

10002

10021

10033

# Kan navigasjonssikkerheten til sjøs forbedres ved overgang fra S-57 til S-100?

**Mai 2020**

**NTNU**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for havromoperasjoner og byggingsteknikk

**Bacheloroppgave**

**2020**





10002  
10021  
10033

# **Kan navigasjonssikkerheten til sjøs forbedres ved overgang fra S-57 til S- 100?**

Bacheloroppgave  
Mai 2020

**NTNU**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden





# NTNU

Kunnskap for en bedre verden

# Bacheloroppgave

**TN303212 Hovedprosjekt**

**Kan navigasjonssikkerheten til sjøs forbedres ved overgang fra S-57 til S-100?**

10002, 10021, 10033

Totalt antall sider inkludert forsiden: 88

Innlevert Ålesund, 27.05.2020

## Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre.

<i>Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:</i>		
1.	<b>Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	<b>Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.</li><li>• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.</li><li>• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.</li><li>• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.</li><li>• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.</li></ul>	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	<b>Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høyskoler i Norge, jf. <a href="#">Universitets- og høgskoleloven</a> §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	<b>Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se <a href="#">Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver</a></b>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	<b>Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det foreligger mistanke om fusk etter NTNUs studieforskrift.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	<b>Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider</b>	<input checked="" type="checkbox"/>



# Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder: Runar Ostnes

## Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja  nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja  nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja  nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja  nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 27.05.2020

## Hovedoppgave i Nautikk, våren 2020

for

10002, 10021 og 10033

### ***Kan navigasjonssikkerheten til sjøs forbedres ved overgang fra S-57 til S-100?***

S-57 er i dag den hydrografiske standarden som benyttes i ENC. IHO har vedtatt endring av denne standarden i nærmeste fremtid, og utvikling av S-100 er påbegynt. I perioden hovedoppgaven skal skrives, vil S-100 utvikles og klargjøres til å erstatte S-57.

I oppgaven skal studentene undersøke, utrede og trekke konklusjoner av blant annet:

- Gjøre rede for ulikheter mellom dagens hydrografiske standard S-57 og den nye standarden S-100. Dette omfatter en redegjørelse av hvordan dagens standard er, noen av funksjonene som er tilgjengelig i dagens ECDIS, samt hvordan den nye standarden bidrar til nye funksjonaliteter og løsninger.
- Undersøke noen av funksjonalitetene som skal leveres med S-100, og hvordan dette kan benyttes aktivt i seilas.
- Gjøre rede for og drøfte om S-100 sine nye løsninger kan forbedre sikkerheten til sjøs. Dette omfatter en undersøkelse av forskjellige grunnstøtinger forårsaket av navigasjonsfeil, og en drøfting av om disse hendelsene kunne vært forhindre ved aktiv bruk av de nye S-100-funksjonene i ECDIS.

Besvarelsen skal redigeres mest mulig som en forskningsrapport med sammendrag, konklusjon, referanseliste, kildekritikk, etc. Ved utarbeidelsen av teksten skal det legges vekt på å gjøre den så kort og oversiktlig, presis og etterrettelig som mulig. Oppgavens omfang skal reflektere en arbeidsbelastning på 15 studiepoeng for hver av studentene.

Endelig besvarelse skal leveres elektronisk i Inspira og det skal legges opp til individuelle presentasjoner i plenum omkring 1. juni 2020.

NTNU i Ålesund forbeholder seg retten til fritt å kunne benytte oppgaven i undervisning og utviklingsarbeid.

Ålesund, desember 2019



Runar Ostnes

Faglærer / veileder

## Forord

Med et ønske om å kartlegge hvordan navigasjonssikkerheten kan bli påvirket når S-57 erstattes av S-100, ble denne oppgaven påbegynt som hovedprosjekt for nautikk. Oppgaven er relevant for alle som studerer nautiske fag. I tillegg er det relevant for alle navigatører på fartøy som er utstyrt med Electronic Chart Display and Information System (ECDIS).

I forbindelse med arbeidet med denne oppgaven, er det på forhånd bestemt hvilke elementer som må belyses, for at vi skal kunne komme nærmere en konklusjon på hvordan navigasjonssikkerheten kan endres. Dette blir forklart nærmere i metodekapittelet. Siden S-100 enda ikke er implementert som en godkjent standard, vil det imidlertid være vanskelig å fastslå hvordan endringene kommer til å bli. Vårt arbeid er i så måte rettet mot en standard som enda ikke er i bruk, og som derfor ikke har gode data og kilder på hvordan systemet vil fungere.

Arbeidet med å analysere navigasjonssikkerheten, er derfor gjort ved å se tilbake på tidligere ECDIS-relaterte hendelser med S-57 som standard. Ved å sammenligne dette med de nye, lignende lagene som skal komme med S-100, kan vi komme nærmere en teori på hvordan endringene blir for navigatørene som skal bruke systemet.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder Runar Ostnes for god hjelp og tilbakemelding i alle fasene av oppgaven. Videre ønsker vi å takke Svein Skjæveland ved Electronic Chart Centre AS (ECC) for god veiledning, kvalitetssikring av oppgavens teoretiske grunnlag og tilgang på informasjon om S-100. En takk rettes også til Robert Sandvik ved ECC for tilbakemelding på kapittelet om cyber security.

## Sammendrag

Flesteparten av dagens navigatører benytter ECDIS for å støtte seilassen, fremfor papirkart som ble brukt tidligere. I dag bruker ECDIS S-57 som hydrografisk standard. Denne standarden er gammel og fryst, noe som medfører at den er utdatert på flere områder. På bakgrunn av dette er en ny standard under utvikling. S-100 er den nye standarden som skal utgis de neste årene, med nye løsninger og muligheter for navigatører som benytter ECDIS.

Oppgaven undersøker om noen av de nye løsningene (produktene) som skal bli en del av S-100, kan forbedre navigasjonssikkerheten i forhold til dagens S-57. Dagens standard har flere funksjoner som kan benyttes til å støtte seilassen, men det er også begrensninger knyttet til både forståelse og operering av disse funksjonene på en god måte. S-100 vil føre til flere nye funksjoner som også krever god forståelse av disse produktene ved bruk. Gruppen har valgt å skrive om fire produkter i S-100-serien, i tillegg til grunnlaget S-101 Electronic Navigational Chart (ENC). S-102 Bathymetric Surface er et kommende lag med 3D-modellert, høyoppløselig batymetri. S-104 Water Level Information for Surface Navigation vil formidle informasjon om predikert og sanntids vannstands nivå. S-111 Surface Currents vil gi en visuell presentasjon av overflatestrøm. S-129 Under Keel Clearance Management vil presentere farvannsdypder relativt til dynamisk dyppgang, i fargekoder.

For å undersøke om navigasjonssikkerheten kan forbedres, må de nye produktene sammenlignes opp mot de lignende funksjonene i dagens standard. For å kunne gi en mest mulig korrekt konklusjon basert på et produkt som per dags dato ikke er tilgjengelig for navigatører, er det benyttet en teoretisk tilnærming. Teorien om produktene er hentet fra International Hydrographic Organization (IHO) sine produktspesifikasjoner om S-100, mens maritime lovverk er fra International Maritime Organization (IMO).

Produktenes løsninger som er beskrevet i spesifikasjonene, sammenlignes opp mot grunnstøttinger som er relaterte til bruk av ECDIS. Ved å sammenligne bruken av ECDIS før og under hendelsesforløpet med S-100 sine nye produkter, vil det til slutt kunne konkluderes med om S-100 kan bidra til å forbedre navigasjonssikkerheten.

## **Terminologi**

AIS – Automatic Identification System

CHRIS – Committee on Hydrographic Requirements for Information Systems

CNIS – Channel Navigation Information Service

ECC – Electronic Chart Centre AS

ECDIS – Electronic Chart Display and Information System

ECS – Electronic Chart System

ENC – Electronic Navigational Chart / Electronic Nautical Chart

IEC – International Electrotechnical Commission

IHO – International Hydrographic Organization

IMO – International Maritime Organization

ISO – International Organization for Standardization

MAIB – Marine Accident Investigation Branch

RENC – Regional ENC Coordinating Centre

S-100 – Universal Hydrographic Data Model

S-101 – Electronic Navigational Chart (ENC)

S-102 – Bathymetric Surface

S-104 – Water Level Information for Surface Navigation

S-111 – Surface Currents

S-129 – Under Keel Clearance Management (UKCM)

S-57 – IHO Special Publication 57 - Transfer Standard for Digital Hydrographic Data

SENC – System Electronic Navigational Chart

TSMAD – Transfer Standard Maintenance and Application Development Working Group

UKC – Under Keel Clearance

VTS – Vessel Traffic Service

XTE – Cross Track Error

XTL – Cross Track Limit

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>1</b>
1.1	Om gruppen .....	1
1.2	Valg av problemstilling .....	1
1.3	Formålet med oppgaven .....	2
<b>2</b>	<b>Teoretisk grunnlag .....</b>	<b>3</b>
2.1	Bakgrunn .....	3
2.2	ECS og ECDIS .....	3
2.2.1	IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS .....	4
2.2.2	IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS, med endringer .....	5
2.2.3	Bestanddelene i ECDIS .....	5
2.3	ENC .....	7
2.3.1	Oppbygningen av ENC .....	7
2.3.2	System Electronic Navigational Chart .....	11
2.3.3	Produksjon og distribusjon av ENC .....	12
2.4	S-57 .....	13
2.4.1	Historie .....	13
2.4.2	Oppbygningen av S-57 .....	14
2.4.3	Utfordringer knyttet til S-57 .....	14
2.5	Noen funksjoner i dagens ECDIS .....	15
2.5.1	Sikker dybdekontur .....	15
2.5.2	Grunnstøttingsalarm .....	16
2.5.3	Safe Corridor & Route Check .....	17
2.5.4	Tidevannsdata .....	19
2.5.5	Øvrige funksjoner .....	20
2.6	S-100 .....	21
2.6.1	Historien til S-100 .....	21
2.6.2	Oppbygningen av S-100 .....	21
2.6.3	S-101 ENC .....	23
2.6.4	S-102 Bathymetric Surface .....	24
2.6.5	S-104 Water Level Information for Surface Navigation .....	28
2.6.6	S-111 Surface Currents .....	29
2.6.7	S-129 Under Keel Clearance Management .....	32
2.6.8	Cyber Security .....	36
<b>3</b>	<b>Metode .....</b>	<b>38</b>
3.1	Kvalitativ metode .....	38
3.2	Dokumenter brukt i oppgaven .....	39
3.2.1	Hendelsesrapporter .....	39
3.2.2	Litteratur .....	40
3.2.3	Produktspesifikasjoner og presentasjoner .....	41
<b>4</b>	<b>ECDIS-relaterte hendelser .....</b>	<b>42</b>
4.1	«CMA CGM Vasco de Gama» .....	42
4.1.1	Hendelsesforløp .....	43
4.1.2	Nøkkelårsaker til hendelsen .....	47
4.1.3	Mannskapsfamiliarisering .....	47
4.2	«CSL Thames» .....	48
4.2.1	Hendelsesforløp .....	48
4.2.2	Nøkkelårsaker til hendelsen .....	50
4.2.3	Mannskapsfamiliarisering .....	51

4.3	«Ovit» .....	51
4.3.1	Hendelsesforløp.....	52
4.3.2	Nøkkelårsaker til hendelsen .....	55
4.3.3	Mannskapsfamiliarisering .....	56
4.4	Oppsummering av hendelsene.....	57
<b>5</b>	<b>Drøfting .....</b>	<b>58</b>
5.1	«CMA CGM Vasco de Gama» .....	58
5.2	«CSL Thames» .....	63
5.3	«Ovit» .....	67
<b>6</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>71</b>
<b>7</b>	<b>Referanseliste .....</b>	<b>i</b>

## Figurliste

FIGUR 1: NUMMERERING AV KARTCELLER .....	8
FIGUR 2: GLOBAL ENC-DEKNING.....	10
FIGUR 3: GLOBAL ENC-DEKNING, KARTTYPE 1 OG 2 EKSKLUDERT.....	10
FIGUR 4: GRUNNSTØTINGSALARM.....	17
FIGUR 5: SAFE CORRIDOR .....	18
FIGUR 6: TIDEVANNSGRAF I ECDIS .....	19
FIGUR 7: TIDEVANNSGRAF I MARIS ECDIS.....	20
FIGUR 8: OVERSIKTSBILDE OVER PRODUKTER I S-100.....	22
FIGUR 9: ISO19100 OG S-100.....	23
FIGUR 10: S-102 DEMONSTRATOR.....	25
FIGUR 11: SKJERMBILDE FRA TEST AV S-102 PÅ «QUEEN MARY 2».....	26
FIGUR 12: BATYMETRIKART MED SKYGGJE FRA SOLLYS OG FLAT DYBDEVISNING.....	27
FIGUR 13: BATYMETRIKART MED ULIKE BLÅFARGER .....	27
FIGUR 14: STRØMPILER I S-111 .....	30
FIGUR 15: SKJERMBILDE SOM VISER BRUK AV S-129.....	34
FIGUR 16: STATISK UKC.....	35
FIGUR 17: DYNAMISK UKC.....	35
FIGUR 18: «CMA CGM VASCO DE GAMA».....	42
FIGUR 19: ECDIS-EN TIL «CMA CGM VASCO DE GAMA» .....	44
FIGUR 20: SKIPETS SVING MOT BØYEN GURNARD.....	45
FIGUR 21: BEGYNNELSEN AV «THE BRAMBLE BANK TURN» MOT STYRBORD.....	46
FIGUR 22: «CMA CGM VASCO DE GAMA» PÅ GRUNN.....	46
FIGUR 23: «CSL THAMES» .....	48
FIGUR 24: AIS-TRACK FRA «CSL THAMES».....	50
FIGUR 25: «OVIT» .....	52
FIGUR 26: RUTEN TIL «OVIT», OVER VARNE BANK.....	53
FIGUR 27: FOTOGRAFI AV RUTESJEKK I ECDIS-EN PÅ «OVIT» .....	54
FIGUR 28: FOTOGRAFI AV ECDIS-EN MENS «OVIT» VAR GRUNNSTØTT .....	55

## Tabelliste

TABELL 1: KARTTYPER OG MÅLESTOKK.....	9
TABELL 2: ULIKE NIVÅ AV INFORMASJON I STRØMPILER .....	31



# 1 Innledning

## 1.1 Om gruppen

Gruppen består av tre studenter som er utdannet matroser, med erfaring fra sjøen før påbegynt utdanning ved NTNU. Alle tre har erfaring fra offshoresegmentet som matroslærlinger. Etter endt utdanning mønstrer vi på forskjellige fartøystyper.

Kompetansen for å skrive denne hovedoppgaven har vi fått gjennom utdanning de senere årene. Vår ECDIS-relaterte opplæring begynte i forbindelse med utstedelse av våre D5L(A)-sertifikat. Mer inngående kunnskap om emnet har vi fått ved NTNU gjennom teoretisk undervisning og praktiske øvelser i simulator.

## 1.2 Valg av problemstilling

Siden alle tre i gruppen har ønsker om å jobbe på ulike typer fartøy, var det viktig for oss ved valg av oppgave, at problemstillingen ble rettet mot noe som vil være nyttig for oss alle. Vi søkte etter spørsmål som dagens navigatører kan stå overfor i sin jobb, uavhengig av fartsområde og fartøystype. Navigasjonsinstrumenter og ECDIS er noe som er felles for mange fartøy. Så lenge et fartøy er utrustet med fullverdig ECDIS og ENC vil denne besvarelsen være nyttig å lese, uansett hvilket formål fartøyet er bygget for.

Vi valgte dermed en oppgave med ECDIS som tema, da dette er et relevant tema for dagens navigatører. For en navigatør på et moderne fartøy, vil det være nødvendig å bruke ECDIS for å føre fartøyet trygt fra havn A til destinasjon B, såfremt papirkart ikke er en etablert løsning til bruk om bord. Dagens navigatører bruker en kartstandard kalt S-57, men denne forventes å bli oppgradert til S-100 i løpet av de nærmeste årene (IHO, 2018 a).

Ved implementering av ny kartstandard, vil ECDIS kunne brukes på en annen måte enn tidligere. I tillegg til at ECDIS kan brukes til navigering og posisjonsangivelse, vil den også kunne brukes til å få presentert annen relevant informasjon, blant annet tidevannspresentasjon og mer dynamiske dybdekonturer (IHO, 2020 a). Vår problemstilling er derfor rettet mot denne overgangen.

### **1.3 Formålet med oppgaven**

Formålet med oppgaven er å gjøre rede for dagens kartstandard S-57, og videre undersøke hva overgangen til S-100 betyr for navigatørene som benytter ECDIS. ENC presentert på ECDIS fungerer i dag som en veletablert løsning for å støtte navigeringen. Det er likevel begrensninger og feilkilder knyttet til en slik løsning.

Ved å se på dagens kartstandard og dens tjenester, og sammenligne dette med S-100, vil det være mulig å undersøke om navigasjonssikkerheten kan påvirkes av at kartstandarden endres. I tillegg vil oppgaven kunne belyse hvilke tjenester som kan benyttes via S-100, og hvordan dette vil være en endring fra dagens standard. Ved å undersøke dette vil oppgaven dermed kunne komme nærmere en konklusjon på hva en slik endring betyr for navigasjonssikkerheten.

## **2 Teoretisk grunnlag**

### **2.1 Bakgrunn**

Ved utviklingen av elektroniske kartsystem, ble det utgitt flere ulike versjoner av kartstandarder. Dette var fordi ulike land og selskaper utviklet hver sine løsninger og standarder. Etter et økende behov for en felles standard og likt format for alle kart, ble S-57 utgitt i 1990 (Thornton, 2012). I forbindelse med denne utgivelsen, ble det også utviklet et elektronisk system som kunne håndtere denne kartstandarden, og samtidig være en fullverdig erstatning for papirkart. Dette systemet kjennes i dag som ECDIS.

Med årene som har gått siden den gang, er de elektroniske kartsystemene blitt utviklet i takt med økende teknologiske løsninger. Samtidig har all nyutviklet kartteknologi måttet forholde seg til internasjonale krav for ECDIS og ENC (IMO, 2006). Disse kravene er utgitt av IMO og IHO. Det ble produsert et kartsystem som leverte sjøkartdata over store deler av verden, som et resultat av internasjonale krav og et samarbeid mellom ulike interessenter. Kartdataene ble i dette systemet harmonisert til å fungere under en felles standard, S-57 (Thornton, 2012).

### **2.2 ECS og ECDIS**

Ved en redegjørelse av hvilke elektroniske kartsystem som er tilgjengelig på markedet, vil det være viktig å skille mellom de to systemene Electronic Chart System (ECS) og ECDIS. Begge gir mulighet for å laste inn og vise elektroniske sjøkart, men kun ECDIS følger IMOs krav om å være en fullverdig erstatning for papirkart (IMO, 2020).

ECS er fellesbetegnelsen for elektroniske kartsystem som ikke oppfyller kravene til IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS. Dette kan være fordi kartsystemene ikke benytter offisielle ENC-er, eller fordi funksjonaliteten ikke tilfredsstillende minimumskravene satt av IMO (Hecht, et al., 2017, p. 47). Et slikt kartsystem kan derfor ikke brukes som en erstatning for papirkart, da de ikke imøtekommer gjeldende krav for sjøkart. Det kan likevel benyttes slike kartsystem under seilinger, men da som et supplement for navigasjonen (Kartverket, u.d. a). Siden et slikt system ikke tilfredsstillende kravene til en ECDIS, vil det heller ikke være relevant å bruke dette systemet i denne oppgaven.

Skal man bruke et typegodkjent kartsystem for å erstatte papirkart, og som i tillegg oppfyller IMOs krav, må det benyttes ECDIS. Med et slikt kartsystem er det mulig å få presentert all informasjon som er nødvendig for at et fartøy skal opprettholde og gjennomføre en sikker seilas (Hecht, et al., 2017, p. 16). Denne oppgaven er derfor rettet mot ECDIS og dens tilhørende standarder, og ikke mot ECS og øvrige kartsystem. Det vil i den forbindelse være konkrete krav i IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS som gjelder ved bruk av ECDIS.

### **2.2.1 IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS**

Denne standarden beskriver hvilke krav som gjelder for ECDIS til bruk om bord. Enkelte av kravene vil være relevant å ta hensyn til uavhengig av om standarden som benyttes er S-57 eller S-100. Dokumentet er utgitt av IMOs maritime sikkerhetskomité, og kalles MSC.232(82) (IMO, 2006).

*1.2 ECDIS with adequate back-up arrangements may be accepted as complying with the up-to-date charts required by regulations V/19 and V/27 of the 1974 SOLAS Convention, as amended.*

Punkt 1.2 slår fast at ECDIS med adekvat back-up kan aksepteres som en erstatning for papirkart. Dette kravet imøtekommes gjennom kapittel V i SOLAS, med endringer. Dette avsnittet er dermed et viktig punkt ved bruk av ECDIS, siden det bekrefter at det ikke er nødvendig med papirkart, så lenge dette kravet er tatt hensyn til. Dersom et fartøy har en fullverdig løsning med typegodkjent ECDIS og back-up, vil kravet om å ha adekvate og oppdaterte kart være godkjent. I praksis vil en slik løsning bety at et fartøy kan seile uten papirkart om bord, men ECDIS-løsningen må da gi samme informasjon og ha de samme bestikkmuligheter som de tradisjonelle papirkartene (Hecht, et al., 2017).

*1.7 ECDIS should have at least the same reliability and availability of presentation as the paper chart published by government authorized hydrographic offices.*

Med punkt 1.7 vil det også være satt krav til hvordan sjøkartet skal presenteres på skjermen. Spesielt vil ordet «availability» være viktig når kartet skal presenteres på en skjerm. Et papirkart vil være utgitt på et større format enn en digital skjerm. Skal man hente

informasjon i et papirkart, vil det dermed være enklere å få et overblikk over området fartøyet seiler i. I et digitalt sjøkart presentert på en ECDIS, må det være funksjoner som gjør at dette overblikket kan skaffes like enkelt og raskt.

### **2.2.2 IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS, med endringer**

I forbindelse med det 7. møtet holdt av IMOs subkomité for navigasjon, kommunikasjon og søk og redning (NSCR), ga IHO ut et skriv som forklarte problemet med å beholde dagens reviderte Performance Standard for ECDIS. Dette er fordi standarden beskriver krav til S-57 som er teknisk utdatert. IHO anbefalte derfor å utgi en Performance Standard med oppdaterte endringer som blant annet inkluderer S-100 og S-101 ENC (IHO, 2019 a) (IHO, 2020 b).

Samme subkomité fikk utgitt forslag til endringer på den reviderte Performance Standarden fra 2006 via sekretariatet i IMO. Forslagene innebærer blant annet at enkelte ordlyder i standarden endres og henvises til IHOs utgivelser *S-100 Universal Hydrographic Data Model* og produktspesifikasjonen til S-101 ENC (IMO NSCR, 2020). Den nye versjonen av Performance Standard for ECDIS med endringer, er et av temaene når IMOs maritime sikkerhetskomité (MSC) skal møtes i mai 2020 (IHO, 2020 c). Det forventes at det trengs flere godkjenninger før S-100 kan overta for S-57. Den første godkjenningen blir sannsynligvis at den nye Performance Standarden blir oppdatert til å inkludere S-100 og S-101 ENC. Senere kan det bli muligheter for også å inkludere de øvrige produktene som kan leveres med S-100 (ibid.).

### **2.2.3 Bestanddeler i ECDIS**

Det er fem sentrale komponenter i ECDIS (Norris, 2010, p. 67):

- Offisielle digitale kartdata.
- Maskinvare, herunder prosessor, hovedminne – Random Access Memory (RAM), harddisk og CD ROM (eller USB).
- Typegodkjent software for elektroniske kart.
- Typegodkjent brukergrensesnitt, eksempelvis skjerm, tastatur og mus.
- Tilkoblinger til andre instrumenter om bord.

For at en ECDIS skal fungere som tiltenkt, må den være tilkoblet ulike sensorer. IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS har som et minimum fastsatt at en ECDIS skal være tilkoblet fartøyets posisjonsreferansesystem, gyrokompass og fart- og distansemåler (IMO, 2006, p. 11). Disse instrumentene må være tilkoblet på en slik måte at en enkeltfeil ikke kan påvirke systemet. Dette er grunnen til at sensorene må være tilkoblet direkte til ECDIS. Andre sensorer som ikke er påkrevd i standarden, kan være tilkoblet uten å gå direkte til ECDIS (Becker-Heins, 2014, pp. 160-161).

IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS krever at fartøyets posisjon skal bli gitt av et posisjonsreferansesystem. I tillegg skal det kunne gis input fra et annet posisjonsreferansesystem som fungerer med annen virkemåte, såfremt det er mulig. I slike tilfeller der to ulike system er i bruk, skal ECDIS ha mulighet til å oppdage avvik mellom dem (IMO, 2006) (Becker-Heins, 2014, p. 161).

Det finnes en rekke ulike produsenter av ECDIS og tilhørende utstyr. Alt av tilkoblet utstyr må være typegodkjent av flaggstaten. I tillegg til krav i IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS, har International Electrotechnical Commission (IEC) fastsatt minimumsspesifikasjoner. Alt av utstyr som skal kobles til ECDIS, må testes og sjekkes for at de tilfredsstiller kravene til ulike IEC-reguleringer. Når disse testene er fullført, og ECDIS oppfyller alle de tekniske spesifikasjonene, vil den bli typegodkjent. Innenfor EU vil typegodkjent utstyr være rattmerket, som viser at de har blitt testet og fått typegodkjenning (Becker-Heins, 2014, p. 32).

## 2.3 ENC

Offisielle elektroniske sjøkart produsert i henhold til S-57-standarden, kalles ENC. Dette er kartene som benyttes i ECDIS, som et alternativ til papirkart (Kartverket, 2019 a).

### 2.3.1 Oppbygningen av ENC

IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS definerer ENC slik:

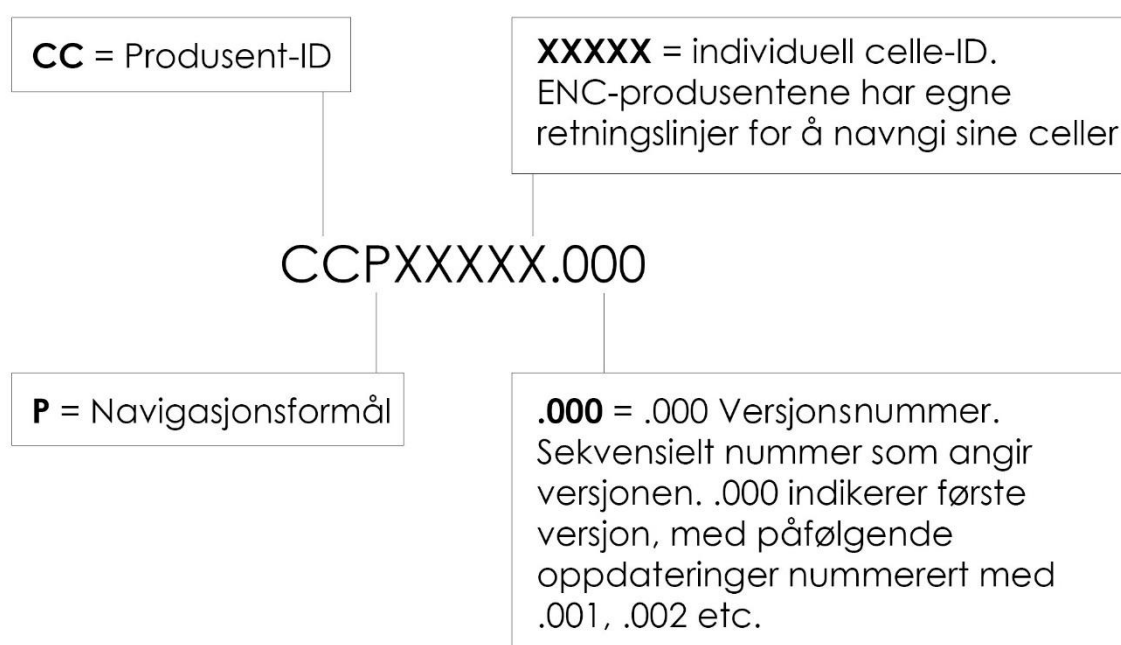
*«Electronic Navigational Chart (ENC) means the database, standardized as to content, structure and format, issued for use with ECDIS by or on the authority of a Government, authorized Hydrographic Office or other relevant government institution, and conform to IHO standards. The ENC contains all the chart information necessary for safe navigation and may contain supplementary information in addition to that contained in the paper chart (e.g. sailing directions) which may be considered necessary for safe navigation» (IMO, 2006).*

ENC blir beskrevet som databasen med standardisert innhold, struktur og format, for bruk i ECDIS utgitt av eller på vegne av en nasjons myndigheter, sjøkartverk eller annen relevant statlig organisasjon, i henhold til IHO-standarder. ENC inneholder all nødvendig kartinformasjon for sikker navigering og kan inneholde tilleggsinformasjon utover det som finnes i et papirkart, dersom dette er nødvendig for sikker navigasjon (IMO, 2006).

ENC er såkalte vektorkart, hvor informasjonen i kartet kan defineres av brukeren selv. Informasjonen er lagdelt og visningen er tilpasset i flere målestokker (Kjerstad, 2019). Data i et vektorkart består av koordinatfestede punkter med sammenbindinger, slik at punktene danner geometriske objekter i form av punkter, linjer eller polygoner (flater). Objektene beskrives også av attributter (Kjerstad, 2015, p. 2.153). Attributter vil si informasjon som beskriver objektets egenskaper. Eksempler på objekter kan være ulike sjømerker, mens attributter kan eksempelvis være sjømerkets navn og farge (ibid.). S-57 spesifiserer at datumet brukt i ENC skal være WGS84, samt at dybder og høyder oppgis i meter, posisjonsnøyaktighet i meter, og distanser i nautiske mil eller meter (Norris, 2010).

Vektorkart er organisert i rektangulære celler (Becker-Heins, 2014). Figur 1 viser hvordan hver enkelt celle navngis. Denne modellen beskriver produsent-ID, karttype som beskriver

navigasjonsformålet (se tabell 1 på side 9), celle-ID og versjonsnummer. Cellene i S-57 versjon 3.1 er ikke geografisk begrenset, men størrelsen på hver celle kan ikke overstige 5 MB (Kjerstad, 2015, p. 2.155). Hver celle har en definert geografisk utbredelse og karttype avhengig av navigasjonsformål (usage). Det er dette som muliggjør for en sømløs navigasjon på tvers av ulike celler innenfor samme «usage» (Wärtsilä, 2016). Cellene med ENC-er er organisert slik at de danner en sømløs database. «*Navigatøren vil derfor aldri oppleve at man seiler ut mot kanten på et kart uten å se hva som skjuler seg på neste kart, slik tilfellet er på et papirkart*» (Kjerstad, 2015, p. 2.154). Dette forutsetter imidlertid at man har kjøpt tilgang til cellene.



Figur 1: Nummerering av kartceller (The United Kingdom Hydrographic Office, 2012)

Som vist i tabell 1 på neste side, er ENC-er inndelt etter bruksområde i forhold til navigasjonsformål, i seks kategorier av karttyper. Målestokken for produksjon av de ulike karttypene er ikke bestemt i S-57, men IHO foreslår overfor sjøkartverkene bruk av nevnte målestokker, i publikasjonen S-65 (Becker-Heins, 2014, p. 73). Hver av disse karttypene viser den mengden informasjon som er nødvendig for å sikre navigasjonen for sitt område. På samme måte som papirkart, vil et innseilingskart i ENC ha en langt større detaljrikdom enn et overseilingskart (Becker-Heins, 2014, p. 73).

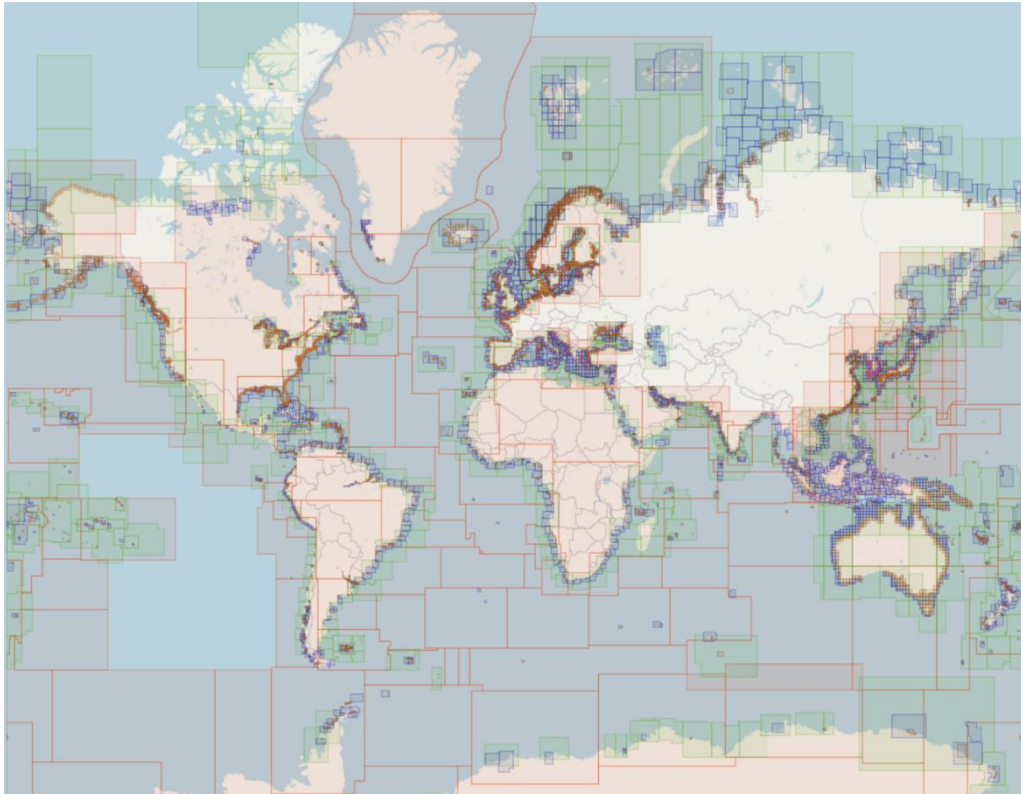


Tabell 1: Karttyper og målestokk (Kartverket, 2018, p. 21)

Navigational Purpose	Name	Scale Range	Available Compilation Scale	Matching Scale Ranges
1	Overview	<1:1,499,999	3,000,000 and smaller 1,500,000	200 NM 96 NM
2	General	1:350,000 - 1:1,499,999	700,000 350,000	48 NM 24 NM
3	Coastal	1:90,000 – 1:349,999	180,000 90,000	12 NM 6 NM
4	Approach	1:22,000 – 1,89,999	45,000 22,000	3 NM 1,5 NM
5	Harbour	1:4000 – 1:21,999	12,000 8000 4000	0,75 NM 0,5 NM 0,25 NM
6	Berthing	>1:4000	3999 and larger	<0,25 NM

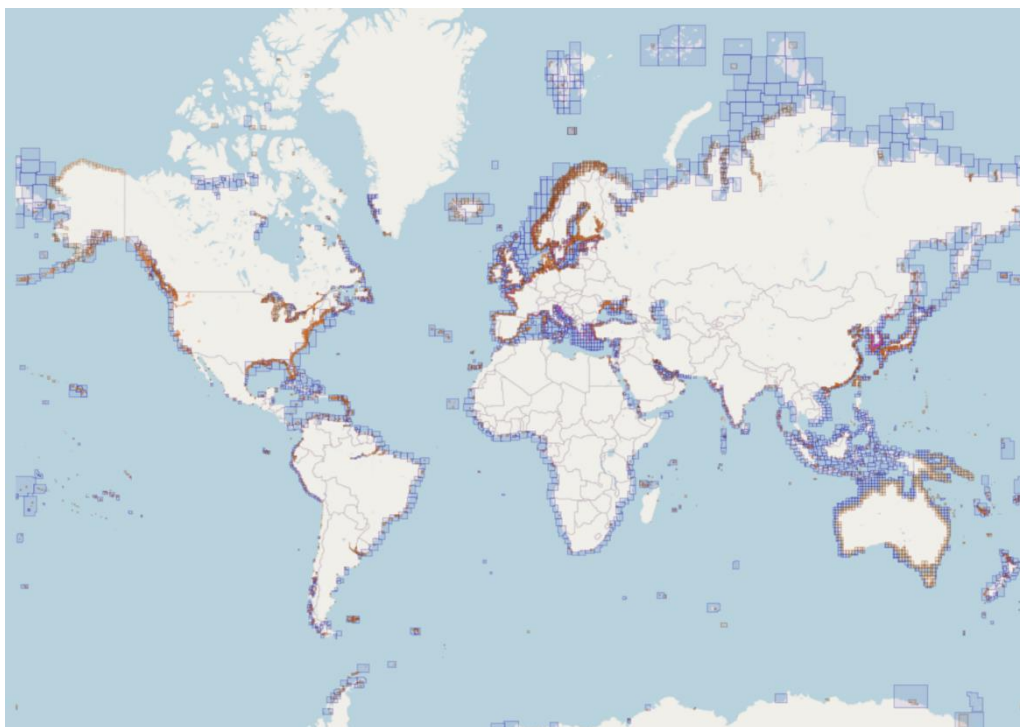
Tabell 1 viser med de seks bruksområdene for navigasjonsformål, hvordan ulike skaleringer viser sjøkart til ulike formål. Det er viktig at en navigator er klar over de ulike bruksområdene, og at de ulike karttypene brukes til riktig tid. Alle ENC-er utgis med en bestemt skala. Eksempelvis vil kart med målestokk 1:180 000 og 1:90 000 kunne benyttes for kystseilas. Dersom det benyttes en visningsskalering mellom disse, vil man i praksis zoome inn eller ut på ENC. Dette fører til en over- eller underskalering av en ENC som ikke er ment å benyttes for den skalaen (Kjerstad, 2015).

Dersom ENC benyttes med den tiltenkte skalaen, vil man oppnå en informasjonsmengde som tilsvarer navigasjonsformålet. På mindre skalaer vil dette føre til en god oversikt over farvannet, men enkelte detaljer kan være utelatt. På større skalaer vil man få en økt informasjonsmengde med visning av alle sjømerker, grunner og skvalpeskjær med mer, for en bedre oversikt over farvannet nærmere fartøyet. Navigatøren må dermed finne den ENC-skalaen som passer farvannets bruk, samtidig som all nødvendig informasjon er inkludert i visningen. Dersom kartet skaleres til målestokker som er større enn ENC-grunnlaget, vil dette kunne gi en falsk trygghet om nøyaktighet. For å unngå at dette skjer, vil ECDIS gi en indikasjon ved slik overskalering (Kjerstad, 2015) (IMO, 2006, p. 17).



Figur 2: Global ENC-dekning (PRIMAR, 2020)

Som vist på figur 2, er det tilnærmet global dekning av ENC. Denne figuren viser alle tilgjengelige ENC-er i verden. Fargene representerer ulike karttyper.



Figur 3: Global ENC-dekning, karttype 1 og 2 ekskludert (PRIMAR, 2020)

Figur 3 viser global dekning av ENC, hvor karttype 1 og 2 er ekskludert fra visningen. Dette gjør at den totale dekningsgraden av detaljkart er relativt lav. I navigasjonssammenheng er det imidlertid ikke behov for detaljkart over havområder med stor dybde. Detaljkart er først og fremst nyttige i kystområder, spesielt ved innseiling til havn og andre trafikkerte områder. Man kan se at norske farvann er blant områdene i verden som utmerker seg med høy dekningsgrad av detaljkart, sammenlignet med andre nasjoners kystområder. For eksempel har deler av Sør-Amerika, Afrika og Asia langt mindre dekningsgrad av detaljerte kart.

### **2.3.2 System Electronic Navigational Chart**

IEC sin standard for ECDIS, IEC 61174, beskriver System Electronic Navigational Chart (SENC) som en database i produsentens interne format i ECDIS, som et resultat av en tapsfri omdannelse av hele ENC-er og oppdateringer. ECDIS benytter denne databasen til både å generere innholdet som vises på skjermen og til andre navigasjonsfunksjoner. Dette tilsvarer et oppdatert papirkart. SENC kan også inneholde informasjon tilført av navigatøren samt informasjon fra andre kilder (IEC, 2008). SENC kan enkelt beskrives som det viste innholdet på skjermen (Thornton, 2012, p. 110).

SENC består av ENC sammen med brukerspesifikke data, slik som ruteplaner, data fra fartøyets automatiske identifikasjonssystem (AIS), slepestrek og lignende. Dette danner grunnlaget for det viste bildet (Norris, 2010). Der ENC vil være databasen for kartene, vil SENC være dataene som systemet leverer for å vise den ønskede informasjonen (Kjerstad, 2015). Det finnes to godkjente måter for å bygge opp SENC. Den første måten er at ECDIS-en foretar en konvertering av ENC til SENC. Den andre måten er å motta ferdig konvertert data fra en godkjent distributør (Thornton, 2012, p. 110).

Innholdet som distribueres via SENC skal være adekvat og oppdatert i henhold til SOLAS V/27 sine krav om nautiske publikasjoner (IMO, 2006). Disse kravene gjelder også for ECDIS via IMOs reviderte ECDIS Performance Standard (IMO, 2014). Dermed vil SOLAS sine krav til nautiske publikasjoner bli imøtekommet ved at systemet til SENC viser ENC-ene på ECDIS korrekt. Visning av SENC-informasjon på ECDIS er også et eget kapittel i IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS (IMO, 2006). Dette sikrer at visningen på ECDIS er i henhold til de gjeldende krav og standarder.

### **2.3.3 Produksjon og distribusjon av ENC**

Det finnes omkring 70 ulike nasjonale sjøkartverk som produserer ENC-er (Hecht, et al., 2017). Med så mange ulike produsenter av ENC-er oppstår utfordringen med hvordan man kan forsikre seg om at alle ENC-er holder samme kvalitet i form av innhold, samt presentasjon og funksjonalitet i ECDIS. Målet er en sømløs, internasjonal database av ENC-er. Til tross for definerte standarder for produksjon av ENC, er det likevel rom for tolkning. For å overkomme denne utfordringen har IHO opprettet en komité kalt World-wide Electronic Navigational Chart Data Base (WEND). Formålet med WEND er å sikre et jevnt nivå av høykvalitets- og oppdaterte ENC-er gjennom integrerte tjenester som møter kravene i SOLAS kapittel V, samt IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS. WEND definerer ansvarsområder for nasjonale sjøkartverk og Regional ENC Coordinating Centre (RENC) med hensyn på utvikling, kvalitetssikring og utgivelse av ENC-er (Hecht, et al., 2017).

Før en ENC kan brukes, må kartdata kjøpes og installeres. ENC-data produseres av nasjonale sjøkartverk, og i enkelte tilfeller blir disse dataene også levert direkte til markedet av sjøkartverkene. I de fleste tilfeller blir ENC-ene imidlertid distribuert av organisasjoner kalt RENC, eller en underliggende distributør (Norris, 2010). Det finnes i dag to ulike RENC: PRIMAR og International Centre for ENC's (IC-ENC) (Hecht, et al., 2017). Både IC-ENC og PRIMAR er statlig eide, og non-profit organisasjoner (IC-ENC, 2012) (PRIMAR, 2017). Videre er det en RENC under oppbygging i Asia, kalt East Asia Hydrographic Commission Regional ENC Coordination Centre (EA-RECC) (IHO, 2019 b).

## 2.4 S-57

IHO Special Publication 57 - Transfer Standard for Digital Hydrographic Data (S-57) er en standard utgitt av IHO. S-57 er IHOs definerte standard for utveksling av digitale hydrografiske data (IHO, 2020 d). Standarden omhandler utveksling av hydrografiske data mellom sjøkartverk, samt distribusjon av hydrografiske data til produsenter, sjøfarende og andre brukere. Formålet med standarden er å sikre at all utveksling av hydrografiske data skal foregå på en ensartet måte (Weintrit, 2009, p. 204). S-57 er primærstandarden brukt i produksjon av ENC, og beskriver hvordan ENC skal produseres (IHO, 2020 d).

### 2.4.1 Historie

IHOs komité for ECDIS ble etablert i oktober 1986. Problemstillingen var at ulike nasjoners sjøkartverk trengte å utveksle elektronisk informasjon i en felles standard. Videre trengte utstørsprodusenter tekniske spesifikasjoner for utstyr som skulle benytte programvare for elektroniske kart. På IHOs konferanse i 1987 ble en standard for utveksling av digitale data vedtatt, kalt DX-87. IMO publiserte en teoretisk modell av elektroniske kartdata for DX-87. Standarden ble opprettet på et grunnlag av begrenset kunnskap i IHO og IMO, uten å konsultere med næringslivet (Thornton, 2012, p. 20).

The North Sea Project var et regionalt samarbeidsprosjekt, ledet av Norges og Danmarks sjøkartverk. Målet med prosjektet var å etablere en felles database for nordsjøregionen, samt å demonstrere gjennomførbarheten av elektroniske kart. Prosjektet testet DX-87-formatet i 1987-88. Konklusjonen fra testene var at DX-87 hadde en rekke svakheter, og at det var stort behov for en funksjonell felles standard. Dette førte til at ulike nasjonale sjøkartverk satte ned en arbeidsgruppe i 1989, for å opprette en ny standard. Denne gangen med et tettere samarbeid med næringslivet i forhold til forskning og utvikling. Resultatet av dette arbeidet var at S-57 ble opprettet i 1990 (Thornton, 2012, p. 21). S-57 ble offisielt vedtatt som en IHO-standard i 1992 (Ward & Greenslade, 2016).

Etter flere års utvikling ble S-57 versjon 3.0 utgitt av IHO i 1996 (Ward & Greenslade, 2016). Det ble bestemt at versjon 3.0 skulle fryses (dvs. forbli uendret) i en periode på fire år, for å legge til rette for utviklingen av ENC og utstyr til ECDIS. Etter denne perioden ble det utgitt en ny utgave, kalt S-57 versjon 3.1 (IHO, 2000). Denne versjonen er fremdeles

gjeldende (IHO, 2019 c). S-57 versjon 3.1 ble utviklet av «Transfer Standard Maintenance and Application Development Working Group» (TSMAD) i IHO-komiteén «Committee on Hydrographic Requirements for Information Systems» (CHRIS), tidligere IHOs komité for ECDIS (IHO, 2000). TSMAD ble senere en del av ENC Standards Maintenance Working Group (ENCWG) (Weintrit, 2015, p. 37). CHRIS heter i dag Hydrographic Services and Standards Committee (HSSC) (IHO, 2018 b).

### **2.4.2 Oppbygningen av S-57**

Produktspesifikasjonen for S-57 versjon 3.1 består av tre deler, samt to vedlegg.

- Del 1 inneholder en generell introduksjon, samt referanser og definisjoner.
- Del 2 beskriver den teoretiske datamodellen standarden er basert på.
- Del 3 definerer datastrukturen og formatet brukt for å anvende datamodellen, og definerer de generelle reglene for koding av data.
- Vedlegg A er objektkatalogen som inneholder det offisielle IHO-godkjente dataskjemaet for utveksling av data om entiteter i den virkelige verden.
- Vedlegg B inneholder de IHO-godkjente produktspesifikasjonene, som er tilleggsregler som gjelder for spesielle anvendelser.

(IHO, 2000)

### **2.4.3 utfordringer knyttet til S-57**

Selv om S-57 versjon 3.1 har mange gode sider, har den likevel en rekke utfordringer. Dette er knyttet til at standarden kommer med en rekke begrensninger. For det første var standarden utviklet med fokus på å imøtekomme IMO sine krav til ECDIS. For det andre er S-57-standardens fryst (Weintrit, 2009, p. 204). At den er fryst vil si at den ikke er åpen for endringer. Unntaket er objektkatalogen Use of Object Catalogue for ENC (UOC), som senere er blitt åpen for endringer (IHO, 2018 e). Dette innebærer at oppgraderinger og endringer av standarden ikke lar seg gjøre, uten å oppheve frysingen. Videre støtter ikke den nåværende strukturen av standarden fremtidige funksjoner, slik som høyoppløselig batymetri og tidsvarierende informasjon (Ward & Greenslade, 2016).

En annen utfordring knyttet til dagens S-57, er at S-57 er ansett for å være en begrenset standard, som kun fokuserer på produksjon og utveksling av ENC-data (Weintrit, 2009, p. 205).

## **2.5 Noen funksjoner i dagens ECDIS**

Selv om en ECDIS har krav til hvordan systemet skal fungere i henhold til IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS, vil produsentene ha mulighet til å utvikle tilleggsfunksjoner utover de kravene som er satt i standarden. Dette gjelder så lenge dette ikke går utover kravene som er satt til funksjonaliteten til ECDIS. Videre kan også slike funksjoner gi et konkurransefortrinn fremfor andre produsenter. ECDIS vil dermed bli en viktig komponent i ønsket om å integrere flere informasjonssystem i ett felles system om bord (Kjerstad, 2015).

### **2.5.1 Sikker dybdekontur**

IEC 61174 slår fast at det skal være mulig for navigatøren å velge en sikkerhetskontur blant dybdekonturene levert fra SENC. ECDIS skal fremheve sikkerhetskonturen over andre konturer i kartet. Dersom navigatøren ikke spesifiserer en sikker dybdekontur skal standardinnstillingen være 30 meter (IEC, 2008).

Hvis sikker dybdekontur angitt av navigatøren eller standardinnstillingen på 30 meter ikke er i den viste SENC, skal den viste sikre dybdekonturen automatisk endres til neste dypere dybdekontur. Det samme skal skje dersom sikkerhetskonturen blir utilgjengelig som en følge av endringer i tilgjengelig data. I begge tilfeller skal det gis en indikasjon. Med indikasjon menes en visuell indikasjon som gir informasjon om tilstanden til et system eller utstyr (ibid.).

Annex D i IEC 61174 krever at det skal gis alarm ved kryssing av sikker dybdekontur. Med alarm menes annonsering med lyd, eller audiovisuell varsling, ved en situasjon som krever oppmerksomhet (ibid.).

## 2.5.2 Grunnstøtingsalarm

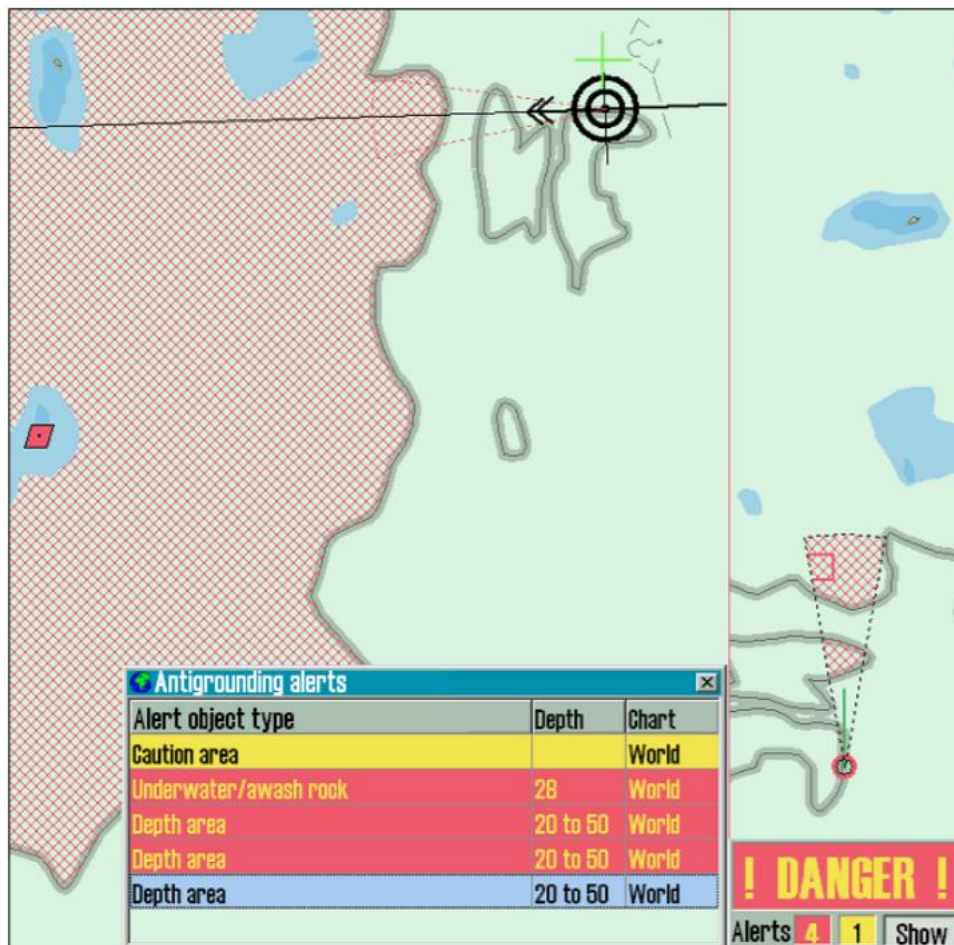
En av ulempene ved navigering i ECDIS er den begrensede skjermstørrelsen (Becker-Heins, 2014, p. 77). IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS krever en effektiv kartpresentasjon på minimum 270 mm x 270 mm (IMO, 2006). Sammenlignet med et papirkart (1,20 m) begrenser dette navigatørens oversikt når ENC-ene vises i sin naturlige skala (Becker-Heins, 2014, p. 77).

For å sikre god oversikt i navigasjonen har ECDIS en funksjon som gjennom søker farvannet foran fartøyet, også forbi det viste kartet på skjermen, etter farlige objekter i de hydrografiske dataene (ibid.). IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS navngir ikke denne funksjonen. Produsentene har egne navn på denne funksjonen, for eksempel Anti-Grounding Cone, Safety Frame og Guard Zone (Thornton, 2012, p. 288). I denne oppgaven omtales funksjonen som grunnstøtingsalarm.

Grunnstøtingsalarmen søker i et brukerdefinert område etter farer én gang i sekundet (ibid.). Figur 4 viser hvordan en slik sektor kan være utformet. Grunnstøtingsalarmen skal i henhold til IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS (IMO, 2006):

- Gi alarm, dersom fartøyet innenfor en brukerdefinert tid vil krysse sikker dybdekontur.
- Gi alarm eller indikasjon (velges av bruker) dersom fartøyet innenfor en brukerdefinert tid vil krysse grensen til et forbudt område, eller et område for hvor spesielle vilkår gjelder, i henhold til Appendix 4 i Performance Standards for ECDIS.
- Gi indikasjon dersom fartøyet på inneværende kurs og fart vil passere nærmere enn brukerdefinert avstand til en navigasjonsfare (eksempelvis skjær eller vrak) som er grunnere enn sikker dybdekontur.





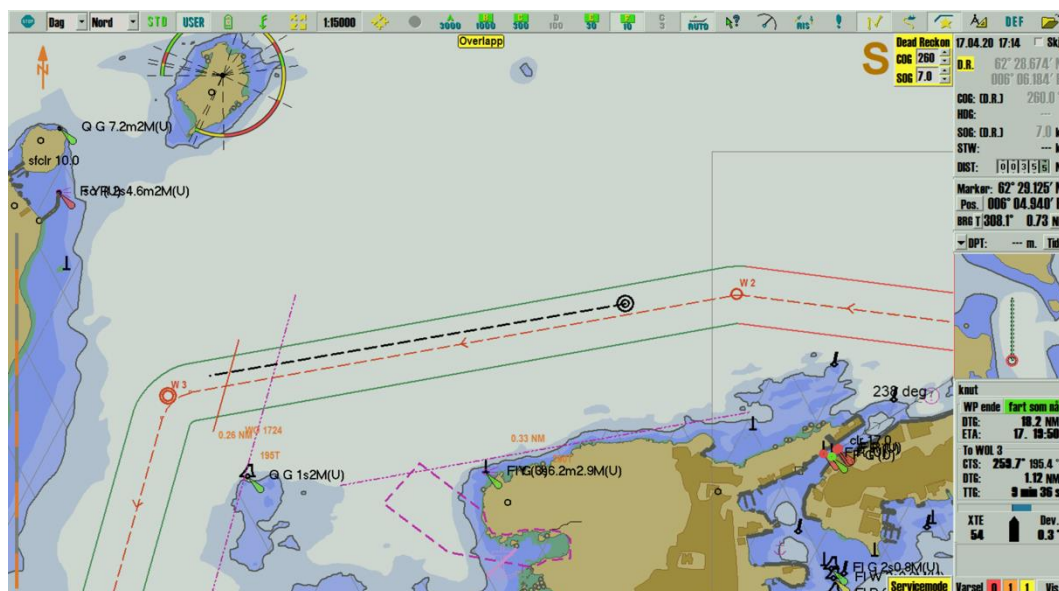
Figur 4: Grunnstøtingsalarm fra TECDIS-manual (Furuno, 2007)

Parameterne for rekkevidde og bredde må angis av navigatøren. Rekkevidden angis enten som en absolutt distanse eller en gitt tid foran fartøyet. Den andre verdien som må angis er søkesonens bredde. Enten som et rektangel, hvor bredden angis som en avstand fra styrbord til babord, eller som en sektor hvor bredden gis i antall grader (Hecht, et al., 2017, p. 226). Navigatøren må angi passende parametere i forhold til farvannet, slik at søkeren fungerer optimalt for området fartøyet seiler i.

### 2.5.3 Safe Corridor & Route Check

Når en navigatør skal planlegge en rute i ECDIS, kan det legges inn en maksimal distanse til babord og styrbord fra der hvor rutelinjen er. Distansen ut til siden heter «Cross Track Limit» (XTL), eller «Cross Track Distance» (XTD). En navigatør kan selv definere XTL og variere bredden for hvert rutelegg, alt etter hvor ruten går (Hecht, et al., 2017, pp. 196-197).

En rute med XTL på hver side, kalles «safe corridor». Når en navigatør er ferdig å planlegge en seilas, og skal gjennomføre en sjekk av ruten, vil denne korridoren bli sjekket for farer i kartet (Hecht, et al., 2017, pp. 196-197). En rute som er sjekket av rutesjekkfunksjonen vil være farget grønn dersom ECDIS-en ikke finner farer i ruten. Dersom rutesjekkfunksjonen finner farer i den definerte ruten, vil denne vises som rød eller oransje. Figur 5 viser hvordan ruteleggene blir farget. Det er viktig å justere XTL-bredden etter hvor seilasen går. Dersom en seilas skal gå over store havstrekninger er det en fordel å ha bred XTL. Dette gjør at det blir en større distanse til eventuelle farer, dersom korridoren er bekreftet trygg. En annen fordel er at fartøyet kan avvike noe fra kurslinjen, uten at «off-track»-alarmen går. Når et fartøy seiler i trangere farvann eller nærmer seg havn, bør XTL-bredden være mindre. Dette er fordi man må ha høyere presisjon i seilasen, slik at man minimerer risikoen for en grunnstøting (Becker-Heins, 2014, pp. 179-180).



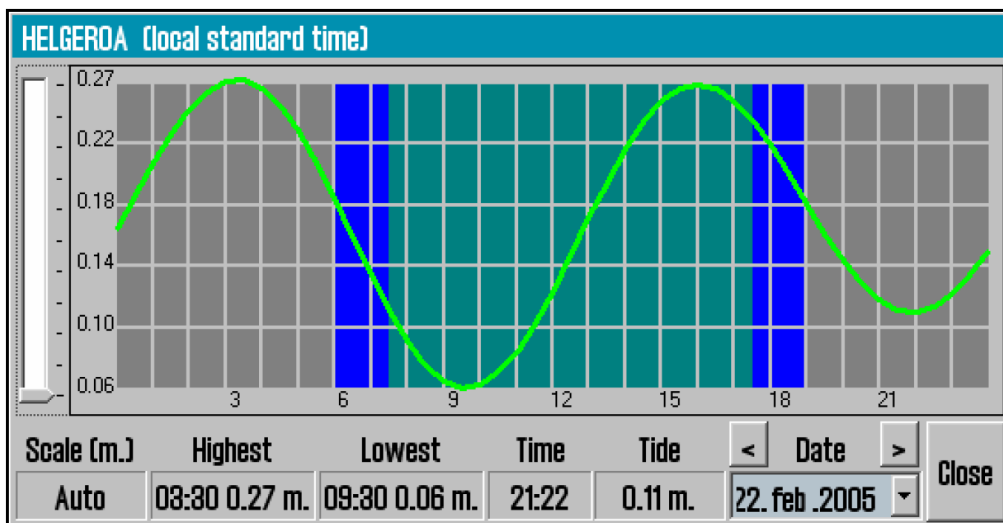
Figur 5: Skjerm bilde av en TECDIS som viser safe corridor (NTNU TECDIS-simulator)

Når ECDIS blir brukt i ruteovervåking vil navigatøren kunne lese ut Cross Track Error (XTE). XTE vil være distansen målt vinkelrett ut fra rutelinjen til fartøyets posisjon. På figur 5 er avstanden 54 meter fra den stiplede ruten til fartøyet. Dersom den aktuelle XTE-en til et fartøy overstiger den XTL-en som er angitt i ECDIS da ruten ble laget, vil en «off-track»-alarm utløses (Becker-Heins, 2014, p. 175).

## 2.5.4 Tidevannsdata

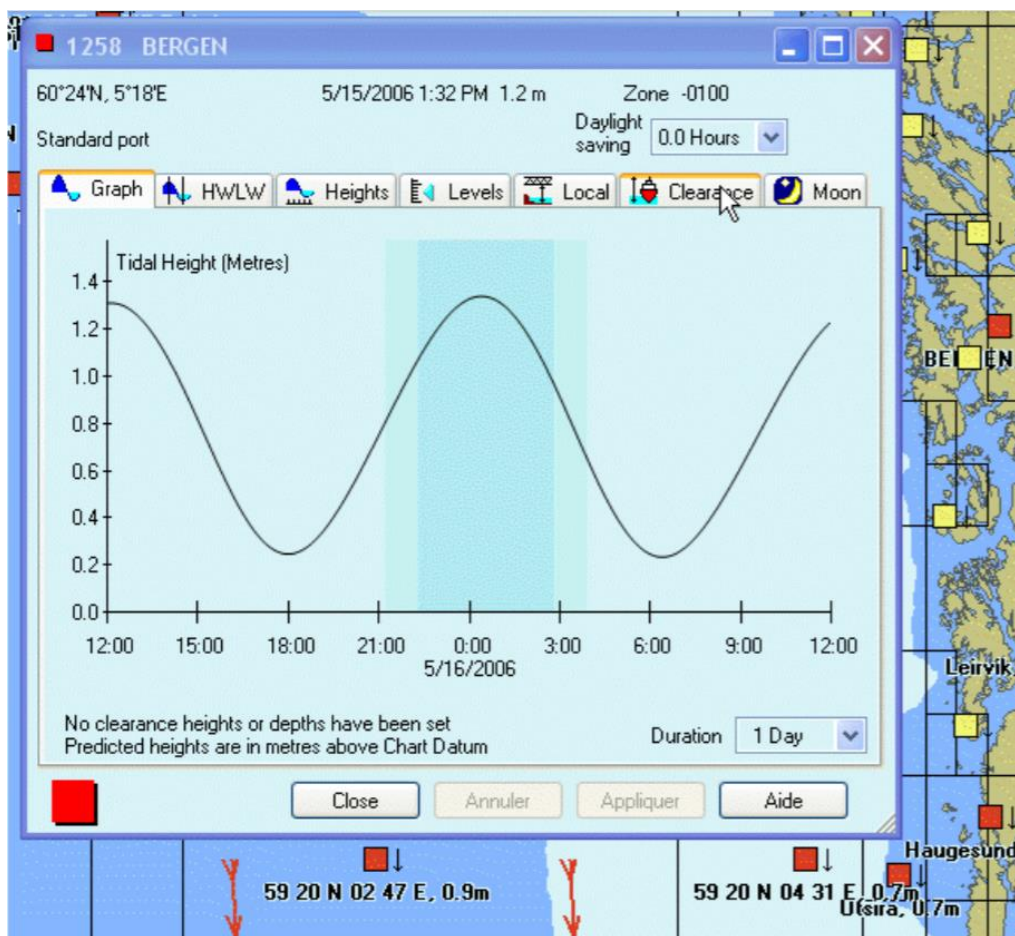
I dagens sjøkart er dybder definert etter sjøkartnull. Dette er en dybdemåling angitt i meter eller fot, som ofte er gitt av laveste astronomiske tidevann. Med slike angitte dybder i sjøkart, får navigatøren en beskrivelse av hvordan en rute kan settes opp avhengig av fartøyets dypgang og klaring til bunnen. I virkeligheten vil denne angitte dybden som oftest avvike fra faktisk dybde, da det ikke er tatt hensyn til tidevann og astronomiske påvirkninger. Siden sjøkartnull ofte er definert ut fra laveste astronomiske tidevann, vil den faktiske dybden ofte være større enn angitt dybde. Det forekommer likevel at virkelig dybde kan være mindre enn sjøkartnull (Kartverket, u.d. b). I slike tilfeller vil det være svært viktig at navigatøren er observant og kjent med farvannsdypden i det øyeblikket fartøyet navigeres gjennom leden.

Det er mulig å aktivere tidevannsberegning som en tilleggsfunksjon i ECDIS, for å kunne overvåke vannstanden under navigering (Kjerstad, 2015). I ENC vil ikke tidevannsberegningen kunne endre tallene som angir dybdene i selve kartet. Dybdene kan ikke korrigeres ut fra virkelig vannstands nivå, og vil alltid være presentert som sjøkartnull (Becker-Heins, 2014). Tilleggsfunksjonen for tidevann vil derfor bare kunne aktiveres på skjermen til å vise tidevannstabeller og -grafer, som vist på figur 6. I slike tabeller vil det imidlertid kunne være beregninger basert kun på harmoniske konstanter. Dette gir ikke en eksakt beregning av vannstands nivå, slik som de offisielle beregningene hvor flere parametere er tatt hensyn til (Kjerstad, 2015). I tillegg vil en slik tilleggsfunksjon kunne belaste navigatøren med andre oppgaver enn å holde oppmerksomheten rettet mot navigasjonen.



Figur 6: Tidevannsgraf i ECDIS (Furuno, 2007)

I ECDIS fra produsenten Maris vil imidlertid tidevannsdataene kunne leveres fra Admiralty TotalTide (Navico Holding, 2017). TotalTide er en tjeneste fra Admiralty som distribuerer offisielle tidevannsdata til bruk om bord (UK Hydrographic Office, 2020). Tjenesten vil gi tidevannsdata i et eget vindu i ECDIS, slik som vist på figur 7. Tidevannsdataene skiller da mellom beregninger gitt av harmoniske konstanter og beregninger gjort med hensyn på tidspunkt og tidevannshøyde med utgangspunkt fra en referansehavn (Navico Holding, 2017).



Figur 7: Skjermbilde fra Maris ECDIS som viser tidevannsgrafene i TotalTide (Navico Holding, 2017)

### 2.5.5 Øvrige funksjoner

Det finnes flere funksjoner i ECDIS enn det som er presentert i de forrige kapitlene. Eksempler på dette er aktivering av radaroverlegg over ENC, presentasjon av ekkoloddsinput (dybde under kjøll), kontroll av autopilot, eller anvendelse av taktiske funksjoner (deriblant innen søk og redning). Det vil imidlertid være begrenset hvor ofte informasjonen kan oppdateres. Integreerte inputs fra andre systemer om bord, kan oppdateres internt. Annen informasjon som får inputs fra eksterne komponenter, vil ha begrensede

muligheter for sanntidsinformasjon. Å kommunisere med eksterne system utenfor fartøyet, vil dermed være en begrensning som ikke lar sanntidsinformasjon bli oppdatert kontinuerlig på en ECDIS med S-57-standard (Kjerstad, 2015).

## **2.6 S-100**

S-100 er IHO sin «Universal Hydrographic Data Model». Produktspesifikasjoner som utgis som en del av S-100, vil legges over denne underliggende datamodellen, istedenfor under S-57 versjon 3.1 som brukes i dag (IHO, 2018 a). S-100 er ikke en standard i seg selv, men en ramme av ulike standarder. Det betyr at det utvikles nye standarder (produkter eller lag) til bruk over S-100, som inngår som en del av rammeverket til S-100 (Hecht, et al., 2017, p. 442).

### **2.6.1 Historien til S-100**

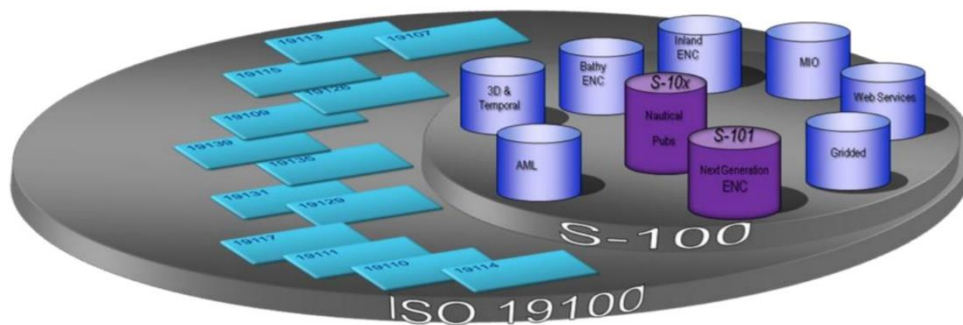
Siden det er begrensninger knyttet til bruk av S-57, vurderte IHOs komité CHRIS å revidere denne standarden i november 2000. Målet med revisjonen var at S-57 skulle fornyes, og dermed fjerne de kjente begrensningene. Det ble til slutt tatt en avgjørelse om at revisjonen ikke skulle gjennomføres. Det ble istedenfor satt som mål å utvikle en ny standard, kalt S-100. Denne standarden skulle kunne inkludere nytt innhold og et nytt datautvekslingsformat (Ward & Greenslade, 2016, p. 2).

Utviklingen av S-100 begynte i 2001. TSMAD som er underlagt IHO, fikk i oppgave å utvikle denne nye standarden. Siden det har tatt flere år å utvikle S-100, ble det i 2015 nedsatt en dedikert arbeidsgruppe til dette prosjektet. Gruppen kjennes i dag som S-100 Working Group (S100WG) (IHO, 2018 a, p. i).

### **2.6.2 Oppbygningen av S-100**

S-100 skal støtte et vidt spekter av hydrografiske, digitale datakilder og produkter. S-100 vil dermed være en plattform som ulike produkter bygger videre på. Ulike produkter bygget på S-100 vil ha et nummer som følger en S-10n-serie (Ward & Greenslade, 2016, p. 3). Disse





Figur 9: Selv om S-100 består av flere ulike produkter på samme rammeverk, er alle bygd opp over samme standardløsninger fra ISO 19100 (Ward & Greenslade, 2016)

Fordelen med at de ovennevnte ISO-standardene brukes, er at de er fleksible og kan imøtekomme et bredt spekter av forskjellige marine data (Hecht, et al., 2017, p. 442). Standardene som blir utviklet innenfor denne serien, omhandler informasjon rundt gjenstander som forholder seg til et geografisk sted på jorden. Målet er at S-100 sammen med standardene til ISO/TC 211 skal danne en ramme for utviklingen av ulike spesifiserte applikasjoner som brukes i grafiske informasjonssystem (IHO, 2018 a).

Siden S-100 bygges opp med mange ulike lag, vil de følgende beskrevne produktene være begrenset til dem som er relevante for de ECDIS-relaterte hendelsene i oppgaven.

### 2.6.3 S-101 ENC

Som nevnt i avsnittene om S-100 sin oppbygning, vil det komme ulike standarder over S-100. En av de store standardene vil være S-101 ENC. S-101 er den nye produktspesifikasjonen til ENC som er bygget på rammeverket til S-100. Denne standarden tilsvarer det som i dag kjennes som ENC til S-57 ver. 3.1. Når ENC videreføres til S-100, vil det dermed bli et eget produkt, kalt S-101 (Ward & Greenslade, 2016, p. 3).

S-101 ENC vil ikke være helt ulik den nåværende S-57 ENC. Mye av innholdet som brukes i dagens S-57 ENC, vil være likt og fungere på samme måte i S-101 (IMO NSCR, 2020). Det forventes derfor at det ikke blir problematisk å oppgradere fra S-57 ENC til S-101 ENC i fremtiden (Hecht, et al., 2017). Begge versjonene av ENC vil være i bruk så lenge det er brukere som krever tilgang. Det vil bli en overgangsperiode hvor man kan oppleve å måtte bruke både S-57 ENC og S-101 ENC, avhengig av hvilket fartøy man er på. Først når hele

S-101 ENC er utgitt, og alle fartøy med fullverdig ECDIS har oppgradert sine system, kan dagens versjon av S-57 legges ned (Ward & Greenslade, 2016, p. 11).

Den nye standarden vil være en oppgradering av dagens standard. Mange av de egenskapene og funksjonene som brukes i dag, vil også kunne brukes i S-101 ENC. Dette gjør at overgangen til ny standard kan gjennomføres med konvertering til S-101-format (Hecht, et al., 2017, p. 443).

Når S-100 tas i bruk, vil S-101 ENC bli grunnlaget for elektroniske sjøkart, slik som ENC på S-57 er i dag. Forskjellen blir at S-101 inkluderer dynamiske funksjoner, som ikke er tilgjengelig på S-57 (Powell, 2011). Dette gjør at noen av de manglene som finnes i dagens ENC, vil bli utbedret. S-101 sitt fulle potensiale blir dermed tilgjengelig først når de resterende produktene også blir kompatible med ENC. Når det skjer, er utviklingen av S-100 kommet langt nok til at navigatøren kan legge andre lag i S-100-serien over ENC, og på den måten benytte ECDIS med S-100 slik det er tiltenkt.

Med S-101 ENC vil det være også være annen bruk av informasjonstyper enn det som er tilgjengelig i dagens ECDIS. I ENC er det ulike symboler og objekter som beskriver innholdet i kartet. Dette kan eksempelvis være bøyer eller sjømerker på overflaten, rørledninger under vann eller oppmerking av fergestrekninger. Felles for alle slike symboler, er at de er merket som «caution area» (aktsomhetsområder) under samme informasjonstype i S-57. Dersom det planlegges en rute over et slikt område, vil denne informasjonstypen generere en alarm, uavhengig av hvilket symbol eller objekt det er. Alarmen tar dermed ikke hensyn til om det er relevant for ruten. Med S-101 ENC vil ikke alle aktsomhetsområder nødvendigvis generere en alarm, dersom informasjonen ikke er regnet som relevant for ruten. Man kan skille mellom symbolene og objektene i kartet, ved at alle slike notasjoner føres under ulike informasjonstyper. En slik endring kan føre til at det totale antallet alarmer regnet som aktsomhetsområde, blir redusert (Powell, 2011).

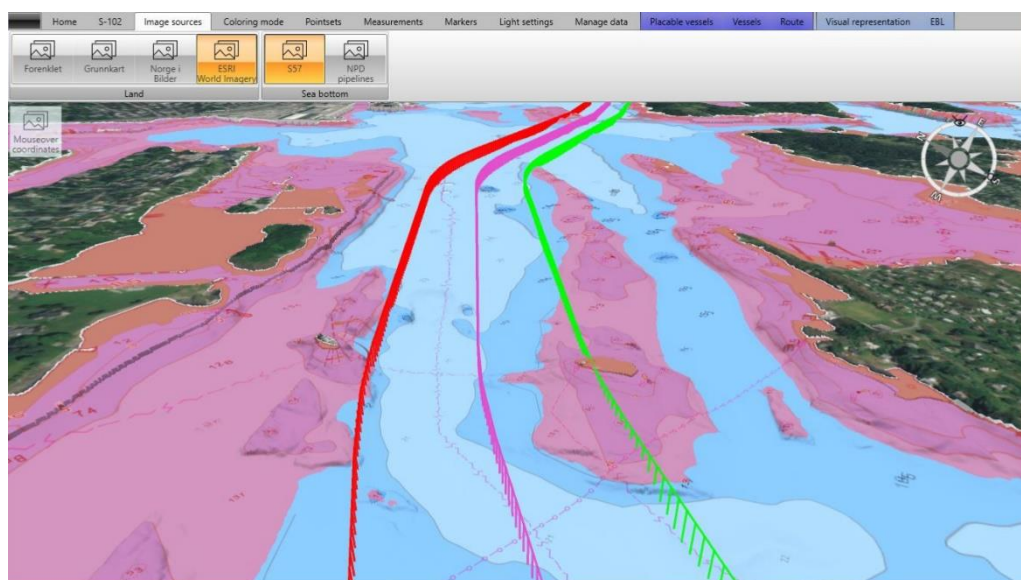
#### **2.6.4 S-102 Bathymetric Surface**

Et annet lag i S-100-serien er S-102 Bathymetric Surface. Batymetri danner grunnlaget for å se bunnforholdene under vannlinjen, på samme måte som topografi i terrengkart (Norges Geologiske Undersøkelse, 2015). Batymetriske data kan bidra til å gi en forståelse av hvordan havbunnen er utformet. Dette kan gi navigatøren økt forståelse for hvor det er trygge



seilingsleder og farlige grunner. Ruten kan bli vist i et høyoppløselig batymetrikart som viser hvor fartøyet må seile for å unngå grunnberøring. Det er også skillelinjer på hver side av ruten, som vist på figur 10. Figur 11 viser i tillegg hvordan fartøyets posisjon kan inkluderes i kartet for å gi bedre oversikt over hvordan fartøyets plassering er i forhold til farvannet.

Med et høyoppløselig batymetrikart vil havbunnen kunne vises som et tredimensjonalt kart. Dybdene i kartet kan da vises med forskjellige farger, eller som dybdekonturer som beskriver de ulike dybdene (NOAA, 2018). I dagens kart er det også dybdekonturer som viser hvordan havbunnen er formet. Forskjellen er at i dag vil dette kun være todimensjonal visning i et sjøkart, mens på høyoppløselige batymetriske kart vil man kunne få presentert disse dataene med tredimensjonal modellering.



Figur 10: Skjermbilde fra S-102 Demonstrator som viser den planlagte ruten med hhv. rød og grønn skillelinje (PRIMAR, 2018)



Figur 11: Skjerm bilde fra test av S-102 ved "Queen Mary 2" sitt anløp til Oslo. Havbunnen presenteres i 3D, med farger som indikerer hvor skipet kan seile og ikke (S-102 Project Video, 2019)

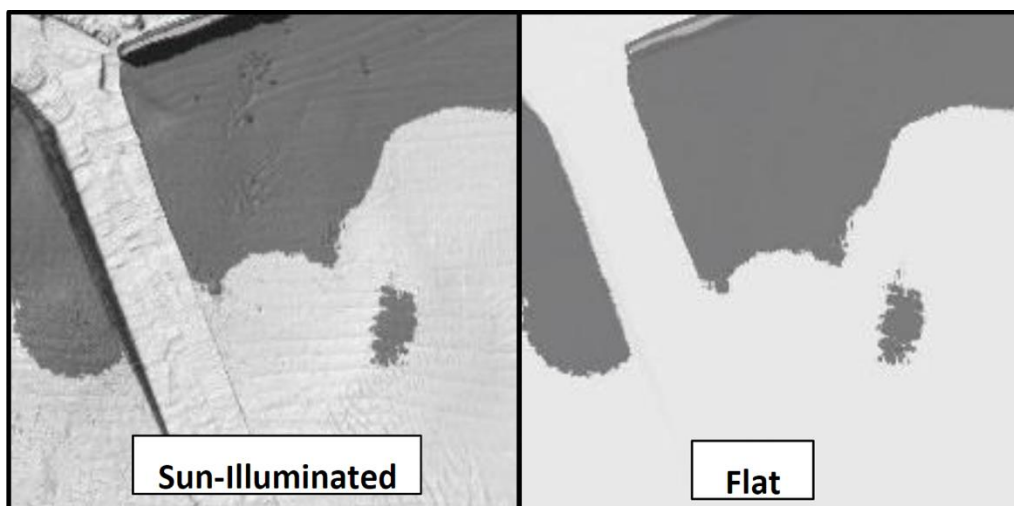
Høyoppløselig batymetri har etter hvert blitt en mulighet til å forbedre den maritime navigeringen. Dette er fordi at teknologien som er brukt innen elektronisk navigering og systemer til å ta oppmålinger av havbunnen, har blitt forbedret. Med mer moderne og forbedrede systemer til å foreta oppmåling, vil også nøyaktigheten på de oppmålte dataene bli bedre enn tidligere. Når nøyaktigheten på dataene er bedre, vil også muligheten for presis navigering forbedres (IHO, 2019 d, p. 1).

Hovedformålet med S-102 Bathymetric Surface er å gi høyoppløselige batymetriske data i et rutenett som kan bli brukt til sikker navigering. Visningen av S-102 batymetri sammen med andre S-100-produkter, skal sørge for sikker seilas i leden, innseilinger til havner og manøvrering til og fra kai. Den skal også kunne være en ressurs ved ruteplanlegging, slik at dataene fra S-102 kan bidra til å sikre ruten når den settes ut i kartet. Det sekundære formålet med S-102, er å utgi høyoppløselig batymetriske data til andre marine formål (IHO, 2019 d, p. 5).

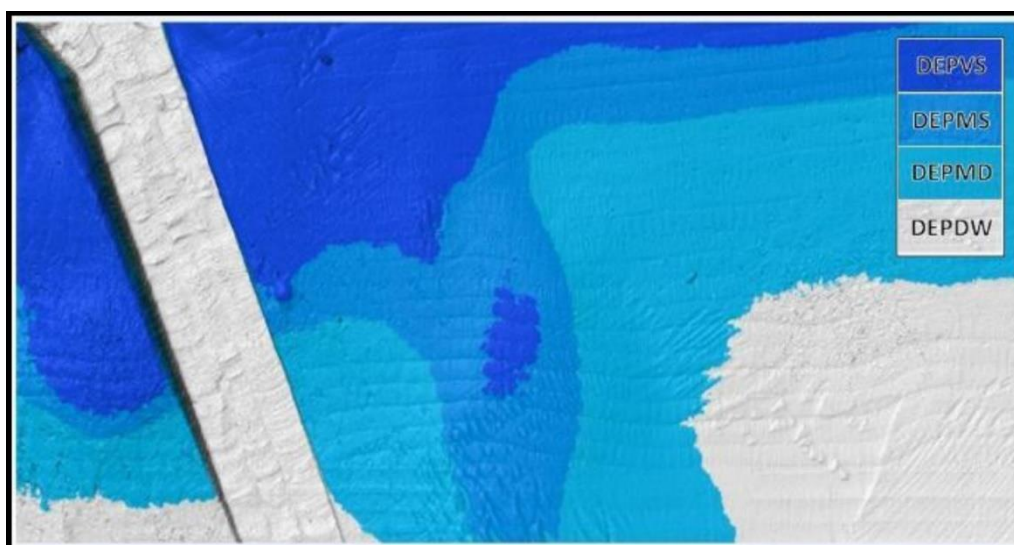
For å lage batymetriske data til S-102, brukes ofte multistråleekkolodd. Multistråleekkolodd gir et svært nøyaktig og detaljrikt bilde av havbunnen. Her kan utfordringen være å lagre og prosessere de mottatte dataene. For å lette datahåndteringen når et område blir oppmålt, skal dataene som samles bli lagret i et rutenett (IHO, 2019 d, p. 26).

For å kunne forenkle tolkningen av de batymetriske dataene som vises på skjermen, vil dybdeforholdene vises med kunstig belysning. Dette gjøres med «sollys» med peiling  $315^\circ$  i forhold til rettvise nord og med en elevasjon på  $45^\circ$  over horisonten (IHO, 2019 d, p. 26). Dette gjør at navigatøren alltid vil se skygger på dybdekonturene i batymetrikartet fra samme vinkel, slik som vist på figur 12. På figur 13 vises det videre hvordan skyggene skal kombineres med fargene for de forskjellige dybdekonturene. I den nyeste

produktspesifikasjonen til S-102 (versjon 2.0.0), brukes de samme blåfargene som vises i kart i dag. Fargene blir vist etter hvordan dybdekonturene justeres i ECDIS (IHO, 2019 d, p. 27). Dette kan sammenlignes med hvordan sikker dybdekontur stilles inn før avreise med dagens S-57-standard. Forskjellen fra i dag blir dermed at dybdekonturene kan presenteres sammen med batymetrikartet.



Figur 12: Batymetrikart med skygge fra "sollys" (t.v.) og flat dybdevisning (IHO, 2019 d)



Figur 13: Batymetrikart med dybdekonturene presentert med ulike blåfarger (IHO, 2019 d)

Utfordringen med å utgi kart med så nøyaktige data som det batymetri gir, er at kartdetaljene er bedre enn det som er den lovlige oppløsningen etter Sikkerhetsloven. Innenfor norsk territorialgrense er dybder med tettere oppløsning enn 50 x 50 meter konfidensielt (Kartverket, 2019 b) (Lovdata, 2017). Bedre oppløsning enn dette er dermed gradert og ikke tilgjengelig for de maritime brukergruppene innenfor sivil skipsfart. Siden S-102 viser

detaljert informasjon av havbunnen, vil oppløsningen være bedre enn dagens grense for konfidensialitet. For å kunne bruke batymetrikart slik det er tiltenkt, uten å bryte dagens lover om oppløsning, er det utarbeidet et lovforslag om å frigi dybde data ned til 30 meter. Dersom forskriften blir vedtatt, vil dette gi en ny verdi for seilas og navigering (Bøe, 2018, p. 8). Dersom bunnforholdene på dybder mindre enn 30 meter blir frigitt, kan batymetrikartene til S-102 brukes slik det er tiltenkt. For store deler av skipsfarten vil det være i trange farvann og ved grunner at de høyoppløselige batymetrikartene kommer til nytte.

Siden det er ved grunne farvann nyttingen av S-102 kommer til sin rett, vil ikke dette være et produkt som trengs å benyttes i alle farvann. Store deler av rutene der fartøy ferdes, vil være over så store dybder at grunnstøting ikke er mulig. De høyoppløselige batymetriske kartene vil derfor være nyttigere i navigasjonsformål nærmere land. Siden produktet enda ikke er blitt ferdigstilt, er det foreløpig kun brukt i testprosjekt. Der kan det testes hvordan de høyoppløselige batymetrikartene fungerer og hvordan de kan brukes optimalt. I testene er det sett på hvilke bruksområder S-102 kan benyttes ved i fremtiden, samt hvordan kartet gir en oversikt over bunnforholdene og de ulike sedimentene på havbunnen. Dette gir navigatøren mulighet til å finne mer utfyllende informasjon om bunnen, enn det som er mulig i ENC i dag (Bøe, 2018, p. 9).

For å overføre de høyoppløselige batymetriske dataene til et fartøy, har IHO fastsatt to måter å gjøre dette på. Enten overføre det trådløst over internett eller som fysisk minne. Dersom dataene skal overføres via nettverk, har IHO satt en foreløpig grense på 10 MB på hver fil. Dersom dataene skal overføres til fartøyet på fysisk minne, mens fartøyet er i havn, har IHO satt en foreløpig grense på 256 MB per fil (IHO, 2019 d, p. 33).

### **2.6.5 S-104 Water Level Information for Surface Navigation**

S-104 Water Level Information for Surface Navigation er fortsatt under utvikling. Det betyr at den siste tilgjengelige versjonen av produktspesifikasjonen er versjon 0.0.5. Den endelige første versjonen vil bli kalt 1.0.0.

Hensikten med dette produktet, er å gi informasjon om vannstands nivå til brukeren. Produktet kan gi slik informasjon på ulike måter (IHO, 2017):

- Tidligere observasjoner av vannstands nivå (Historical)
- Virkelige observasjoner av vannstands nivå i sanntid (Real-Time)
- Astronomisk beregning
- Fremtidig tidevannsberegning
- Statistisk analyse basert på tidligere observasjoner

Med ulike metoder for å beregne vannstands nivået, vil det også være ulike måter å distribuere informasjonen på. For S-104 vil det være forskjellige metoder (ibid.):

- Enkelpunktsvarsel: Angir tidevannsnivå for ett enkelt område (ett punkt) i kartet. Denne metoden for varsling er lik dagens varsel i tidevannskart, hvor det er illustrert tidevannsnivå for noen bestemte punkt spredd over et større kartdekningsområde. Tidevannsnivået vises i dag ved forhåndsdefinerte områder i kart, der man får opp tidevannstabell eller -graf ved å klikke på området (symbolet) i kartet.
- Rutenett: De to siste metodene vil presentere vannstands nivået som et rutenett i kartet. Dette fører til større tilgjengelighet av informasjon for brukeren, da man kan finne vannstands nivået for større områder i kartet. Her vil man ikke bare kunne velge de forhåndsdefinerte punktene slik det gjøres i dag, men også for de øvrige områdene som dekkes i rutenettet.

### **2.6.6 S-111 Surface Currents**

Surface Current, eller overflatestrøm, er viktig både når et fartøy seiler og når en navigatør skal planlegge en seilas. På grunn av vannstands endringer og horisontale forflytninger av vannmasser, vil det oppstå bevegelse i sjøen hvor fartøyet seiler (Kjerstad, 2017). Siden det ofte er forskjell på fartøyets styrte kurs og strømmens retning, vil dette føre at fartøyet seiler på en annen kurs enn den retningen baugen peker. Navigatøren må da skille mellom fartøyets styrte og seilte kurs (Kjerstad, 2016). I dagens ECDIS kan navigatøren få presentert fartøyets kurser som heading og kurs over grunn. Dette viser antall grader avvik mellom kursene, men det gir ikke nødvendigvis detaljert informasjon om overflatestrømmen i et annet område enn der fartøyet befinner seg.

Overflatestrømdata er i økende grad blitt tilgjengelig, og samtidig lettere å integrere i moderne navigasjonsdisplay. Integreringen av overflatestrøm i navigasjonsdisplayene kan bidra til å forbedre beslutningsevnen til en navigatør og effektiviteten i navigasjonen (IHO, 2018 d, p. 1).

I S-111 Surface Current vil overflatestrøm ha to attributter, overflatestrømmens hastighet og overflatestrømmens retning. Overflatestrømmen representerer hastigheten på vannet i overflaten, ned til rundt 25 meter under overflaten (IHO, 2018 d, p. 1). Strømmen vil enten være angitt på en spesifikk dybde, eller som en snittdybde (IHO, 2018 d, p. 11).

På et kart vil strømmen bli vist med en pil. Pilens størrelse, retning og farge vil representere hastigheten og retningen på strømmen (IHO, 2018 d, p. 23). Pilen vil ha en unik form, som ikke skal komme i konflikt med andre symboler i ECDIS (IHO, 2018 d, p. 21). Fargen på pilen skal representere hastigheten på strømmen. Det er satt ni forskjellige hastighetsområder med hver sin ulike farge, som vist på figur 14. Disse hastighetsområdene skal kunne skille mellom små variasjoner i strømstyrken ved lave hastigheter, i tillegg til å gi informasjon om hastigheten der det er sterk strøm (IHO, 2018 d, p. 23).



Figur 14: Strømpilenes farger gitt av overflatestrømmens hastighet (IHO, 2018 d)

For å få mer informasjon om strømmen, er det mulig å klikke på strømpilene som er presentert på skjermen. Det vil da bli gitt informasjon om strømmen der strømpilen er plassert. Det vil være tre nivåer av informasjon om strømmen i prioritert rekkefølge, som vist i tabell 2. Informasjon fra nivå 1 vil vises når en legger markøren over strømpilen, mens nivå 2 og 3 vil vises dersom man klikker på strømpilen (IHO, 2018 d, p. 25).

Tabell 2: Ulike nivå av informasjon i strømpiler (IHO, 2018 d)

Priority Level	Text Information Displayed
1	Speed, Direction
2	Data source or station name, Latitude, Longitude, Depth of current, Valid Date, Valid Time
3	Uncertainty in speed, Uncertainty in direction, Uncertainty in horizontal position, Uncertainty in vertical position, Uncertainty in time

I produktspesifikasjonen til S-111 er det angitt tre kategorier av data, som kommer av hvilken metode som blir brukt når dataene blir produsert. Disse tre kategoriene er (IHO, 2018 d, p. 75):

- Historiske- og sanntidsobservasjoner
- Astronomisk prediksjon
- Modellbasert prognose

Historiske observasjoner og sanntidsobservasjoner består av flere verdier på et bestemt punkt eller område, ofte på en spesifisert dybde. For å måle strømmen i et område er det ulike metoder som kan bli brukt. Dette kan være en strømmåler, en drivende bølge eller en kystadar. I denne sammenheng vil sanntidsmålinger ikke være nøyaktig i sanntid, men heller en historisk måling som er gjort nylig (ibid.).

Astronomisk prediksjon benytter en matematisk modell basert på harmoniske konstanter til å predikere hvordan strømmen vil være i fremtiden. Denne modellen kan lage prognoser for flere måneder frem i tid (ibid.). Dette gjøres ved at observerte data og målinger fra en gitt tid tilbake, analyseres og brukes til å harmonisere fremtidige prediksjoner. Ved å bruke slike matematiske modeller, kan også astronomisk prediksjon brukes til å predikere tidevannsstrøm i en gitt tidevannssyklus (IHO, 2018 d, p. 18).

I modellbasert prognose brukes det hydrodynamiske modeller som inkluderer astronomisk tidevann, meteorologiske krefter, elvetilstrømninger og åpne havtilstrømninger til å beregne hvordan strømmen vil bli. Denne modellen bruker historiske målinger og beregner hvordan

dette vil utvikle seg. Denne metoden kan predikere hvordan strømmen blir, fra noen timer til et par døgn frem i tid (IHO, 2018 d, p. 75).

Før dataene om strømmen i et område kan nå en sluttbruker, skal de tolkes og prosesseres av et sjøkartverk. Nasjonale sjøkartverk samler sammen informasjon, prosesserer dette og klargjør for utsending til fartøyer. Dette kan skje opptil flere ganger per dag. Overflatestrømmen er dynamisk og kan forandre seg på kort tid. Det er derfor viktig å utgi nye og oppdaterte data ofte. Når overflatestrømmen blir laget med en modellbasert prognose kan oppdateringsfrekvensen være hver 6. time. Data som kommer i sanntid kan bli utgitt så ofte som hvert 5. minutt. Det er derfor viktig at ECDIS-en ser etter oppdateringer like ofte (IHO, 2018 d, p. 20).

Når dataene skal overføres fra enten et sjøkartverk eller en annen tredjepart til sluttbrukeren, vil dette primært foregå over internett. Noe informasjon, som for eksempel astronomiske prediksjoner, kan overføres på fysisk minne. Overføring av data over internett kan være kostbart. Derfor er det ønsket å ha så små filer og så lav oppdateringsfrekvens som mulig. For å redusere kostnadene med å overføre filene, kan komprimeringsformatet Zip bli brukt til å komprimere dataene. Filene kan også krypteres (IHO, 2018 d, p. 39).

### **2.6.7 S-129 Under Keel Clearance Management**

S-129 Under Keel Clearance Management, forkortet til S-129 UKCM, er et av lagene som er planlagt å distribueres under S-100, som et produkt til ECDIS. Siden produktet fokuserer på klaringen mellom kjølen og bunnen, vil dette være et produkt som kommer til nytte ved grunnere farvann, i tillegg til inn- og utseilinger i havner hvor tidevann spiller en rolle (IHO, 2019 e).

Når det skal planlegges en rute mellom to havner, er det viktig at denne ruten er trygg nok til å kunne brukes uten risiko for å gå på grunn. For å redusere en slik risiko i planleggingsfasen, vil S-129 kunne assistere med å vise de områdene hvor fartøyet kan oppleve grunnberøring.

Dersom man i planleggingsfasen av ruten, opplever å ha et seilingsområde med små marginer mellom kjøll og bunn, må avgangs- eller ankomsttidspunktet til dette området settes opp etter et vannstands nivå som tilfredsstillende ønsket klaring til bunnen. Dersom

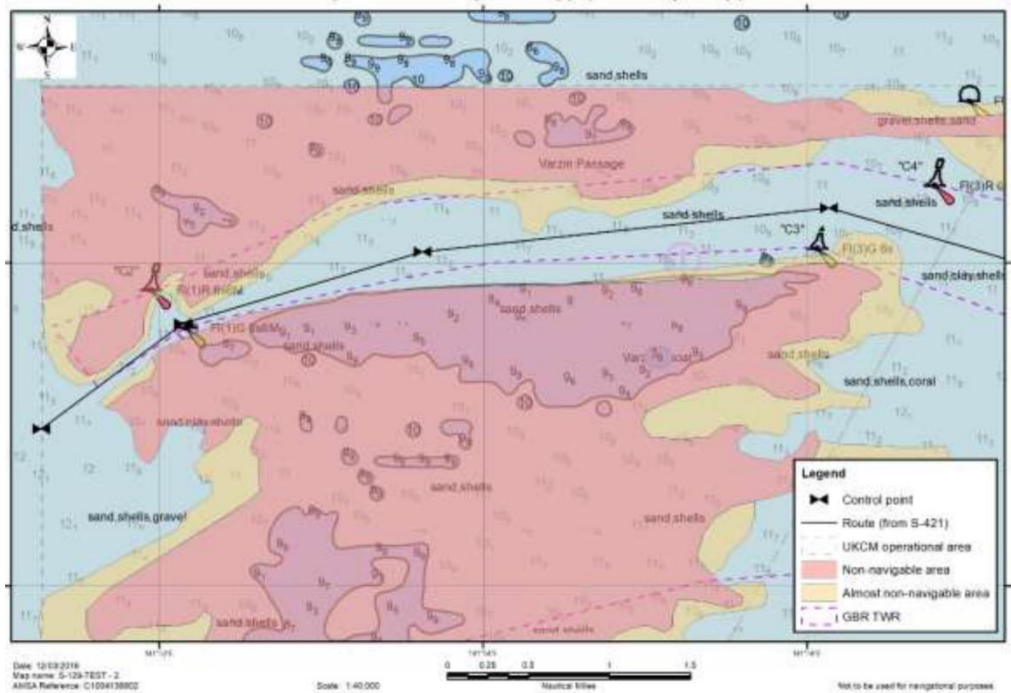


planleggingen gjøres med S-129, vil det kunne settes opp ulike ankomsttidspunkt til området. Følgelig får man presentert hvordan Under Keel Clearance (UKC) blir, gitt av tidevannsnivået til de definerte tidspunktene (IHO, 2019 e, p. 1).

For å kunne bruke et produkt som gir pålitelig informasjon om vannstands nivå, må det være god kvalitet på den utgitte informasjonen i produktet. Kvaliteten avhenger av gode målinger fra troverdige kilder. En leverandør til S-129 vil fokusere på tydelige definerte områder for hvor informasjonen gjelder. Hvilke områder dette er, vil være vist i kartet. Leverandøren vil på den ene siden kunne ha informasjon om tidevannsnivå, strøm, vind og andre påvirkninger på vannstanden. På den andre siden har fartøyet selv definert sine parametere med hensyn på dypgang og stabilitet. Ved å ta begge parters verdier med i beregningen, blir resultatet en UKC-verdi som skal tilsvare virkelig avstand mellom kjøll og bunn til det tidspunktet beregningen er gjort for. Det kan med dette beregnes UKC for et fremtidig tidspunkt på ruten med den tilgjengelige informasjonen fra både fartøy og leverandør (IHO, 2019 e, p. 2).

Ved å bruke et slikt produkt, kan det bli fastsatt med konkrete tidspunkt når en sikker passering kan skje i de grunne farvannene. Siden informasjon er digital, kan den også deles med andre som har interesse for det, herunder rederikontor, havnearbeidere og havnekontor som skal utarbeide en logistikkplan for fartøyets anløp. Skulle den virkelige vannstanden endres i tidsrommet mellom ruteplanlegging og passering, kan også ny informasjon utgis via leverandøren (IHO, 2019 e, p. 11).

Som vist på figur 15, vil klaringen mellom kjøll og bunn bli vist med ulike farger. De sorte polygonene vil være kontrollpunktene som viser UKC ved de definerte tidspunktene. Når fartøyet planlegger sin rute gjennom farvannet, vil tidspunktene for passering gjelde ved disse kontrollpunktene. I praksis kan disse punktene benyttes som rute punkt (waypoints) i ECDIS (IHO, 2019 e, p. 4).



Figur 15: Skjerm bilde som viser bruk av S-129 (IHO, 2019 e)

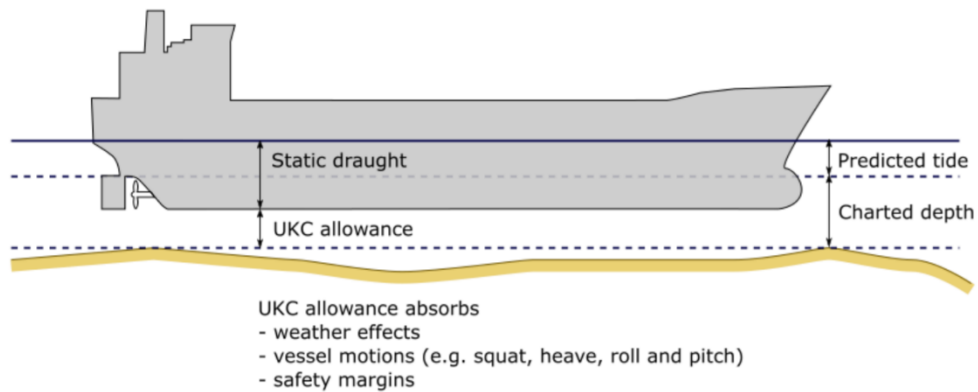
Når det gjelder bruk av farger og konturer i UKC-laget, vil dette være en oppdatering fra dagens ECDIS. Der det i dag er ulike blåtoner for dybder, vil UKC presentere disse i andre farger. Disse fargene er foreløpig angitt som rosa og gult. Figur 15 fra IHO beskriver at rosa farge vil vise de områdene fartøyet ikke kan seile (*no-go area*). Dette blir definert som områder med bunnskyling mindre enn ønsket UKC. De gule områdene angir områdene der fartøyet nærmer seg farvann med for liten bunnskyling (*almost no-go area*). Fartøyet kan angi hvor stor avstand det skal være fra UKC-grense (rosa) til UKC-varsling (gul) (IHO, 2019 e).

Selv om ECDIS frem til nå ikke har kunnet presentere UKC på samme måte som det et nytt produkt som S-129 kan gjøre, vil det kunne oppstå noen utfordringer ved bruk. Blant annet må navigatøren kunne vurdere tilliten til de verdiene som oppgis. Verdiene må være så korrekt at det ikke er fare for en utilsiktet grunnberøring når S-129 er aktivert på skjermen. Videre må det tas hensyn til fartøyets hastighet. Dette kan fartøyet legge inn i ruteplanleggingen for å finne antall cm neddykking (*squat*) mot bunnen, som en direkte følge av trykket mellom kjøll og bunn. I tillegg må det tas hensyn til fartøyets trim (IHO, 2019 e, p. 11).

IHO har en egen definisjon på hva UKC er. Oversatt til norsk vil dette bety at UKC er avstanden mellom fartøyets laveste punkt (ofte et punkt på kjølen) og havbunnen (IHO,

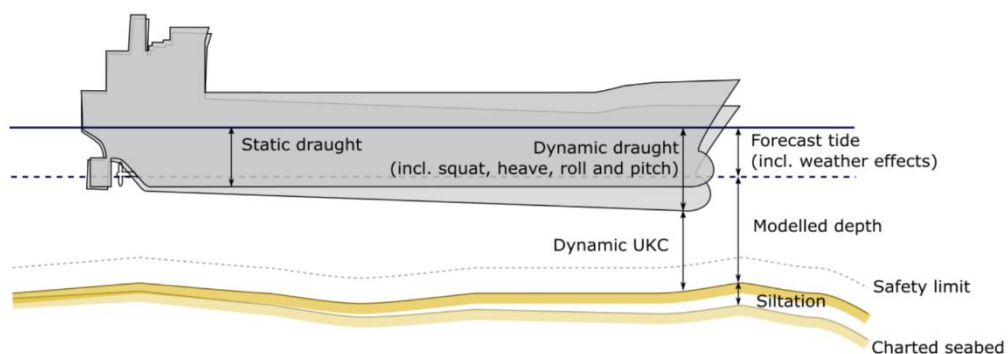
2014). I denne definisjonen er det dermed spesifisert at det er tatt hensyn til fartøyets trim, krenkning og squat, ettersom fartøyets laveste punkt varierer etter disse faktorene.

På figur 16 og 17 har IHO illustrert hvordan forskjellen fra ulike tolkninger av UKC blir, avhengig av om fartøyets dynamiske verdier er tatt hensyn til i beregningen. Statisk UKC blir da avstanden mellom fartøyets kjøll ved en gitt dypgang, og havbunnen der det er tatt hensyn til aktuelt tidevannsnivå (IHO, 2018 c).



Figur 16: Illustrasjon av statisk UKC (IHO, 2018 c)

Ved beregning av statisk UKC, vil det imidlertid ikke være mulig å utveksle informasjon på samme måte mellom fartøy og leverandør, som ved dynamisk UKC. Ved beregning av dynamisk UKC, vil det i tillegg bli tatt hensyn til flere virkelige verdier. Dette gjør at beregningen blir mer nøyaktig det som virkelig er tilfelle for fartøyet. IHO definerer dette som beregning av UKC gjennom samhandling mellom fartøy og leverandør, der avstanden beregnes fra modeller og inputs hentet fra virkelige målinger (ibid.).



Figur 17: Illustrasjon av dynamisk UKC (IHO, 2018 c)

På figuren av dynamisk UKC, er det illustrert hvordan det er tatt med flere faktorer i beregningen av klaringen. I tillegg er det lagt inn en sikkerhetsfaktor som bidrar til å sikre at avstanden til bunnen er trygg ved passeringen over de grunne områdene.

### **2.6.8 Cyber Security**

Når S-100 begynner å fungere med de tiltenkte lagene og produktene, vil ECDIS være mer avhengig av internettilkobling enn tidligere. Dette gjør at fokuset på datasikkerhet forventes å øke i forhold til det som er i dag. Når de nye produktene skal benyttes i ECDIS, vil flere av dem være avhengig av nedlasting av sanntidsdata, slik at informasjonen i kartet vil være oppdatert og korrekt i forhold til virkeligheten utenfor. Når man begynner å bruke ECDIS slik, vil det være to aspekter innen datasikkerhet som blir gjeldende. Det ene er oppdatering av ENC, enten slik det gjøres i dag eller over internett. Det andre vil være overføring av sanntidsdata til ECDIS. Dette gjør at datasikkerhet blir viktigere i fremtiden, enn det det er i dag, ettersom dagens ECDIS kan være helt offline.

ECDIS har forandret navigasjonen på fartøyer. Den har gitt lett tilgang til sanntids posisjonsinformasjon, i tillegg til å ha redusert arbeidsmengden for navigatøren ved overgang fra papirkart. Dette har også økt sikkerheten og effektiviteten til sjøs.. ECDIS har utviklet seg de siste tre tiårene til å bli et komplekst system (Svilicic, et al., 2019 a). På samme måte som en vanlig datamaskin, krever datamaskinen som kjører programvaren til ECDIS-en at den oppdateres jevnlig. Dersom denne datamaskinen ikke blir oppdatert jevnlig, vil sikkerhetshull som nylig har blitt oppdaget, ikke bli tettet (Wittherbys, BIMCO & International Chamber of Shipping, 2019, p. 98).

IMO publiserte i 2017 et sirkulært skriv som heter «Guidelines on maritime cyber risk management» (Svilicic, et al., 2019 a). Dette skrevet og disse retningslinjene har som formål å veilede, slik at et rederi og fartøy på best mulig måte skal kunne forebygge og redusere risikoen for trusler mot datamaskiner og nettverk ombord (IMO, 2017). Et annet dokument som IMO ga ut i 2017, var skrevet der de påla rederier å innføre risikoanalyse om datasikkerhet i sikkerhetsstyringssystemet i ISM-koden innen 1. januar 2021 (Svilicic, et al., 2019 b).

S-100 del 15 omhandler kryptering og beskyttelse av data (IHO, 2018 a). Denne delen blir kalt «the Data Protection Scheme» og beskriver anbefalte standarder for å beskytte

hydrografisk informasjon og annen informasjon som baserer seg på S-100-modellen (IHO, 2018 a, p. 15. 1).

Det er tre formål med å beskytte data (IHO, 2018 a, p. 15. 1):

- Piracy Protection: For å hindre uautorisert bruk av dataene, ved å kryptere informasjonen som distribueres.
- Selective Access: For å begrense tilgangen av data til kun de brukerne som har lisens for produktet.
- Authentication: For å sikre at produktet kommer fra godkjente kilder.

Piracy Protection og Selective Access blir oppnådd ved å kryptere dataene som blir sendt. For å kryptere dataene som blir sendt, vil dataene gå via dataservere (DS). DS er ansvarlig for å kryptere og digitalt signere det som blir sendt. DS vil også sende ut lisenser slik at sluttbrukerne som har en gyldig brukertilgang, kan åpne krypteringen. Når dataserveren gir en digital signatur på dataene, vil denne virke som en autentisering av det som er sendt, slik at sluttbrukeren vet at dataene kommer fra en godkjent kilde (IHO, 2018 a, pp. 15. 1-3).

Sluttbrukeren vil normalt ikke kjøpe selve S-100-produktet, men betale en lisens for å ha ulike produkter tilgjengelig. Når det betales for en lisens, vil sluttbrukeren få tilgang til oppdaterte produkter for en gitt tidsperiode. For at dette skal kunne fungere på en effektiv måte, må sluttbrukeren ha muligheten til å motta og benytte de krypterte dataene. Dette gjøres ved at sluttbrukeren får tilgang til kodenøkklene som kreves for å åpne de krypterte dataene. Når de mottatte dataene er dekryptert med kodenøkklene, vil de overførte dataene bli lesbare hos brukeren. Dermed er produktet i bruk under lisens hos brukeren, uten at utenforstående blir gitt tilgang til overføringen (IHO, 2018 a, p. 15. 8).

Ved å benytte de ovenstående metoder for å motta og bruke dataene i ECDIS og i ENC, vil det kunne sikres at data overføres fra distributør til bruker, og samtidig redusere risiko for at det mottas feilinformasjon, at dataene er manipulert eller at informasjonen som benyttes i kartet ikke stemmer overens med distributørens leverte produkt.

### **3 Metode**

Oppgaven skal undersøke ECDIS-relaterte hendelser som allerede er skjedd, og sammenligne dem med teorien som per dags dato er utgitt om S-100. Problemstillingen drøftes ved å redegjøre for hvordan S-100 vil kunne brukes i fremtiden, gitt av produktspesifikasjonene som hittil er utgitt. Oppgaven vil dermed gjennomføres med en teoretisk tilnærming, siden systemene som skal brukes i S-100, enda ikke er tatt i bruk. Siden man ikke kan forutse nøyaktig hvordan S-100 kommer til å bli ved utgivelsen, vil det være vanskelig å konkludere om sikkerheten kan bli forbedret ved overgangen fra S-57 til S-100. Med den teoretiske tilnærmingen vil det likevel være mulig å komme nærmere et svar på hvordan de nye tjenestene kan påvirke navigatørers bruk av ECDIS ved navigering, og hvordan sikkerheten påvirkes av dette.

#### **3.1 Kvalitativ metode**

I oppgaven er det benyttet kvalitativ metode fremfor kvantitativ metode. Denne metoden er brukt for å kunne analysere noen av de ECDIS-relaterte hendelsene i detalj, uten at det blir for store kvanta med data. En av fordelene med denne metoden, er at det gir en mulighet til å få en detaljert analyse av hvordan navigatørene opererte ECDIS ved uhellet, og hvordan deres tanker, handlinger og avgjørelser ble påvirket av denne. Dette gjør at man kommer nærmere menneskene som var involvert i hendelsen, og får mer utfyllende opplysninger om de individene som benyttet produktet S-57 (Vårdal, 2019).

På en annen side kunne en kvantitativ metode bidratt til å komme nærmere en mer helhetlig konklusjon basert på flere hendelser. Denne metoden ville gitt et bredere grunnlag for å kunne konkludere med større sikkerhet. Det ville imidlertid ikke vært mulig å analysere hendelsene med like stort fokus på detaljer som det kreves når dataene fra S-57 settes opp mot de lignende funksjonene i S-100. I tillegg er det begrenset hvor store datasett som er tilgjengelig med grunnstøtinger som treffer oppgavens kriterier. Den kvalitative metoden er derfor tatt i bruk med et ønske om å kunne få gode nok data fra de få hendelsene i oppgaven, og likevel få en god tilnærming til hvordan dette kan bli operert av navigatører med S-100.

## **3.2 Dokumenter brukt i oppgaven**

Siden oppgaven bruker ulike rapporter, produktspesifikasjoner og presentasjoner fra eksterne institusjoner, vil disse være hovedkildene til materialet som er brukt i besvarelsen. Deler av kildegrunnet er dokumenter tilsendt fra ECC. Rapportene er brukt til analysen av hendelsene, og videre brukt som primærmateriale for å kunne referere til hvordan navigatørene benyttet ECDIS og S-57 ved hendelsesforløpet både før, under og etter hendelsen.

Produktspesifikasjonene og presentasjonene inneholder informasjonen som trengs for å sammenligne S-100 med S-57. Forskjellen fra kildene om S-57 og S-100 vil dermed være at det som skrives om S-57, er hendelser fra virkeligheten og bruk av utstyret i praksis, mens det som skrives om S-100, er teori om systemene slik de er utviklet og planlagt frem til og med våren 2020.

Videre har gruppen benyttet kompetanse hos ECC for å kvalitetssikre innholdet i oppgavens teoretiske grunnlag.

### **3.2.1 Hendelsesrapporter**

For å undersøke hendelsene som brukes til drøftingen i oppgaven, er det søkt gjennom rapporter fra Norge, Storbritannia og USA. Søkene ble utført med hensyn på tid til rådighet og språk som gruppen behersker. For at hendelsen skal kunne bli brukt i oppgaven, må den være av en slik karakter at ECDIS har spilt en sentral rolle i at hendelsen er skjedd. For å kartlegge hendelsene som kunne brukes, måtte et utvalg spørsmål bli besvart:

- Er ECDIS blitt benyttet som en del av navigeringen underveis?
- Er ECDIS blitt brukt primært fremfor papirkart?
- Har navigatøren den nødvendige kompetansen for å benytte ECDIS?
- Er den elektroniske kartløsningen om bord godkjent for å erstatte papirkart?

Dersom disse fire spørsmålene ble besvart med «ja», ble hendelsen godkjent til å kunne brukes i oppgaven. Grunnen til at disse spørsmålene er blitt brukt aktivt i utvelgelsen, er for

å utelukke hendelser hvor ECDIS ikke ble hensiktsmessig benyttet. For at S-57 skal kunne sammenlignes med S-100, er det viktig at begge standardene har de samme forutsetninger ved bruk. Det betyr at dersom hendelsene hadde skjedd med papirkart eller ufullstendig ENC om bord, ville ikke sammenligningsgrunnlaget vært godt nok til å brukes i drøftingen.

Etter å ha sett på en rekke rapporter i Norge, ble det konkludert med at disse ikke kunne brukes. De fleste rapportene omhandlet mindre fartøy med enten papirkart eller elektroniske kartsystem som ikke tilfredsstiller kravene til ECDIS. De få fartøyene som hadde fullverdig ECDIS, hadde gått på grunn fordi navigatøren ikke fulgte med på seilassen, eller fordi andre årsaker som kommunikasjon eller motorhavari spilte en større rolle enn ECDIS.

Gruppen undersøkte deretter rapporter utgitt av Marine Accident Investigation Branch (MAIB) i Storbritannia og National Transportation Safety Board (NTSB) i USA. Etter å ha søkt gjennom deres rapportdatabaser, ble det plukket ut et utvalg rapporter som ble tatt med videre i arbeidet. Felles for alle rapportene var at de ble sett på som gode nok til å brukes i denne oppgaven, ved at de fire spørsmålene ble besvart med «ja». Det ble til slutt valgt ut tre rapporter fra MAIB til bruk i oppgaven. Dermed ble både de norske og amerikanske rapportene valgt bort.

Videre undersøkelser krevde at hendelsene måtte være forårsaket ved bruk av ECDIS under navigeringen. Det betyr at enten måtte navigatøren bruke ECDIS på riktig måte og likevel misforstå oppfatningen av informasjonen på skjermen, eller så måtte ECDIS justeres på en måte som gjorde at funksjonene på maskinen ikke fungerte etter sin hensikt. De tre hendelsene valgt ut fra MAIB, ble «CMA CGM Vasco de Gama», «CSL Thames» og «Ovit». Felles for alle tre fartøyene er at de grunnstøtte mens de var underveis, selv om ECDIS ble benyttet. Mer informasjon om og drøfting rundt hendelsene, er presentert senere i oppgaven.

### **3.2.2 Litteratur**

For å undersøke S-57 og bruk av ECDIS i dag, er det brukt ulike bøker og fagartikler utgitt de siste årene. I denne typen litteratur vil man bruke reell informasjon om ECDIS slik det er i dag, og samtidig opprettholde den teoretiske tilnærmingen slik det er benyttet i kapitlene om S-100. I fagartiklene som benyttes til oppgaven, vil primærkildene være fagfelleverdert for å sikre at informasjonen som er gjengitt, er korrekt.



### **3.2.3 Produktspesifikasjoner og presentasjoner**

For å kunne redegjøre for hvordan S-100 er planlagt å bli ved utgivelsen, brukes produktspesifikasjonene som er tilgjengelig via IHO. Flere av produktspesifikasjonene er versjon 1.0.0, som betyr at utviklingen av tjenestene foreløpig kun er i startfasen. Dette kan bety at tjenestene vil leveres med endringer i forhold til det som beskrives i denne besvarelsen. Samtidig er dette den nyeste informasjonen som er tilgjengelig, og det er ingenting som tilsier at tjenestene vil endres i såpass stor grad, at det som beskrives i denne oppgaven, blir feil på et senere tidspunkt. Produktspesifikasjonene er i stor grad benyttet for å kartlegge hvordan S-100 kan forventes å bli, samt hvordan det kan benyttes aktivt av en navigatør.

Presentasjoner om ECDIS og S-100 er benyttet for å støtte referansene som er funnet i produktspesifikasjonene. Slike presentasjoner er ofte utgitt av personer eller institusjoner som jobber med ECDIS, ENC og S-100, og som presenterer sine funn ved konferanser eller fagsamlinger. Presentasjonene som er benyttet her, er fra Sjøkartkonferansen 2018 og 2019. En presentasjon har vanligvis mindre teoretisk stoff enn annen faglitteratur, men til gjengjeld støttes innholdet av illustrasjoner, bilder og animasjoner. Figurer fra presentasjonene er også brukt til å illustrere denne oppgaven ved behov, for å kunne fremstille utviklingen av S-100 på en enklere måte enn bare med tekst. Dette dekker gruppens ønske om å beskrive S-100 på en måte som gjør at leserne forstår innholdet på en lettfattet måte. Ved å inkludere bilder og figurer fra presentasjonene, vil overgangen fra S-57 til S-100 kunne forklares teoretisk, og videre støttes med informative illustrasjoner.

## 4 ECDIS-relaterte hendelser

Begrepet *ECDIS-relaterte hendelser* er ikke noe som er nytt i de senere år. ECDIS har vært i bruk i mange år, og det har vært en rekke hendelser hvor ECDIS har vært en medvirkende faktor. I motsetning til papirkart, presenterer en ECDIS fartøyets posisjon i kartet i sanntid. Til tross for dette, forekommer det hendelser og grunnstøtinger grunnet navigasjonsfeil. Som beskrevet i forrige kapittel om metode, er det valgt ut tre hendelser hvor ECDIS har vært en medvirkende årsak. Hendelsene beskrevet i dette kapitlet er henholdsvis «CMA CGM Vasco de Gama», «CSL Thames» og «Ovit». I dette kapitlet redegjøres det for disse utvalgte hendelsene, ved å beskrive fartøyet, hendelsesforløpet samt mannskapsfamiliarisering. Redegjørelsene av hendelsene vil i kapittel 5 være sentrale i drøftingen rundt kommende produkter i S-100.

### 4.1 «CMA CGM Vasco de Gama»

«CMA CGM Vasco de Gama» er et containerskip av typen *Ultra-large*, bygget i 2015. Skipet seilte under britisk flagg da hendelsen skjedde (MAIB, 2017) (CMA CGM, 2018). Skipets fulle lengde er 399,20 meter, dypgående 13,75 meter og bruttotonnasje på 178 228 tonn. Skipet er utstyrt med én hovedmotor som har en tilgjengelig kapasitet på 63 910 kW. Skipets eier er CHC Second Shipping S.A., og manager er CMA Ships (MAIB, 2017).



Figur 18: «CMA CGM Vasco de Gama». Foto: Ulf Kornfeld, [shipspotting.com](http://shipspotting.com)

### 4.1.1 Hendelsesforløp

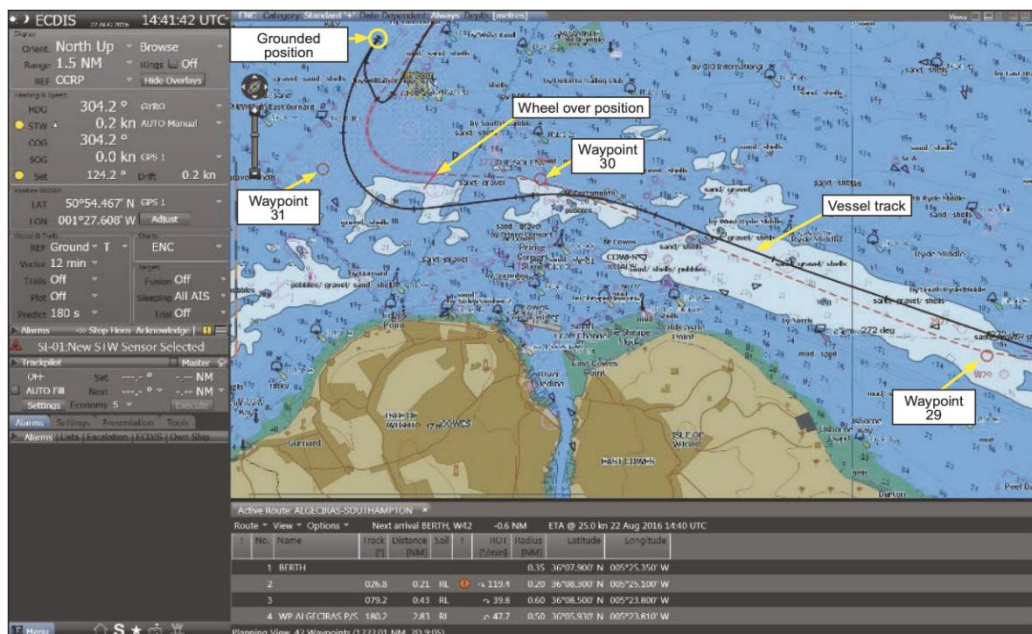
Hendelsesforløpet er beskrevet som en norsk oversettelse av MAIBs offisielle rapport etter hendelsen (MAIB, 2017).

I august 2016 seilte containerskipet «CMA CGM Vasco de Gama» fra Algeciras til Southampton. På innseilingen til Southampton overtok kapteinen kommandoen fra vakthavende offiser på kvelden, like før skipet ankom posisjonen for losbording. Videre på innseilingen var det seks personer på broen. Kapteinen, styrmann, rormann, utkikk og to loser. Etter en orientering og etablering av situasjonsforståelse, ble kommandoen på broen gitt fra kapteinen til den ene losen. Skipets posisjon var på dette tidspunktet Nab Channel, øst for Isle of Wight.

Seilassen til Southampton var planlagt både på ECDIS og på papirkart som backup til ECDIS-en. Skipet hadde seilt inn til Southampton flere ganger tidligere, og ruten fra losbordingspunktet til havnen var en tidligere rute som var blitt valgt på ECDIS-en. Denne ruten var laget på en slik måte at svingen ved Bramble Bank ikke var gjennomførbar, gitt av skipets manøvreringsegenskaper og effekten tidevannsstrømmen og vinden i området hadde på skipet. Ruten i ECDIS ble heller ikke endret da losen kom ombord.

Før ankomst Southampton ble det utført en ankomstsjekkliste. Sjekklisten indikerte at alle parametere for alarmer i ECDIS var satt som de skulle og at parallellindeksen var satt i radar, slik som skipets bromanual anbefalte. Ruten var planlagt med en XTL på 0,5 nm. Bromanualen krevde at hvert rutelegg skulle være justert til en passende bredde.

ECDIS-en ombord i «CMA CGM Vasco de Gama» var av typen Nacos Platinum Series produsert av Wärtsilä SAM Electronics. På denne er det mulig å velge om den skal vise blåtonene til dybdekonturer som 2-farget eller 4-farget. ECDIS-en ombord var satt til å være 2-farget, som vist på figur 19 på neste side. Hendelsesrapporten peker også på at sikker dybdekontur var stilt inn feil i ECDIS-en.

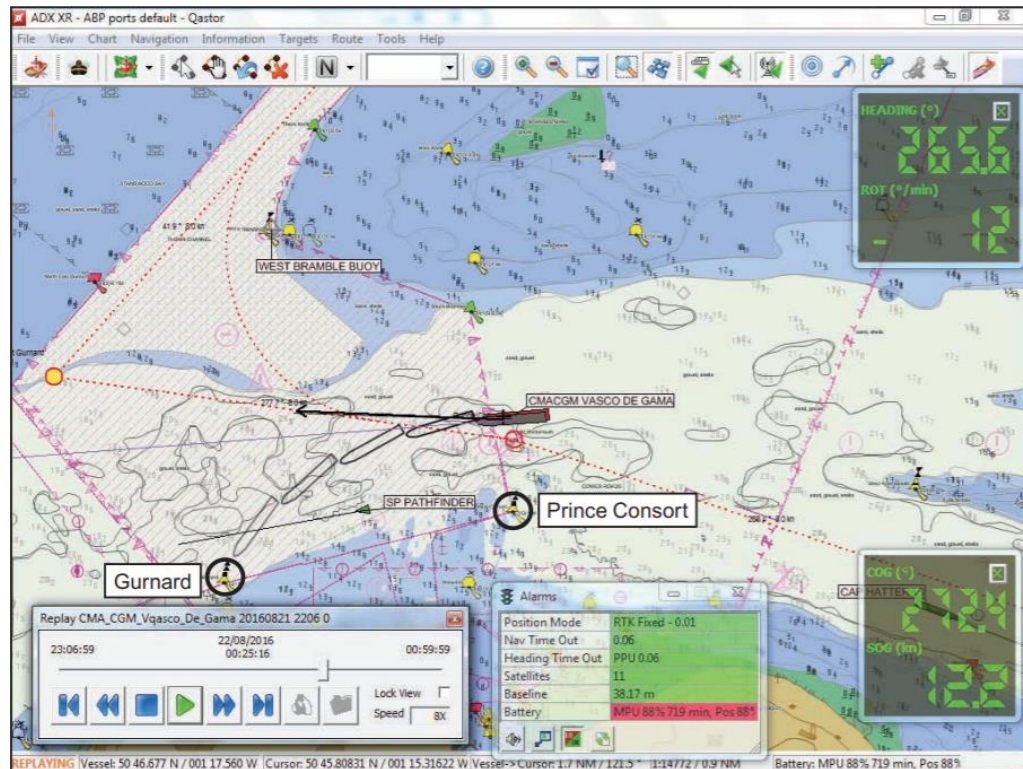


Figur 19: Skjerm bilde av ECDIS-en til «CMA CGM Vasco de Gama» etter grunnstøtingen (MAIB, 2017)

På ECDIS-en var det også mulig å endre mellom tre ulike kartmoduser. Dette var «base», «standard» og «full». Bromanualen til «CMA CGM Vasco de Gama» forklarte at når ECDIS-en var satt i fullmodus, viste den all informasjon som var tilgjengelig i kartet. Når ECDIS-en var satt til fullmodus kunne brukeren senere gjøre endringer på hvilken informasjon som skulle vises. Basemodus viser kun det absolutte minimum av informasjon på skjermen. Bromanualen anbefalte bruk av standardmodus, da fullmodus kunne gi for mye informasjon på skjermen, og at dette derfor kunne oppleves som støy. Ombord i «CMA CGM Vasco de Gama» ble ECDIS-en brukt i fullmodus, med noen få brukerinntillinger.

På innseilingen til Southampton ble det gitt beskjed om at skipet ville møte et utgående fartøy i aktsomhetsområdet i Thorn Channel. Dette er et område med egne passerings- og møteregler for skip, gitt av deres størrelse (fulle lengde). Losene på de to skipene hadde kontakt på mobiltelefon, og ble enige om å møtes babord-babord øst for Thorn Channel. «CMA CGM Vasco de Gama» reduserte da hastigheten, for ikke å ankomme Thorn Channel før skipene var passert hverandre. Dette medførte også at skipet havnet lenger nord i leden enn det som var planlagt. I forbindelse med seilingen mot Thorn Channel, ble det også utvekslet radiokommunikasjon mellom losen om bord og Southampton Vessel Traffic Service (VTS) på land. Skipets plan var å seile mot bøyen Gurnard, og VTS skulle gi muntlig beskjed på radio om skipets avstand til denne bøyen. Bøyens plassering er vist på figur 20.

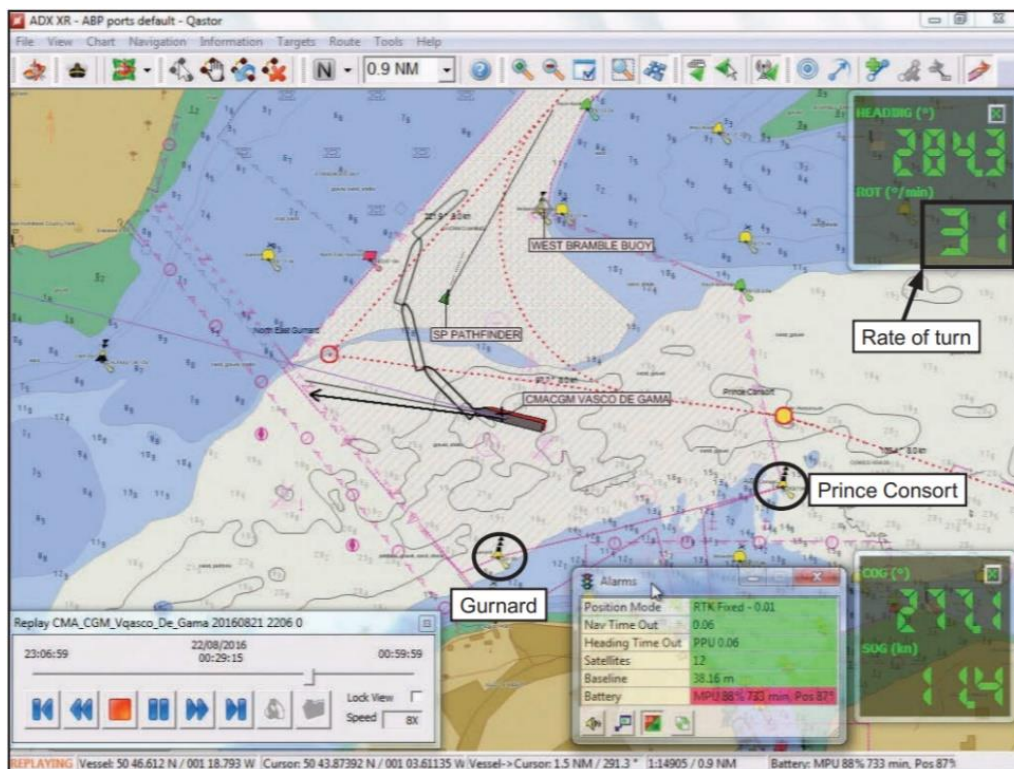
«CMA CGM Vasco de Gama» møtte flere motgående skip underveis mot Thorn Channel, hvorav det siste ble møtt like utenfor bøyen Prince Consort. Bøyens plassering er vist på figur 20. På dette tidspunktet hadde skipets hastighet økt fra 7,5 knop til 12 knop, og kursen var satt som stevning mot bøyen Gurnard. VTS startet nedtelling av avstand til bøyen på radio, som avtalt med losen om bord.



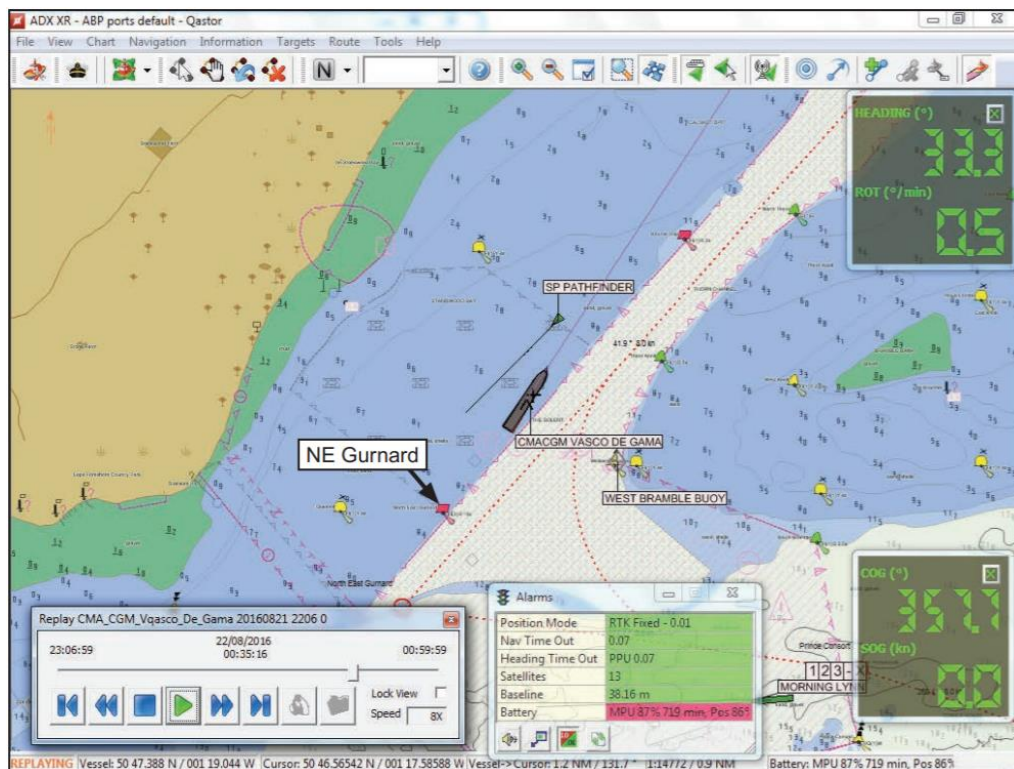
Figur 20: Skipets sving mot bøyen Gurnard (MAIB, 2017)

Losen fortalte til kapteinen at på grunn av strømmen og vinden i området, skulle seilingen legges lengre sørvestover inn i aktsomhetsområdet før styrbordsvingen inn i Thorn Channel, som kalles «the Bramble Bank turn», skulle bli påbegynt. Dette var i henhold til havnens anbefalinger for hvordan store skip som skulle utføre denne svingen. Denne svingen er kjent for å være vanskelig for store fartøy, og spesielt vanskelig for inngående trafikk. Med en distanse til Gurnard på 3 kabler (ca. 550 meter), begynte skipet likevel styrbordsvingen, tidligere enn det losen hadde formidlet til kapteinen. Svingen ble gjort med rormann og kommando for rorvinkel «styrbord 10». Figur 21 viser hvordan svingen ble iverksatt. På dette tidspunktet var vinden enda imot baugens retning. Etter 20 sekunder ble ny kommando gitt som «hardt styrbord», og skipets maskintelegraf ble satt til full kraft forover. Skipets dreiehastighet økte til 31° per minutt, men denne ble redusert når skipets akterende fikk vinden rett i siden. Da dreiehastigheten ble redusert, uttalte losen «Where is all this tide when

you want it?». Skipet hadde da endret kursen fra vestgående til nordgående, og vinden i området var vestlig.



Figur 21: Begynnelsen av «the Bramble Bank turn» mot styrbord (MAIB, 2017)



Figur 22: «CMA CGM Vasco de Gama» på grunn (MAIB, 2017)

Mot slutten av svingen ble det klart at skipet hadde for stor svingradius, som en konsekvens av for lav oppnådd dreiehastighet. Skipet seilte mot grunnere farvann, og kom utenfor seilingsleden. Like etter grunnstøtte skipet med skipets maskintelegraf satt til full kraft forover, som vist på figur 22. Det ble gjort et forsøk på å få skipet av bunnen med baugthrusterne, men ingen reaksjon ble gitt fra skipet. VTS og los hadde kontakt på VHF-radio, og det ble enighet om å kalle ut taubåter. Kapteinen varslet skipets mannskap og rederi.

Ved hjelp av skipets maskintelegraf satt akterover, én taubåt i hekken, to taubåter forut og bruk av skipets baugthrustere, kunne skipet settes av grunnen på stigende høyvann. Losen som hadde fungert som assisterende los, tok da kommandoen over skipet, og seilte inn til containerterminalen i Southampton. Det ble ikke funnet tegn til lekkasje, og skipet kunne fortsette reisen dagen etter.

#### **4.1.2 Nøkkelforsaker til hendelsen**

- Tidevannet var fløende og skapte strømninger i sjøen som førte til at skipet måtte ta forholdsregler i svingen. Dette innebar en seiling lengre mot sørvest før svingen ble påbegynt, for å øke det seilbare området, slik som illustrert på figur 20.
- På grunn av kursendringen i svingen, ble den relative vindretningen endret til å komme inn mot akterenden av skutesiden. Dette ga et økt moment på skipets akterparti, med det resultat at dreiehastigheten ble redusert.
- Med redusert dreiehastighet, ble svingradiusen økt. Svingradiusen var opprinnelig liten nok til å klare svingen, som vist på figur 21.

#### **4.1.3 Mannskapsfamiliarisering**

- Kapteinen hadde tjenestegjort i sin stilling som kaptein i 10 år, hvorav alle år i samme rederi. Han hadde seilt inn til Southampton flere ganger tidligere.
- Fungerende vakthavende offiser var også skipets navigasjonsoffiser, og hadde jobbet om bord siden skipet var nytt. Han var kjent med innseilingsruten fra tidligere anløp.

- Losene hadde godkjent utdanning og trening for å kunne utføre sine roller på containerskip av denne størrelsen.

(MAIB, 2017)

## 4.2 «CSL Thames»

«CSL Thames» er et bulkskip utrustet med egen losseanretning. Skipet seiler med maltesisk flagg, og American Bureau of Shipping er classeselskap. Skipet har en lengde på 175,00 meter og en bruttotonnasje på 19 538 tonn. Pelican Water Investments Ltd. var skipets eier ved hendelsen, mens Alfa Ship & Crew Management GmbH hadde management (MAIB, 2012).



Figur 23: «CSL Thames». Foto: Claus Schaefer, shipspotting.com

### 4.2.1 Hendelsesforløp

Hendelsesforløpet er beskrevet som en norsk oversettelse av MAIBs offisielle rapport etter hendelsen (MAIB, 2012).

Den 9. august 2011 var «CSL Thames» på seiling fra Glensanda til Wilhelmshaven. Skipet var ferdig med lastingen ved Glensanda på morgenen. Ved avgang hadde skipet maksimum dypgang på 10,63 meter. Losen ble kvittet åtte minutter etter avgang, og skipets



maskintelegraf ble satt til full kraft forover. På dette tidspunktet var broen bemannet med kaptein, andrestyrmann og rommann.

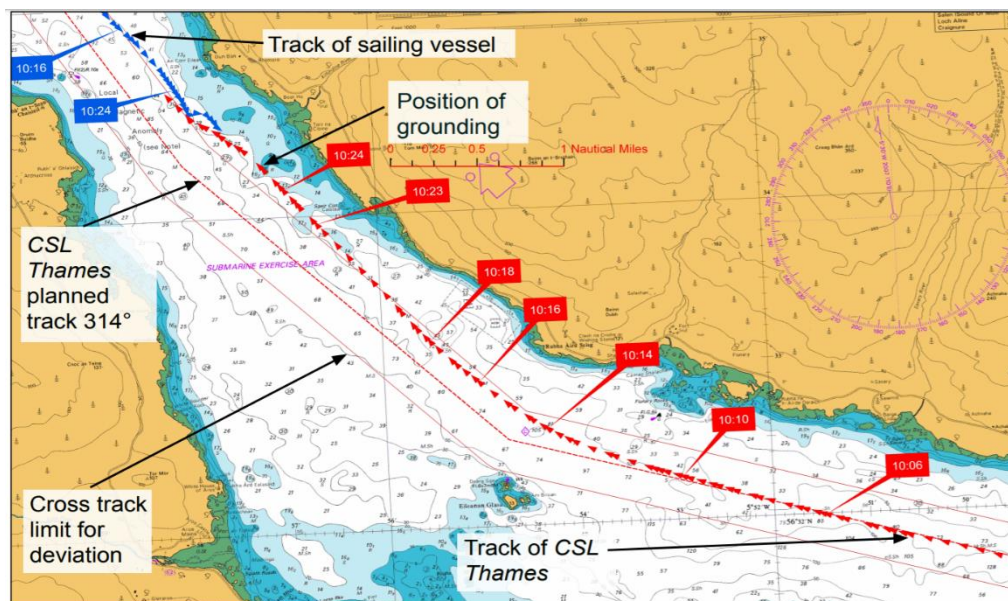
I underkant av én time etter avgang, begynte skipet seilingen gjennom Sound of Mull. Været var rapportert til å være moderat bris fra vest-nordvest, og sikten var god. To radarer og ECDIS var tilgjengelig for å støtte seilassen gjennom sundet. På ECDIS-en var sikker dybdekontur satt til 10 meter og XTL var satt til 0,2 mile<sup>1</sup>. I tillegg var grunnstøtingsalarmen aktivert. Denne søkte etter grunnere farvann 10 minutter foran skipet og 1° til hver av sidene utenfor skipets kurs. Innstillingene i ECDIS var dermed justert slik at det ville gå alarm dersom noen av farvannsdybde ble mindre enn de fastsatte parameterne.

Med en fart på 12 knop og sann kurs 290°, fortsatte «CSL Thames» seilingen gjennom sundet. Andrestyrmannen overtok rollen som vakthavende fra kapteinen, og monitorerte radar og ECDIS på styrbord side av broen. Samtidig økte kapteinen volumet på broens CD-spiller, og gikk til babord side av broen for å gjøre papirarbeid.

Andrestyrmannen hadde vært vakthavende i fire minutter da han oppdaget en seilbåt på sin styrbord baug. Etter den påfølgende planlagte kursendringen oppover sundet, konkluderte styrmannen med at seilbåten ville være rett forut på skipets nye kurs. Med en intensjon om å ha seilbåten på babord baug ved passering, justerte styrmannen kursen tidligere enn planlagt. Etter kursendringen ble det også observert en småbåt i nærheten, og styrmannen justerte kursen videre mot styrbord. Den opprinnelige kursen på 290° som skulle bli endret til 314°, ble dermed en endelig kurs på 324°. Samtidig ble ECDIS-en sin grunnstøtingsalarm aktivert visuelt på skjermen, men det ble ikke gitt hørbar alarm ettersom det ikke var tilkoblet høyttaler. Se figur 24 for oversikt over ruten i kartet. På dette tidspunktet var styrmannens fokus rettet mot småbåtene istedenfor ECDIS-skjermen.

---

<sup>1</sup> Det er usikkert om «mile» i rapporten henviser til 0,2 miles (322 meter) eller 0,2 nautical miles (370 meter).



Figur 24: AIS-track fra «CSL Thames» (rød) og seilbåten (blå) (MAIB, 2012)

«CSL Thames» gikk klar av småbåten som ønsket. Ved passeringstidspunktet var avstand til seilbåten 1 mile. Like etter gikk skipet på grunn med 12 knops hastighet. Grunnberøringen varte i 16 sekunder før skipet fløt fritt igjen. Kapteinen tok over kommandoen, og endret til manuell styring for rormannen. Det ble så vidt unngått kollisjon med seilbåten, og «CSL Thames» kom seg deretter gjennom hele sundet uten øvrige skader.

Det ble rapportert om en 3 meter lang åpen flenge i en ballasttank på babord side. Skipets kaptein konkluderte i samråd med rederiets utpekte person og classeselskap, at seilingen til Wilhelmshaven trygt kunne gjennomføres. Tre dager etter hendelsen, ankom skipet sin planlagte destinasjon. Ved senere undersøkelser konkluderte MAIB blant annet med at dersom styrmannen hadde fulgt den planlagte ruten hele veien, ville begge båtene gått klar av skipet på styrbord side, og grunnberøringen ville ikke funnet sted.

#### 4.2.2 Nøkkelforsaker til hendelsen

- Vakthavende offiser endret kursen fra 290° til 314° tidligere enn planlagt. Dette skapte en seilas nærmere land enn det som den opprinnelige ruten tilsa.
- Fokus på annen trafikk førte til at seilingen ikke ble utført i henhold til planlagt rute.
- Vakthavende offiser seilte videre med en kurs 10° til styrbord for planlagt kurs, fra 314° til 324°. Dette førte til at skipet stevnet mot grunnere farvann.

- Etter kursendringen ble ikke skipets posisjon i leden overvåket på ECDIS. De visuelle advarslene om nær grunnstøting, ble derfor ikke observert.
- Sikker dybdekontur var satt til 10 meter. Skipets dypgang var 10,63 meter ved avgang. Ifølge rapporten ville skipet fått grunnberøring på dybder mindre enn 10,13 meter, når tidevann på det aktuelle tidspunkt og beregnet squat var tatt hensyn til.
- Lydalarmene på ECDIS fungerte ikke.
- Plasseringen av ECDIS-en førte til at styrmannen måtte se mot styrbord for å se på skjermen. Småbåtene i nærheten førte til at blikket istedenfor var rettet forover.

#### **4.2.3 Mannskapsfamiliarisering**

- Andrestyrmannen hadde tjenestegjort som vakthavende offiser på fire ulike fartøy (inkludert «CSL Thames») før hendelsen.
- Styrmannen brukte ECDIS-en som et primærinstrument til navigeringen, men overvåket ikke posisjonen under seilasen.
- Styrmannen antok at siden parameterne var justert på ECDIS, ville den gi varsel dersom det var fare på ferde.

(MAIB, 2012)

### **4.3 «Ovit»**

«Ovit» er en olje-/kjemikalietanker bygget i 2011. Skipet var under hendelsen registrert på Malta, og klasset av American Bureau of Shipping. Skipet har en full lengde på 117 meter, og en bruttotonnasje på 6 444 tonn. Skipets dypgang var 7,90 meter. Ved grunnstøtingen som «Ovit», var skipets eier Ovit Shipping Limited og manager Ayder Tankers Limited (MAIB, 2014). Skipet er i dag registrert som «Therasia M» (BalticShipping.com, 2020).



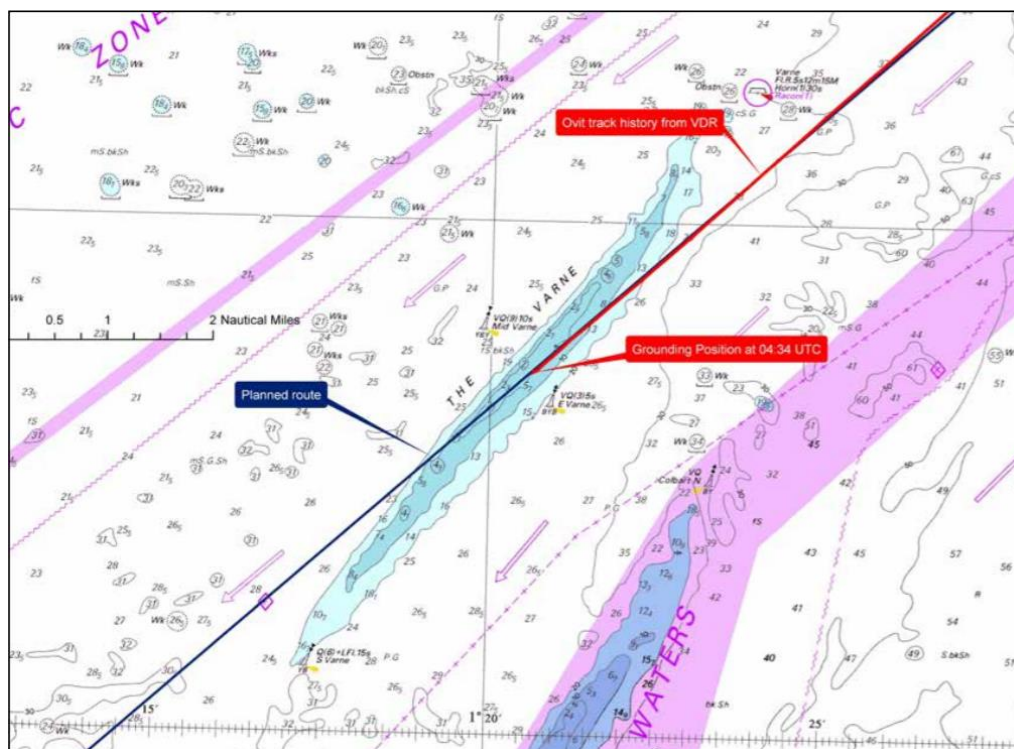
Figur 25: «Ovit». Foto: Salvador de la Rubia, [shipspotting.com](http://shipspotting.com)

### 4.3.1 Hendelsesforløp

Hendelsesforløpet er beskrevet som en norsk oversettelse av MAIBs offisielle rapport etter hendelsen (MAIB, 2014).

I september 2013 skulle «Ovit» seile fra Rotterdam til Brindisi, via Den engelske kanal, med en last bestående av vegetabilsk olje. I forkant av seilasen ble det planlagt en rute på skipets ECDIS, av andrestyrmannen. På natten den 18. september 2013 var «Ovit» på seiling sørover mot Doverstredet i en hastighet på mellom 12 og 13 knop. Overstyrmannen og kadetten var på vakt på broen, i rollene som henholdsvis vakthavende offiser og utkikk. Overstyrmannen monitorerte seilingen på ECDIS med en kartskala på 1:151 712, som tilsvarte bildet fra radaren. Denne var innstilt med en range på 12 nautiske mil. Overstyrmannen satt slik på broen at han hadde oversikt over både radaren og ECDIS-en foran seg.

I løpet av vekten entret skipet Den engelske kanal, og ankom Doverstredet ca. 1 time og 30 minutter etter vaktskifte. Mens skipet seilte mot Varne Bank, ble kadetten oppmerksom på hvite, blinkende lys rett forut. Kadetten kunne ikke identifisere lysene ved bruk av kikkert, og varslet heller ikke vakthavende offiser. Figur 26 viser hvordan skipets rute var lagt opp over banken, og hvor grunnstøtingen inntraff.

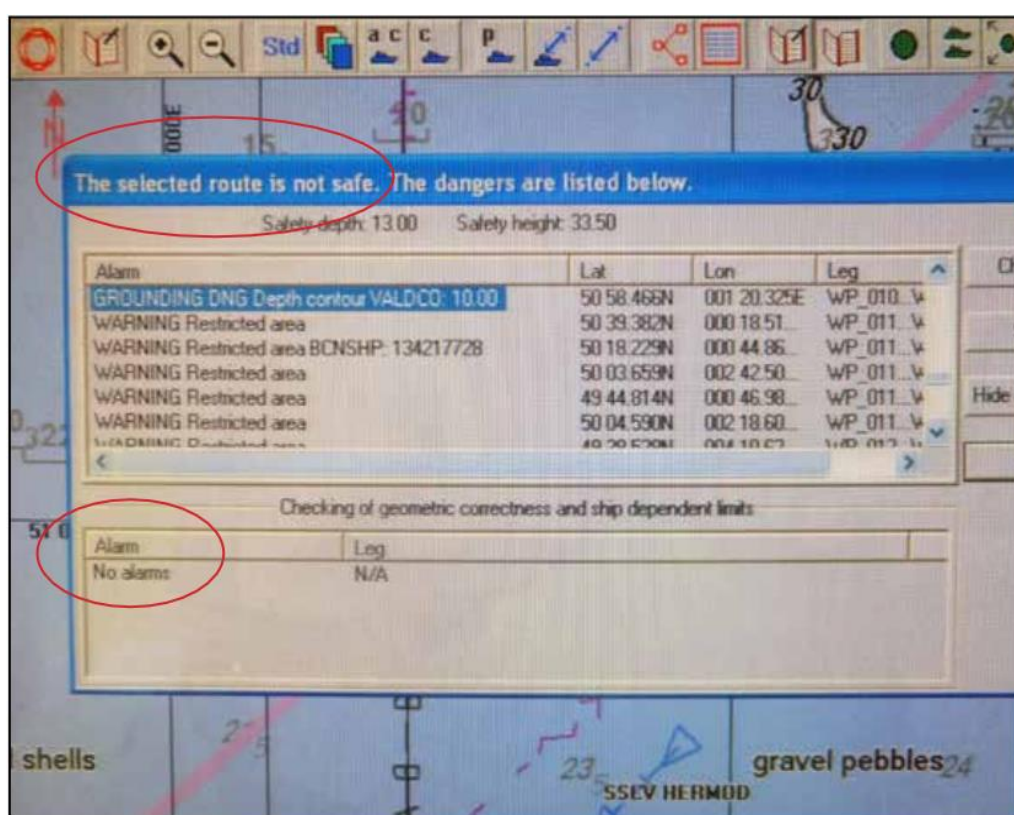


Figur 26: Ruten til «Ovit», over Varne Bank i Den engelske kanal (MAIB, 2014)

Underveis over Varne Bank begynte skipets hastighet å reduseres, med det resultat at skipet sto fast på grunn 2 minutter senere. Ifølge MAIBs rapport om hendelsen, forsto ikke vakthavende offiser at skipet på denne tiden var grunnstøtt. 3 minutter etter grunnstøtingen ble en maskinromsalarm utløst på broen. Kapteinen ble like etter varslet om maskinproblemer, og vakthavende maskinist ble bedt om å kontrollere maskineriets tilstand. Etter å ha prøvd 45° pitch på den ene azipoden uten at hastigheten økte, fortsatte vakthavende offisers oppfatning om at skipets maskineri var problemet.

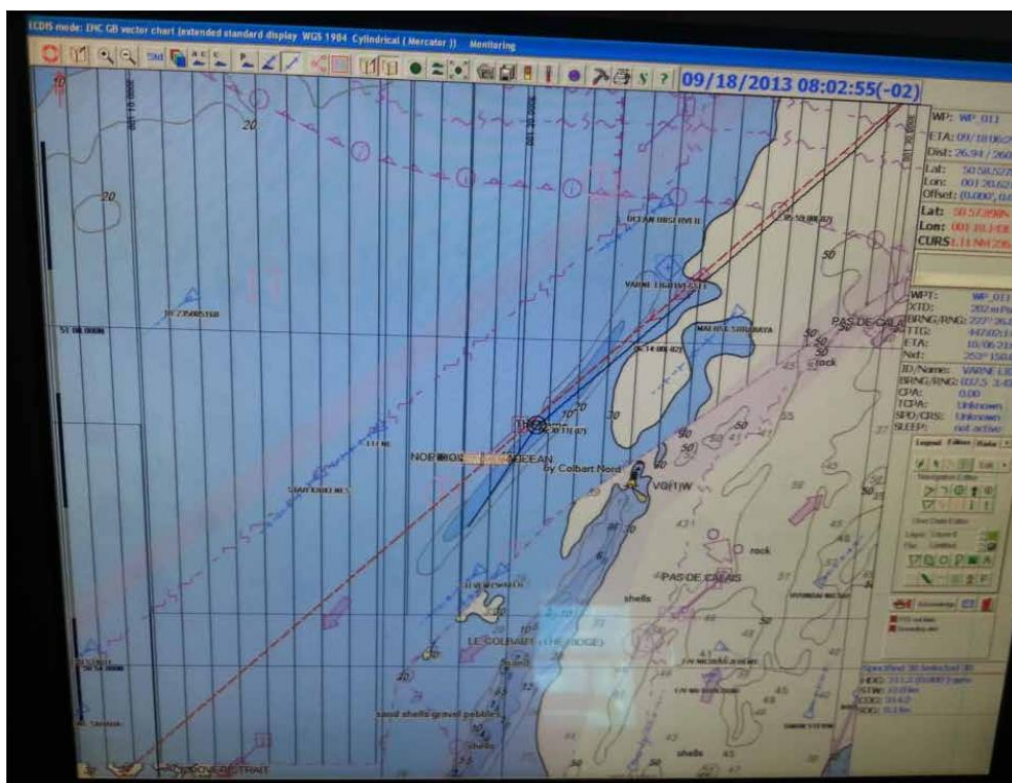
Etter å ha blitt oppkalt av Channel Navigation Information Service (CNIS) med spørsmål om skipet sto på grunn, avkrefte vakthavende offiser dette. Vakthavende offiser oppga UKC til å være omtrent 10 meter, og det var dermed ingenting som tydet på at skipet sto fast. Det gikk 33 minutter fra skipet grunnstøtte, til «Ovit» kunne bekrefte at skipet likevel sto på grunn. Skipet kunne flyte fritt på stigende høyvann, og kom av grunnen etter mindre enn 3 timer etter grunnstøtingen. Etter at skipet igjen var flytende, ble det omdirigert til Dover for inspeksjon.

Etter hendelsen gjennomførte MAIB en etterforskning. Denne granskingen av hendelsen trekker frem en rekke momenter. For det første ble ruteplanleggingen utført av andrestyrmannen. Dette var normalt ikke hans ansvarsområde, og vedkommende fikk ikke tilstrekkelig oppfølging i forbindelse med ruteplanleggingen. Rutesjekkfunksjonen i ECDIS ble benyttet til å kontrollere ruten. Resultatet fra denne ble feiltolket til at ruten var trygg. I realiteten var ruten utrygg, med en rekke farer. På figur 27 framkommer det at rutesjekken ble feiltolket til å være trygg, fordi andrestyrmannen trodde «No alarms»-notasjonen indikerte at ruten ikke inneholdt noen farer. I realiteten viste rutesjekken en rekke farer, inkludert faren for grunnstøting på Varne Bank.



Figur 27: Fotografi av rutesjekk i ECDIS-en på «Ovit» (MAIB, 2014)

Hendelsesrapporten trekker også frem at ruten som skipet hadde foran seg ble ikke kontrollert av overstyrmannen da han gikk på vakt. Videre monitorerte han seilassen kun relativt til den planlagte ruten. Situasjonsforståelsen var dermed dårlig.



Figur 28: Fotografi av ECDIS-en mens «Ovit» var grunnstøtt (MAIB, 2014)

På figur 28 vises skipets posisjon under grunnstøtingen. Det fremkommer av rapporten at sikker dybdekontur var satt til 30 meter. Fordi sikker dybdekontur var satt så dypt, ble denne krysset ofte. Derfor ble alarm om dette trolig ikke tatt på alvor av mannskapet. Grunnstøtingsalarmen var satt til 15 minutter, med sektor på 50°. Videre peker rapporten på at indikasjon om overskalering av ENC er aktivert, som synes på figur 28 (vertikale linjer på skjermen). ENC-en som ble benyttet under seilasen var i en målestokk på 1:350 000. Det var tilgjengelig en ENC med målestokk 1:45 000, men denne ble ikke benyttet. ECDIS-ens funksjon for å automatisk vise beste tilgjengelige målestokk var ikke aktiv. Til slutt trekker rapporten frem at ECDIS-ens hørbare alarm ikke virket. Kommunikasjonsporten til høyttaleren var feilkonfigurert, derfor ble det ikke gitt lyd ved alarm.

#### 4.3.2 Nøkkelforsaker til hendelsen

- Den planlagte ruten over Varne Bank var ikke trygg. Selv om den ble kontrollert med rutesjekkfunksjonen i ECDIS, ble resultatet feiltolket til at ruten var trygg.

- Da overstyrmannen kom på vakt, sjekket han ikke ruten, og var dermed uvitende om at seilassen var lagt over banken.
- Kadetten rapporterte ikke kardinalmerket ved banken, og overstyrmannen registrerte ikke dette merket som relevant.
- Kartskalaen på ECDIS var upassende. ENC-en i bruk var overskalert, og tilgjengelig ENC med større målestokk ble ikke benyttet.
- Sikker dybdekontur var ikke justert for reisen. Hendelsesrapporten trekker frem at alarmer om dette ble trolig ikke sett på som en fare, fordi skipet stadig krysset sikker dybdekontur som var satt for dypt.
- Situasjonsforståelsen var mangelfull for broteamet. Kardinalmerkene var synlig med en avstand på 5 nm, tilsvarende 25 minutter før ankomst banken. Dette er vanligvis tilstrekkelig med tid til å sjekke posisjon og rute i ECDIS.

### **4.3.3 Mannskapsfamiliarisering**

- Kadetten hadde vært om bord i 6 måneder, og hadde sertifikat for å gå brovakter.
- Andrestyrmannen som planla ruten, hadde 5 måneders erfaring med ECDIS-en om bord.
- Andrestyrmannen hadde ikke mye erfaring med å lage nye ruter i ECDIS.
- Overstyrmannen gjenkjente ikke ECDIS sine alarmer nok til å forstå faren som var i ferd med å oppstå.
- Overstyrmannen hadde sin første kontrakt i slik stilling, og hadde 2 måneders erfaring om bord.

(MAIB, 2014)



#### **4.4 Oppsummering av hendelsene**

Det er ulike grunner til at disse hendelsene har skjedd, men som det er vist i hendelsesrapportene, har samspillet mellom navigatører, ECDIS og omgivelsene utenfor bidratt til å skape en situasjon som har ført til en grunnstøting. Selv om alle skipene hadde typegodkjent utstyr, moderne navigasjonsinstrumenter og kompetente navigatører, resulterte de tre situasjonene i uønskede hendelser. I drøftingen vil de ECDIS-relaterte årsakene til hendelsene bli satt opp mot de nye produktene til S-100, for å undersøke om navigatørens handlinger og situasjonsforståelse kunne blitt endret dersom de nye produktene ble benyttet.

## 5 Drøfting

Drøftingen tar for seg de ECDIS-relaterte momentene som i løpet av seilasen førte til grunnstøting. Disse momentene drøftes opp mot det teoretiske grunnlaget for ECDIS og de tilhørende standardene, for å se om S-100 potensielt kunne endret utfallet. Dette forutsetter imidlertid at S-100 hadde vært tilgjengelig for navigatørene på skipene. Siden S-100 enda er i utviklingsfasen, er hendelsene drøftet opp mot produktspesifikasjonene som i dag er tilgjengelige. Det er også drøftet opp mot slik produktene forventes å bli i henhold til disse spesifikasjonene, selv om det er mulighet for at deler av produktene kan endres før de er ferdigstilt.

### 5.1 «CMA CGM Vasco de Gama»

Containerskipet «CMA CGM Vasco de Gama» seilte fra Algeciras til Southampton. Hele seilasen fra Algeciras og inn til kaien i Southampton var planlagt på både ECDIS og papirkart før seilasen ble startet. Da losen kom om bord ble det ikke foretatt noen endringer av ruten. Det var ikke mulig å gjennomføre ruten i ECDIS slik den var laget.

Ettersom ruten i ECDIS-en ikke var mulig å gjennomføre, måtte losen avvike fra denne ruten. Dette gjorde det vanskelig for mannskapet å overvåke hvor losen seilte. Så lenge losene gjennomførte en seiling som ikke var planlagt av skipets mannskap, ble det sannsynligvis vanskelig for det øvrige broteamet å forutse hvordan losene ville gjennomføre seilingen i leden. Ankomstsjekklisten indikerte at alle parameterne var satt korrekt i ECDIS. Ruten som var planlagt i ECDIS hadde en XTL på 0,5 nm. Dermed hadde den ikke blitt tilpasset for hvert rutelegg under losingen. Da «CMA CGM Vasco de Gama» gikk på grunn, hadde ikke skipet gått utenfor den definerte XTL-en i ECDIS. Dermed var det ingen alarmer som hadde gått av på ECDIS-en.

Kapittel 2.5.3 beskriver at XTL skal indikere en korridor som fartøyet kan seile i. Videre skal det utløses en «off-track»-alarm dersom fartøyet seiler utenfor denne korridoren. Da dette ikke skjedde på «CMA CGM Vasco de Gama», tyder dette på at ruten i ECDIS var planlagt med en XTL som ikke var tilpasset farvannets tilgjengelige seilingsbredde. Dersom den hadde vært korrekt innstilt, skulle alarmen blitt utløst i forkant av grunnstøtingen.

Det er ikke sikkert at en mindre XTL og en «off-track»-alarm i seg selv ville bidratt til å unngå denne grunnstøtingen, ettersom den planlagte ruten ikke var gjennomførbar med værforholdene og manøvreringskarakteristikkene. Så lenge ruten ikke var planlagt som trygg og gjennomførbar i utgangspunktet, kunne det også være begrenset hvor mye alarmfunksjonene hadde mulighet til å påvirke situasjonen. En tilpasset og optimal XTL kunne varslet navigatørene om at skipet nærmet seg ytterkanten av korridoren, men da ville skipet sannsynligvis vært i en posisjon som ikke kunne endret utfallet av svingen.

Visningen av dybdekonturene kunne være enten 2-farget eller 4-farget. Dersom ECDIS-en er i 4-farget modus, kunne det vært lettere å skille mellom de ulike dybdekonturene, ettersom dette ville gitt flere konturer i kartet. ECDIS-en ombord i «CMA CGM Vasco de Gama» var satt til å vise 2-fargede dybdekonturer, noe som gjorde det vanskeligere å skille mellom de ulike dybdekonturene. I tillegg var sikker dybdekontur feiljustert. Disse innstillingene kunne kanskje bidratt til å gi en bedre oversikt over farvannet, dersom de hadde vært justert til 4 farger og med optimal sikker dybdekontur.

Redegjørelsen beskriver videre at ECDIS var satt til fullmodus, med få brukerinnstillinger. Mannskapet valgte dermed å seile med en slik modus i ECDIS, selv om bromanualen tydeliggjorde at dette medførte en stor informasjonsmengde og en mulig kilde til støy. For mye informasjon på skjermen kan føre til at viktig informasjon ikke blir lagt merke til i mengden av annen informasjon som ikke betegnes som relevant for farvannet. Figur 19 på side 44 viser at det var mye informasjon på skjermen, men ikke av en slik mengde som gjør at ruten eller sjømerkene rundt forsvinner. Selv om modusen kunne vært endret til standardmodus, er det ikke nødvendigvis dette som er en av hovedårsakene til at svingen gikk galt. Dersom ECDIS-en hadde blitt satt til 4-fargede dybdekonturer, korrekt justert sikker dybdekontur og standardmodus istedenfor fullmodus, slik at det var mindre informasjon på ECDIS-en, kunne dette gjort at den hadde blitt mer oversiktlig, og derfor lettere å bruke for å sikre seilassen.

Ifølge rapporten er det dermed funksjoner som kunne vært endret, for at ECDIS-en skulle fungert som et bedre hjelpemiddel under denne seilassen. Spørsmålet er om funksjonene ble brukt på den måten de gjorde fordi de var for krevende å benytte for mannskapet, eller om funksjonene burde vært utformet på en annen måte. Det er mange fartøy som benytter disse funksjonene i dagens S-57, og sikrer seilassen på en god måte. Samtidig vil det alltid være rom for forbedringer ved sikring av en seilas. Med S-100 er det mulighet for at ECDIS skal

kunne bli brukt på en annen måte enn på «CMA CGM Vasco de Gama», og kanskje bidra til å endre en av de faktorene som gjorde at situasjonen endte med grunnstøting.

Redegjørelsen av hendelsen beskriver at losen fortalte at skipet skulle seile lenger sørvest, på grunn av forholdene. Dette ble likevel ikke gjennomført slik som beskrevet. Etter hvert som skipet svingte mot styrbord, ble akterskipet påvirket mer av vinden, og dreiehastigheten ble redusert. Det var på dette tidspunktet losen uttalte: «*Where is all this tide when you want it?*». Dette kan tyde på at losen trodde det var mer strøm i området enn det faktisk var.

Et lag i S-100 som er relevant å se på i denne sammenhengen, er S-111 Surface Currents. S-111-laget vil presentere strømmens hastighet og retning som fargekodede piler, som beskrevet i kapittel 2.6.6. Ved å anvende dette laget som et overlegg i S-101 ENC og benytte en prognose for det aktuelle passeringstidspunktet, kunne navigatørene på «CMA CGM Vasco de Gama» fått presentert forventet strøm i området da ruten ble planlagt. Ved å få informasjon om dette som en visuell presentasjon i planleggingsfasen, kunne trolig strømmen i området i større grad vært tatt høyde for i den planlagte ruten.

Det er imidlertid utfordringer knyttet til dette. Strømmen er dynamisk, og tidevann er en stor faktor. Derfor må navigatøren vite tidspunktet for passering av det aktuelle området med relativ stor nøyaktighet. Videre blir det under planlegging benyttet en prognose for strømforholdene. Denne prognosen vil sannsynligvis ikke være like nøyaktig som sanntidsdata, som presenterer de faktiske forholdene. Dette kan føre til et lite avvik mellom de forholdene det er planlagt for, og de faktiske forholdene ved passeringstidspunktet. Til slutt kreves det at planene for ruten oppdateres for hver seilas, med hensyn på de aktuelle strømforholdene for passeringstidspunktet. I hendelsen med «CMA CGM Vasco de Gama» ble det ifølge rapporten benyttet en tidligere ruteplan. Å benytte tidligere ruteplaner vil ikke nødvendigvis være mulig i S-100, da strømforholdene kan være ulike for hver seilas.

Strømmen var i mindre grad tatt hensyn til i planleggingen av ruten, enn det som burde vært tilfelle ved en slik sving. Som beskrevet i redegjørelsen for hendelsen, måtte skipet avvike fra den planlagte ruten, på grunn av en vikemanøver. I en situasjon hvor det avvikes fra ruten i et kritisk område som dette, kan det tenkes at et informativt lag som S-111 kunne vært til nytte for navigatørene. Dersom S-111 hadde vært tilgjengelig for broteamet på «CMA CGM Vasco de Gama», kunne dette laget gitt informasjon om de faktiske strømforholdene. Trolig kunne denne informasjonen vært til nytte i en slik situasjon, ved å bidra til økt

situasjonsforståelse. I denne hendelsen kunne losen ha oppfattet situasjonen annerledes, eller kapteinen kunne lettere oppfattet at losen sin beslutning var uheldig, dersom sanntidsinformasjon om strømforholdene var tilgjengelig som en visuell presentasjon i kartet.

Det er også mulig at S-111-laget ville medført mer støy på ECDIS-skjermen. Som tidligere drøftet, hadde ECDIS-en ombord i «CMA CGM Vasco de Gama» for mye informasjon på skjermen. Å ha S-111-laget aktivert kunne gjort ECDIS-en enda mer uoversiktlig. Siden dybdekonturene bare var 2-farget, var presentasjonen allerede mer uoversiktlig enn det burde vært. Dersom man i tillegg hadde fått presentert et lag med S-111 over dette, kunne det skapt for mye informasjon i kartet. Skulle det da blitt vist strømpiler i kartet, burde selve grunnlaget med S-101 ENC vært justert til å kun vise den nødvendige informasjonen. Dermed er det mulig å få vist kun den informasjonen som behøves i ENC, samtidig som annen verdifull informasjonen kan presenteres over med S-111.

Et slikt aktivt lag ville krevd at navigatørene hadde sett ned i ECDIS med jevne mellomrom. Selv om vekslende fokus mellom ECDIS og broventiler kan være en god måte å overvåke navigeringen på, er det også viktig at ECDIS ikke tar for mye fokus. Dersom S-111 hadde gitt viktig informasjon om strømmen, kunne dette assistert navigatørene til å ta en bedre avgjørelse på når svingen skulle utføres. Samtidig kunne det ført til at de hadde mistet fokus på andre deler av seilassen som er like viktige å holde fokuset rettet mot. Det er dermed ikke sikkert at hverken brobesetningen eller los hadde hatt tid til å se ned i ECDIS for å se på strømpilene.

Tidligere i drøftingen ble det nevnt at det var flere funksjoner i ECDIS som ikke var justert optimalt. Dermed kan det også være mulighet for at et aktivt S-111-lag ikke hadde fungert som tiltenkt. Samtidig er det ikke sikkert at strømmen alene er en faktor som bidrar til grunnstøting. Ved riktig bruk av S-111 kan det være en mulighet for at strømmen kan brukes som en fordel ved manøvrering. Det er dermed flere momenter som gjør at S-111 med fordel burde blitt benyttet under denne seilingen, dersom laget hadde vært tilgjengelig. Det krever imidlertid at det er tilgang på strømdata i området, og at ECDIS-en kunne tatt i bruk disse. Selv om S-111 hadde vært tilgjengelig, krever også dette at ECDIS-en hadde blitt brukt på korrekt måte.

Et annet produkt i S-100-serien som kunne bidratt til å hindre denne grunnstøtingen, er S-102 Bathymetric Surface. Dersom S-102-laget hadde blitt benyttet under planleggingen av seilassen, kunne dette gjort at brobesetningen hadde fått en annen situasjonsforståelse. Det kunne gjort at brobesetningen hadde en større forståelse for hvordan dybdene i området var, og kunne derfor unngått grunnstøtingen.

På en annen side er det ikke sikkert at S-102 hadde gitt økt situasjonsforståelse. Da «CMA CGM Vasco de Gama» planla seilassen, burde brobesetningen vært klar over hvor det ikke var mulig å seile. En klar oppfatning av farvannets bunnforhold, kunne tydeliggjort leden skipet måtte treffe etter endt sving. På «CMA CGM Vasco de Gama» ble svingen imidlertid utført med hardt ror, og likevel uten ønsket effekt på dreiehastighet. Dermed er det lite sannsynlig at en visning av bunnforholdene hadde endret situasjonen. Det var strømmens og vindens påvirkning på skipet som sammen med manøvreringen medførte at skipet gikk på grunn.

Det kan oppsummeres med at det var ulike ECDIS-relaterte faktorer som spilte inn da «CMA CGM Vasco de Gama» gikk på grunn i svingen ved Bramble Bank. Det var ulike feil og mangler i ECDIS som gjorde at denne ikke ble brukt på tiltenkt måte. Blant annet var det ikke tatt hensyn til farvannets seilbare område da XTL ble justert. Det var mye informasjon i ECDIS som gjorde denne uoversiktlig, og det var i tillegg kun 2-fargede dybdekonturer. Videre er det blitt drøftet om de nye lagene S-111 Surface Currents og S-102 Bathymetric Surface kunne bidratt til å forhindre denne hendelsen. Det kan tenkes at S-111-laget kunne bidratt til å endre situasjonen i en positiv retning, både under seilassen og under planleggingen. Dersom S-102 hadde vært tilgjengelig, kan det tenkes at også dette laget kunne bidratt til økt situasjonsforståelse for navigatørene. Det er imidlertid ikke sikkert at noen av disse lagene alene kunne påvirket utfallet av hendelsen.

## 5.2 «CSL Thames»

«CSL Thames» seilte fra Glensanda til Wilhelmshaven, og ankom Sound of Mull i underkant av 1 time etter avgang. Det var god sikt i området denne dagen, og seilingen ble utført av andrestyrmannen. Da skipet begynte seilingen gjennom sundet, var det under normale forhold med kaptein, styrmann og rormann til stede på broen. Underveis gjennom sundet ble det imidlertid oppdaget småbåter som naturligvis ikke var tatt hensyn til i ruteplanleggingen, og som derfor medførte et avvik fra den planlagte ruten i ECDIS.

Da situasjonen med småbåtene oppsto, brukte navigatøren ECDIS som et hjelpemiddel for å vurdere situasjonen ved passering av småbåtene. I et slikt øyeblikk vil det være nødvendig med korrekte innstillinger på ECDIS, slik at man kan ta gode avgjørelser som støttes av ECDIS-en. Siden det var god sikt denne dagen, var både småbåtene og farvannet synlig visuelt. Det som dermed ville bli viktig å se i ECDIS, var det som ikke kunne sees med øynene utenfor – nemlig dybdekonturene og forholdene under vann.

På «CSL Thames» var sikker dybdekontur satt til 10 meter, mens skipets maksimale dypgang var 10,63 meter. Med hensyn på squat som påvirket dypgangen og tidevann, ville skipet grunnstøtt på kartdybder mindre enn 10,13 meter. Skipet kunne dermed gå på grunn utenfor sikker dybdekontur, ettersom denne konturen var satt til en mindre dybde enn skipets faktiske dypgang. Skal ECDIS brukes som et støttende navigasjonshjelpemiddel, er det viktig at man kan stole på informasjonen som presenteres i skjermen. Desto viktigere er det da at alle parametere er justert korrekt og at alle funksjoner fungerer som de skal.

Selv om sikker dybdekontur ikke var justert slik den burde vært, var det likevel andre funksjoner som var tilgjengelige i ECDIS. Med grunnstøtingsalarmen aktivert, kunne man i utgangspunktet anta at navigatøren ville blitt varslet ved en situasjon som medførte risiko for grunnstøting. Figur 4 på side 17 viser hvordan grunnstøtingsalarmen automatisk vil søke etter blant annet grunner og undersjøiske hindringer foran fartøyet. På «CSL Thames» var søkeren satt til 10 minutter foran skipet og 1° til hver side av kursen. Dette gjorde at grunnstøtingsalarmen var aktivert, men likevel med en relativt smal sektor å søke i. Utfordringen i dette tilfellet var imidlertid at ECDIS ikke var tilkoblet høyttaler, slik at da alarmen ble utløst, ble det ikke gitt hørbar alarm. Alarmen ble synlig på skjermen, men siden styrmannen ikke monitorerte ECDIS på dette tidspunktet, ble alarmen heller ikke oppdaget.

Problemet med bruk av ECDIS, oppsto dermed etter at den kombinerte kursendringen og vikemanøveren hadde blitt foretatt mot styrbord. Det var på dette tidspunktet styrmannens oppmerksomhet ble endret fra ECDIS til småbåtene utenfor. Styrmannen hadde da økt fokus på småbåttrafikken, og dertil mindre fokus på skipets seiling gjennom farvannet. Med blikket vendt ut broventilene, ville det fortsatt vært mulighet for å observere skipets seilas og posisjon i leden. Problemet var imidlertid at ikke alt åpent farvann var seilbart farvann.

Det kan da rettes spørsmål mot ECDIS og S-100, og om ECDIS ville blitt brukt mer aktivt av navigatøren dersom UKC-laget til S-129 hadde vært synlig på skjermen. Dybdekonturene er allerede synlige med S-57 i dag, med ulike blåtoner som illustrerer dybdeforholdene. Det krever imidlertid at navigatøren er i stand til å skille de ulike blåtonene, og samtidig forstå hva hver kontur representerer. Det hadde likevel vært mulig å se grunnene foran skipet, med dybdekonturer og dagens ENC med S-57-standard.

På en annen side vil ikke de blå konturene kunne skilles på samme måte som i S-129. UKC-laget vil tydelig vise områder man ikke kan seile med rosa og gul farge, som illustrert på figur 15, på side 34. Disse to fargene tydeliggjør områdene skipet ikke kan seile uten risiko for grunnberøring. Med slike farger er det sannsynlig at navigatøren enklere kan skille grunne og dype farvann fra hverandre, da disse to områdene i leden har to ulike farger. Med S-57 vil man også få presentert seilbart farvann gitt av de blå dybdekonturene, dersom parameterne er tilpasset forholdene, men ikke like tydelig som det kan forventes å bli med S-129. Det kan dermed antas at så lenge man hadde vært i stand til å holde skipet utenfor de markerte områdene i S-129, ville risikoen for å seile mot utrygt farvann blitt redusert.

Det er vanskelig å avgjøre om et slikt produkt kunne ha hindret en grunnstøting for «CSL Thames». Siden navigatøren ikke benyttet ECDIS etter kursendringen mot grunnere områder, er det heller ikke mulig å si om UKC-laget hadde endret dette. Det er imidlertid en mulighet for at UKC-laget kunne ha bidratt til å redusere muligheten for grunnberøring, dersom navigatøren hadde sett ned i skjermen. Med grunne områder markert med en tydelig, rosa farge, kunne kanskje navigatøren lagt merke til faren på skjermen, selv med mindre fokus på ECDIS enn det som burde vært tilfelle i en slik situasjon.

En ECDIS med S-129 aktivert over ENC, vil sannsynligvis være i stand til å gjøre en navigatør oppmerksom på farer relatert til grunnere farvann. Dagens ENC har som kjent hvitt baselag med blå dybdekonturer. Dermed kunne et UKC-lag med sine farger skapt et



tydelig skille mellom trygge områder og de såkalte «no-go areas». Selv uten tilkoblede høyttalere til å påkalle navigatørens oppmerksomhet ved alarm, kunne farene blitt presentert på en tydeligere måte på skjermen. Dette forutsetter imidlertid at navigatøren ser i skjermen, og ikke antar at alt er greit uten aktiverte lydvarsler.

Det ville vært rimelig å anta at navigatøren burde ha sett mer i ECDIS enn det som skjedde før «CSL Thames» sin grunnstøting. Oppmerksomhetsnivået for den aktuelle hendelsen er imidlertid ikke mulig å endre i ettertid. Kanskje kunne et aktivt UKC-lag presentert de seilbare områdene på en så enkel og forståelig måte at navigatøren hadde følt et behov for å observere kursendringen i ECDIS. Med raske, vekslende blikk mellom broventiler og skjerm, ville UKC-laget muligens bidratt til å la navigatøren foreta en revurdering av situasjonen. En revurdering av den utførte kursendringen kunne bidratt til å la skipet seile på en kurs utenfor de aktuelle grunnene forut.

På en annen side ville det ikke nødvendigvis avverget kollisjonsfaren med de to småbåtene som utløste den opprinnelige kursendringen mot styrbord. Det vil være flere faktorer som spiller inn ved en slik oppstått situasjon. Spørsmålet er om UKC-laget alene kunne ha endret en av de mest sentrale faktorene som til slutt bidro til at skipet gikk på grunn. UKC-laget kunne gitt en ytterligere dybdeinformasjon på ECDIS enn det som var tilgjengelig på «CSL Thames» i 2011.

En utfordring med dette er at det kunne ført til en større informasjonsmengde enn det som er tilfelle i dagens ECDIS. Med mye informasjon konsentrert på én skjerm, kunne dette alene ført til at navigatøren hadde blitt for opptatt av ECDIS. For lang tid med blikket vendt mot skjermen, kunne ført til redusert fokus på virkeligheten utenfor. Det bør være mulighet for at man med jevne mellomrom ser og vurderer situasjonen utenfor og deretter ned i skjermen. Ved en slik opptreden kunne både ECDIS og UKC-laget støttet seilassen etter vikemanøver, og bidratt til å gi en balanse mellom det å se og vurdere situasjonen utenfor, bekrefte det man vurderer med informasjonen i ECDIS, og deretter se ut igjen for å overvåke og revurdere oppfatningen av virkeligheten.

For «CSL Thames» sitt tilfelle, ble ikke sikker dybdekontur på S-57 justert til å fungere som en sikkerhetskontur for å hindre grunnstøting. En slik feil kan medføre økt risiko for grunnberøring. Med et aktivt UKC-lag på S-100, vil man ikke lengre ha samme behov for å oppdatere statisk dybdeinformasjon ved avgang. Det er fordi UKC-laget vil vise en beregnet

dynamisk UKC, hvor det tas hensyn til dypgang, vannstands nivå og squat. Dermed vil en navigatør som bruker et slikt aktivt lag ha mulighet til å se informasjon i skjermen basert på den virkeligheten som er utenfor skipet.

Et annet bruksområde til UKC-laget som kunne bidratt til å forhindre en slik grunnstøting, er ved at den hadde blitt brukt som assistanse under ruteplanleggingen før sjøreisen begynte. UKC-laget har mulighet til å overføre de sorte polygonene som brukes som kontrollpunkt i S-129 til rutepunkt i S-101 ENC, som beskrevet på side 33. Dermed kan punktene som brukes i S-129, også benyttes som rutepunkt i ECDIS. På denne måten ville man sikret at skipet hadde planlagt en rute innenfor de gitte parameterne med hensyn på dybde. Det må imidlertid nevnes at disse rutepunktene kun hadde blitt brukt i en seilas uten avvikte kurser, og at det derfor fortsatt kunne oppstått en grunnstøtingssituasjon på «CSL Thames». Dette er fordi den opprinnelige ruten i S-57 i utgangspunktet var planlagt til trygge og seilbare områder i leden, og at det var avviket ved vikemanøver som skapte den endelige grunnberøringen. Dermed kan det tyde på at S-129 i dette tilfellet kun hadde kommet til sin rett ved aktivt bruk underveis.

Det må også nevnes at et slikt UKC-lag er avhengig av at informasjonen blir overført på en trygg måte, og at hele produktet viser den tiltenkte informasjonen på en korrekt måte. Dette krever at dataene blir overført slik som redegjort i kapittel 2.6.8 om cyber security. I tillegg ville «CSL Thames» ha vært avhengig av at de nevnte dataene som overføres med S-129, hadde vært tilgjengelig i sundet hvor grunnstøtingen skjedde. S-129 er dermed ikke et produkt man kan forvente å ha tilgjengelig i alle farvann ved behov, men muligens heller i de områdene der det kan være økt risiko for grunnberøring. Man bør kunne bruke ECDIS på samme måte som i dag, hvor funksjonene brukes som et støttende hjelpemiddel.

Hendelsen i Sound of Mull kan oppsummeres med at det var en rekke ulike ECDIS-relaterte faktorer som spilte inn. ECDIS-en ombord fungerte ikke på tiltenkt måte, som følge av ulike feil og mangler på denne. Blant annet var sikker dybdekontur stilt feil og høyttaleren til ECDIS var ikke tilkoblet. Videre er det drøftet om det nye laget S-129 UKCM kunne bidratt til å forhindre hendelsen. Det kan hevdes at S-129 hadde gjort det lettere for en navigatør å oppfatte hvor fartøyet kunne seile uten å gå på grunn. Samtidig må en ECDIS med S-129 fremdeles bli brukt på korrekt måte og brukes som tiltenkt.

### 5.3 «Ovit»

«Ovit» seilte fra Rotterdam til Brindisi, og ankom Den engelske kanal på natten den 18. september 2013. Skipet gikk på grunn på Varne Bank i Den engelske kanal, som et resultat av flere omstendigheter beskrevet i hendelsesrapporten.

I hendelsesrapporten legges det vekt på ruteplanleggingen som en årsak til hendelsen. Ruten ble planlagt av andrestyrmannen, selv om dette ikke var hans ansvarsområde. Likevel skal andrestyrmannens utdanning være tilstrekkelig for å ha kompetanse om dette. I rutesjekken som ble utført av ECDIS, var det en rekke farer det ble varslet om. En forbedring i S-101 kontra S-57, er færre irrelevante alarmer i rutesjekk, som beskrevet i kapittel 2.6.3. At det gis færre alarmer kan være en fordel under planlegging av en rute. Mange av alarmene i dag er ikke av relevans for seilasen. Dette er noe som kunne gitt andrestyrmannen en bedre forståelse av rutesjekken i ECDIS på den planlagte ruten.

Det er imidlertid usikkert om en reduksjon av antall alarmer ville endret utfallet av akkurat denne situasjonen. Årsaken til at farene i den planlagte ruten ikke ble identifisert av andrestyrmannen, var ikke på grunn av antallet alarmer, men fordi han mistolket resultatet til å ikke ha noen alarmer, slik som illustrert på figur 27, på side 54. Derimot kan denne endringen være til nytte for andre fartøy som utfører rutesjekk.

Det kom frem i hendelsesrapporten fra MAIB, at sikker dybdekontur på «Ovit» var innstilt på 30 meter. Som beskrevet i kapittel 2.5.1, er dette hva IEC 61174 krever som standardinnstilling, dersom navigatøren ikke spesifiserer en sikker dybdekontur. I kapittel 2.5.2 om grunnstøtingsalarm, er kravene fra IMOs reviderte Performance Standard for ECDIS beskrevet. Denne krever at det skal gis alarm dersom skipet innenfor en brukerdefinert tid vil krysse sikker dybdekontur. På «Ovit» var grunnstøtingsalarmens parametere stilt inn på 15 minutters vektorlengde i en sektor på 50°. Parameterne på grunnstøtingsalarmen kan sies å være fornuftige, med tanke på både vektorlengde og bredden på sektoren den søker i. Med slike parametere vil man få et tidlig varsel. 15 minutter skal være tilstrekkelig tid for å foreta en handling for å avverge en potensiell faresituasjon.

Selv om grunnstøtingsalarmen kan hevdes å ha vært brukbart innstilt, kan ikke det samme sies om sikker dybdekontur. Noe som hendelsesrapporten tar opp, er at denne var stilt for dypt etter forholdene. Ved en sikker dybdekontur på 30 meter har skipet en rekke ganger tidligere krysset denne, uten at det var reell fare for grunnstøting. Hendelsesrapporten

beskriver at dette trolig har ført til at styrmennene ikke har tatt disse alarmene på alvor. For at sikker dybdekontur og grunnstøtingsalarmen skal fungere optimalt, er det nødvendig at begge er hensiktsmessig og korrekt innstilt.

Funksjonene sikker dybdekontur og grunnstøtingsalarm videreføres i S-100. Disse funksjonene vil sammen gi navigatøren en visuell presentasjon av dybdekonturer som er utrygge, samt grunnstøtingsalarmen som vil gi alarm på forhåndsinnstilt tid, før skipet krysser sikker dybdekontur. Ved å bruke disse funksjonene i S-100 kan trolig mange potensielle grunnstøtinger avverges.

Disse funksjonene finnes imidlertid allerede i dagens S-57. Selv om disse funksjonene var tilgjengelige, ble de ikke benyttet korrekt, fordi innstillingene for sikker dybdekontur var feil. I tilfellet med «Ovit» kommer det også frem i hendelsesrapporten at den hørbare alarmen ikke virket, fordi kommunikasjonsporten til høyttaleren var feilkonfigurert. Med tanke på feil innstilling av parametere, samt at systemet ikke ville gitt lyd ved en alarm, ville det sannsynligvis ikke vært noen forskjell i S-100 kontra bruk i dagens ECDIS.

Ett av lagene i S-100-serien som er relevant i denne hendelsen, er S-129 UKCM. Dersom S-129 hadde blitt benyttet, kunne navigatøren fått en visuell presentasjon av farvannets grunne områder. Farvannets dybder ville blitt presentert i fargekoder, hvor områdene «no-go» og «almost no-go», i forhold til ønsket dybde under kjøll, ville vært markert i farger. Dersom en utrygg dybde hadde blitt presentert i farger, istedenfor blåtoner, ville navigatøren på «Ovit» trolig lettere ha oppfattet situasjonen. I likhet med «CSL Thames»-hendelsen, kunne S-129 trolig bidratt til økt situasjonsforståelse også i denne situasjonen, dersom funksjonen hadde blitt benyttet. Denne økte situasjonsforståelsen kunne trolig avverget hendelsen.

På en annen side har denne funksjonen det likhetstrekket med sikker dybdekontur i S-57, at begge forutsetter at nødvendige parametere er korrekt innstilt for optimal funksjonalitet. Dette var ikke tilfelle på sikker dybdekontur i S-57 som var uhensiktsmessig innstilt. Selv om S-129 hadde vært tilgjengelig for navigatøren, forutsetter dette korrekte parametere for at funksjonaliteten skal være som tiltenkt. Dersom S-129 hadde vært tilgjengelig, men feil innstilt på samme måte som sikker dybdekontur var, kunne sannsynligvis denne funksjonen virket mot sin hensikt, og gitt en dårligere situasjonsforståelse. Dette understreker viktigheten av korrekt innstilte parametere og verdier for å sikre systemenes funksjonalitet.

Et annet bruksområde for S-129 kan være å benytte dette laget under planlegging. Dersom dette laget hadde vært tilgjengelig for styrmannen som planla ruten, ville denne funksjonen trolig uthevet faren for grunnstøting på Varne Bank enda tydeligere. Dette kunne vært et nyttig hjelpemiddel, men også her er det en forutsetning med korrekte innstillinger for at det skal fungere som tiltenkt.

Et annet relevant lag i S-100, er S-102 Bathymetric Surface. Kapittel 2.6.4 beskriver at S-102 gir en presentasjon av høyoppløselig batymetri i en 3D-modell. Videre presenteres dybdekonturene i farger, se figurene 10 og 11 på side 25 og 26. Denne høyoppløselige presentasjonen av bunnforholdene i 3D-modellering kunne bidratt til å gi navigatøren en bedre forståelse av havbunnens utforming. I likhet med S-129 kunne bruken av farger for å presentere dybder i farvannet sannsynligvis gitt navigatøren en bedre situasjonsforståelse.

Lagets tilgjengelighet er imidlertid en grunnleggende forutsetning for bruken av det. For at S-102 skal være tilgjengelig i et område, kreves det datagrunnlag for å produsere modellen. Som beskrevet i kapittel 2.6.4, må det ha vært utført en høyoppløselig kartlegging av bunnforholdene, for eksempel ved bruk av multistråleekkolodd. Videre er denne funksjonaliteten i S-100 kanskje mest nyttig ved navigering i svært trangt farvann, eller ved krevende operasjoner i tilknytning til havbunnen. Derfor er det ikke sikkert at navigatøren hadde valgt å benytte seg av denne funksjonaliteten dersom han var av den oppfatning at det ikke var noen farlige grunner i umiddelbar nærhet.

Trolig kunne også S-102 blitt benyttet i planleggingsfasen. På samme måte som ved bruk av S-129 i planlegging, kunne dette gitt en tydeligere indikasjon på at den planlagte ruten ikke var trygg. Ved bruk av farger og 3D-modellering kunne navigatøren trolig lettere oppfattet den utrygge grunnen.

Det kan imidlertid tenkes at det kan være vanskeligere og mer tidkrevende å planlegge en rute ved bruk av S-102-laget, kontra bruk av ENC. Derfor er det usikkert om dette laget er noe navigatøren ville benyttet seg av, med mindre ruten var lagt opp til et farvann som var særskilt krevende å navigere i. Ettersom «Ovit» seilte gjennom Den engelske kanal, kan dette området ha blitt oppfattet som et relativt lite krevende farvann, ettersom ruten inneholdt få kurser i en bred led.

Det siste laget innen S-100 som kan være relevant å drøfte i forbindelse med grunnstøtingen til «Ovit», er S-104 Water Level Information for Surface Navigation. Dette produktets

hensikt er å gi informasjon om vannstands nivå til brukeren. I kommunikasjonen mellom «Ovit» og CNIS, som er transkribert i hendelsesrapporten, forespurte CNIS dybde under kjøll. Navigatøren oppga denne til å være ca. 10 meter, når skipet i realiteten sto på grunn. Dette kan tyde på at navigatøren ikke hadde informasjon om, eller forståelse av, de faktiske forholdene.

Dersom S-104 hadde vært tilgjengelig, ville dette for det første forsynt navigatøren med informasjon om tidevann, og derfor også vannstand i forhold til dybden i kartet. Dette kunne muligens ha avverget situasjonen. Videre kunne denne funksjonen gitt informasjon om vannstanden, og dermed også dybde under kjøll, da dette ble forespurt fra CNIS. En tredje bruk for S-104, kunne vært å konsultere denne i forbindelse med å frigjøre skipet fra grunnen. Denne funksjonen kunne trolig forsynt mannskapet på «Ovit» med nyttig informasjon om tidevannet, i forbindelse med å flyte av grunnen på stigende høyvann.

På en annen side kan det tenkes at S-104-laget er mindre interaktivt enn hva S-102 og S-129 vil bli, og at informasjon i større grad må søkes aktivt av navigatøren, istedenfor å bli presentert som et lag over ENC. S-104 er fremdeles kommet relativt kort i utviklingen, sammenlignet med mye annet innen S-100. Derfor er det vanskelig å forutse nøyaktig hvordan laget vil bli. Dersom dette er tilfelle, kan det tenkes at dette er informasjon navigatøren på «Ovit» ikke ville ha oppsøkt under seilasen, dersom vedkommende var av den oppfatningen at det var tilstrekkelig dybde i farvannet.

Det kan oppsummeres med at grunnstøtingen av «Ovit» på Varne Bank var forårsaket av en rekke ECDIS-relaterte faktorer, både i planleggingsfasen og underveis i seilasen. Det var flere funksjoner i S-57 som ikke ble benyttet som tiltenkt. Disse mistet derfor sin hensikt. Blant annet kan det tenkes at korrekt innstilling av sikker dybdekontur kunne bidratt til å endre situasjonsforståelsen for navigatøren. Videre er det en rekke nye funksjonaliteter som lagene i den kommende S-100-serien fører med seg. Det kan tenkes at S-129 UKCM, S-102 Bathymetric Surface og S-104 Water Level Information for Surface Navigation kunne hatt potensiale til å påvirke hendelsen, med sine nye funksjonaliteter, dersom disse hadde vært tilgjengelige for navigatøren. Som drøftingen har tatt for seg, er det likevel utfordringer tilknyttet bruken av disse lagene, i forbindelse med denne hendelsen.

## 6 Konklusjon

Dagens S-57-standard har en rekke begrensninger. Blant annet er store deler av standarden fryst. Dette innebærer at standarden ikke er åpen for endringer og oppgraderinger. For å muliggjøre for nye funksjonaliteter i ECDIS, har IHO besluttet å utvikle den nye S-100-standard. S-100 fører med seg en rekke nye funksjonaliteter. Til forskjell fra S-57, tillater S-100 bruk av blant annet sanntidsdata og mer avanserte funksjoner enn hva som er mulig med S-57. S-100 kommer med nye produkter og lag som navigatøren kan benytte over ENC. Lagene vil alene eller sammen med andre føre til nye muligheter ved navigasjon med bruk av ECDIS. Dette blir en videreutvikling og forbedring fra dagens standard.

De tre hendelsene som drøftingen har tatt for seg, har alle flere ulike faktorer som sammen førte til grunnstøtingene. Felles for disse hendelsene, er at ECDIS i særlig grad var en medvirkende faktor til grunnstøtingene. Som drøftet i kapittel 5, var det i alle hendelsene potensiale for at S-100-seriens nye produkter kunne ha påvirket hendelsene i ulik grad. Selv om nye funksjonaliteter i S-100-serien ville hatt potensiale til å avverge grunnstøting i de tre hendelsene, kunne også funksjonaliteter i dagens S-57 bidratt til å endre utfallet av disse. Dette er imidlertid under forutsetning av at funksjonene hadde blitt benyttet som tiltenkt.

Felles for hendelsene er at elementer i ECDIS ikke ble benyttet som tiltenkt. Dermed mistet disse elementene i stor grad sin effekt. Dersom de eksisterende funksjonene i ECDIS hadde blitt benyttet som tiltenkt, kunne trolig dette alene vært nok til å avverge hendelsene med «CSL Thames» og «Ovit». På «CMA CGM Vasco de Gama» er det imidlertid mer usikkert om ECDIS alene kunne ha påvirket utfallet av hendelsen.

S-100 gir navigatørene nye måter å benytte ECDIS på, og gir derfor en ekstra støtte til navigasjonen når det trengs og når produktene er tilgjengelig. Flere av produktene vil gi navigatøren tilgang til data på en annen måte enn i dag. Med forbedret presentasjon og tilgang på informasjon i ECDIS, kan dette gjøre at navigatøren kan ta avgjørelser på en enklere måte, basert på data fra de ulike lagene i S-100-serien. Den nye standarden endrer imidlertid ikke navigasjonsmulighetene dithen at det kan bli en erstatning for det visuelle utenfor skipet. Potensialet for å forbedre navigasjonssikkerheten blir dermed mest aktuelt når navigatøren veksler aktivt mellom støtte til navigeringen i ECDIS og visuell observasjon utenfor skipet.

På bakgrunn av disse tre hendelsene, kan det konkluderes med at navigasjonssikkerheten kan forbedres ved overgang fra S-57 til S-100, under forutsetning av at alle funksjonaliteter blir benyttet som tiltenkt. Standarden vil etter hvert komme med de produktene som trengs for å støtte navigatøren i utfordrende faser av seilassen. Ved korrekt anvendelse av disse tjenestene, har S-100 det potensialet som skal til for å forbedre navigasjonssikkerheten ved overgang fra S-57.





104 Product Specification-v0.0.5(Clean).pdf

[Funnet 10 Mars 2020].

IHO, 2018 a. *Standards and Specifications*. [Internett]

Available at: [https://iho.int/iho\\_pubs/standard/S-100/S-100\\_Ed\\_4/S-100\\_Ed%204.0.0\\_Clean\\_17122018.pdf](https://iho.int/iho_pubs/standard/S-100/S-100_Ed_4/S-100_Ed%204.0.0_Clean_17122018.pdf)

[Funnet 23 Januar 2020].

IHO, 2018 b. *Hydrographic Services and Standards Committee (HSSC)*. [Internett]

Available at: [https://iho.int/mtg\\_docs/com\\_wg/HSSC/LETTERS/HSSC\\_Letters.htm](https://iho.int/mtg_docs/com_wg/HSSC/LETTERS/HSSC_Letters.htm)

[Funnet 25 April 2020].

IHO, 2018 c. [Internett]

Available at: [https://iho.int/mtg\\_docs/com\\_wg/S-100WG/TSG6/Static%20and%20dynamic%20UKCM%20definitions%20from%20S-129%20PT%20meeting%2017%20to%2018%20Sep%2018.pdf](https://iho.int/mtg_docs/com_wg/S-100WG/TSG6/Static%20and%20dynamic%20UKCM%20definitions%20from%20S-129%20PT%20meeting%2017%20to%2018%20Sep%2018.pdf)

[Funnet 04 Mars 2020].

IHO, 2018 d. *Product Specification*. [Internett]

Available at: [http://registry.iho.int/beta/productspec/view.do?idx=168&product\\_ID=S-111&statusS=5&domainS=ALL&category=product\\_ID&searchValue=](http://registry.iho.int/beta/productspec/view.do?idx=168&product_ID=S-111&statusS=5&domainS=ALL&category=product_ID&searchValue=)

[Funnet 3 Mars 2020].

IHO, 2018 e. *IHO - Publications / OHI - Publications*. [Internett]

Available at: [https://iho.int/iho\\_pubs/standard/S-57Ed3.1/S-57%20Appendix%20B.1%20Annex%20A%20UOC%20Edition%204.1.0\\_Jan18\\_EN.pdf](https://iho.int/iho_pubs/standard/S-57Ed3.1/S-57%20Appendix%20B.1%20Annex%20A%20UOC%20Edition%204.1.0_Jan18_EN.pdf)

[Funnet 30 April 2020].

IHO, 2019 a. *IMODOCS*. [Internett]

Available at: <https://docs.imo.org/Search.aspx?keywords=NCSR%207%2F22%2F5>

[Funnet 25 Mars 2020].

IHO, 2019 b. *RENC&WENDWG9*. [Internett]

Available at: [https://iho.int/mtg\\_docs/com\\_wg/WEND/WENDWG8/WENDWG8-EAHC%20Implementation%20of%20ENC%20Schemes%20\(2018\)\(Revised\).pdf](https://iho.int/mtg_docs/com_wg/WEND/WENDWG8/WENDWG8-EAHC%20Implementation%20of%20ENC%20Schemes%20(2018)(Revised).pdf)

[Funnet 25 April 2020].

IHO, 2019 c. *Standards in Force*. [Internett]

Available at: <https://iho.int/en/standards-in-force>

[Funnet 26 Januar 2020].

IHO, 2019 d. *Product Specification*. [Internett]

Available at: [http://registry.iho.int/beta/productspec/view.do?idx=163&product\\_ID=S-102&statusS=5&domainS=ALL&category=product\\_ID&searchValue=](http://registry.iho.int/beta/productspec/view.do?idx=163&product_ID=S-102&statusS=5&domainS=ALL&category=product_ID&searchValue=)

[Funnet 26 Februar 2020].

IHO, 2019 e. *Product Specification*. [Internett]

Available at: [http://registry.iho.int/beta/productspec/view.do?idx=176&product\\_ID=S-129&statusS=ALL&domainS=ALL&category=product\\_ID&searchValue=](http://registry.iho.int/beta/productspec/view.do?idx=176&product_ID=S-129&statusS=ALL&domainS=ALL&category=product_ID&searchValue=)

[Funnet 04 Mars 2020].

IHO, 2020 a. *S-100 Introduction*. [Internett]

Available at: <http://s100.iho.int/S100/>

[Funnet 23 Januar 2020].

IHO, 2020 b. *IMODOCS*. [Internett]

Available at: <https://docs.imo.org/Search.aspx?keywords=MSC%20102%2F21%2F15>

[Funnet 25 Mars 2020].

IHO, 2020 c. *S-100WG5 (2020)*. [Internett]

Available at: [https://iho.int/uploads/user/Services%20and%20Standards/S-100WG/S-100WG5/S100WG5\\_2020\\_7.4\\_EN\\_S100\\_ECDIS\\_PerfStdType%20App\\_OperExp\\_V2.pdf](https://iho.int/uploads/user/Services%20and%20Standards/S-100WG/S-100WG5/S100WG5_2020_7.4_EN_S100_ECDIS_PerfStdType%20App_OperExp_V2.pdf)

[Funnet 25 Mars 2020].

IHO, 2020 d. *ENC Production*. [Internett]

Available at: <https://iho.int/en/enc-production>

[Funnet 24 Januar 2020].

IMO NSCR, 2020. *IMODOCS*. [Internett]

Available at: <https://docs.imo.org/Search.aspx?keywords=NCSR%207%2FJ%2F6>

[Funnet 25 Mars 2020].

IMO, 2006. *MSC 82, 2006*. [Internett]

Available at: [http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-\(MSC\)/Documents/MSC.232\(82\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.232(82).pdf)

[Funnet 26 Januar 2020].

IMO, 2017. *IMODOCS*. [Internett]

Available at:

[http://www.imo.org/en/OurWork/Security/Guide to Maritime Security/Documents/MSC-FAL.1-](http://www.imo.org/en/OurWork/Security/Guide%20to%20Maritime%20Security/Documents/MSC-FAL.1-Circ.3%20-%20Guidelines%20On%20Maritime%20Cyber%20Risk%20Management%20(Secretariat).pdf)

[Circ.3%20-%20Guidelines%20On%20Maritime%20Cyber%20Risk%20Management%20\(Secretariat\).pdf](http://www.imo.org/en/OurWork/Security/Guide%20to%20Maritime%20Security/Documents/MSC-FAL.1-Circ.3%20-%20Guidelines%20On%20Maritime%20Cyber%20Risk%20Management%20(Secretariat).pdf)

[Funnet 12 Mars 2020].

IMO, 2020. *Electronic Nautical Charts (ENC) and Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS)*. [Internett]

Available at:

<http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/ElectronicCharts.aspx>

[Funnet 24 Januar 2020].

ISO/TC 211, 2019. *ISO/TC 211*. [Internett]

Available at: [https://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/-](https://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/-8849088/8849106/8849115/ISO%2DTC211_N5251_Strategic_Business_Plan_final_version_7.pdf?nodeid=20968928&vernum=-2)

[8849088/8849106/8849115/ISO%2DTC211\\_N5251\\_Strategic\\_Business\\_Plan\\_final\\_version\\_7.pdf?nodeid=20968928&vernum=-2](https://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/-8849088/8849106/8849115/ISO%2DTC211_N5251_Strategic_Business_Plan_final_version_7.pdf?nodeid=20968928&vernum=-2)

[Funnet 27 Januar 2020].

ISO, u.d. *About Us*. [Internett]

Available at: <https://www.iso.org/about-us.html>

[Funnet 26 Mars 2020].

Kartverket, 2018. *Den norske los*. [Internett]  
Available at: <https://www.kartverket.no/dnl/den-norske-los-1.pdf>  
[Funnet 26 April 2020].

Kartverket, 2019 a. *Elektroniske Sjøkart (ENC)*. [Internett]  
Available at: <https://kartverket.no/Kart/Sjokart/Elektroniske-sjokart/>  
[Funnet 29 Januar 2020].

Kartverket, 2019 b. *Dybdedata og terrengmodeller av havbunn*. [Internett]  
Available at: <https://www.kartverket.no/data/dybdedata-og-terrengmodeller-av-havbunn/>  
[Funnet 03 Mars 2020].

Kartverket, u.d. a. *Elektroniske sjøkart (ENC)*. [Internett]  
Available at: <https://kartverket.no/Efs/Dette-ma-du-vite-om-Efs/5-Elektroniske-sjokart/>  
[Funnet 24 Januar 2020].

Kartverket, u.d. b. *Innhold og merking i sjøkart*. [Internett]  
Available at: <https://kartverket.no/Efs/Dette-ma-du-vite-om-Efs/4-Sjokart/41-Innhold-og-merking-i-sjokart/>  
[Funnet 24 Mars 2020].

Kjerstad, N., 2015. *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer*. 5. red. Bergen: Fagbokforlaget.

Kjerstad, N., 2016. *Navigasjon for maritime studier*. 3. red. Bergen: Fagbokforlaget.

Kjerstad, N., 2017. *Fremføring av skip med navigasjonskontroll*. 4. red. Bergen: Fagbokforlaget.

Kjerstad, N., 2019. *Sjøkart*. [Internett]  
Available at: <https://snl.no/sj%C3%B8kart>  
[Funnet 27 Januar 2020].

Lovdata, 2017. *Lov om informasjon om bestemt angitte områder, skjermingsverdige objekter og bunnforhold*. [Internett]  
Available at: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-21-88/>  
[Funnet 01 April 2020].

MAIB, 2012. *Grounding of bulk carrier CSL Thames*. [Internett]  
Available at:  
<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/547c6f8240f0b60244000021/CSLThames.pdf>  
[Funnet 26 Februar 2020].

MAIB, 2014. *Grounding of oil/chemical tanker Ovit*. [Internett]  
Available at:  
<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/547c6f2640f0b60244000007/OvitReport.pdf>  
[Funnet 28 Januar 2020].

MAIB, 2017. *Grounding of the ultra-large container vessel CMA CGM Vasco de Gama*. [Internett]

Available at:  
[https://assets.publishing.service.gov.uk/media/59ef2327ed915d6aaafc2ef0/MAIBInvReport23\\_2017.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/59ef2327ed915d6aaafc2ef0/MAIBInvReport23_2017.pdf)  
[Funnet 26 Februar 2020].

Navico Holding, 2017. *ECDIS 900 MK5*. [Internett]  
Available at:  
[https://www.marinsat.com/marinsat/dosyalar/dosya/ECDIS900\\_r\\_OM\\_EN\\_988-10958-006\\_w.pdf](https://www.marinsat.com/marinsat/dosyalar/dosya/ECDIS900_r_OM_EN_988-10958-006_w.pdf)  
[Funnet 01 April 2020].

NOAA, 2018. *What is bathymetry?*. [Internett]  
Available at: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/bathymetry.html>  
[Funnet 26 Februar 2020].

Norges Geologiske Undersøkelse, 2015. *Dybdeforhold*. [Internett]  
Available at: <https://www.ngu.no/emne/dybdeforhold>  
[Funnet 03 Mars 2020].

Norris, A., 2010. *ECDIS and Positioning*. London: The Nautical Institute .

Powell, J., 2011. *The New Electronic Chart Product Specification S-101: An Overview*. [Internett]  
Available at:  
[http://www.transnav.eu/Article\\_The\\_New\\_Electronic\\_Chart\\_Product\\_Powell,18,281.html](http://www.transnav.eu/Article_The_New_Electronic_Chart_Product_Powell,18,281.html)  
[Funnet 23 Januar 2020].

PRIMAR, 2017. *About PRIMAR - Freedom to choose*. [Internett]  
Available at: <https://www.primar.org/documents/10180/506c735b-49a0-4004-862a-ecae551519ff>  
[Funnet 10 Mars 2020].

PRIMAR, 2018. *S-102 Demonstrator (S102.no)*. s.l.:s.n.

PRIMAR, 2020. *PRIMAR Portal Map*. [Internett]  
Available at: <https://primar.ecc.no/primar/portal/ccw/>  
[Funnet 16 April 2020].

*S-102 Project Video*. 2019. [Film] s.l.: s.n.

Svilicic, B., Brčić, D., Žuškin, S. & Kalebić, D., 2019 b. *Raising Awareness on Cyber Security of ECDIS*. [Internett]  
Available at:  
[http://www.transnav.eu/Article\\_Raising\\_Awareness\\_on\\_Cyber\\_Security\\_Svilicic,49,894.html](http://www.transnav.eu/Article_Raising_Awareness_on_Cyber_Security_Svilicic,49,894.html)  
[Funnet 11 Mars 2020].

Svilicic, B., Rudan, I., Frančić, V. & Doričić, M., 2019 a. *Scientific Journal of Maritime Research, Vol. 33 No. 2, 2019*. [Internett]  
Available at: <https://hrcak.srce.hr/229306?lang=en>  
[Funnet 11 Mars 2020].

The United Kingdom Hydrographic Office, 2012. *Admiralty Guide to the Practical Use of ENC's*. 1. red. Taunton: The United Kingdom Hydrographic Office.

Thornton, P., 2012. *The ECDIS Manual*. Edinburgh: Witherby Publishing Group Ltd.

UK Hydrographic Office, 2020. *ADMIRALTY TotalTide*. [Internett]  
Available at: <https://www.admiralty.co.uk/digital-services/admiralty-digital-publications/admiralty-totaltide>  
[Funnet 01 April 2020].

Vårdal, L., 2019. *Kvalitative og kvantitative metoder*. [Internett]  
Available at:  
<https://ndla.no/nb/subjects/subject:43/topic:1:190302/topic:1:197973/resource:1:190746>  
[Funnet 01 Mars 2020].

Ward, R. & Greenslade, B., 2016. *Kystverket*. [Internett]  
Available at: <https://www.kystverket.no/globalassets/e-navigation/iho-s-100.pdf>  
[Funnet 26 Januar 2020].

Weinrit, A., 2009. *The Electronic Chart Display and Information System (ECDIS): An Operational Handbook*. Leiden: CRC Press/Balkema.

Weinrit, A., 2015. *Archives of Transport Systems Telematics*. [Internett]  
Available at: [http://atst.pl/pdf/ATST\\_1\\_15.pdf](http://atst.pl/pdf/ATST_1_15.pdf)  
[Funnet 25 April 2020].

Witherbys, BIMCO & International Chamber of Shipping, 2019. *Cyber Security Workbook for On Board Ship Use*. 1 red. Livingston: Witherby Publishing Group Ltd.

Wärtsilä, 2016. *Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology*. [Internett]  
Available at: <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/s-57-standard-format?fbclid=IwAR35fYjdtQqTHNGKSGX62JULhVewlmaAdCP2X1wNhpsNJjM05Y4H-l66rE0>  
[Funnet 04 Mars 2020].