet for naturvitenskap og teknologi

**Lys i navigasjonsmerker i dagslys: En undersøkelse av lysets betydning for navigasjonssikkerhet i nedsatt sikt**

Cathrine Sebulonsen og Sedine Eriksen

MFA-2020, våren 2026



## Forord

Som en avslutning på det treårige nautikkstudiet skal det utarbeides en bacheloroppgave tilsvarende 20 studiepoeng. Denne oppgaven er skrevet av en gruppe bestående av to studenter, og markerer avslutningen på vår nautikkutdanning ved UiT. Vi ønsket i den forbindelse å undersøke hvordan bruk av lys i navigasjonsmerker påvirker navigasjonssikkerheten i nedsatt sikt, selv i dagslys.

Arbeidet med oppgaven har vært lærerikt og utfordrende, og har gitt oss muligheten til å fordype oss i et tema vi mener har stor relevans for praktisk navigasjon og sikkerhet til sjøs.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder Kåre Johansen for veiledning gjennom hele semestret. Videre vil vi takke Anders Johan Christensen for inspirasjon og gode innspill i arbeid med oppgaven.

Vi vil også takke Johan-Fredrik Røds og Rodmar Arntsen, som til tross for at de ikke har vært våre formelle veiledere, har bidratt med verdifull kompetanse og vært tilgjengelig når vi har hatt behov for faglig støtte.

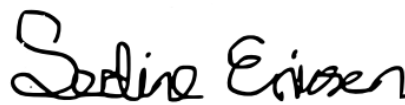
En stor takk rettes også til alle deltakerne som har stilt opp i simulator. Uten deres bidrag hadde det ikke vært mulig å gjennomføre studien og samle inn det nødvendige datagrunnlaget for oppgaven.

Tromsø 14.05.2026

Cathrine Sebulonsen



Sedine Eriksen



## Sammendrag

Sikker og effektiv navigasjon er en grunnleggende forutsetning innenfor den maritime sektoren for å forebygge ulykker og sikre trygg ferdsel langs kysten. I kystnære områder og trange farvann, er navigatøren avhengig av visuelle referanser for å sikre en trygg seilas. Ved redusert sikt eksempelvis ved tåke, frostrøyk eller snø, kan slike referanser bli vanskeligere å oppdage, noe som kan påvirke situasjonsforståelsen og navigasjonssikkerheten.

Navigasjonsmerkene er etablert som en sentral del av farledssystemet og blir sett på som et viktig supplement til moderne teknologi som elektroniske navigasjonshjelpemidler. Mange av merkene er allerede utstyrt med lys, med hensikt om sikker navigasjon i mørket. Denne studien undersøker hvorvidt lys i navigasjonsmerkene kan bidra til økt situasjonsforståelse under forhold med dårlig sikt, også i dagslys.

For å undersøke problemstillingen ble det benyttet kvantitativ metode gjennom et standardisert spørreskjema og en case-studie i navigasjonssimulator. Studien ble gjennomført som et simulatoreksperiment med ti utdannede og operative navigatører. Hver kandidat gjennomførte to tilnærmet identiske scenarioer nordover gjennom Finnsnesrenna, hvor eneste variabelen var om navigasjonsmerkene var belyst eller ikke. Under begge scenarioene skulle også kandidatene rapportere observasjon av et forhåndsdefinert objekt, dette for å måle forskjellen i observasjonsavstand med og uten lys. Etter hver seilas besvarte også alle kandidatene et spørreskjema knyttet til deres opplevelse av seilasene.

Funnene i studien indikerer at lys i navigasjonsmerker kan være et nyttig bidrag for å trygge en seilas under nedsatt sikt i dagslys. Tidligere identifikasjon kan bidra til redusert usikkerhet og gir navigatøren et bedre grunnlag for å bekrefte posisjon, opprettholde oversikt og ta sikre navigasjonsmessige beslutninger.

## Begrepsliste

Radar	Et elektronisk navigasjonssystem som bruker radiobølger til å oppdage og bestemme avstand og retning til objekter rundt fartøyet.
ECDIS	Et digitalt sjøkartsystem som viser elektroniske kart og navigasjonsdata i sanntid, og brukes til planlegging og gjennomføring av seilas.
Navigatør	Person ombord som har ansvar for å planlegge, gjennomføre og overvåke fartøyets seilas.
Nedsatt sikt	Situasjon der synsrekkevidden er redusert på grunn av værforhold som tåke, snø, regn eller frostrøyk.
Identifikasjonstidspunkt	Tidspunkt hvor et navigasjonsobjekt blir oppdaget og korrekt gjenkjent av navigatøren.
Nautiske mil (nm)	Lengdeenhet, 1 nautisk mil tilsvarer 1852 meter.
Lateralmerke	Navigasjonsmerker som viser med hjelp av grønne og røde merker hvor leden går.
Opplevd sikkerhetsmargin	Navigatørens subjektive vurdering av hvor stor avstand og tidsbuffer som er tilgjengelig for å håndtere fartøyet på en trygg måte i en gitt situasjon.
Knop	Enhet for fart til sjøs. En knop tilsvarer en nautisk mil per time (nm/time).
Navigasjonsmerke	Et objekt i farvannet som brukes som referanse i navigasjon

# Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn .....	1
1.2	Problemstilling .....	1
1.3	Prosjektmål.....	2
1.4	Oppgavens oppbygging.....	2
1.5	Begrensninger i oppgaven.....	2
2	Metode.....	3
2.1	Kvantitativ metode .....	3
2.2	Spørreundersøkelse .....	4
2.3	Casestudie.....	5
2.4	Empirisk metode .....	5
2.5	Ekspérimentelt design og prosedyre .....	6
2.5.1	Valg av område og scenarioer.....	7
2.5.2	Måling av visuell observasjon.....	9
2.5.3	Oppstart på bro .....	10
2.5.4	Rute og notasjoner.....	10
2.6	Valg av kandidater .....	11
2.7	Valg av fartøy.....	11
2.8	Innsamling av data .....	12
2.8.1	Pilottest.....	13
3	Teori .....	13
3.1	Navigasjon og menneskelig persepsjon .....	13
3.1.1	Hva er navigasjon? .....	13
3.1.2	Visuell navigasjon.....	13
3.1.3	Værpåvirkning på navigasjon.....	14
3.1.4	Situasjonsforståelse (Situational Awareness).....	14

3.2	Navigasjonsmerker og lysstyring .....	16
3.2.1	Navigasjonsmerkets funksjon og internasjonale standarder .....	16
3.2.2	Lysstyring i dag .....	17
3.3	Navigasjonssimulatorene ved UiT .....	18
4	Resultater .....	18
4.1	Forklaring til skala og grafer .....	18
4.2	Resultater fra spørreundersøkelsen .....	19
4.3	Resultater fra objektive målinger .....	26
5	Drøfting og analyse .....	27
5.1	Hovedfunn .....	28
5.2	Kvaliteten av undersøkelsen .....	31
5.2.1	Styrker og svakheter med metodene .....	32
5.2.2	Feilkilder og programfeil .....	33
6	Konklusjon .....	34
7	Forslag til videre forskning .....	36
8	Referanseliste .....	37
9	Vedlegg .....	40

## Tabelliste

Tabell 1:	Oppsummering av miljøforholdene brukt i forsøket .....	8
Tabell 2:	Fartøyets spesifikasjoner. (Hentet fra Kongsberg instruktørsystem).....	12
Tabell 3:	Omtrentlig tidsbruk per kandidat .....	12
Tabell 4:	Verdiene som ble benyttet på skalaen i spørreskjema .....	19
Tabell 5:	Oversikt over kandidatene .....	19

## Figurliste

Figur 1: Den kvantitative undersøkelsesprosessen som en sekvensiell prosess. Hentet fra Jacobsen, (201, s. 136) .....	4
Figur 2: Oversikt over Finnsnesrenna, hvor østre og vestre lei fremstår tydelig adskilt med ulike lyskarakteristikker. Hentet fra Den Norske Los bind 6 (Kystverket, 2018, s. 87). .....	7
Figur 3: Startfasen av forsøket, viser startposisjon og første turnobjekt. Hentet fra: (Kartverket, 2026). .....	9
Figur 4: Bilde av ECDIS, rute nordover gjennom Finnsnesrenna .....	10
Figur 5: Eksempel på raskt værskifte. Bilde ut over Gisundet (Egne bilder). .....	14
Figur 6: Modell av SA i dynamisk beslutningstaking (Endsley, 1995) .....	16
Figur 7: Kandidatenes erfaring som navigatør .....	20
Figur 8: Fordeling av kandidatenes sertifiseringer .....	20
Figur 9: Kandidatene kjennskap til området .....	21
Figur 10: Kandidatenes opplevelse av oversikt i scenarioene med og uten lys .....	21
Figur 11: Kandidatenes vurdering på identifikasjon av navigasjonsmerkene med og uten lys	22
Figur 12: Kandidatenes vurdering på trygghet til posisjonen med og uten lys .....	22
Figur 13: Kandidatenes opplevelse av situasjonen med og uten lys. ....	23
Figur 14: Kandidatenes avhengighet av navigasjonsinstrumenter med og uten lys .....	23
Figur 15: Gjennomsnittlige resultater fra del 4 i spørreskjemaet, "direkte sammenligning" ...	24
Figur 16: Spredningen av svar på del 4 .....	25
Figur 17: Gjennomsnittlig avstand til observert objekt. ....	26
Figur 18: Grupperte gjennomsnittlige observasjoner av objekt. ....	27
Figur 19: Bilde fra Gisundet (eget bilde) .....	29

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Som en avslutning på Nautikkutdanningen ved UiT ønsket vi å skrive om et tema som er relevant for praktisk navigasjon og sikker seilas langs norskekysten. Gjennom studiet har vi blitt kjent med hvordan navigasjon ofte foregår under krevende vær og siktforhold, spesielt i Norge, der både elektroniske hjelpemidler og visuelle navigasjonsmerker spiller en viktig rolle for å opprettholde god situasjonsforståelse.

Siktforhold spiller en sentral rolle for sikker navigasjon, særlig i kystnære områder hvor navigatøren ofte er avhengige av å identifisere landemerker og andre navigasjonsmerker tidlig for å kunne bekrefte og opprettholde en trygg posisjon. Ved redusert sikt kan det bli vanskeligere å oppdage og identifisere visuelle referanser, noe som kan påvirke oversikten og tryggheten til navigatøren (Hu, Liu, & Sun, 2023).

Navigasjonsmerker som lykter og staker er etablert som en del av farledssystemet, med hensikt om å bidra til sikker navigasjon. Mange av disse merkene er utstyrt med lys, dette for å gjøre dem enklere å oppdage og identifisere i mørke. Disse reguleres av lyssensorer som automatisk slås av i dagslys, noe som medfører at navigasjonsmerkene ikke gir visuell lysstøtte dersom det er tilstrekkelig naturlig lys (Kystverket, 2013, s. 43).

Behovet for visuelle hjelpemidler kan nemlig være stort i dagslys også, eksempelvis under krevende metrologiske forhold som tåke, frostrøyk eller snø, som kan påvirke sikten. Dette reiser spørsmål om dagens lysstyring er tilstrekkelig for å bevare navigatørens behov for støtte under seilas i nedsatt sikt. På bakgrunn av dette ønsket vi å undersøke om aktivisering av navigasjonslys i nedsatt sikt selv i dagslys kan bidra til å øke sikkerhetsmarginene for sjøtrafikken.

## 1.2 Problemstilling

Oppgaven tar utgangspunkt i følgende problemstilling:

«I hvilken grad bidrar lys i navigasjonsmerker til tidligere identifikasjon og økt situasjonsforståelse i nedsatt sikt?»

### **1.3 Prosjektmål**

Målet med prosjektet er å undersøke i hvilken grad lys i navigasjonsmerker kan bidra til tidligere identifikasjon og økt situasjonsforståelse for navigatøren i situasjoner med nedsatt sikt. Gjennom simulatoreksperimentet ønsker vi å kartlegge om lys i navigasjonsmerkene gir navigatørene bedre visuelle referanser og større sikkerhetsmarginer under seilas.

### **1.4 Oppgavens oppbygging**

Oppgaven er bygd opp av flere kapitler som samlet sett vil gi et godt grunnlag for å kunne besvare problemstillingen. Innledningsvis presenteres bakgrunn for valgt tema, etterfulgt av problemstilling, prosjektmål og avgrensinger for studien.

Metodekapitlet beskriver valg av forskningsdesign og hvordan datainnsamlingen ble gjennomført, hvor valget av metode danner grunnlaget for påfølgende resultater og drøftinger. Videre presenteres teorikapitlet, som tar for seg relevant teori knyttet til visuell navigasjon, navigasjonssikkerhet og menneskelig persepsjon.

I resultatkapitlet presenteres funnene fra datainnsamlingen, som videre danner grunnlaget for drøftingskapitlet, som vurderer resultatene opp mot teori og problemstilling.

Avslutningsvis samles de viktigste funnene i konklusjonskapitlet, hvor problemstillingen besvares og det presenteres forslag til videre forskning.

#### **1.4.1 Begrensninger i oppgaven**

For å undersøke problemstillingen har oppgaven benyttet simulatoreksperiment. Bruken av simulator gjør det mulig å kontrollere og gjenskape like forhold for alle deltakere, men innebærer samtidig en begrensning ved at simulert seilas ikke fullt ut kan gjenskape alle forhold under virkelig seilas. Resultatene fra eksperimentet må derfor tolkes med hensyn til at de er gjennomført i et simulert miljø.

Utvalget av deltakere er også avgrenset. I eksperimentet har vi kun benyttet kandidater med D3-sertifikat eller høyere for å sikre at deltakerne har tilstrekkelig navigasjonsfaglig kompetanse til å gjennomføre seilasene og gjøre relevante vurderinger. Ved å bruke navigatører med relevant sertifikatnivå ønsket vi å redusere påvirkning fra faktorer som manglende erfaring eller kompetanse, slik at resultatene i størst mulig grad reflekterer effekten av lys i navigasjonsmerkene og ikke variasjoner i navigatørenes ferdigheter.

Sikkerhet til sjøs er et vidt begrep som omfatter flere forhold knyttet til både tekniske, organisatoriske og menneskelige faktorer. I henhold til skipssikkerhetsloven §14 skal «*Et skip navigeres slik at det ikke oppstår fare for liv og helse, miljø og materielle verdier.*» (Skipssikkerhetsloven, 2007, §14).

Selv om sikkerhet til sjøs omhandler mye mer enn navigasjon alene, avgrenses denne oppgaven til situasjonsforståelse, da navigatørens vurderinger og beslutninger anses som en sentral rolle for å opprettholde sikker navigering og forebygge ulykker. I tillegg er forskningen på situasjonsforståelse svært utbredt, og denne oppgaven tar bare for seg et begrenset felt av dette.

## **2 Metode**

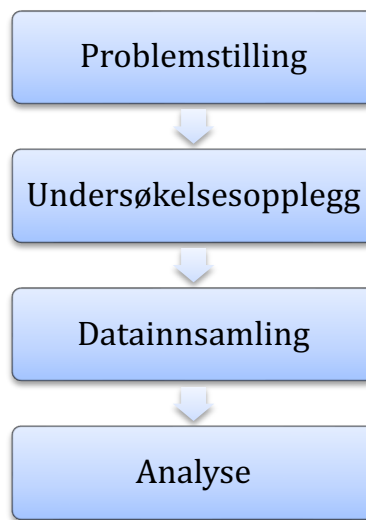
I dette kapitlet presenteres det metodiske grunnlaget for studien, herunder valg av forskningsdesign og hvordan undersøkelsen er gjennomført. Mer spesifikt bygger studien på en kvantitativ datainnsamling som bygger på en case-studie.

### **2.1 Kvantitativ metode**

Valg av metode er essensielt for innsamling av data, da ulike metoder kan gi ulike perspektiver på samme problemstilling, og dermed kan påvirke hvordan resultatene tolkes. Man skiller gjerne mellom kvantitativ eller kvalitativ metode, hvor hovedforskjellen ligger i om informasjonen samles inn i form av tall eller i form av ord. Metodevalget har derfor betydning for hvilke sider av problemstillingen som fremheves og blir videre analysert. Det ble valgt kvantitativ metode for å innhente målbare og sammenlignbare data, med hensikt om å identifisere trender som kan knyttes opp mot problemstillingen. Den kvantitative metoden er best egnet for å beskrive hyppigheten eller omfanget av et fenomen da den gir oss grunnlag for en systematisk analyse av subjektive opplevelser, hvor summen av disse opplevelsene kan gi uttrykk for flertalls -og/eller mindretallsoppfatninger (Jacobsen, 2016, ss. 125-126, 136).

Kvantitativ metode egner seg best med god forhåndskunnskap til temaet, når problemstillingen er relativt klar. Klarhet i hva man ønsker å finne ut av, må dermed være en forutsetning før det samles inn data. Innsamlingen av kvantitative data følger en mer sekvensiell prosess, det vil si at man følger et sett faser der den ene må komme før den andre. *Figur 1* illustrerer en beskrivelse av prosessen. Å endre metode for datainnsamling eller problemstilling underveis

kan bli kostbart da det kan medføre ødeleggelse av troverdigheten til undersøkelsen (Jacobsen, 2016, s. 136).



Figur 1: Den kvantitative undersøkelsesprosessen som en sekvensiell prosess. Hentet fra Jacobsen, (201, s. 136)

## 2.2 Spørreundersøkelse

Kjennetegnet for kvantitative metoder er at dataene foreligger i en form som er målbare, og muliggjør det å analysere dem statistisk. Spørreskjema med lukkede svaralternativer er metoden som dominerer når det kommer til innsamling av data for kvantitative metoder. Kandidatene svarer dermed på spørsmål innenfor forhåndsdefinerte rammer, noe som bidrar til høy grad av standardisering (Johannessen, Tuft, & Christoffersen, 2016, s. 261).

For å kunne samle inn pålitelige og relevante data, er det viktig å sikre høy *validitet* og *relabilitet*. Dette dreier seg i stor grad om å redusere og eliminere feilkilder i undersøkelsen. Validitet referer til at spørreundersøkelsen beskriver det den skal, det skal være sammenheng mellom spørsmål, problemstilling og eventuelle observasjoner. Det handler også om at spørsmålene er relevante og presise, og for eksempel at spørsmålene ikke oppfattes som pinlige eller ubehagelige slik at noen kan ha svart uærlig eller misvisende.

Relabilitet handler mer direkte om registreringsmåten du har brukt, er pålitelig. Det går ut på at det ikke skal oppstå feil i måten vi registrerer svarene på, i tillegg skal det i høyeste grad unngås at spørsmålene blir misforstått. Strukturerte spørreskjema bidrar til at man mye enklere kan organisere, og senere behandle data. Det er også viktig å følge slike prinsipper for å oppnå full anonymitet og ivareta deltakernes personvern. En undersøkelse skal ikke ha konsekvenser for deltakerne (Aanesen, 2026).

## 2.3 Casestudie

Når metodevalget er fastsatt kan man gå videre til hvordan undersøkelsen konkret skal utformes for å kunne samle inn relevante data. Valg av forskningsdesign gir føringen for hvordan dataene skal innhentes og videre analyseres, som illustrert i *figur 1*. Det finnes mange forskjellige design, hvor hver av disse har sine styrker og svakheter knyttet til generalisering og kausalitet<sup>1</sup>. Avhengig av undersøkelsens formål vil man ofte forsøke å etablere en kausal sammenheng, altså forstå hvordan ting henger sammen, ikke bare at de henger sammen (Jacobsen, 2016, ss. 72-73, 89).

Casestudier er en form for undersøkelsesdesign som egner seg godt for å gi en virkelighetsnær fremstilling knyttet til en avgrenset situasjon i tid og rom. Det finnes mange ulike definisjoner på hva en *case* egentlig er, men felles for dem er at de omhandler en studie av én eller et begrenset antall enheter som undersøkes. Utformingen av en casestudie kan variere, og tilpasses etter hvilken type informasjon man ønsker å innhente. Det skilles vanligvis mellom enkeltcaser og sammenlignende casestudier. Enkeltcaser bærer et utforskende preg der målet er å oppnå forståelse og eventuelt utvikling av nye hypoteser og teorier. De egner seg i mindre grad å identifisere årsakssammenhenger da resultatene kan være påvirket av særegne forhold ved en case. Sammenlignede casestudier tar utgangspunkt i flere caser som er mest mulig lik, med unntak av én variabel som undersøkes med bakgrunn i en eksisterende hypotese. Dermed er sammenlignede casestudier bedre egnet til å identifisere kausale sammenhenger da det blir lettere å finne årsakssammenhenger på tvers av caser (Grønmo, Store Norske Leksikon, 2025). Det vil aldri være mulig å velge det perfekte undersøkelsesopplegget. I mange tilfeller kan det derfor være hensiktsmessig å kombinere ulike metoder for å styrke analysen, både for å avdekke sammenhengen mellom årsak og virkning, men også for å forstå disse sammenhengene (Jacobsen, 2016, ss. 122-123).

## 2.4 Empirisk metode

For å oppnå en så realistisk fremstilling som mulig av problemstillingen vår, ble det valgt å simulere relevante situasjoner ved bruk av navigasjonssimulatoren ved UiT. På denne måten ble det gjennomført et eksperiment med hensikt å undersøke hvordan navigatører påvirkes av visuelle referanser under forhold med nedsatt sikt. Kandidatenes rolle var å være vakthavende

---

<sup>1</sup> Kausalitet brukes om en årsakssammenheng, når det foreligger et påvirkningsforhold mellom to fenomener (Dahle & Grønmo, 2025).

navigatør, med oppgaven å navigere trygt og sikkert gjennom det aktuelle farvannet. Under seilasen skulle også kandidatene rapportere når et forhåndsbestemt objekt var identifisert. Kandidatene gjennomførte seilasen med en av forskerne til stede inne i simulatoren, dette for at det skulle varsles over VHF-sambandet når objektet ble identifisert. Hver kandidat gjennomførte to tilnærmet identiske scenarioer, hvor forskjellen mellom dem var om navigasjonsmerkene var belyst eller ikke. I etterkant av hvert scenario ble kandidatene tildelt et anonymt spørreskjema hvor de vurderte egne opplevelser rundt scenarioene, blant annet knyttet til oversikt, trygghet og behov for navigasjonshjelpemidler.

Kandidatene i dette studiet ble valgt etter følgende minimum kompetansekrav: Operativ seilingserfaring med dekksoffiserssertifikat D3, eller høyere. Målet var å rekruttere minimum 10 kandidater, som ble oppfylt. Hver seilas hadde en varighet på omtrent 13 minutter. Simulatoren instruktørprogram gjorde det mulig å lagre opptak av gjennomførte seilaser, noe som gjorde det mulig å gå tilbake i etterkant for å se reprise av seilasene. Ved å benytte VHF-samband for å kommunisere observasjon av objektet, fikk vi anledning å gå tilbake i opptaket for å måle nøyaktig avstand til det valgte objektet ettersom kommunikasjonen over sambandet også blir lagret i opptaket.

Datainnsamlingen i dette studiet besto av en anonym spørreundersøkelse i etterkant av hver seilas, i tillegg til innhenting av objektiv data fra instruktørstasjonen tilknyttet simulatoren. Det ble også gjennomført tester for hver gang det ble gjort større endringer i undersøkelsen, for å sikre at spørsmålene ga relevant og pålitelig informasjon.

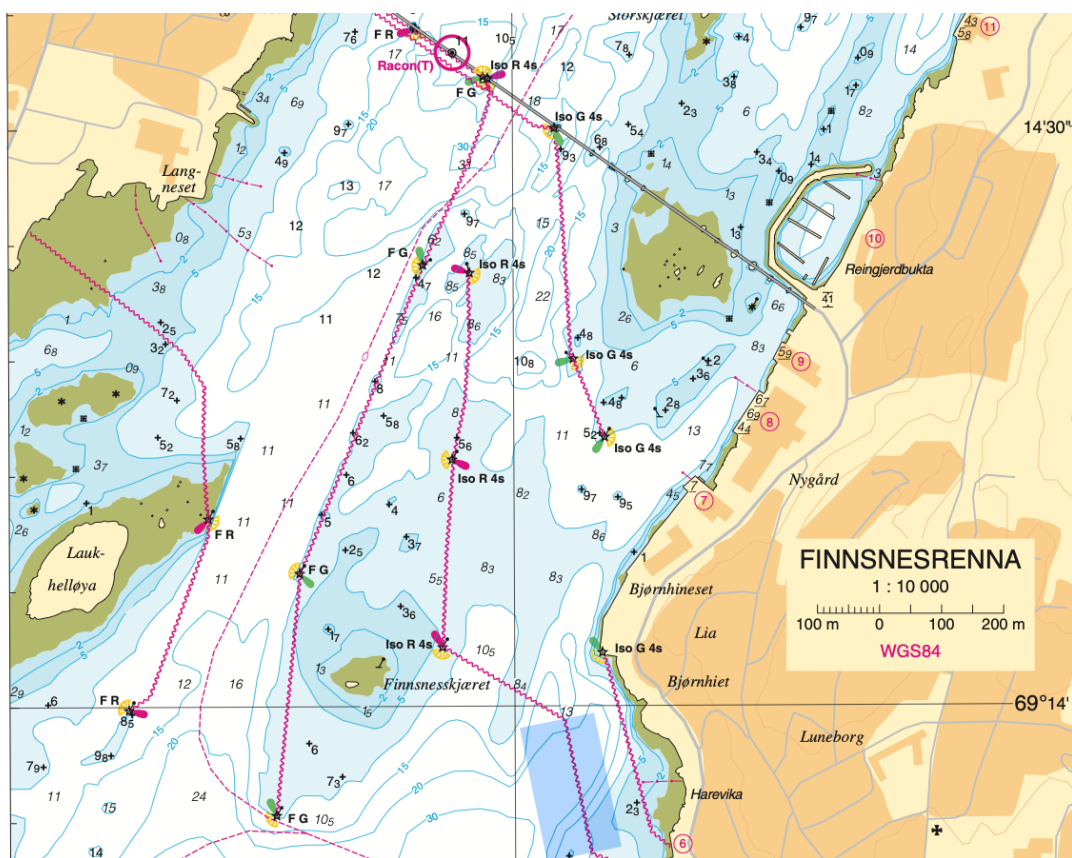
## **2.5 Eksperimentelt design og prosedyre**

Forsøket hadde som mål å gjenskape realistiske seilingssituasjoner i nedsatt sikt, og undersøke hvordan visuelle referanser påvirker navigatørens trygghetsfølelse og beslutningsgrunnlag. Det ble utviklet scenarioer ved hjelp av Kongsberg Instruktør-program for å kunne gjennomføre studien i simulator, hvor forsøksoppsettet og omgivelsene ble tilpasset forsøket.

Hver kandidat gjennomførte forsøket individuelt på bro, med en av forskerne til stede. Forskerens rolle var passiv, og besto utelukkende av å varsle over VHF-sambandet når kandidaten identifiserte det forhåndsbestemte objektet, som var plassert tidlig i begge seilasene.

## 2.5.1 Valg av område og scenarier

Området som ble valgt for scenarierne var nordover gjennom Finnsnesrenna, med oppstart sør i Gisundet. Valget av område er nøye gjennomtenkt da Finnsnesrenna er et utsatt område for hyppig forekomst av tåke/frostrøyk og lokale byger, som var relevant for oppgaven. Området har også tydelige visuelle kjennetegn da det er to leder<sup>2</sup> med ulike lyskarakteristikker, for enkelt å kunne skille de fra hverandre. Illustrert på *figur 2* ser vi at den ene leden benytter fast rødt og grønt lys, mens den andre benytter isofase-karakteristikk<sup>3</sup> på rødt og grønt lys. Gisundet er også et område de aller fleste navigatørene som seiler langs kysten har seilt, ettersom omveien vil være lang rundt Senja (Kystverket, 2018).



Figur 2: Oversikt over Finnsnesrenna, hvor østre og vestre lei fremstår tydelig adskilt med ulike lyskarakteristikker. Hentet fra Den Norske Los bind 6 (Kystverket, 2018, s. 87).

<sup>2</sup> Seilingsled, «veien» på sjøen.

<sup>3</sup> En lyskarakteristikk som brukes på fyr og navigasjonsmerker hvor det er like lang mørkeperiode som lysperiode (Kjerstad, Lyskarakteristikk, 2025).

Det ble designet to tilnærmet identiske scenarioer, begge nordover gjennom Finnsnesrenna, hvor eneste forskjellen var om det var lys i navigasjonsmerkene eller ikke. Hensikten med å sammenligne seilasene både med og uten lys under like forhold, var for å undersøke om lys alene påvirket resultatene. For å kontrollere for mulige rekkefølgeeffekter, ble rekkefølgen på scenarioene variert. Annenhver deltaker gjennomførte første seilas med lys i navigasjonsmerkene, mens de øvrige gjennomførte scenarioet uten belysning først. Dette bidro til å styrke undersøkelsens validitet ved å minimere effekten som kan komme av læringseffekten.

Spørsmålene i spørreskjemaet var blant annet knyttet til kandidatens opplevelse av trygghet, vurderinger underveis i seilasen og deres nytte av visuelle referanser. Ettersom hovedfokuset var knyttet til sikt og bruk av navigasjonsmerker, ble det ikke inkludert ytterligere faktorer som kunne gjøre navigasjonen mer krevende. Dermed valgte vi å utelate faktorer som trafikk og ekstra krevende værforhold, da disse kunne fungert som forstyrrende elementer og tatt fokus bort fra de visuelle forholdene. Begrunnelsen for valget var å bevare sammenlignbarheten til scenarioene, da større variasjoner kunne påvirket grunnlaget for drøftingen. *Tabell 1* viser en oppsummering av de viktigste miljøforholdene vi benyttet:

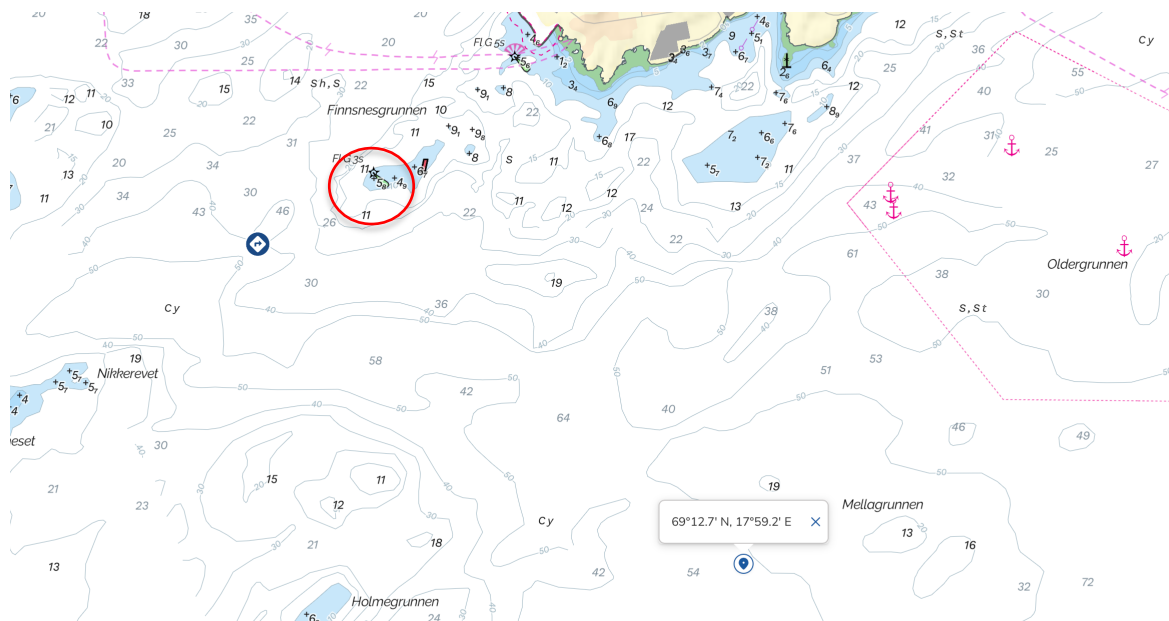
*Tabell 1: Oppsummering av miljøforholdene brukt i forsøket*

<b>Miljøforhold under forsøket</b>	
<b>Bølger</b>	0,29 meter fra vest
<b>Vind</b>	4 knop fra vest
<b>Tåke</b>	82%
<b>Byger</b>	57%
<b>Trafikk</b>	Nei

Verdiene er hentet fra simulatorens interne miljøparametere, og representerer graden av redusert sikt i scenarioene. Det ble under utviklingen av scenarioene testet ulike innstillinger for å oppnå realistiske og hensiktsmessige siktforhold for denne studien.

## 2.5.2 Måling av visuell observasjon

For å styrke de subjektive dataene fra spørreskjemaet, ble det valgt å inkludere en objektiv måling for å fremvise med statistikk om man i nedsatt sikt kan observere et objekt tidligere dersom det er lyssatt. For at dette ikke skulle «forstyrre» seilasen, ble det valgt et objekt som var plassert tidlig i seilasen. Dette objektet skulle rapporteres i begge seilasene for å kunne sammenligne avstanden for når det ble identifisert, dette for å gi en indikasjon på om lyset alene kan påvirke tidligere deteksjon. For å gjøre det så naturlig som mulig, ble det valgt å benytte det første turnobjektet som objekt for rapportering, et styrbord (grønt) lateralmerke med lyskarakteristikken Fl (1)G 3s<sup>4</sup>. Figur 3 viser startposisjon samt objektet som skulle rapporteres, og er merket med en rød sirkel.



Figur 3: Startfasen av forsøket, viser startposisjon og første turnobjekt. Hentet fra: (Kartverket, 2026).

Instruktør-programmet som brukes i sammenheng med simulator har en funksjon hvor man kan lagre seilaser, slik at man senere kan gå tilbake å se på lagrede opptak. For å hente ut nøyaktige målinger, ble det benyttet et verktøy i instruktør-programmet, Variable Range Marker (VRM). Avstanden tar utgangspunkt i tidspunktet objektet ble rapportert for identifikasjon, og ble målt fra baugen til objektet.

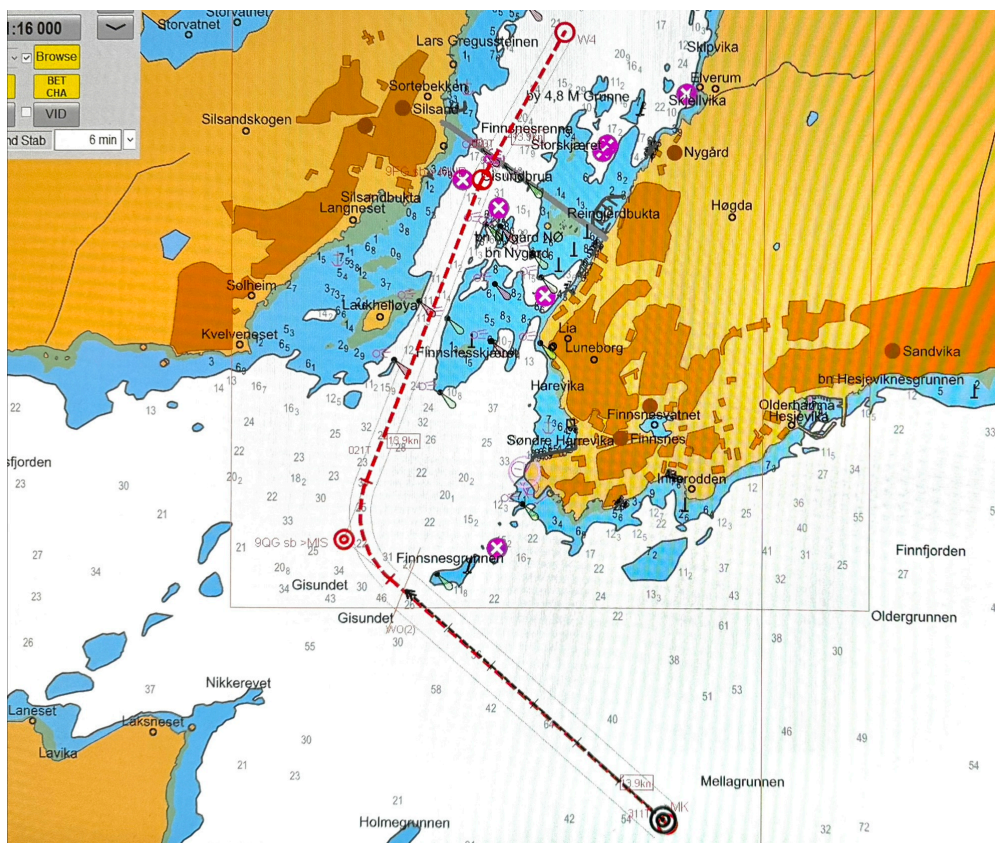
<sup>4</sup> Forkortelse for lyskarakteristikken på navigasjonsmerket, vil si det er et kort (grønt) blink hvert 3. sekund (Kjerstad, Lyskarakteristikk, 2025).

### 2.5.3 Oppstart på bro

I forkant av hver seilas ble alle innstillinger på broen justert for å sikre at forholdene var identiske, slik at alle hadde samme utgangspunkt. For å sikre at innstillingene ble nøyaktig de samme, ble det utarbeidet en sjekklister for oppsett av simulatoren. Dette med hensikt å redusere arbeidsoppgavene til kandidaten, slik at fokuset i størst mulig grad kunne rettes mot det som var relevant for oppgaven. Vedlegg 2 viser sjekklister/protokollen for oppstartsinnstillingene på de ulike instrumentene, i tillegg til en kort familiarisering av bro og fartøy.

### 2.5.4 Rute og notasjoner

Ved planlegging av rute ble det valgt å seile vestre led, da dette er det vanligste for større fartøy ettersom det østlige løp har begrenset dyptgående (Kystverket, 2018, s. 86). Planleggingen ble gjort basert på tidligere erfaringer, i tillegg til at valget av første turnobjekt ble basert på hvilket objekt det var hensiktsmessig for kandidatene å rapportere. Utover dette besto seilasen av en enkel rute på 2 turns, hvor notasjoner ble gjort direkte i Route Monitor i ECDIS. Ruten ble planlagt på en svært enkel måte, med kursendringer lagt tvers av turnobjektene, som utelukkende bestod av blinker. Kandidatene sto fritt til å avvike fra planen eller gjøre justeringer forutsatt at seilasen gikk gjennom det vestre løp.



Figur 4: Bilde av ECDIS, rute nordover gjennom Finnshesrenna

## 2.6 Valg av kandidater

Studien omfatter et utvalg på 10 deltakere, hvor alle oppfylte kravet om sertifikat D3 eller høyere, i tillegg til operativ erfaring som sertifisert navigatør. Antallet må sees i sammenheng med et begrenset utvalg kvalifiserte navigatører, og det ble derfor vurdert som et realistisk og gjennomførbart utvalg. Hensikten med å benytte utdannede navigatører var å oppnå omtrentlig like forutsetninger, samt redusere påvirkning fra individuelle forskjeller i resultatene. Selv om deltakernes erfaringer varierte, medførte ikke dette stor innvirkning på resultatet ettersom navigasjonsdelen i forsøket var relativt enkel. Det ble likevel ansett som hensiktsmessig å benytte utdannede navigatører fremfor eksempelvis studenter, da dette kunne bidratt til større variasjoner knyttet til irrelevante forhold.

## 2.7 Valg av fartøy

Fartøy konstrueres med forskjellige utgangspunkt knyttet til ulike arbeidsoppgaver og bruksområder, noe som resulterer i variasjon i utforming og egenskaper. Dette ble tatt i betraktning da det skulle velges fartøy, ettersom plassering av styrhus kan ha betydning knyttet til det visuelle. Teoretisk sett vil et fartøy på eksempelvis 100 meter med styrhuset plassert forut, kunne se ting opp til 100 meter tidligere enn et tilsvarende fartøy med styrhuset akterut. På bakgrunn av dette ble det valgt et fartøy med styrhuset akterut, hvor det beste alternativet var bulkskipet Hagland Saga<sup>5</sup>. Hagland Saga ble valgt på bakgrunn av at fartøyet hadde de mest hensiktsmessige dimensjonene blant de aktuelle alternativene, se oversikt i *tabell 2*. Sett bort fra plassering av styrhus hadde ikke valg av fartøy mye å si for forsøket ettersom seilassen ikke i seg selv var krevende. På bakgrunn av at det ikke var et kjent fartøy for kandidatene, ble det gitt en kort familiarisering knyttet til manøveregenskaper og håndtering av fartøyet i forkant av forsøket.

---

<sup>5</sup> Bulkskip er et fartøy designet for transport av tørr og uemballert last, eksempelvis korn, kull og malm (Gundersen, 2024)

Tabell 2: Fartøyets spesifikasjoner. (Hentet fra Kongsberg instruktørsystem)

<b>Fartøyets dimensjoner</b>	
<b>Lengde</b>	90 meter
<b>Høyde</b>	18,4 meter over vann
<b>Bredde</b>	14 meter
<b>Dybde</b>	5,5 meter

## 2.8 Innsamling av data

Datainnsamlingen gikk ut på at kandidatene gjennomførte seilasene på bro. Videre ble seilasene gjennomgått ved hjelp av instruktør-programmet til Kongsberg. Her ble det tatt ut målinger fra de visuelle observasjonene. Disse dataene ble videre ført inn i Excel for videre analyse. Kandidatene gjennomførte 2 seilaser hver, dermed ble det gjennomført totalt 20 seilaser. *Tabell 3* illustrerer rekkefølgen på datainnsamlingen, samt omtrentlig tidsbruk per kandidat.

*Tabell 3: Omtrentlig tidsbruk per kandidat*

<b>Rekkefølge på innsamlingen av data</b>	<b>Omtrentlig tidsbruk per kandidat.</b>
<b>Brief / Familiarisering</b>	5 minutter
<b>Gjennomseiling, første scenario</b>	12-15 minutter
<b>Spørreundersøkelse, del 1-2</b>	5 minutter
<b>Gjennomseiling, andre scenario</b>	12-15 minutter
<b>Spørreundersøkelse, del 3-4</b>	5 minutter

## **2.8.1 Pilottest**

Før det kunne samles inn data ble det kjørt en pilotstudie. En pilotstudie er utprøving i en liten skala av metoder som er planlagt benyttet i en større vitenskapelig studie (Grønmo, Pilotstudie, 2024).

Hensikten med pilotstudien var å kvalitetssikre forsøksopplegget, både med hensyn på den tekniske gjennomføringen av eksperimentet, men også at dataene var relevante for å belyse problemstillingen. Dette gjorde det mulig å avdekke eventuelle svakheter i opplegget og gjøre eventuelle justeringer før datainnsamlingen startet.

Pilottesten ble gjennomført av en utdannet navigatør i henhold til kravene for studiet, i tillegg til at vedkommende har undervist og vært instruktør i flere av navigasjonsfagene ved UiT. Dette bidro til strukturerte tilbakemeldinger samt nyttige innspill som tips til forbedring. Opprinnelig var det en seilas sørover gjennom Finnsnesrenna, men etter tilbakemeldinger fra pilotstudien ble det vurdert som mer hensiktsmessig å seile nordover, da de visuelle referansene har større betydning nordgående enn sørgående i innseilingen mot Finnsnesrenna.

# **3 Teori**

## **3.1 Navigasjon og menneskelig persepsjon**

### **3.1.1 Hva er navigasjon?**

Navigasjon kan beskrives som prosessen med å bestemme, overvåke og kontrollere et fartøys posisjon og bevegelse for å sikre trygg og effektiv fremføring fra ett punkt til et annet. Innen maritim sammenheng innebærer dette å bestemme fartøyets posisjon og kurs og å kontinuerlig overvåke seilassen for å unngå farer og holde seg innenfor trygge farvann (Kjerstad, Navigasjon, 2026).

### **3.1.2 Visuell navigasjon**

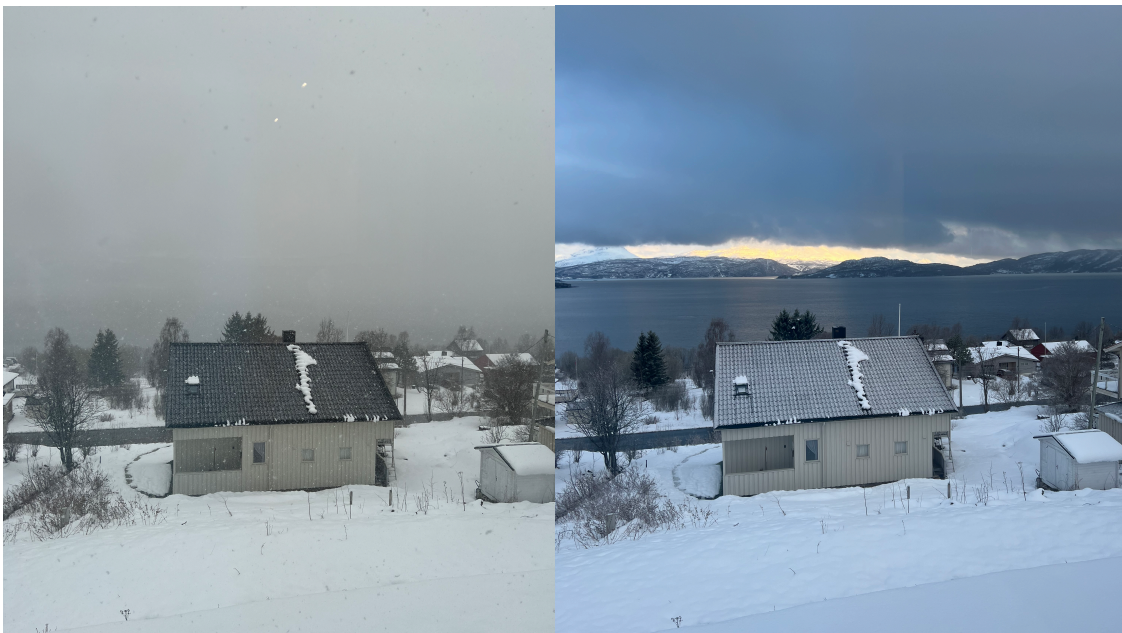
Visuell navigasjon innebærer å bestemme fartøyets posisjon, kurs og bevegelse ved hjelp av observasjoner av fysiske referansepunkt. Denne formen for navigasjon er den eldste og mest grunnleggende, og bygger på oppfattelsen av objekter som fyr, lykter, sjømerker, landkonturer og andre visuelle kjennetegn som kan gjenkjennes fra kartet. I moderne sjøfart utfyller visuell navigasjon de elektroniske systemene som radar, GPS og ECDIS, og fungerer som et viktig kontrollgrunnlag for å bekrefte eller avdekke avvik mellom instrumentdata og den faktiske situasjonen (Law, 2024).

### 3.1.3 Værpåvirkning på navigasjon

Norge består av en lang kystlinje, høye fjell og dype daler, som bidrar til et svært variert klima. Klimaet preges i stor grad av sine geografiske forhold, i tillegg til at det påvirkes av havet og varme havstrømmer. Som følger av dette preges kystområdene av lokale variasjoner i vind og et temperert klima som fører til høy luftfuktighet og hyppige værskifter (Harstveit & Dannevig, 2026).

Adveksjonståke, også kjent som havtåke, er et vanlig fenomen i nordlige områder. Den oppstår når varm og fuktig luft beveger seg over kaldere underlag, som for eksempel havoverflaten. I Norge kan havtåke forekomme gjennom hele året, men er mest utbredt om sommeren da varm innlandsluft strømmer ut over en betydelig kaldere havoverflate. Endringer i vindretningen kan medføre at havtåka også kan drive inn til kysten, noe som påvirker siktforholdene betydelig. Fenomenet er særlig utbredt i Nord-Norge, hvor både havtemperatur og klimaet er kaldere enn i sør på grunn av den geografiske plasseringen (Sivle, 2024).

*Figur 5* viser hvor fort været kan skifte med endrede siktforhold. Begge bildene er tatt fra samme sted og ut over Gisundet med 5 minutters mellomrom.



*Figur 5: Eksempel på raskt værskifte. Bilde ut over Gisundet (Egne bilder).*

### 3.1.4 Situasjonsforståelse (Situational Awareness)

Begrepet situasjonsforståelse (SA) betegner navigatørens evne til å oppfatte, forstå og forutse hva som skjer i omgivelsene. En god situasjonsforståelse danner grunnlaget for riktige beslutninger og er avgjørende for en sikker seilas.

Den mest anvendte teoretiske modellen for situasjonsforståelse er utviklet av Mica R. Endsley. Modellen beskriver situasjonsforståelse som en kognitiv tilstand som ligger til grunn for beslutningstaking i dynamiske og komplekse miljøer, og er særlig relevant i operasjoner der mennesker må oppfatte, tolke og handle basert på sanseinntrykk i sanntid (Endsley, 1995).

Ifølge Endsley (1995) består situasjonsforståelse av tre nivåer: persepsjon av elementer i miljøet, forståelse av deres betydning, og projeksjon av hvordan situasjonen sannsynligvis vil utvikle seg.

### **Persepsjon (nivå 1)**

Det første nivået handler om å oppfatte relevante elementer i omgivelsene. For en navigatør innebærer dette å registrere visuelle stimuli som navigasjonsmerker, andre fartøy, landkonturer og værforhold. Persepsjonen er avhengig av at informasjonen er tilgjengelig og tydelig nok til å bli oppdaget av sansene (Endsley, 1995). Her kan faktorer som nedsatt sikt og dårlig belysning svekke dette nivået og dermed redusere grunnlaget for videre situasjonsforståelse.

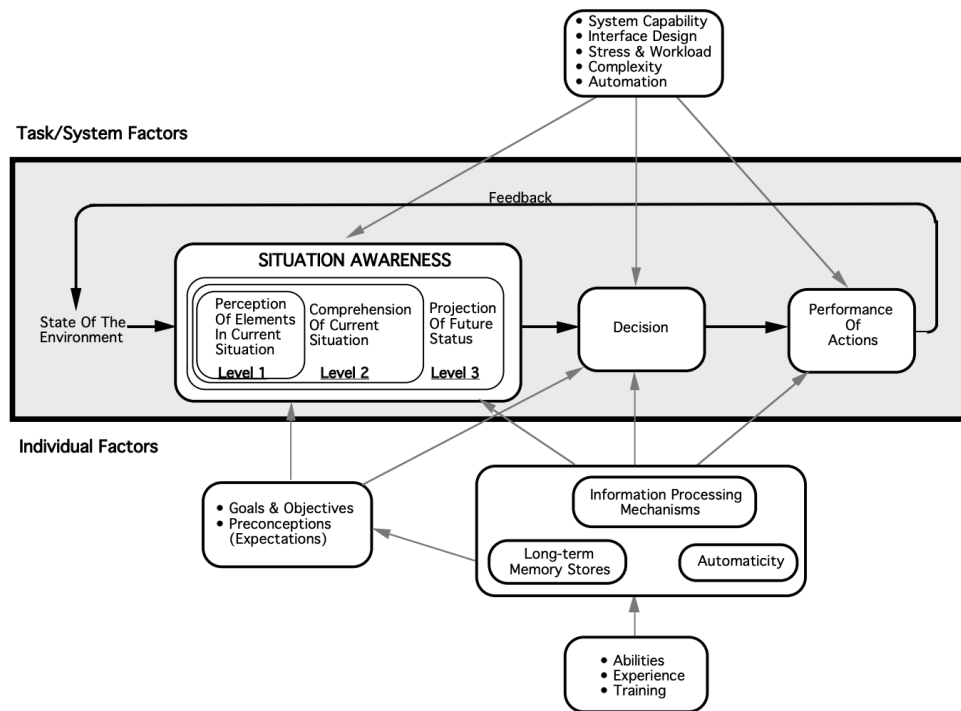
### **Forståelse (nivå 2)**

På dette nivået handler det om forståelse av den nåværende situasjonen og tolking av informasjonen fra nivå 1. Dette for å skape en helhetlig forståelse av hva situasjonen innebærer. Det argumenteres for at forståelse er avgjørende for å kunne tolke betydningen av de ulike elementene i en situasjon og danne seg et helhetlig bilde av hva som faktisk skjer (Stanton, Chambers, & Piggott, 2001)

### **Projeksjon (nivå 3)**

Det tredje nivået handler om å forutse hvordan situasjonen vil utvikle seg i nær fremtid. Dette krever at navigatøren kan bruke informasjonen fra de tidligere nivåene for å predikere endringer. Nøyaktigheten av projeksjonen er dermed sterkt avhengig av kvaliteten på persepsjon og forståelse, altså vil svakheter på nivå 1 eller 2 forplante seg oppover og redusere navigatørens evne til å forutse situasjonen korrekt (Stanton, Chambers, & Piggott, 2001).

Evnen til å predikere fremtidig utvikling er avgjørende for personell som utfører tidskritiske aktiviteter. Til sjøs gir projeksjonen navigatøren tid til å oppdage mulige konflikter og håndtere dem i tide, enten det gjelder kursendringer, fartreduksjon eller andre manøvrer.



Figur 6: Modell av SA i dynamisk beslutningstaking (Endsley, 1995)

Modellen over beskriver hvordan en operatør, eksempelvis en navigatør, oppfatter, tolker og bruker informasjonen fra omgivelsene for å ta beslutninger og utføre handlinger. Kjernen i modellen er de tre nivåene av situasjonsforståelse som er beskrevet over. Figuren viser videre at situasjonsforståelsen påvirker beslutninger og handlinger, som igjen påvirker omgivelsene gjennom en kontinuerlig tilbakemeldingssløyfe. Modellen illustrer også hvordan både individuelle faktorer og systemfaktorer påvirker situasjonsforståelsen.

## 3.2 Navigasjonsmerker og lysstyring

### 3.2.1 Navigasjonsmerkets funksjon og internasjonale standarder

Navigasjonsmerker er fysiske innretninger plassert i eller ved farvannet for hjelpe sjøfarende å navigere trygt og bestemme egen posisjon. Merkene gir visuell informasjon som viser farbart farvann eller varsler om farer som grunner, skjær og andre hindringer (Kystverket, 2013). Gjennom utforming, farger eller lyssignaler med passende farge og karakter kan navigatøren identifisere merkene og tolke deres betydning i forhold til egen kurs og posisjon.

Mange navigasjonsmerker er utstyrt med lanterner som har en definert lyskarakteristikk, altså sekvensen lyset blinker med. Ulike lyskarakteristikker gjør det mulig å skille navigasjonsmerkene fra hverandre og fra eventuell bakgrunnsbelysning. Lyskarakteristikken er beskrevet i fyrlisten og i sjøkart, slik at navigatøren kan bekrefte hvilket merke som observeres.

Lanternene er montert på toppen av navigasjonsmerkene og avgir et klart rødt, grønt eller hvitt lys, avhengig av merkets funksjon og plassering (Kystverket, u.d.). Fargekodingen følger IALA-systemets<sup>6</sup> standarder og er avgjørende for korrekt tolkning. Når navigatøren følger leias hovedretning, skal grønne merker være på styrbord side og røde merker på babord side. Fargene gjør det mulig for navigatøren å raskt avgjøre hvilken side av merkene det er trygt å passere på.

I Norge forvaltes navigasjonsinnretningene av Kystverket<sup>7</sup>, som følger det internasjonale merkesystemet «IALA Maritime Buoyage System and Other Aids to Navigation» (IALA MBS) (Kystverket, 2013).

### **3.2.2 Lysstyring i dag**

De fleste navigasjonslykter og faste sjømerker er i dag utstyrt med automatisk lysstyring som aktiveres og deaktiveres av fotoceller eller såkalte skumringsbrytere (Kystverket, u.d.). Disse enhetene måler nivået av omgivelseslys og slår lyset på når lysnivået synker under en forhåndsdefinert terskelverdi, og av igjen når dagslyset overstiger denne verdien (IALA, 2016).

Fotocellen er normalt basert på en lysfølsom komponent som registrerer total mengde synlig lys i miljøet, uavhengig av vær- eller siktforhold (IALA, 2016). Dette innebærer at systemet aktiveres utelukkende etter lysintensitet, ikke etter reell sikt. Konsekvensen er at navigasjonslysene forblir avslått i dagslys, selv om sikten kan være kraftig redusert på grunn av tåke, regn eller snø. Resultatet er at visuelle hjelpemidler som kunne ha støttet navigatørens observasjon og identifikasjon av merker, ikke er tilgjengelige i situasjoner der behovet faktisk er størst.

I dag benyttes LED-teknologi i de fleste lykter og lanterner. Sammenlignet med eldre lyskilder gir LED samme eller bedre lysstyrke, samtidig som energiforbruket er betydelig lavere. Mange navigasjonsmerker forsynes derfor med strøm fra solcellepaneler kombinert med batteriløsninger, mens andre er tilkoblet strømnettet (Kystverket, u.d.).

---

<sup>6</sup> International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) er en internasjonal organisasjon som utvikler standarder og anbefalinger for sjømerkesystem og navigasjonssystemer (Kjerstad, IALA, 2024).

<sup>7</sup> Norsk transportetat som sørger for sikker og effektiv ferdsel i farleier langs kysten (Kystverket, u.d.)

### **3.3 Navigasjonssimulatorene ved UiT**

Simulatorene ved UiT er av typen K-Sim Navigation levert av Kongsberg Maritime. K-Sim Navigation er spesielt utviklet for maritim utdanning og trening, og gir studenter og instruktører tilgang til avansert og integrert brosimulering med realistiske treningsscenarioer. Simulatoren er sertifisert av Den Norske Veritas<sup>8</sup> (DNV) og oppfyller krav gitt i STCW-konvensjonen (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers) (Kongsberg Maritime, u.d.).

Simulatoren som er brukt i denne studien er en full mission klasse A, som er den høyeste simulatorstandarden definert av DNV for maritime navigasjonssimulatorer. Simulatoren består av fullt utstyrt brooppsett med navigasjonsutstyr som ECDIS, radar, styresystemer og kommunikasjonsutstyr, samt et visuelt system med opptil 360 graders synsfelt (Kongsberg Maritime, u.d.).

## **4 Resultater**

Dette kapitlet presenterer resultatene fra undersøkelsen knyttet til simulatoreksperimentet og det tilhørende spørreskjemaet. Resultatene bygger på subjektive og objektive data. De subjektive dataene er hentet fra spørreskjemaet og er basert på navigatørens opplevelser knyttet til seilasene ved hjelp av en likert skala fra 1-7. De objektive dataene består av registrerte avstander til et forhåndsbestemt objekt, målt ut fra tidspunkt deltakerne meldte observasjon av objektet.

### **4.1 Forklaring til skala og grafer**

Grafene som er fremstilt i oppgaven deles opp i en skala fra 1 til 7, som også var alternativene til kandidatene. Resultatene presenteres som gjennomsnitt for å enklest mulig kunne sammenligne de. Hver søyle representerer gjennomsnittsverdien av målt verdi fra hvert av spørsmålene. Kandidatene ble stilt spørsmål i sammenheng med seilasen på en skala fra 1 til 7,

---

<sup>8</sup> DNV er et internasjonalt klassifikasjonsselskap som arbeider med kvalitetssikring, sertifisering og standarder innen blant annet maritim næring (DNV, u.d.).

i tillegg til noen introduserende spørsmål knyttet til informasjon om kandidaten. Hva som tilsvarer 1, 4 og 7 er vist i *tabell 4*:

*Tabell 4: Verdiene som ble benyttet på skalaen i spørreskjema*

<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>
Helt ukjent	Verken eller	Svært kjent
Helt uenig	Verken eller	Helt enig

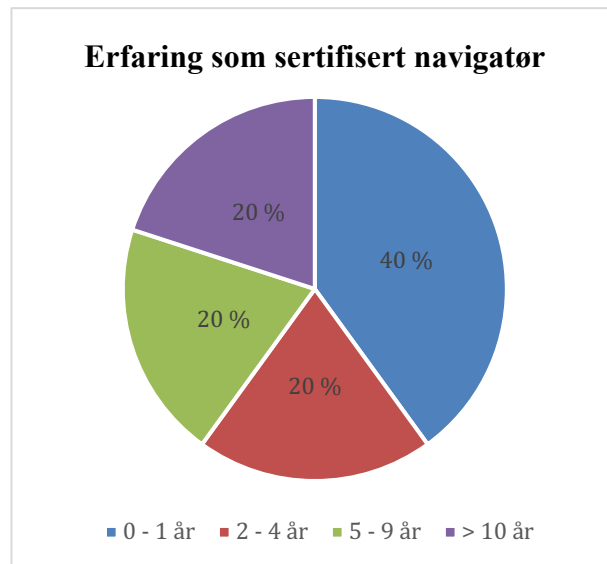
## 4.2 Resultater fra spørreundersøkelsen

Tabellen under gir en samlet oversikt over kandidatene som ble benyttet i studien, inkludert sertifikat, erfaring som navigatør og rekkefølgen på scenarioene.

*Tabell 5: Oversikt over kandidatene*

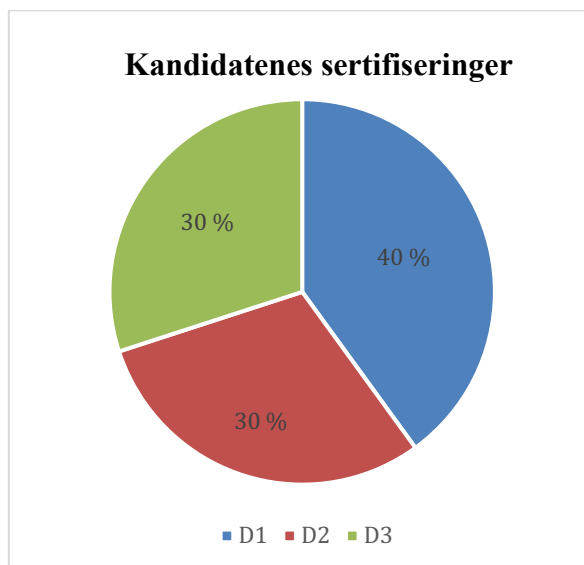
<b>Kandidat nr:</b>	<b>Sertifikat</b>	<b>Erfaring</b>	<b>Scenario 1</b>	<b>Scenario 2</b>
1	D1	>10 år	Med lys	Uten lys
2	D1	>10 år	Uten lys	Med lys
3	D2	2 – 4 år	Med lys	Uten lys
4	D1	5 – 9 år	Uten lys	Med lys
5	D2	2 – 4 år	Med lys	Uten lys
6	D3	0 – 1 år	Uten lys	Med lys
7	D3	0 – 1 år	Med lys	Uten lys
8	D3	0 – 1 år	Uten lys	Med lys
9	D1	5 – 9 år	Med lys	Uten lys
10	D2	0 – 1 år	Uten lys	Med lys

Som *tabell 5* viser, besto utvalget av ti kandidater med ulike sertifiseringer og erfaringsnivå. Figuren viser også at rekkefølgen ble variert, hvor fem av kandidatene startet med scenarioet *uten lys*, mens resterende fem startet med scenarioet *med lys*. Fordelingen av erfaring og sertifikat er illustrert videre i *figur 7 og 8*.



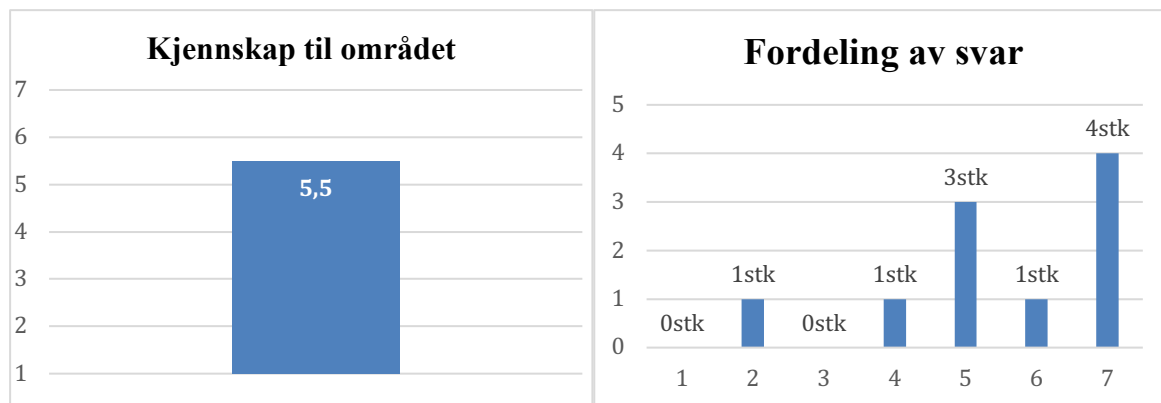
*Figur 7: Kandidatenes erfaring som navigator*

Som det fremgår av *Figur 7* er kandidatenes erfaringer relativt jevnt fordelt mellom de ulike erfaringsnivåene. 40% oppga å ha seilt mellom 0-1 år som sertifisert navigator, mens de resterende 60% var jevnt fordelt på de øvrige kategoriene; 2 – 4 år, 5 - 9 år og over 10 år.



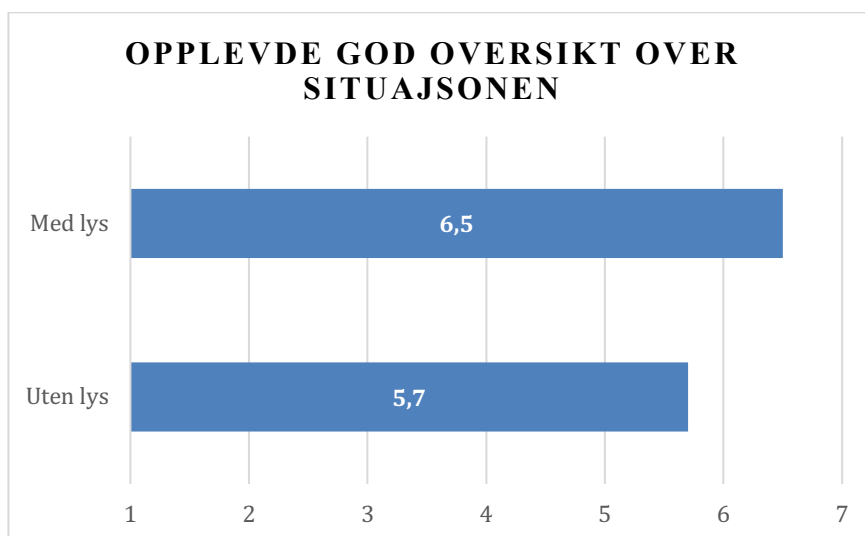
*Figur 8: Fordeling av kandidatenes sertifiseringer*

*Figur 8* viser den prosentvise spredningen i sertifikat kandidatene har opparbeidet seg. Resultatene viser en jevn fordeling mellom de tre sertifikatklassene, hvor 40% hadde D1 sertifikat, og resterende var fordelt 30% hver på D2 og D3-sertifikat.



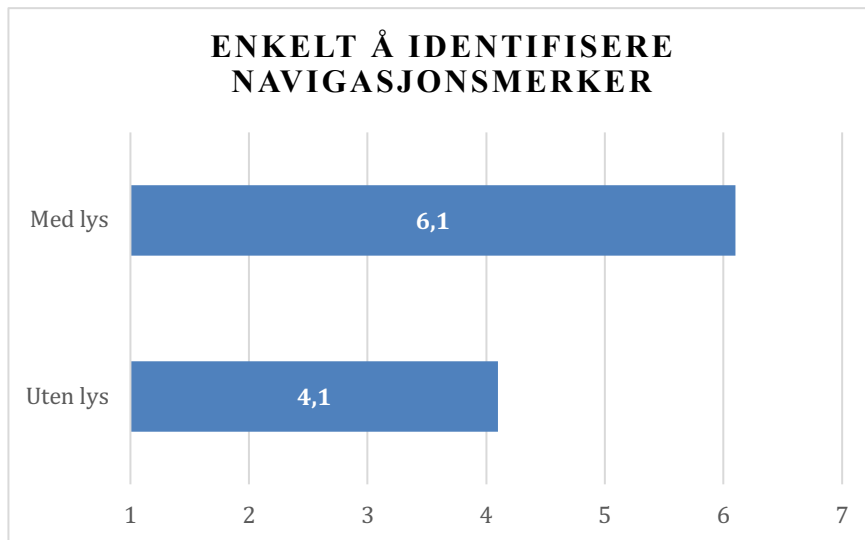
Figur 9: Kandidatene kjennskap til området

Figur 9 viser den gjennomsnittlige vurderingen av kjennskap til området, med en gjennomsnittscore på 5,5. Figuren illustrer også spredningen av svarene, hvor flertallet har relativt høy kjennskap til området, men spesielt én skilte seg ut med lavere score.



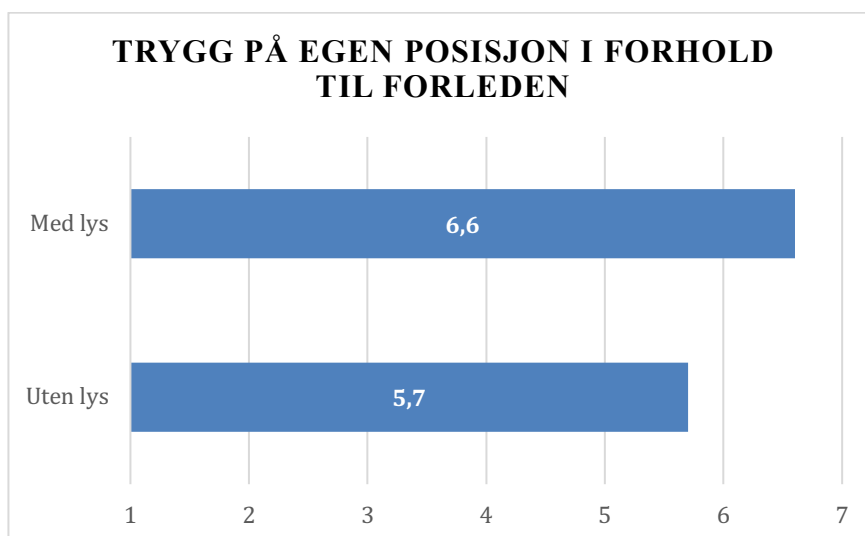
Figur 10: Kandidatenes opplevelse av oversikt i scenarioene med og uten lys

Videre viser figur 10 kandidatenes gjennomsnittlige vurdering av oversikt over situasjonen i de to scenarioene. Resultatene viser en høyere score i scenarioet med lys (6,5) sammenlignet med scenarioet uten lys (5,7).



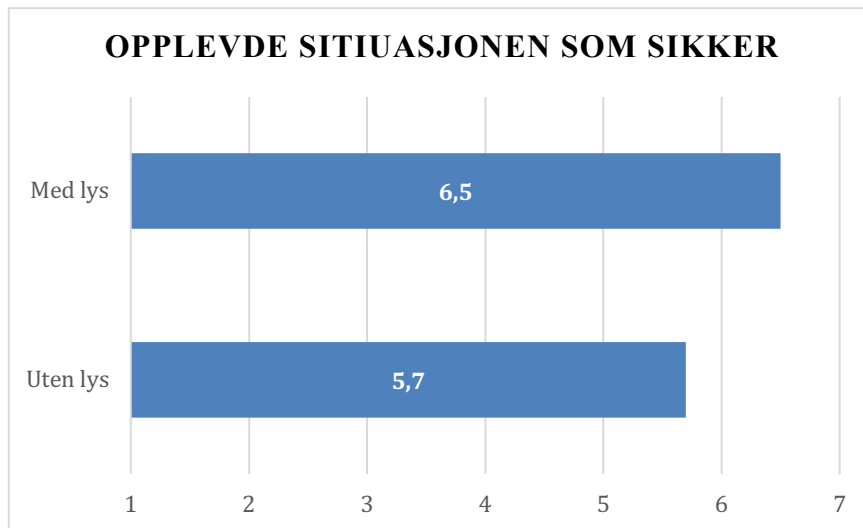
*Figur 11: Kandidatenes vurdering på identifikasjon av navigasjonsmerkene med og uten lys*

*Figur 11* viser kandidatens vurdering av hvor enkelt de synes det var å identifisere navigasjonsmerkene i de ulike scenarioene. Resultatene viser en høyere gjennomsnittlig score i scenarioet med lys (6,1), enn scenarioet uten lys (4,1).



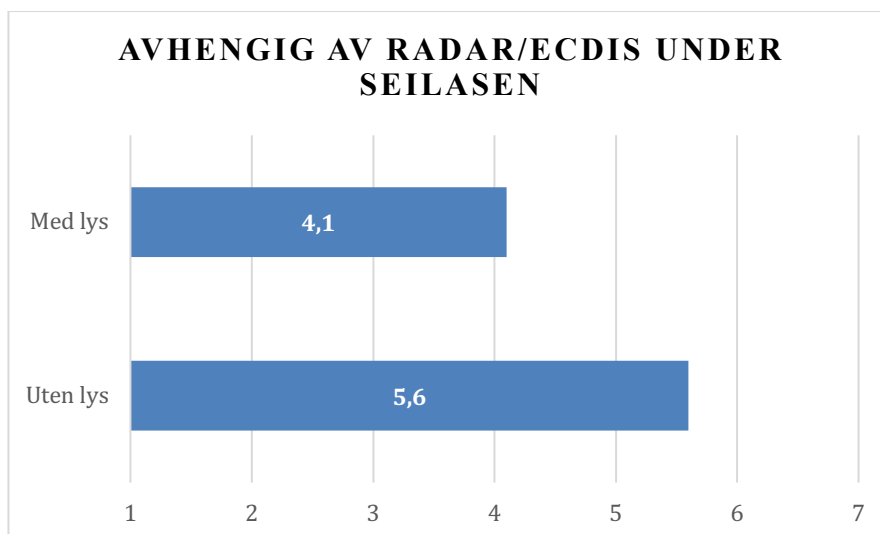
*Figur 12: Kandidatenes vurdering på trygghet til posisjonen med og uten lys*

Videre viser *figur 12* kandidatens trygghet på egen posisjon i forhold til farleden i de to scenarioene. Resultatene viser en høyere gjennomsnittscore i scenarioet med lys (6,6), sammenlignet med scenarioet uten lys (5,7).



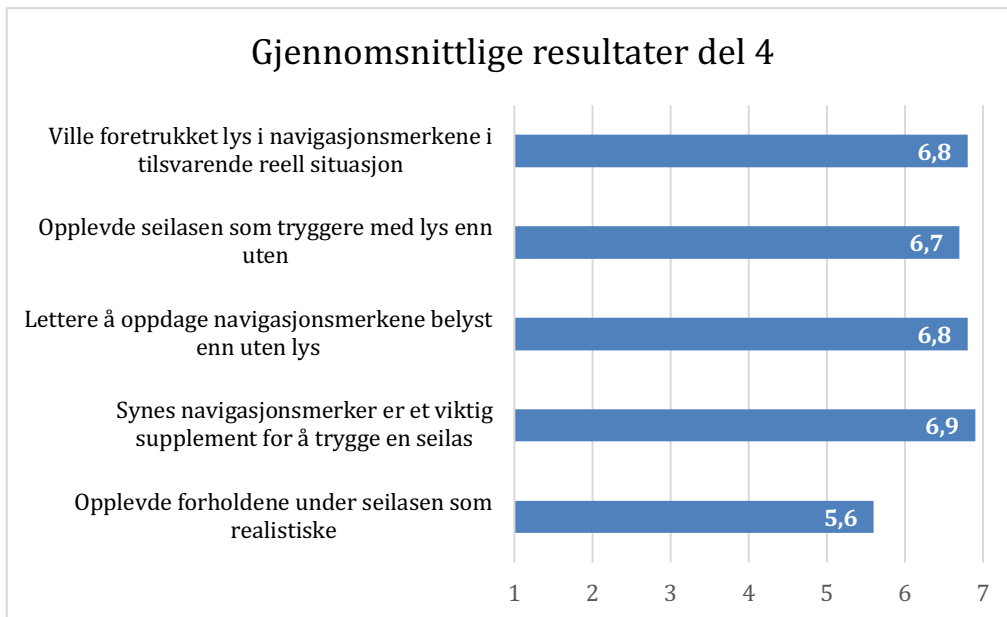
*Figur 13: Kandidatenes opplevelse av situasjonen med og uten lys.*

*Figur 13* viser kandidatenes vurdering av hvor sikker situasjonene opplevdes i de ulike scenarioene. Resultatene viser en høyere gjennomsnittsscore i scenarioet med lys (6,5), sammenlignet med scenarioet uten lys (5,7).



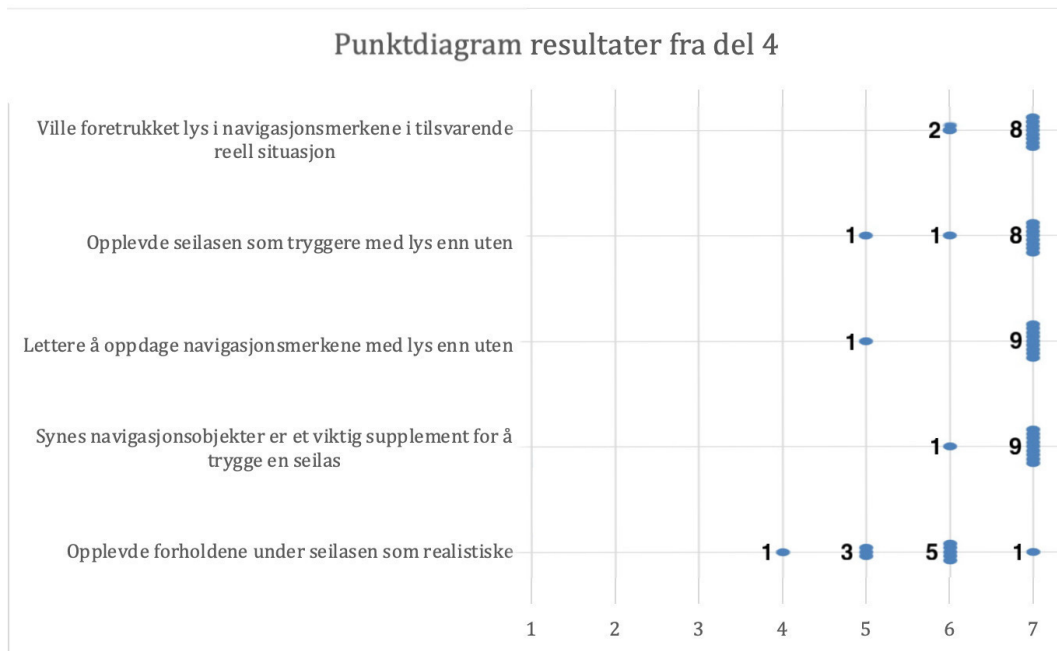
*Figur 14: Kandidatenes avhengighet av navigasjonsinstrumenter med og uten lys*

Videre viser *figur 14* kandidatenes avhengighet av navigasjonsinstrumenter i de ulike scenarioene. Resultatene viser en lavere avhengighet i scenarioet med lys (4,1), sammenlignet med scenarioet uten lys (5,6).



*Figur 15: Gjennomsnittlige resultater fra del 4 i spørreskjemaet, "direkte sammenligning"*

*Figur 15* viser en oversikt over de gjennomsnittlige resultatene fra del 4, som var en mer direkte sammenligning. Her ser vi en gjennomsnittscore på 5,6 på om kandidatene opplevde forholdene under seilassen som realistiske. Videre fikk vi en gjennomsnittscore på 6,9 knyttet til om kandidatene generelt synes navigasjonsobjekter er et viktig supplement for å trygge en seilas. Videre viser en gjennomsnittscore på 6,8 at kandidatene synes navigasjonsmerkene var lettere å oppdage når de var belyst. Videre ser vi også en gjennomsnittscore på 6,7 på om kandidatene opplevde seilassen som tryggere med lys enn uten. Sist ser vi en gjennomsnittscore på 6,8 på om kandidatene ville foretrukket lys i navigasjonsmerkene i en tilsvarende reell situasjon.

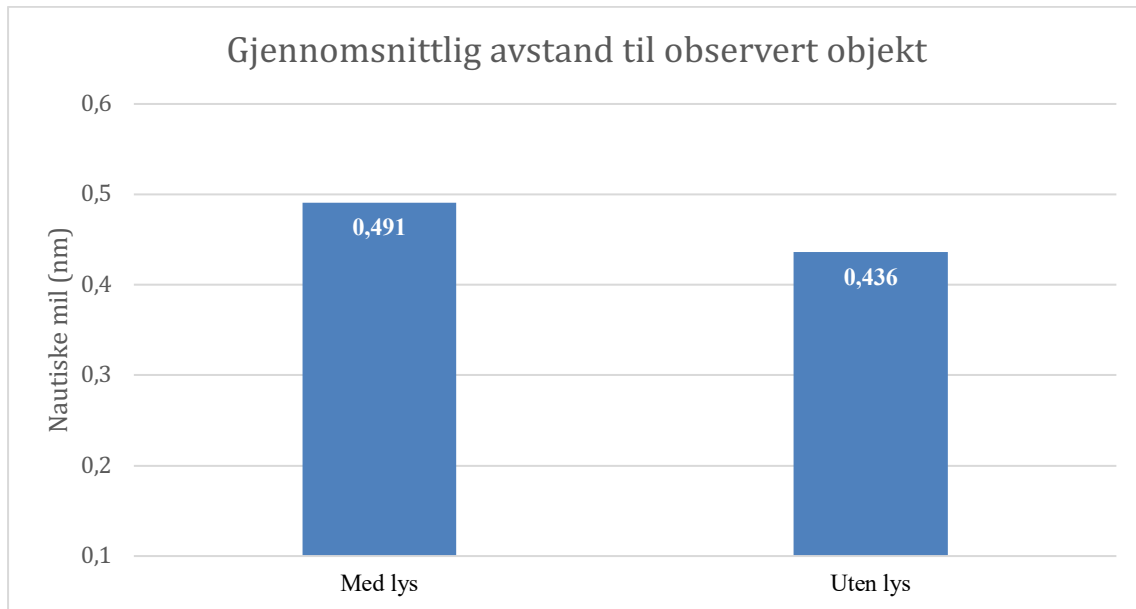


*Figur 16: Spredningen av svar på del 4*

*Figur 16* viser spredningen i kandidatenes svar som var presentert i *figur 15*. Figuren viser at majoriteten av kandidatene ga høye vurderinger på spørsmålene knyttet til bruken av lys i navigasjonsmerkene. Samtidig forekommer enkelte avvik i besvarelsene, hvor enkelte vurderte spørsmålene lavere.

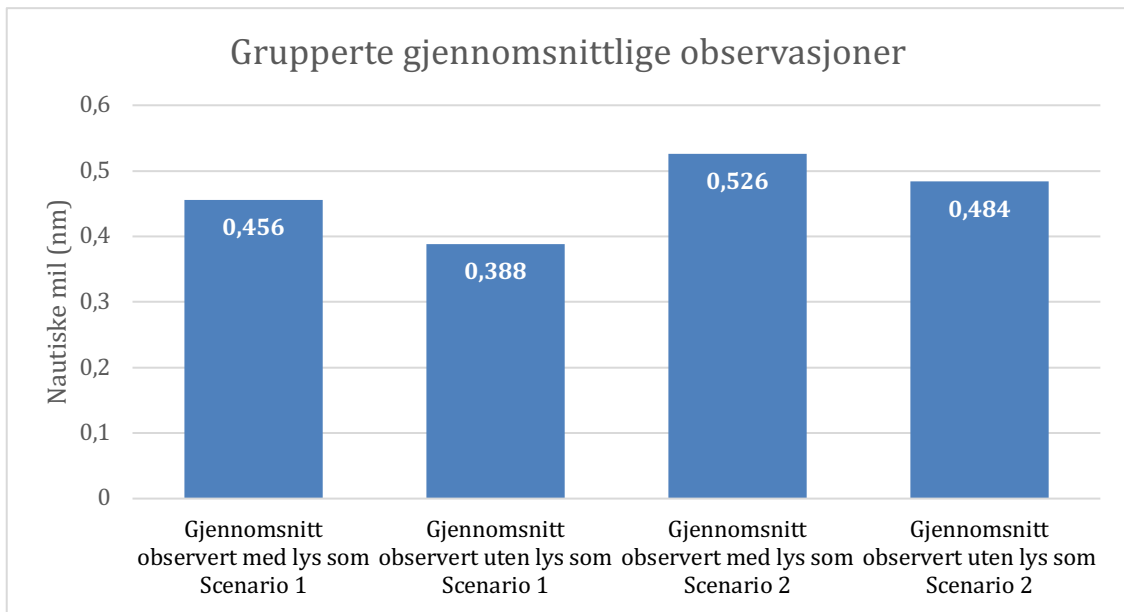
### 4.3 Resultater fra objektive målinger

De objektive målingene som ble gjort i forbindelse med undersøkelsen er hentet ut fra Kongsbergs instruktørprogram K-SIM, og inneholder avstanden til objektet gitt fra det tidspunkt kandidatene meldte observasjon av objektet.



Figur 17: Gjennomsnittlig avstand til observert objekt.

Figur 17 viser at den gjennomsnittlige observasjonsavstanden var høyere i scenarioene hvor navigasjonsmerkene var belyst, sammenlignet med seilasene uten lys. I scenarioene *med* lys ble objektet observert i gjennomsnitt på en avstand på 0,491nm, mens i scenarioene uten lys ble de observert på 0,436nm. Dette tilsvarer en forskjell på 0,055 nm.



Figur 18: Grupperte gjennomsnittlige observasjoner av objekt.

Figur 18 illustrer en utvidet fremstilling av figur 18, hvor scenario 1 og scenario 2 er separert. Hensikten med dette var å undersøke om rekkefølgen på gjennomføringen av seilasene hadde innvirkning på observasjonsavstanden. Gjennomsnittlig observasjonsavstand på de som seilte *uten* lys som scenario 1, var på 0,388nm, mens de som seilte *med* lys som scenario 1 hadde en gjennomsnittlig avstand på 0,456nm. Videre viser figuren at på scenario 2 har begge et høyere gjennomsnitt, hvor de som seilte *uten* lys hadde en gjennomsnittlig avstand på 0,484nm, mens de som seilte *med* lys hadde 0,526nm.

## 5 Drøfting og analyse

I dette kapitlet drøftes og analyseres resultatene fra datainnsamlingen opp mot problemstillingen. Resultatene bygger på både kvantitative fra spørreskjema og objektive målinger fra simulatoreksperimentet. Spørsmål som kun har en informativ funksjon blir ikke drøftet videre, og fokuset rettes hovedsakelig mot resultatene som er relevante for problemstillingen. Disse dataene gir et grunnlag for å undersøke hvordan belyste navigasjonsmerker påvirker navigasjonen under seilas i nedsatt sikt, og hvilken betydning dette kan ha for navigasjonssikkerheten.

Resultatene fra spørreskjemaet presenteres i hovedsak som gjennomsnittverdier for å gi et samlet bilde av deltakernes vurderinger. Dette på bakgrunn av at svarene bygger på subjektive

egenvurderinger av egen gjennomføring og opplevelse av seilasen. Samme situasjon kan oppleves ulikt fra person til person, selv under like forhold. Deltakerne i studien er utdannede og operative navigatører, og individuelle forskjeller knyttet til selvtillit, erfaring og personlige vurderinger kan ha vært påvirkningsfaktorer når spørsmålene ble besvart. Gjennomsnittsverdien sees derfor som et samlet bilde av resultatene, og ikke som en fasit for hver enkelt kandidat.

## **5.1 Hovedfunn**

Resultatene fra denne studien indikerer at bruk av lys i navigasjonsmerkene under nedsatt sikt i dagslys kan bidra til økt situasjonsforståelse hos navigatørene. Deltakerne rapporterer gjennomgående tidligere identifikasjon, høyere trygghet på egen posisjon, bedre oversikt og større opplevd sikkerhet når navigasjonsmerkene var belyst. I tillegg rapporterte deltakerne lavere avhengighet av elektroniske navigasjonsinstrumenter når navigasjonsmerkene var belyst.

Det mest markante funnet var forskjellen på hvor enkelt det var å identifisere navigasjonsmerkene, med en gjennomsnittscore på 6,1 med lys mot 4,1 uten lys. I tillegg til spørsmålet i del 4 angående om det var enklere å identifisere objektene visuelt når de var belyst enn når de ikke var belyst, hvor vi fikk en gjennomsnittscore på 6,8. Dette indikerer at lys i navigasjonsmerkene har en tydelig effekt på navigatørens evne til å oppdage og identifisere merkene under nedsatte siktforhold. Dette samsvarer med Endsleys (1995) modell for situasjonsforståelse, der persepsjon utgjør det første og grunnleggende nivået. Før navigatøren kan tolke en situasjon og ta beslutninger må relevant informasjon fra omgivelsene oppfattes og registreres. Persepsjon fra nivå 1 blir dermed en forutsetning for nivå 2 i forhold til Endsleys modell. Resultatene indikerer tydelig at lys i navigasjonsmerkene øker sannsynligheten for tidligere oppdagelse, noe som styrker det grunnleggende informasjonsgrunnlaget navigatøren jobber ut fra.

Dette kan også sees på resultatene knyttet til opplevelsen av oversikt. Deltakerne vurderte oversikten som høyere når navigasjonsmerkene var belyst, med en gjennomsnittsscore på 6,5 sammenlignet med 5,7 uten lys. Dette kan i stor grad sees i sammenheng med persepsjonen fra nivå 1, da man uten visuelle referanser kan miste oversikten og forståelsen av fartøyets plassering i farvannet. Når navigasjonsmerkene er enklere å oppdage og identifisere, blir det enklere å bekrefte egen posisjon. Denne påstanden støttes også av resultatene, hvor kandidatene

i gjennomsnitt følte seg betydelig tryggere på egen posisjon *med* lys enn uten. I scenarioene med lys var det en gjennomsnittscore på 6,6 med lys, sammenlignet med 5,7 uten lys.

Påstandene om oversikt over situasjonen og trygghet på egen posisjon relaterer til nivå 2 i Endsleys modell, som handler om forståelse av informasjonen fra nivå 1. Resultatene viser tydelig at deltakerne opplevde bedre kontroll og orientering ved belyste navigasjonsmerker. I tillegg til at lys øker kontrasten og synligheten av navigasjonsmerker, gir fargen viktig informasjon om merkets betydning. I IALA-systemet brukes merkene for oppmerking av seilingsled, hvor rød og grønn farge angir hvilke side av merket det er trygt å passere på. Denne fargekodingen er avgjørende for korrekt tolkning og videre sikker navigasjon. Under forhold med nedsatt sikt kan det være vanskelig å skille fargene på selve merkene fra hverandre dersom de ikke er belyst. Dette er vist på *figur 19*.



*Figur 19: Bilde fra Gisundet (eget bilde)*

Tåke, snø og regn reduserer fargekontrasten og gjør at røde og grønne merker kan fremstå mer like, særlig på avstand. Når merkene ikke er belyst, må navigatøren basere seg utelukkende på form og den eventuelle fargen på selve merket, noe som øker risikoen for feiltolkning. Derimot hvis lyset er aktivt, kan fargen på lyset gi en visuell betydning av merket som er lettere å oppdage enn den fysiske fargen på merkekroppen. Dette innebærer at navigatøren raskere kan avgjøre om merket er et babord eller styrbordmerke, som bidrar til raskere og mer korrekt

tolkning av informasjonen. Dette indikerer at forbedret persepsjon gir et tydeligere bilde av farvannet, som igjen gjør det enklere å forstå egen posisjon i forhold til farleden.

I denne studien ble ytre faktorer som vind, strøm, bølger og trafikk kontrollert for å beholde det sammenlignbart. Dette er faktorer man i en tilsvarende reell situasjon ikke har mulighet å forhåndsbestemme, men samtidig noe som kan påvirke seilassen i stor grad. En forsterkning av ytre faktorer vil påvirke navigatørens arbeidsbelastning, i tillegg til at fartøyet kan bli direkte påvirket knyttet til skipets stabilitet og manøvrering. Dette kan medføre at navigatøren må gjøre flere oppgaver samtidig under krevende forhold, som vil påvirke tidsmarginene for å oppdage og tolke visuelle referanser. Under slike forhold kan sen identifikasjon eller feiltolkning av navigasjonsmerker få betydelig mer alvorlige konsekvenser enn resultatene fra simulatoren viser. Det kan både påvirke identifikasjonsmulighetene, men også ettersom det vil være vanskeligere å manøvrere skipet under slike forhold. Tidligere identifikasjon, som vist i studien, kan derfor i stor grad bidra til økt trygghet og bedre forutsetninger for å ta beslutninger. Tidligere identifikasjon og forståelse for hva man faktisk ser gir navigatøren mer tid til å forutse og planlegge videre seilas. Påstanden om at deltakerne opplevde situasjonen som sikker kan knyttes til nivå 3 i Endsleys modell om situasjonsforståelse. At deltakerne opplevde situasjonen som sikrere når navigasjonsmerkene var belyst kan tyde på at de følte seg bedre rustet til å forutse utviklingen og iverksette eventuelle korrigerende tiltak. Tidlig og sikker identifikasjon gir navigatøren mer tid til å planlegge, og dermed økt sikkerhetsmargin.

Bruk av elektroniske navigasjonshjelpemidler er også noe som er svært subjektivt, noen baserer seilasene mer på RADAR og ECDIS enn andre. På bakgrunn av dette ble det lagt til et generelt spørsmål knyttet til om kandidatene synes navigasjonsmerker (lykter/staker) er et viktig supplement til elektroniske hjelpemidler, hvor det ble en gjennomsnittlig score på hele 6,9. Resultatene viste også en betydelig differanse på avhengigheten av RADAR og ECDIS, hvor gjennomsnittscoren var 4,1 med lys, sammenlignet med 5,6 uten lys. Samtidig må funnene vurderes i lys av forsøksdesignet. Deltakerne gjennomførte to runder, og selv om rekkefølgen ble variert, vil det sannsynligvis oppstå en læringseffekt. Navigatørene vil naturligvis ha større behov for instrumentstøtte på sin første seilas, uavhengig om navigasjonsmerkene er belyst eller ikke, eksempelvis for å sjekke kurser, avdrift ol. Dersom dette hadde vært kjent, hadde muligens resultatet gitt enda større differanse. I runde to når område og forholdene er mer kjent, vil situasjonsforståelsen forbedres uavhengig av navigasjonsmerkene er belyst eller ikke, noe som kan redusere de observerte forskjellene mellom med og uten lys. Det fremkommer likevel at

når visuell informasjon er tydelig og tilgjengelig, blir navigatøren mindre avhengig av å støtte seg på RADAR og ECDIS.

I tillegg til de kvantitative dataene fra spørreskjemaet, ble det også samlet inn objektive målinger for å styrke undersøkelsen. Hensikten med dette var å supplere de subjektive dataene med mer direkte målinger, slik at analysen ikke kun baserte seg på deltakernes egne opplevelser av seilasene. Likevel var det variasjoner i hvor stor grad kandidatene valgte å legge innsats i denne delen av oppgaven, enkelte stirret på forventet plassering av objektet mens andre ventet til det ble mer naturlig. Selv om forutsetningene var like, vil det realistisk sett ikke være mulig at kandidatene observerer det samme på samme tidspunkt. Til tross for dette viser målingene en forskjell mellom scenarioene. I gjennomsnitt ble objektet observert 0,055nm tidligere med lys enn uten. Dette utgjør 101,86 meter, som i dette tilfellet tilsvarer mer enn en hel båt lengde. I et forsøk på å redusere effekten fra læringseffekten av å seile samme seilas to ganger, ble resultatene også delt opp etter hvilket scenario kandidatene seilte først. Fem av kandidatene seilte første scenario med lys, mens de resterende fem seilte uten lys som første scenario. Når kun første scenario ble sammenlignet ble objektet observert hele 0,085nm tidligere med lys i enn uten, noe som tilsvarer omtrent 157,42 meter. Dette er et viktig funn ettersom det indikerer en stor forskjell i observasjon av et objekt med lyset som eneste variabel. I trange farvann kan det være helt avgjørende om det er 157 meter forskjell på når du klarer å identifisere et objekt, ettersom dette igjen knyttes til Endsleys modell og vil skape utfordringer for situasjonsforståelsen og fremtidige vurderinger.

Til tross for denne læringseffekten viser resultatet at lys i navigasjonsmerkene bidrar til forbedret situasjonsforståelse på alle tre nivåer i Endsleys modell. Dette støtter oppgavens hovedfunn om at aktive lanterner i navigasjonsmerkene i nedsatt sikt selv i dagslys kan gi tidligere identifikasjon, bedre oversikt og økt navigasjonssikkerhet.

## **5.2 Kvaliteten av undersøkelsen**

Sett i ettertid har undersøkelsen gitt godt grunnlag for å besvare problemstillingen, men det er flere ting som kunne vært gjort annerledes for å styrke studien. Selv om resultatene peker i en tydelig retning, vil både valg av metode, målgruppe og andre praktiske valg ha betydning for hvordan funnene kan tolkes, samt påliteligheten til undersøkelsen. Som en gjenganger i undersøkelser oppstår det vurderinger og utfordringer underveis, og det vil sjeldent være mulig å gjennomføre en feilfri studie.

### 5.2.1 Styrker og svakheter med metodene

Formålet med undersøkelsen var å innhente sammenlignbare og målbare data for å besvare problemstillingen om hvorvidt navigasjonslys i nedsatt sikt kan bidra til å trygge en seilas. Det ble derfor valgt kvantitativ metode da denne metoden egner seg godt til å beskrive hyppigheten og omfanget av et fenomen, noe som gir et bedre grunnlag for å identifisere mønstre og trekke konklusjoner på bakgrunn av disse.

Et alternativ kunne vært å benytte kvalitative data, eksempelvis gjennom intervjuer. På denne måten kunne kandidatene i større grad utdypet egne erfaringer og vurderinger knyttet til temaet, i tillegg til at de kunne forklart mer presist hvilke faktorer som påvirket deres vurderinger. Dette kunne gitt mer detaljerte svar enn et standardisert spørreskjema, derimot ville dataene blitt mer subjektive, noe som kunne gjort de vanskeligere å sammenligne.

Ettersom problemstillingen i denne studien var relativt tydelig definert på forhånd, ble det vurdert som mest hensiktsmessig å benytte en metode som gjorde det mulig å samle inn strukturerte og sammenlignbare data. Ved å avgrense undersøkelsen til faste scenarioer med én variabel, i tillegg til standardiserte spørreskjema, kunne man i større grad sikre at dataene som ble samlet inn var relevante. Ved å benytte to tilnærmet identiske senarioer, med eneste forskjell om navigasjonsmerkene var belyste eller ikke, ble det mulig å undersøke hvordan denne ene variabelen alene påvirket navigatørens opplevelse av seilasen. For å få frem disse kausale sammenhengene, ble det benyttet et spørreskjema med lukkede svaralternativer for å innhente informasjon angående navigatørens opplevelse av blant annet trygghet i hver av scenarioene. Svaralternativene besto av en likert skala fra 1-7, hvor de skulle sette ring rundt hvor de følte seg. Spørreskjemaene ble samlet inn på ark med anonyme kandidatnumre, og senere notert inn i Excel regneark.

For å styrke valideten og relabiliteten ytterligere, kunne undersøkelsen vært gjennomført på en større populasjon. Et større utvalg kunne gitt et enda sikrere grunnlag for å identifisere tydelige mønstre og trekke konklusjoner basert på funnene. Undersøkelsen ble gjennomført med totalt 10 kandidater. Dette utgjør ikke et stort utvalg sammenlignet med antall navigatører totalt, men må likevel sees i sammenheng med at kandidatene måtte ha tilstrekkelig kompetanse, ledig tid og oppholdt seg i området i perioden januar til mars.

I teorien kunne tilsvarende undersøkelse vært gjennomført i virkeligheten for å oppnå større grad av realisme, men dette ville medført et redusert antall deltakere ettersom det ville gjort

datainnsamlingen mer praktisk og tidsmessig krevende. Å bruke simulatoren som verktøy er ikke bare mindre energikrevende, det gir også økt kontroll over undersøkelsen ved at alle deltakerne gjennomførte seilasene under identiske forhold. Ved å gjøre dette i simulator kunne ytre faktorer som vær, trafikk og andre uforutsigbare forhold være under kontroll, noe som øker validiteten og grunnlaget for sammenligning.

### **5.2.2 Feilkilder og programfeil**

Det ble benyttet skipssimulator til å gjennomføre forsøkene. Selv om simulatorene i stor grad klarer å simulere realistiske scenarioer, vil det likevel ikke være det samme som å seile i virkeligheten. Avstandsbedømming og den generelle opplevelsen av navigasjonssituasjonen kan oppleves annerledes i simulator enn ved en reell seilas, noe som potensielt kan påvirke deltakernes vurderinger og de objektive målinger i undersøkelsen.

Teknologien er heller ikke plettfri, allerede under utbedringen av scenarioene oppsto det ulike feiler i systemet. Samtlige navigasjonsmerker sto under vann som følge av feil i databasen. Dette ble løst med å erstatte disse med flytemerker med tilsvarende karakteristikk som de manglede objektene. Dette hadde liten betydning for selve forsøket da det eneste som var annerledes var at selve staken var byttet ut med et flytemerke, lyset var likevel det samme.

Det ble også oppdaget en grunne i det vestre løp som ikke lengre eksisterer i virkeligheten. Dette førte til at fartøyet grunnstøtte under testing av scenario, selv om det befant seg midt i leia. For å løse dette ble det forsøkt flere ting, først ble det forsøkt å heve vannivået, noe som medførte ytterlige problemer da hele det visuelle bildet av området forandret seg. Deretter ble det forsøkt å senke vannbunnen. Dette fungerte godt for forsøkets hensikt, men dette medførte at fartøyet i teorien kunne passere områder det normalt sett ville grunnstøtt på. Disse justeringene kan ha redusert realismen noe, men ble vurdert som akseptabelt ettersom vi hadde hentet inn sertifiserte navigatører og på bakgrunn av seilasens nivå ikke hadde forventninger om at noen kom til å grunnstøte. Det ble også fjernet ytre faktorer som trafikk og større metrologiske forhold. Dette for å styrke sammenligningsgrunnlaget, men dette kan også ha hatt påvirkning på realismen i forsøket. Hva som oppleves som «normale» forhold vil også være en svært subjektiv vurdering.

En annen mulig feilkilde var at enkelte deltakere ble mer opptatt av å lete etter det forhåndsdefinerte objektet og rettet unaturlig mye oppmerksomheten mot området hvor de forventet at det ville dukke opp. Dette kan ha gjort observasjonene mindre naturlige enn ved en

reell seilas, samtidig kan det ha påvirket observasjonen begge veier, ettersom objektet ikke nødvendigvis befant seg der det var forventet. Dermed ble dette også vurdert som akseptabelt, ettersom objektet som skulle observeres var plassert tidlig i seilassen og ikke påvirket selve seilassen. Det kan også ha oppstått unøyaktigheter knyttet til tidspunktet objektet ble registrert da varslingen foregikk over VHF-sambandet, noe som kan ha medført mindre tidsforsinkelser.

## 6 Konklusjon

Denne oppgaven undersøkte i hvilken grad belyste navigasjonsmerker kan bidra til økt situasjonsforståelse under forhold med nedsatt sikt i dagslys. Bakgrunnen for studien er at lyset i dag er tilpasset natteseilas og slås av i dagslys. Dette innebærer at navigasjonsmerkene ikke vil kunne gi visuell støtte i situasjoner i dagslys med nedsatt sikt som følge av snø, tåke eller frostrøyk, selv om behovet for visuelle referanser i slike situasjoner kan være stort.

Resultatene viser tydelig at lys i navigasjonsmerkene har en positiv effekt på alle områder. Scenarioene med lys viste betydelige forskjeller knyttet til kandidatenes opplevelser av seilassen. Resultatene viser en enorm forskjell på evnen til å identifisere navigasjonsmerkene med og uten lys. Det mest markante funnet var hvor enkelt det var å identifisere navigasjonsmerkene visuelt, hvor vi fikk en gjennomsnittscore på 6,1 med lys, mot 4,1 uten lys. I tillegg viste spørsmålet fra den direkte sammenligninga i del 4, angående om kandidatene synes merkene var enklere å identifisere når de var belyst, hvor vi fikk en gjennomsnittscore på hele 6,8. Dette indikerer at lyset alene bidrar til bedre persepsjon, som utgjør det første nivået i Endsleys modell for situasjonsforståelse. For at en navigatør skal kunne forstå en situasjon og ta riktige beslutninger, må de ha tilstrekkelig relevant informasjon fra omgivelsene. Hvis navigatøren ikke får tilstrekkelig informasjon eksempelvis dersom sikten er redusert, kan viktig informasjon feiltolkes eller oversees. Dette øker risikoen for feilvurderinger, spesielt i trange og trafikkerte farvann.

Videre viste resultatene en økning i trygghet og oversikt. Det ble betydelig bedre oversikt i scenarioene med lys enn uten, da vi fikk en gjennomsnittscore på 5,7 uten lys, og 6,5 med lys. Kandidatene følte seg også betydelig tryggere på egen posisjon, og fikk en gjennomsnittscore på 6,6 med lys, mot 5,7 uten lys. Dette henger sammen med funnene ovenfor, og har bakgrunn i nivå 2 i Endsleys modell, hvor informasjonen fra persepsjon tolkes og danner en forståelse av

situasjonen. Når kandidatene i større grad klarte å innhente tilstrekkelig informasjon fra omgivelsene, bidrar dette til økt forståelse av situasjonen i form av bedre oversikt og trygghet.

Studien viste også en forskjell i behovet for elektroniske hjelpemidler. Gjennomsnittscoren for avhengighet av elektroniske hjelpemidler var på 5,6 med lys, og 4,1 uten lys. Dette henger også sammen med tidligere funn, da en bedre oversikt og trygghet bidrar til at behovet for elektroniske hjelpemidler minker. Når visuell informasjon er tilgjengelig, er dette ofte mer verd enn elektronisk data da man kan miste det helhetlige bilde ved å seile utelukkende på ECDIS og RADAR.

Studien besto også av objektive målinger for å styrke de subjektive funnene fra spørreskjema. I gjennomsnitt observerte kandidatene objektet hele 0,055nm (101,86 meter) tidligere når objektet var belyst. I tillegg ble scenarioene delt med hensikt om å se vekk fra læringseffekten. Når kun første scenario ble analysert økte forskjellen til hele 0,085nm, som tilsvarer 157,42 meter. I trange farvann kan en slik avstand være helt avgjørende. Tidligere observasjon gir navigatøren mer tid til å vurdere situasjonen og derfra vurdere videre seilas som kan knyttes til nivå 3 i Endsley's modell.

Selv om resultatene peker tydelig i én retning, må resultatene vurderes i lys av studiens begrensninger. Studien ble av praktiske årsaker gjennomført i simulator, som har hatt en effekt på realismen i tillegg til at avstandbedømming ikke er likt som i virkeligheten. I tillegg var utvalget begrenset til ti deltakere, som er en svært liten andel av det totale antall navigatører. Læringseffekten er også noe som må tas høyde for ettersom de seilte samme seilas to ganger, selv om rekkefølgen ble variert. Sett i det store bildet viser likevel både de subjektive og objektive dataene såpass tydelige forskjeller at hovedfunnene vurderes som troverdige.

Samlet sett viser resultatene at lys i navigasjonsmerker ikke bare gjør merkene synlige, men også meningsfulle. På bakgrunn av dette konkluderes det med at lys i navigasjonsmerker under nedsatt sikt i dagslys bidrar til økt situasjonsforståelse på alle tre nivåer i Endsleys modell. De belyste navigasjonsmerkene gjør ikke bare merkene enklere å oppdage, men gir også et bedre grunnlag for å forstå situasjoner som videre fører til sikrere beslutningstakinger.

## 7 Forslag til videre forskning

Denne studien gir indikasjoner på at lys i navigasjonsmerker kan bidra til økt situasjonsforståelse og navigasjonssikkerhet under nedsatt sikt i dagslys. Funnene er imidlertid basert på et begrenset utvalg og gjennomført i et simulert miljø, noe som innebærer at det er behov for ytterligere forskning før resultatene kan generaliseres.

Et forslag til videre forskning vil derfor være å gjennomføre studier med et større utvalg, samt undersøke effekten av lys under flere ulike siktforhold. Denne studien simulerer én type nedsatt sikt, men i praksis kan sikten reduseres av ulike årsaker som tåke, regn, snø eller motlys fra sol. Det er ikke gitt at effekten av lys er lik under alle disse forholdene, og mer kunnskap om hvilke situasjoner som gir størst nytte av belysning vil være verdifullt for å utforme målrettede tiltak.

I denne studien ble deltakernes opplevelser målt gjennom selvrapportering i spørreskjema. For å supplere slike subjektive data kan fremtidige studier med fordel inkludere for eksempel eye-tracking for å studere visuell oppmerksomhet under de ulike siktforholdene.

I tillegg vil det være relevant å undersøke ulike teknologiske løsninger som kan muliggjøre situasjonsbasert aktivering av lys i navigasjonsmerker. Alternativer som fjernstyrt aktivering der lanternene og lyktene kan aktiveres av losen eller navigatøren i et gitt område ved behov.

Et annet alternativ kan være å utforske om kunstig intelligens kan benyttes for automatisk aktivering av lys når et fartøy krysser gitte punkter. Ved å koble lysstyringen til AIS-data (Automatic Identification System) kan systemet registrere når et fartøy nærmer seg et definert område.

En tredje tilnærming som kan være nyttig å forske videre på er sensorer som måler sikt og værforhold. Her kan lys automatisk aktiveres ved dårlig sikt, tåke eller andre krevende forhold, uavhengig av fartøytrafikk. Dette sikrer at belysningen tilpasses faktiske miljøforhold og kan bidra til økt sikkerhet.

## 8 Referanseliste


- Aanesen, K. H. (2026, Mars 25). *NDLA*. Hentet fra Analyse og drøfting av kvantitative data: <https://ndla.no/nb/r/sosiologi-og-sosialantropologi/analyse-og-drofting-av-kvantitative-data/9ab796b2c6>
- Dahle, S., & Grønmo, S. (2025, September 23). *kausaltet*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/kausaltet>
- DNV. (u.d.). *Dette er DNV*. Hentet fra DNV: <https://www.dnv.no/om/>
- Endsley, M. R. (1995, Mars). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*, 37(1), ss. 32-64.
- Grønmo, S. (2024, November 26). *Pilotstudie*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/pilotstudie>
- Grønmo, S. (2025, Februar 24). *Store Norske Leksikon*. Hentet fra Case-studie: <https://snl.no/case-studie>
- Gundersen, L. (2024, November 26). *bulk*. Hentet fra Store Norske Leksikon: Store Norske Leksikon
- Harstveit, K., & Dannevig, P. (2026, April 30). *Klima i Norge*. Hentet fra Store Norske Leksikon: [https://snl.no/Klima\\_i\\_Norge](https://snl.no/Klima_i_Norge)
- Hu, Z., Liu, Y., & Sun, H. (2023). Safety Measures and Practice of Ship Navigation in Restricted Visibility Base on Collision Case Study. *American Journal of Traffic and Transportation Engineering (Vol 8, No 4.)*, 82-87.
- IALA. (2016). *Methods and Ambient Light Levels for the Activation of AToN Lights*. IALA.
- Jacobsen, D. I. (2016). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode (3. utgave)*. Kristiansand: Cappelen Damm.
- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til Samfunnsvitenskapelig Metode 5. utgave*. Oslo: Abstrakt Forlag.

- Kartverket. (2026, April 3). *Kartverket*. Hentet fra Digital nautisk karttjeneste:  
<https://dnl.kartverket.no/?zoom=12.36&lng=17.96096&lat=69.23309&filter=sailing%2Canchorage%2Cplace>
- Kjerstad, N. (2022). *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer for maritime studier*. Fagbokforlaget.
- Kjerstad, N. (2024, August 14). *IALA*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/IALA>
- Kjerstad, N. (2025, August 28). *Lyskarakteristikk*. Hentet fra Store Norske Leksikon:  
<https://snl.no/lyskarakteristikk>
- Kjerstad, N. (2026, Februar 3). *Navigasjon*. Hentet fra Store norske leksikon:  
<https://snl.no/navigasjon>
- Kongsberg Maritime. (u.d.). *K-Sim Navigation*. Hentet fra Kongsberg Maritime:  
<https://www.kongsbergmaritime.com/products/simulation/k-sim-navigation/>
- Kystverket. (2013). *Retningslinjer for utforming, tekniske krav til og plassering av navigasjonsinnretninger*. Kystverket.
- Kystverket. (2018). *(Figur) Den Norske Los. Bind 6*. Stavanger: Kystverket.
- Kystverket. (u.d.). *Lanterner med og uten indirekte belysning*. Hentet fra Kystverket:  
<https://www.kystverket.no/sjovegen/fyr-lykter-og-sjomerker/indirekte-belysning/>
- Kystverket. (u.d.). *Om Kystverket*. Hentet fra Kystverket: <https://www.kystverket.no/om-kystverket/>
- Law, M. (2024, September 20). *A navigator's guide to visual cues and techniques*. Hentet fra The Navigator: <https://www.nautinst.org/resources-page/a-navigator-s-guide-to-visual-cues-and-techniques-the-navigator-issue-37.html>
- Lovdata. (2007, Februar 16). *Lovdata*. Hentet fra Lov om skipssikkerhet (Skipssikkerhetsloven): [https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2007-02-16-9/KAPITTEL\\_3#§14](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2007-02-16-9/KAPITTEL_3#§14)
- Sivle, A. D. (2024, November 26). *Adveksjonståke*. Hentet fra Store Norske Leksikon:  
[https://snl.no/adveksjonståke](https://snl.no/adveksjonstaake)

Stanton, N. A., Chambers, P., & Piggott, J. (2001). Situational awareness and safety. *Safety Science*, 39(3), ss. 189-204. Hentet fra [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(01\)00010-8](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(01)00010-8)

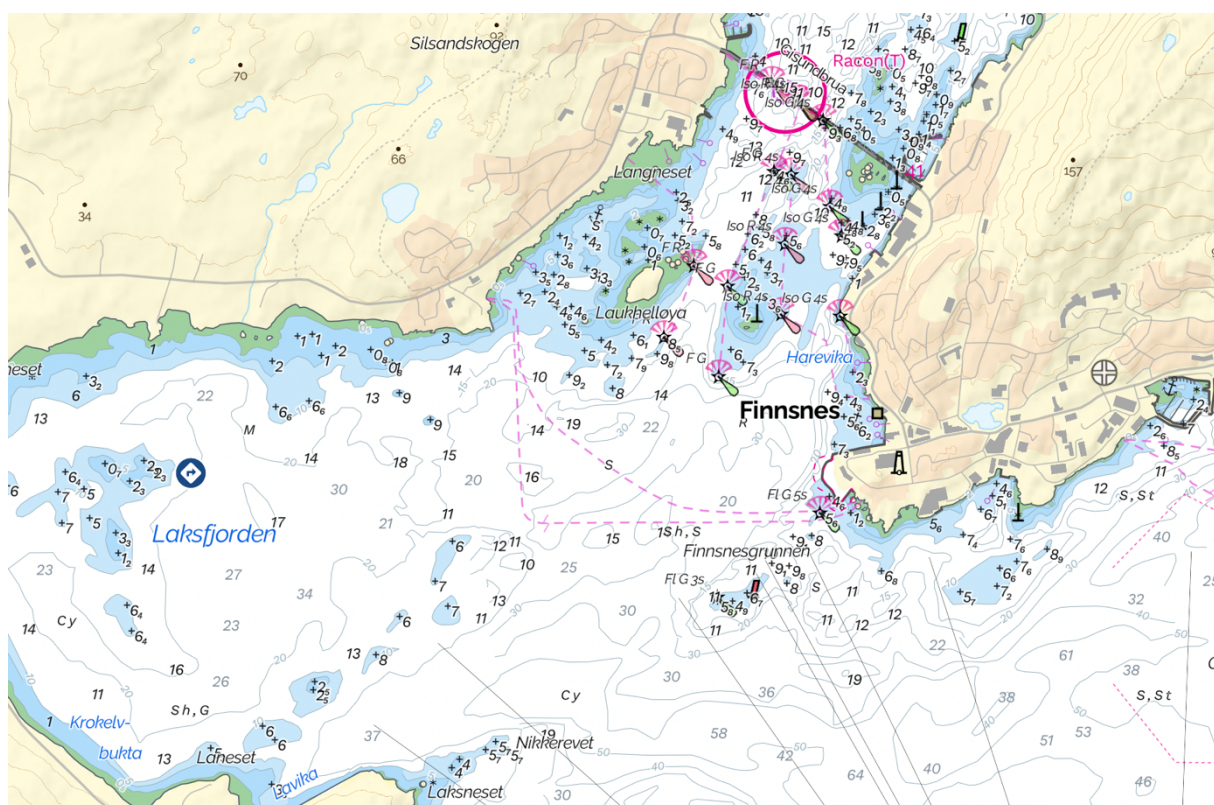
## 9 Vedlegg

### Vedlegg 1 – Øvingsbeskrivelse og evalueringsskjema simulatoreksperiment bacheloroppgave:

	<b>Universitetet i Tromsø</b> <b>Institutt for Teknologi og Sikkerhet</b>  <b>Bacheloroppgave</b>	<b>Simulatoreksperiment:</b> <b>«Navigasjon i nedsatt sikt»</b>
---	--	--

#### Beskrivelse av seilas

Du befinner deg om bord på *M/S Hagland Saga* under seilas fra Harstad mot Tromsø. Seilasen foregår i Gisundet, med kurs nordover gjennom Finnsnesrenna. Du ligger på kurs i 10 knop, det er nedsatt sikt og lokale snøbyger. Det er ingen annen trafikk i området.



Viser området med Gisundbrua, hentet fra Den Norske Los.

Kandidatnummer: \_\_\_\_\_

Del 1 –

Kryss av for det som er relevant for deg:

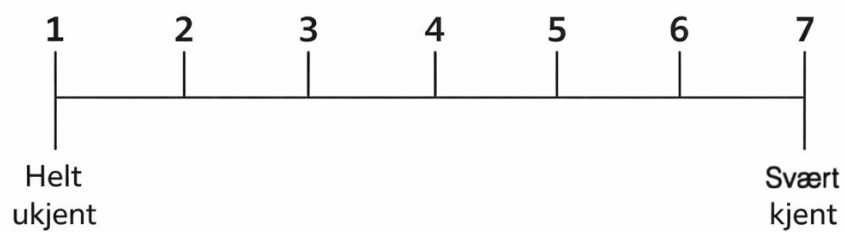
Hvor mange års erfaring har du som navigatør med sertifikat D3 eller høyere?

- 0 – 1 år
- 2 - 4 år
- 5 - 9 år
- > 10 år

Jeg har sertifikat:

- D1
- D2
- D3

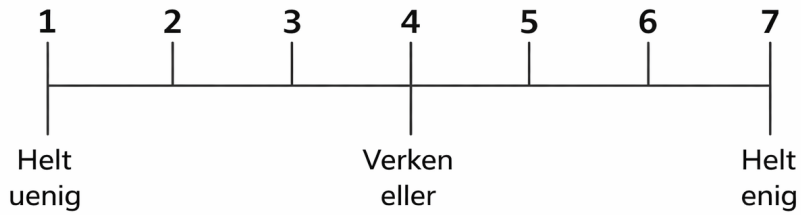
Ranger på en skala fra 1 – 7 hvor kjent du føler deg i Gisundet. (Sett ring)



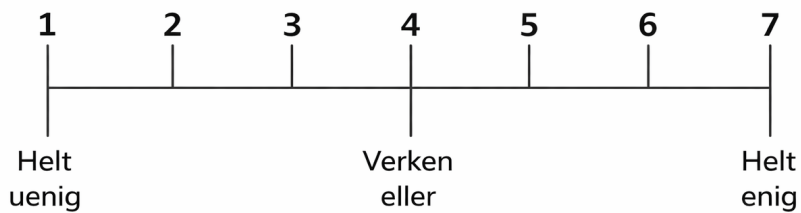
Del 2 – Andre scenario: \_\_\_\_\_

**Ranger påstandene under fra 1 – 7 ut fra hvilken grad du er enig eller uenig. (Sett ring)**

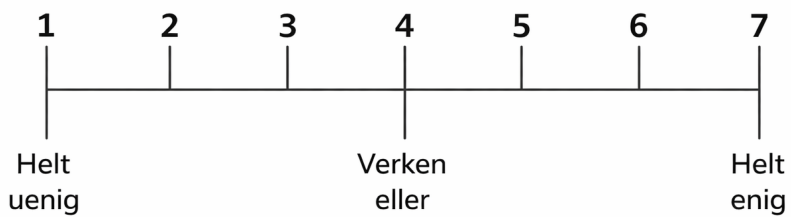
Jeg opplevde god oversikt over situasjonen



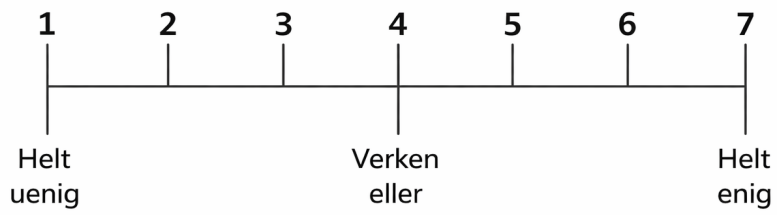
Det var enkelt å identifisere navigasjonsmerker (lykter/staker)



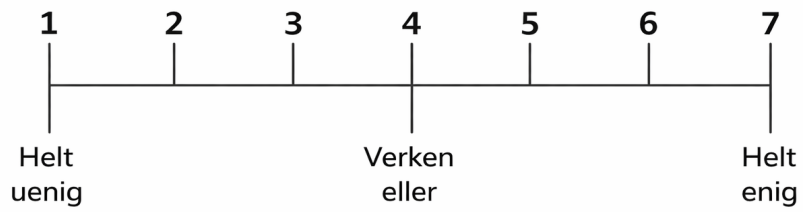
Jeg følte meg trygg på egen posisjon i forhold til farleden



Jeg opplevde situasjonen som sikker



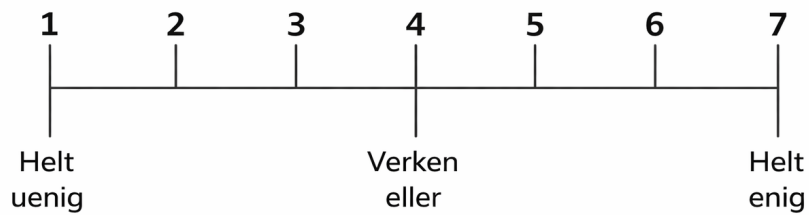
Jeg følte meg avhengig av navigasjonsinstrumenter (ECDIS/RADAR) under seilasen:



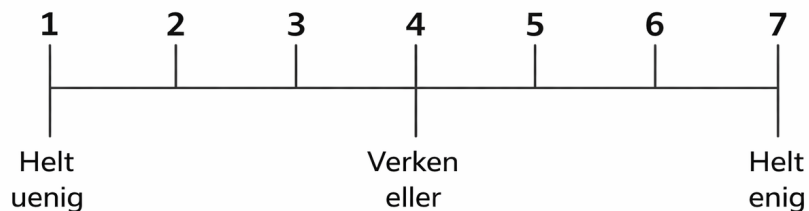
Del 3 – Andre scenario: \_\_\_\_\_

**Ranger påstandene under fra 1 – 7 ut fra hvilken grad du er enig eller uenig. (Sett ring)**

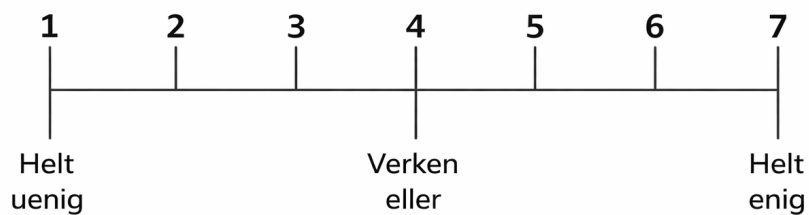
Jeg opplevde god oversikt over situasjonen



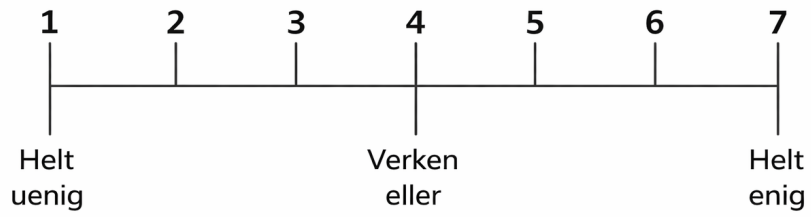
Det var enkelt å identifisere navigasjonsmerker (lykter/staker)



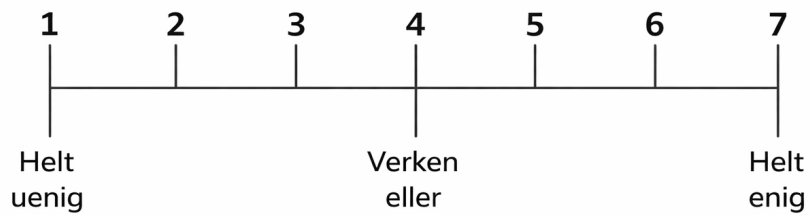
Jeg følte meg trygg på egen posisjon i forhold til farleden



Jeg opplevde situasjonen som sikker

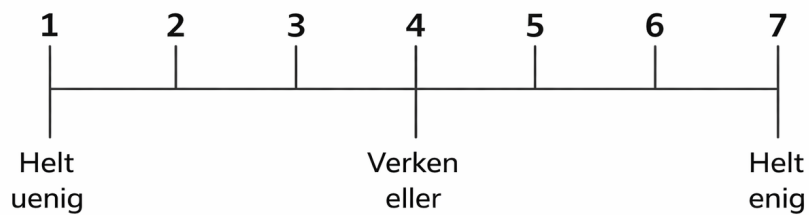


Jeg følte meg avhengig av navigasjonsinstrumenter (ECDIS/RADAR) under seilasen:

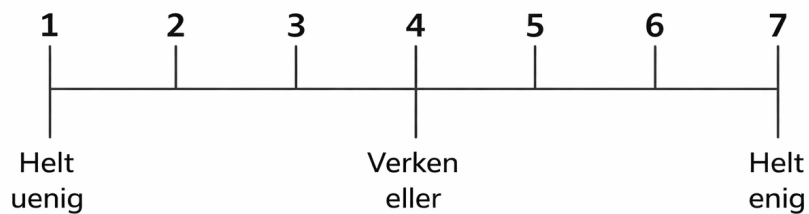


#### Del 4 – Direkte sammenligning

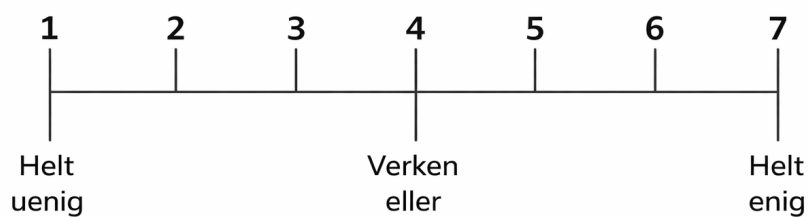
Jeg opplevde forholdene under seilassen som realistiske



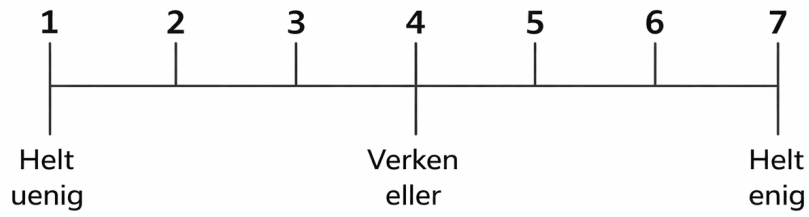
Jeg synes navigasjonsmerker (lykter/staker) er et viktig supplement til RADAR og ECDIS for å trygge seilassen



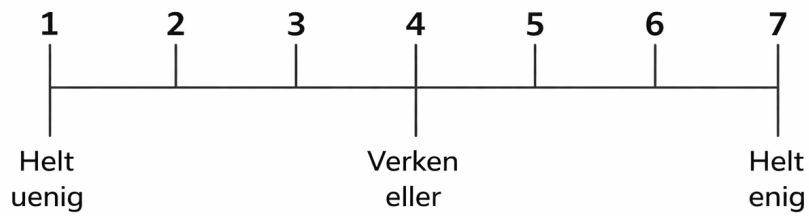
Navigasjonsmerkene (lykter/staker) var lettere å oppdage visuelt når de var belyst enn når de ikke var belyst.



Jeg opplevde seilassen som tryggere når navigasjonsmerkene (lykter/staker) hadde lys.



Jeg ville foretrukket belyste navigasjonsmerker (lykter/staker) i tilsvarende reell situasjon



## Vedlegg 2 – Sjekkliste/protokoll oppstartsinnstillinger for brosimulator

Restart øving for hver kandidat. Påse at posisjon og klokkeslett, samt alt på sjekkliste stemmer:

N69°12.699' E017°59.254', 15.00 lokal tid.

### Steering:

- Aktivere fremdrift, manøverhendler på 50%
- Styring satt på autopilot, kurs 311

### Andre instrumenter:

- GPS 1 og 2: på
- VHF: på, kanal 16.
- Doppler logg: på
- Logg: på
- Ekkolodd: av
- Lanterner: på (topp, styrbord, babord, akter)

### Kort familiarisering:

- Gå fra autopilot til manuell, og motsatt.
- Endre kurs ved hjelp av autopilot samt manuell styring.
- Vise tvers-punkt på bro
- Dimensjonene til fartøyet.
- Introdusere pilot card (manøvreringsegenskapene til båten).

### Radar:

- North up
- True motion
- GND
- Vektor 6 min
- AIS: on
- Trails: off
- Gain: 70
- Rain clutter: 0
- Sea clutter: 0
- Range 1,5nm
- X-bånd: master
- SweepCorr: på
- SweepInt: Medium
- Scancorr: på
- Stretch: Medium

### ECDIS:

- Database: NT-S63
- Standard settings
  - Minus past track
  - Pluss: lys descriptions, important text, spot soundings
- North up
- True motion
- Browse: off
- Vektor: 6 min
- Skala: 1:16000
- Route monitor: aktivert
  - Gisundet nord
  - Restarte monitor
- Range: 0,6 nm
- Kvittere ut alarmer før oppstart