

Šarić, Sandro

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:577043>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**

Repository / Repozitorij:

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split -
Repository - Faculty of Maritime Studies Split for
permanent storage and preservation of digital
resources of the institution](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU

SANDRO ŠARIĆ

ECDIS SUSTAV

ZAVRŠNI RAD

SPLIT, 2021.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU

STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA

ECDIS SUSTAV

ZAVRŠNI RAD

MENTOR:

dr.sc. Lea Vojković



STUDENT:

Sandro Šarić

SPLIT, 2021.

SAŽETAK

Cilj ovog završnog rada je objasniti funkcioniranje i važnost ECDIS sustava prema suvremenim navigacijskim zahtjevima. Pomorske karte imaju dugu povijest razvoja, a u ECDIS sustavu one su digitalizirane, što značajno unaprjeđuje i olakšava narudžbu i korekcije pomorskih karata. Ipak, praksu široko dostupnih ENC karata još uvijek nisu prihvatile sve zemlje, što ukazuje na to da postoji prostor za poboljšanja i usvajanja najboljih praksi. Uz to, dan je osvrt na karakteristike ECDIS sustava, njegove komponente, prednosti i nedostatke te pitanje sigurnosti i pouzdanosti. U radu je dan primjer pomorske nezgode prilikom uporabe ECDIS sustava. Dodatno, razmotrene su vektorske i rasterske karte te njihove glavne međusobne razlike, kao i razlike u odnosu na papirnate pomorske navigacijske karte. Ovaj rad može biti od koristi praktičarima u struci, kao i onima koji žele rasvijetliti određene nejasnoće u pogledu pogrešaka i nesreća koje mogu biti posljedica neadekvatne uporabe ECDIS sustava.

Ključne riječi: *ECDIS sustav, ENC, rasterska karta, vektorska karta*

ABSTRACT

The aim of this final paper is to explain the functioning and importance of the ECDIS system according to modern navigation requirements. Nautical charts have a long history of development, and in the ECDIS system they have been digitized, which significantly improves, and facilitates the ordering, and correction of nautical charts. However, the practice of widely available ENC maps has not yet been accepted by all countries, indicating that there is space for improvement and adoption of best practices. In addition, a review of the characteristics of the ECDIS system, its components, advantages and disadvantages, and the issue of security, and reliability, are given. The paper gives an example of a maritime accident when using the ECDIS system. Besides, vector and raster maps and their main mutual differences, as well as differences in relation to paper nautical charts are considered. This paper can be useful to practitioners in the profession, as well as to those who want to shed light on certain ambiguities regarding errors and accidents that may result from inadequate use of the ECDIS system.

Keywords: ECDIS system, ENC, raster map, vector map

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPĆENITO O ECDIS SUSTAVU	2
2.1. Definicija.....	2
2.2. Povijesni razvoj.....	2
2.3. Općenito o ECDIS sustavu	3
2.4. Komponente ECDIS sustava.....	5
3. VRSTE KARATA	7
3.1. Vektorske karte	7
3.2. Rasterske karte.....	9
4. POUZDANOST ECDIS SUSTAVA	12
5. POGREŠKE ECDIS SUSTAVA.....	16
5.1. Pogreške.....	16
5.2. Pogrešno rukovanje.....	17
5.3. Pogrešni podaci.....	17
6. NARUDŽBE I PROMJENE KARATA U ECDIS SUSTAVU.....	20
6.1. Narudžba u ECDIS sustavu	20
6.2. Promjene u ECDIS sustavu.....	21
6.2.1. Trajne promjene.....	21
6.2.2. Privremene promjene.....	22
6.2.3. Osnovne ćelije (engl. Base cells)	23
7. PRIMJER POMORSKE NEZGODE PRILIKOM UPORABE ECDIS SUSTAVA.....	25
7.1. Opis pomorske nezgode.....	25
7.2. Istraživanje pomorske nezgode – rezultati i analiza.....	25
7.3. Sigurnosni problemi koji su direktno doprinijeli nesreći.....	27
7.4. Preporuke za reduciranje broja pomorskih nezgoda.....	28
8. ZAKLJUČAK.....	29
LITERATURA	30
POPIS SLIKA	32
POPIS TABLICA.....	32
POPIS KRATICA	33

1. UVOD

Predmet završnog rada je ECDIS sustav – njegova važnost, primjena i sigurnosni aspekti. Svrha i ciljevi istraživanja su objasniti ECDIS sustav i na praktičnom primjeru prikazati kako se koristi. ECDIS sustav važno je kontinuirano ažurirati, odnosno karte u njemu, jer su promjene moguće svaki dan. O tome svjedoče i brojne poduzete ekspedicije na kojima su otkriveni novi otoci, upravo zbog otapanja ledenjaka, vulkanskih aktivnosti i slično [13]. Znanstvenici neumorno rade i prate promjene uzrokovane klimatskim promjenama.

U svrhu ostvarenja ciljeva istraživanja koriste se različite metode. Metoda kompiliranja koristila se pri teorijskom pregledu. Konzultirani su različiti izvori, koji su mnogobrojni i aktualni, kako bi istraživanje bilo što detaljnije. Metoda deskripcije koristila se za opisivanje pojava. Induktivna i deduktivna metoda prožimlju cijeli rad [29].

Prvo poglavlje je uvod. U drugom poglavlju definira se ECDIS sustav, opisuje se povijesni razvoj, iznose se općeniti podaci o ECDIS sustavu, razmatraju se njegove komponente. U trećem poglavlju objašnjene su vrste karata, njihove razlike, te glavne prednosti i mane. Četvrtim poglavljem razmatra se pouzdanost ECDIS sustava, a u petom pogreške. U šestom poglavlju opisana je narudžba i korekcije / promjene u kartama u ECDIS sustavu, s tim da je poglavlje više posvećeno unosu promjena u ECDIS sustav. Razlog tomu je što je u sedmom poglavlju, gdje je opisan primjer pomorske nezgode prilikom uporabe ECDIS-a, kao jedan od glavnih razloga pomorske nezgode, ustanovljen upravo nepažljiv unos promjene – u konkretnom slučaju – rute. Osmo poglavlje je zaključak. Na kraju rada navedena je literatura, popis kratica i drugi dopunski popisi.

2. OPĆENITO O ECDIS SUSTAVU

2.1. Definicija

ECDIS sustav(engl. *Electronic Chart Display and Information System*) je prema definiciji Međunarodne pomorske organizacije (engl. *International Maritime Organization*, IMO), u rezoluciji A.817(19) definiran kao „...*navigacijsko informacijski sustav koji se uz prikladnu potporu može prihvatiti da udovoljava zahtjevima pravila V/20 SOLAS Konvencije (ažurirane karte i publikacije), koji prikazuje selektirane informacije sa sistemske elektroničke navigacijske karte (SENC) zajedno sa položajnim informacijama sa lokacijskih navigacijskih senzora, s ciljem da omogućuje navigatoru planiranje putovanja i nadzor provedbe putovanja kao i prikaz relevantnih navigacijskih parametara u plovidbi*“ [11].

Prema [12], ECDIS se definira kao „...*preglednik elektronskih [elektroničkih] karata i informacijski sustav osnovni je standard korišten kod pomorskih elektronskih [elektroničkih] karata. Karte koje se baziraju na ovom standardu službeno su istovjetne analognim kartama*“.

ECDIS sustav je sustav koji omogućuje brže snalaženje koje zahtijevaju današnje okolnosti. Njegova glavna svrha je pružiti relevantne informacije važne za sigurnu plovidbu.

2.2. Povijesni razvoj

Prve skice i zapisi nastali kako bi se olakšalo kretanje u prostoru zapravo su preteče karata i kartografije.

„*Prvi pomorski kartograf bio je Petar Vesconte iz Genove. Prva njegova karta potječe iz 1311. Vrhunsko djelo toga doba je detaljna fra Maurova karta svijeta iz 1460. (2 x 2 m). Duplikat se čuva u biblioteci Marciani u Veneciji. Godine 1406. prevodi se Ptolemejeva Geografija na latinski. Dalje se širi prepisivanjem, a uz tekst se precrtavalo 27 karata. U prepisivanju i precrtavanju uzimaju se u obzir nove spoznaje, pa se usavršava grafika karte. Leonardo da Vinci je 1515. konstruirao kartu svijeta*“ [16].

Nakon izuma tiskarskog stroja, slijedi procvat i umnažanje karata, a krajem 15. stoljeća razvija se i trgovina kartama [16]. Velikim geografskim otkrićima mnoge dotadašnje karte mijenjaju svoj izgled.

„*Početak 16. st. djeluju kartografske radionice u velikim sredozemnim lukama.*

Na karte se uz oznake geografskih duljina i širina počinju unositi i podatci o magnetskoj deklinaciji. Preteča hidrografska organizacija bila je Casa de la Contratacion iz Seville (1503.). Kartografski radovi ove ustanove objavljuju se pod nazivom Veliki peljar (Piloto Mayor)“ [16].

Zbog nedovoljnog poznavanja mora i morskih puteva, pomorske su karte uvijek bile bogatstvo koje su gusari pljačkali zajedno s ostalim vrijednim stvarima na brodovima.

„Prvom tiskanom pomorskom kartom drži se karta na dva lista (Venecija, 1539.). Izradio ju je G. A. Vavassore“ [16]. Nepouzdanosti su zamijećene u prvom redu zbog toga što se nije vodilo računa o prilagodbi, odnosno načinu konvergiranja, meridijana na većoj geografskoj širini. To je razlog zbog kojeg se krenulo u potragu za odgovarajućom kartografskom projekcijom. Odgovarajuća kartografska projekcija ispunila bi uvjet prikazivanja plovidbenog kursa pravcem“ [6].

„U tomu uspijeva Flamanac Gerard Mercator (1512. - 1594.). Prvi pomorski atlas u kojemu se karte prikazuju u Mercatorovoj projekciji, jest Arcano del Mare. To je djelo u tri sveska (Firenca, 1661.), autora sir Roberta Dudleyja (1573. - 1649.)“ [16 prema 7].

Napretkom znanosti, poglavito geodezije, u srednjoj se Europi početkom 19. stoljeća pokreću prva usustavljena mjerenja, odnosno izmjeri na matematičkim načelima [16].

Razvojem potrebne opreme i mjernih instrumenata, dolazi do napretka u geografiji, geodeziji, kartografiji, fotogrametriji i navigaciji. Sve to ima značajan utjecaj na razvoj pomorskih karata koje postaju sve preciznije, detaljnije, obogaćene novim podacima.

„Međunarodna hidrografska organizacija (International Hydrographic Organization - IHO) utemeljila je Međunarodni hidrografski ured u Monacu, 1921. Organizacija povezuje hidrografske organizacije u pojedinim državama kako bi se mogli usuglašavati hidrografski dokumenti i razvijati hidrografska znanost“ [16 prema 17]. „IHO ima i savjetodavnu ulogu pri Međunarodnoj pomorskoj organizaciji (International Maritime Organization - IMO)“ [16].

2.3. Općenito o ECDIS sustavu

ECDIS sustav na ekranu računala prikazuje „...elektroničku navigacijsku kartu i neprekidno trenutni položaj broda odnosno plovila uz niz ostalih navigacijskih podataka koji su jednostavno dostupni navigatoru koji vodi plovilo. ECDIS sustav objedinjuje sve informacije dobivene od postojećih senzora koji su priključeni u sustav te prikazuje podatke

dobivene od njih“ [11]. Trenutni položaj plovila konstantno je vidljiv na zaslonu računala: „Trenutni položaj broda (kontura ili krug s vektorom) prikazuje se neprekidno na ekranu računala zajedno s kartografskim informacijama. Položaj broda u ECDIS sustavu se definira u presjeku uzdužne simetrale broda i poprečne simetrale broda koja prolazi kroz glavno rebro. Moguće je prikazati prošlu trajektoriju kretanja broda kao i buduću trajektoriju kretanja zajedno s radijusima kružnice okretanja kod promjene kursa“ [11].

Sve informacije potrebne za uspješnu navigaciju prikazuju se na ekranu računala.

Općenite karakteristike ECDIS sustava su [11]:

- „u odnosu na konvencionalni način vođenja pomorske navigacije sustav ECDIS omogućuje postizanje znatno veće sigurnosti,
- udovoljava zahtjevima V poglavlja, članka 20 SOLAS Konvencije,
- mora ispunjavati IMO zahtjeve za brodsku elektroničku opremu,
- kako bi imao jasan i pregledan uvid u situaciju oko sebe navigator može izabrati samo one informacije koje su mu stvarno potrebne u postojećoj situaciji , s tim da se kartografske informacije koje su neophodne za sigurnu navigaciju stalno prikazuju i ne mogu se poništavati (obalna linija, kružni tijek plovidbe, plovni putovi , zone odvojene plovidbe , zone usmjerenog prometa , ...),
- sustav ECDIS ima navigacijske alarme i upozorenja (zvučne i vizualne) koji se aktiviraju u slučaju kada se prekorači limit koji je prethodno postavljen (primjerice određena izobata, CPA, TCPA, UKC na ekranu ECDIS sustava moguće je izvesti prekrivanje elektroničke karte radarskom slikom iz radara (engl. *radar overlay*), moguće je prikazati podatke s ARPA radara kao i izvođenje probnog manevra izbjegavanja sudara (engl. *Trial manoeuvre*).

Uz to, prezentacija pomorskih ruta jednako je pouzdana kao i kod papirnatih pomorskih karata, uz brojne druge dostupne podatke kao što su manevarske karakteristike plovila, radarski prikaz na elektroničkoj karti (engl. *radar overlay*), i drugo. Dodatno, postoje mogućnosti vođenja brodskog dnevnika elektroničkim putem, kao i uvid u izvješća o meteorološkim promjenama vremena (engl. *Weather Wizard*) [11].

ECDIS sustav sadrži različite informacije koje se inače ne nalaze na papirnatim pomorskim kartama, nego ih je potrebno tražiti u drugim dostupnim i relevantnim navigacijskim publikacijama, što se poglavito odnosi na podatke o svjetionicima, svjetlima, morskim mijenama, i sl. Velika je prednost ECDIS sustava što postoji mogućnost prikaza informacija iz okoline u trenutku kada se one zbilja događaju, tj. u funkciji vremena. To su obično dinamičke

informacije. Sve ove značajke zapravo ukazuju za prednosti i nedostatke ECDIS sustava [11].

Prednosti su [12]:

- dostupnost informacijama o svim objektima u pisanoj, grafičkoj ili video formi,
- detaljno pregledavanje karata u svim rezolucijama i mjerilima,
- jednostavno i brzo osvježavanje podataka,
- pregledavanje raznih detalja u mjerilu prilagođenom potrebama navigatora,
- dostupnost podataka o obalnim objektima,
- prilagođenost potrebama navigatora, na primjer podešavanje osvijetljenja ekrana zbog štetnog djelovanja svjetla na zapovjedničkom mostu,
- mogućnost prikazivanja sa radarskim prikazom na zaslonu.

Nedostaci ECDIS sustava su [8]:

- opasnosti od raslojavanja,
- nejasan prikaz sektorskih svjetala,
- komplicirano korisničko sučelje,
- pogrešan dojam o kvaliteti grafikona,
- zumiranje,
- vizualna upadljivost.

Uz to, ponekada su informacije koje ECDIS sustav dobiva s drugih uređaja netočne, što može uzrokovati značajne štete, stoga je bolje da nema nikakvih informacija, nego da su one neupotrebljive.

2.4. Komponente ECDIS sustava

ECDIS sustav povezan je s mnogim uređajima kako bi omogućio integrirani prikaz svih podataka važnih za sigurnu plovidbu. U prvom redu to su radar, dubinomjer, autopilot, kompas, GPS, žirokompas, senzor vjetra, AIS, NAVTEX (engl. *Navigational Telex*), VDR (engl. *Voyage Data Recorder*), brodski dnevnik [26].

Radarom je omogućeno otkrivanje predmeta u uvjetima smanjene vidljivosti, a posljedično i izbjegavanje sudara. Dubinomjer je mjerni instrument, odnosno uređaj za mjerenje dubine. Autopilot omogućava kretanje plovila prema unaprijed zacrtanoj ruti. Kompas služi određivanju strana svijeta. GPS (engl. *Global Positioning System*) omogućuje određivanje

koordinata, prema geografskoj širini i dužini. Žirokompas se koristi za identifikaciju meridijana, vrsta je kompasa. Senzor vjetra omogućuje utvrđivanje stvarne brzine i smjera vjetra.

AIS (engl. Automatic Identification System) se definira kao „...*primopredajni uređaj koji koristeći VHF frekvencije za izmjenu podataka omogućuje pomorskim brodovima svih tipova (kao i obalnim postajama) identifikaciju brodova koji se nalaze u njihovoj blizini*“ [3]. Njegova dodatna svrha je pojednostaviti informacije, razmijeniti i omogućiti dodatne informacije i upozorenja kako bi se pravovremeno reagiralo u situacijama koje mogu imati dalekosežnije posljedice [26].

NAVTEX je međunarodna automatizirana frekvencija (518 kHz) preko koje se direktno obavještavaju pomorci o meteorološkim prognozama, ali i pomorskim nezgodama.

VDR snima i pohranjuje podatke sustava i brodskih senzora, ali i audio zapise sa zapovjednog mosta, kako bi se pomoglo utvrditi okolnosti u slučaju nezgode. On je zapravo zapisivač podataka o putovanju broda.

Brodski dnevnik je načelno knjiga u koju se upisuju podaci povezani s plovidbom, ali može biti i digitaliziran. ECDIS sustav spojen je upravo na ovakvu digitalnu verziju broskog dnevnika.

3. VRSTE KARATA

ECDIS sustav baziran je na elektroničkim kartama i može prikazati dvije vrste ovih karata – vektorske i rasterske elektroničke karte. Zapravo se radi o ENC-ovima (engl. *Electronic navigational chart*). U hrvatskoj terminologiji zovu se elektroničke (pomorske) navigacijske karte.

„Elektronička pomorska navigacijska karta (ENC) jest baza podataka s normiranim sadržajem, strukturom i formatom koju za upotrebu s ECDIS-om izdaju službeno ovlaštene hidrografske uredi. ENC sadržava sve podatke pomorske karte koji su potrebni za sigurnu navigaciju. Osim podataka koji se nalaze na papirnatoy karti, ENC može sadržavati i dodatne informacije koje se smatraju potrebnima za sigurnu plovidbu brodova (IHB, 1997.)“ [14].

Danas je uporaba elektroničkih karata postala uobičajena, s tendencijom rasta u navigacijskoj praksi. Razlozi za to su mnogobrojni i razumljivi: *„...prije svega arhiviranje, aktiviranje i ispravljanje mnogo je jednostavnije, a uz to elektronske karte se mogu upotrebljavati u kombinaciji sa praktično svim instrumentima za navigaciju: GPS prijemnikom, radarom, žirompasom, dubinomjerom itd.“* [12]. Na većini plovila, elektroničke su karte zapravo u sustavu integrirane navigacije, što omogućuje dobivanje i prikazivanje podataka s drugih mjernih uređaja [12].

3.1. Vektorske karte

Vektorski zapis karte znači da su podaci upisani prema svojim koordinatama, što znači da su podaci vidljivi u koordinatnom sustavu [12]. Vektorske se karte mogu lako korigirati. Njihove prednosti su brojne i uključuju [18, 21]:

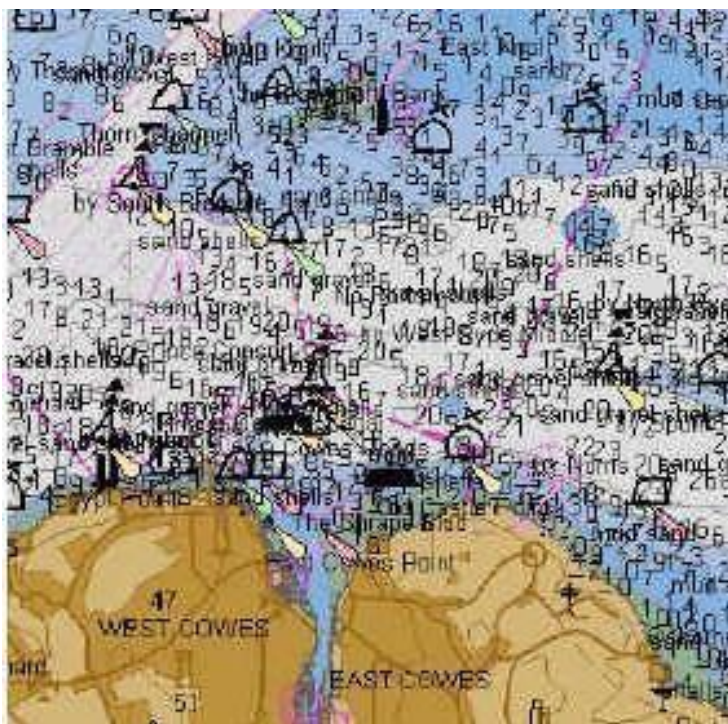
- potrebno je manje elektroničkog skladišnog prostora,
- zumiranjem se ne prouzrokuju promjene koje će pojedine podatke učiniti nečitkima, već ostaju jednako čitljivi,
- vektorski grafikoni imaju "čistiji", "ne opterećeniji" izgled jer prikazuju manje informacija na bilo kojem zaslonu. Programi i aplikacije koji koriste vektorske karte često ugrađuju dodatne značajke ili slojeve, uključujući informacije o marinama, društvenim značajkama i sadržajima itd.

Zaslon vektorske karte prikazuje manje informacija o obali i drugim značajkama, a dubine vode prikazane su prema nijansama boja (prikazuje se samo ona dubina pridružena određenoj nijansi boje). Kako se karta zumira, informacije se mijenjaju – ne samo da se povećavaju, kao prilikom zumiranja rasterske karte, nego se pojavljuje više informacija vezanih za povećani prikaz (primjerice, dubina) [18].

Nedostaci vektorskih karata su [18, 21]:

- prikazuje se manje informacija, ovisno o tome čija vektorska karta je u uporabi (taj manjak podataka može dezorijentirati pomorce koji su naviknuti uporabi papirnatih pomorskih navigacijskih karata),
- neki se specifični podaci (poput opisnih podataka o plutačama) ne pojavljuju na zaslonu ako ih se ne odabere, ili pomakne pokazivač na njih (dok su na rasterskim kartama ti podaci uvijek prisutni),
- može biti zbunjujuće istovremeno uspoređivati papirnatu ili rastersku kartu s vektorskom kratom,
- potrebno je dodatno educirati pomorce o radu s vektorskim kartama.

Kod vektorskih karata „...prikaz određenog područja vrši se izvršavanjem programa koji matematičkom (vektorskom) analizom grafički ispisuje konture obala i sve sadržaje na području koje karta prikazuje“ [12]. Izgled vektorske elektroničke karte znatno se razlikuje od izgleda rasterske elektroničke karte. Naime, kod rasterske elektroničke karte obrisi su obala jednaki (neovisno o mjerilu), što kod vektorske elektroničke karte nije slučaj – promjenom mjerila, mijenjaju se i konture obala [12]. „*Budući da koriste svega stoti dio memorije u odnosu na rastersku kartu, vektorske elektronske [elektroničke] karte se lakše i brže mogu zumirati, sadrže mnogo veći broj podataka, a broj detalja povećava se povećavanjem mjerila. Podaci se u vektorsku navigacijsku kartu upisuju na različitim razinama. Na primjer, razina obalnog reljefa izrađena je neovisno o kopnenom reljefu ili batimetriji određenog područja, a sve se razine uklapaju jedna u drugu*“ [12]. Na **slici 1.** dan je primjer izgleda vektorske elektroničke karte u ECDIS sustavu. Iako su na toj karti prikazani brojni slojevi podataka, oni se mogu reducirati.

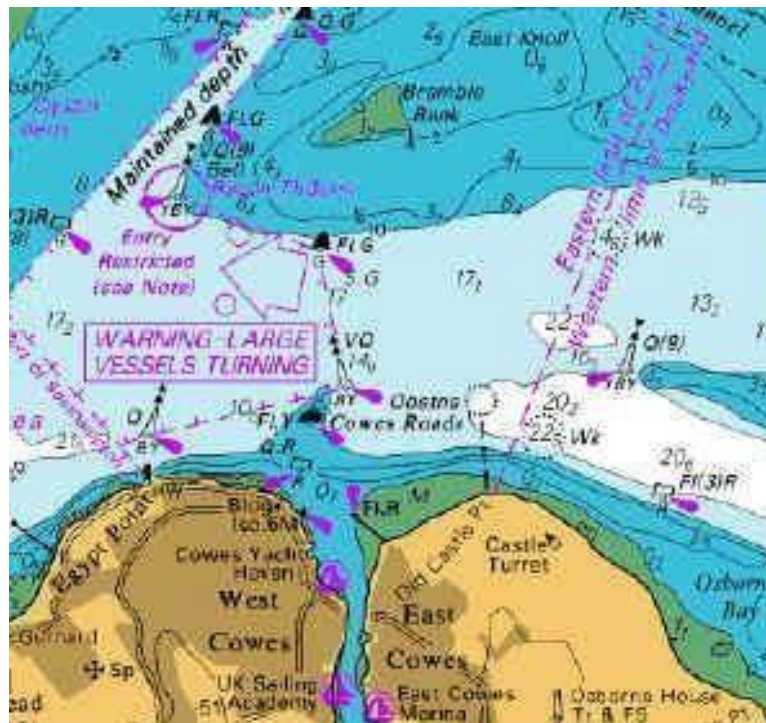


Slika 1. Vektorska karta (Izvor: [25])

Za vektorske je karte značajno što se njihovi podaci mogu naknadno modificirati, nadograđivati i mijenjati, a ispravljanje nije teško. Ispravljanje elektroničke vektorske karte vrši se „...umetanjem medija vanjske memorije (kompakt diska, diskete ili USB) s ispravicima u odgovarajući port i aktiviranjem“ [12].

3.2. Rasterske karte

Glavna značajka prema kojoj se rasterska elektronička karta razlikuje od vektorske elektroničke karte je u nemogućnosti modifikacije. Rasterska elektronička karta elektronička je reprodukcija papirnate pomorske navigacijske karte [12]. „Na monitoru računala izgleda jednako kao i klasična navigacijska karta, a sadrži i iste podatke“ [12]. Ona se dobiva skeniranjem izrađenih papirnatih karata, „...a takav način izrade u znatnijoj mjeri pojeftinjuje izradu i time cijenu koštanja. Međutim, ta okolnost ograničava preciznost i broj informacija koje su određene upravo brojem informacija koje se nalaze na navigacijskoj karti“ [12]. Povećavanjem (odnosno, zumiranjem) rasterske elektroničke karte uvećavaju se pojedinosti već ucrtane na kartu, ne i sam broj detalja [12]. „Zbog bolje preglednosti u praksi se skeniraju navigacijske karte krupnijeg mjerila koje se onda međusobno povezuju“ [12]. Na **slici 2.** dan je primjer rasterske karte, za isto područje koje je prikazano na prethodnoj slici, u ECDIS sustavu.



Slika 2. Rasterska karta (Izvor: [25])

Prednosti rasterskih karata su što se svi podaci o području mogu naći istovremeno, kao i kod papirnatih pomorskih karata, tj. određeni slojevi neće se izgubiti. To uključuje podatke sa značajkama morskog dna, nazive gradova na obali, dubini mora, opisima plutača, itd. Za pomorce koji su već upoznati s papirnatim kartama, lako je snalaziti se na rasterskim kartama, stoga ne moraju uložiti dodatne napore i vrijeme kako bi se educirali. Budući da rasterske karte odgovaraju papirnatim pomorskim kartama, pomicanjem elektroničke rasterske karte naprijed – natrag lako je vidjeti sve potrebne podatke koji su možda slabije vidljiviji na papirnatim kartama (npr. u pregibima karata i sl.) [18].

Nedostaci rasterskih karata uključuju [18, 21]:

- karte zahtijevaju znatno više prostora za pohranu (nego vektorske karte) na elektroničkim uređajima. Pohrana za sve rasterske karte za jednu regiju može premašiti prostor potreban vektorskim grafikonima za cijelu državu,
- veličina slova (veličina fonta) je fiksna, tako da slova i brojke postaju velike pri povećanju, a male pri smanjivanju, postajući manje čitljive prilikom povećavanja, odnosno smanjivanja,

- predugo zumiranje kako bi se ustanovio položaj plovila na karti malog mjerila može ostaviti pogrešan dojam na navigatora, dok bi karta većeg mjerila bila točnija (vektorske karte vrše skaliranje automatski),
- prilikom zumiranja, rasterske karte mogu postati previše „zrnate“ i nečitke.

Obje vrste karata imaju i prednosti, i nedostatke. Prilikom pripreme za putovanje potrebno je sagledati sve aspekte i prema tome odabrati odgovarajuće setove karata. Radi sigurnosti, dobro je, a u nekim slučajevima i obavezno, imati i papirnate karte.

4. POUZDANOST ECDIS SUSTAVA

Pouzdanost (engl. *reliability*) postaje sve važnija tijekom projektiranja nadolazećih sustava, budući da je svakodnevni život i rasporedi zaposlenika ovisniji nego ikada prije o zadovoljavajućem funkcioniranju sustava. Osim samih računala kao sustava, to su i brojni softveri, svemirski sateliti, brodovi, zrakoplovi, itd. Neki od specifičnih čimbenika koji igraju ključnu ulogu u povećanju važnosti pouzdanosti u sustavima koje projektira, stvara i promišlja čovjek uključuju složenost / kompleksnost samog sustava i sofisticiranost, konkurenciju u razmatranoj industriji, sve veći broj tužbi vezanih za kvalitetu, pritisci javnosti, visoki troškovi stjecanja određene reputacije, medijski razvikani i pokriveni slučajevi zakazivanja sustava i gubitak prestiža [9].

Povijesni razvoj pouzdanosti i pridavanje važnosti ovom elementu funkcioniranja sustava može se pratiti od Drugog svjetskog rata kada su Nijemci prvi puta primijenili koncept pouzdanosti na V1 i V2 rakete. U poslijeratnim godina, od 1945. do 1950. godine, američko Ministarstvo obrane počinje se intenzivnije baviti različitim studijama kojima se ispituje pouzdanost električne opreme. Od tada pa nadalje, mnogo je autora doprinijelo proučavanju pouzdanosti, pogotovo u inženjerskom kontekstu i funkcioniranju sustava [9].

Pouzdanost je karakteristika predmeta, općenito označena sa R , i izražena kao vjerojatnost da će predmet obavljati svoju traženu funkciju pod danim uvjetima, kroz navedeni vremenski interval. Kvalitativno gledano, pouzdanost također može biti definirana kao sposobnost nekog predmeta da ostane funkcionalan. Iz gore navedenog, pouzdanost određuje vjerojatnost (ka)da (ne)će doći do prekida rada, tijekom navedenog vremenskog intervala T [5].

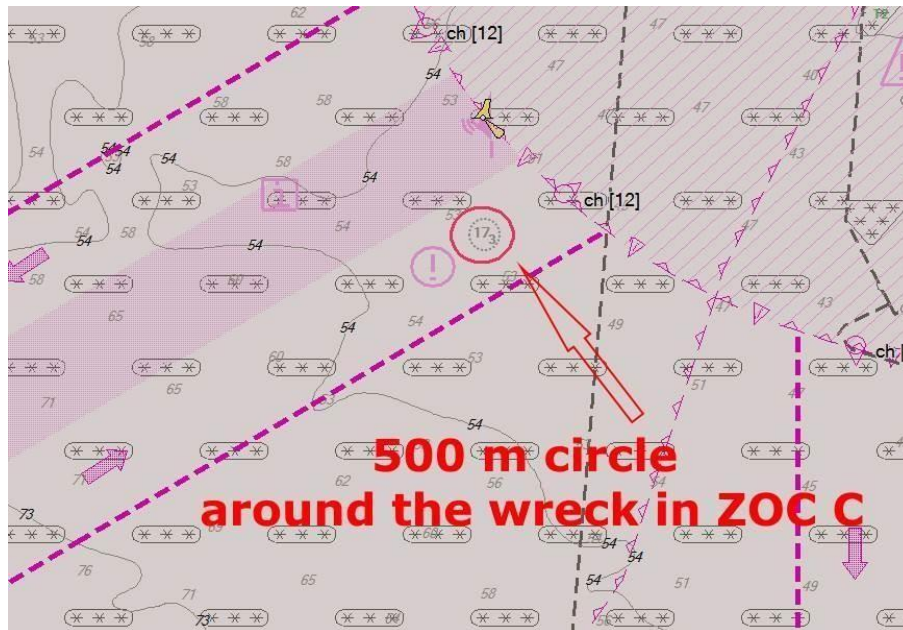
Pouzdanost se, prema [9], definira kao vjerojatnost da će promatrani predmet (u širem smislu, program, stroj, dio opreme ...) izvršiti zadane zadaće zadovoljavajuće, za navedeno vrijeme, uz uvjet da se koristi prema i u navedenim uvjetima.

Primjenom ovih definicija na ECDIS sustav, pouzdanost ECDIS sustava može se definirati kao vjerojatnost da će ECDIS funkcionirati na očekivanoj razini, izvršavajući zadano, pri rukovanju njime u zahtijevanim uvjetima, i to u navedenom vremenu.

Točnost podataka na ENC-u različita je kao i na papirnatim pomorskim kartama. Kao i papirnate karte, podaci sadržani u ENC-u točni su samo koliko i izvorni podaci istraživanja od kojih su sastavljeni. Tim na mostu broda uvijek bi trebao koristiti ENC-ove s oprezom jer točnost izvornih istraživanja nikada neće biti stopostotna [28].

Kartografi koriste vrijednosti iz kategorija područja pouzdanosti (engl. *Category Zone of Confidence*, CATZOC) kako bi naglasili točnost podataka prikazanih na kartama [2].

Zona pouzdanosti (engl. *Zone of confidence*, ZOC) definira koliko su točne pozicije koje se razmatraju u pogledu dubine (oceana, mora ...). Zone su klasificirane u 6 klasa. Na **slici 3.** prikazana je zona pouzdanosti C (klasa 4) oko olupine [18, 22].



Slika 3. ZOC područje oko olupine (Izvor: [22])

Kao i kod svih drugih informacija, pouzdanost istih je od najveće važnosti. Ako se dio podataka čita s grafikona, važno je znati kakvo istraživanje je prethodilo kako bi se utvrdila autentičnost dobivenih podataka. Primjerice, za ZOC A1 radi se o kontroliranom, sustavnom istraživanju, visoke točnosti položaja i dubine postignutim pomoću DGPS-a ili minimalno tri visokokvalitetne linije položaja (LOP) ustanovljene pomoću najmodernijih tehnologija. U pogledu morskog dna, poduzeto je kompletno istraživanje tog područja. Izmjerene su sve dubine i zabilježeni eventualni grebeni, olupine i sl. ZOC A2 označava područje s nešto manje točnosti nego ZOC A1, istraženo sonarima i dubinomjerima. U pogledu morskog dna, nema razlike u odnosu na ZOC A1. ZOC B istražen je dubinomjerima i manje točnosti od ZOC A2. Morsko dno nije u potpunosti istraženo, stoga mogu postojati različiti sadržaji koji mogu izazvati nasukavanje ili druge štete, ali nisu za očekivati. ZOC C karakterizira slaba točnost istraživanja, a posljedično i podataka, prikupljenih oportunitetno. Anomalije u pogledu dubine morskog dna su za očekivati. ZOC D po svemu je lošije istraženo područje od ZOC C – mogu se očekivati velike anomalije i odstupanja. ZOC U (engl. *Unassessed*) – radi se o području koje još uopće nije dohvaćeno niti istraženo [2].

U smislu pouzdanosti, važno je uskladiti ECDIS sustav sa zahtjevima nadležnih tijela. Ako je ECDIS sustav instaliran prije 1. siječnja 2009. godine, mora ispunjavati sve zahtjeve dane rezolucijom A. 817 (19), a ako je instaliran nakon 1. siječnja 2009. godine, tada mora ispunjavati zahtjeve dane MSC.232(82) [27]. ECDIS bi trebao zadovoljiti standarde koje propisuje Međunarodna pomorska organizacija (engl. *International Maritime Organization*, IMO). Za ECDIS (za razliku od nekih drugih sustava, primjerice ECS) vrijedi da mora biti odobren od strane nadležnog tijela. Ta potvrda, tj. certifikat o odobrenju, čuva se na plovilu, na vidljivom mjestu.

ECDIS je moguće integrirati s drugim sustavima. Prema preporuci IMO-a, ECDIS bi trebao biti integriran sa žirokompasom (engl. *gyrocompass*), brzinomjerom, dubinomjerom, radarom, AIS-om te GPS sustavom [27]. Integracijom različitih sustava, mnogi podaci važni za uspješnu navigaciju postaju lako vidljivi na ekranu monitora koji prikazuje digitalne pomorske karte. Ipak, treba pripaziti da dodatno spojeni sustavi ne narušavaju preciznost ili iskrivljuju podatke dostupne preko ECDIS-a. Potrebno je uspostaviti proceduru u slučaju da dođe do pogreški u sustavu te se pridržavati naputaka nadležnih tijela [28].

Upravo zbog toga što ECDIS objedinjuje mnogo onoga što se prije radilo ručno, postoji rizik da navigator postane posve povjerljiv prema sustavu, prati samo što on radi. Ta ovisnost o sustavu može biti pogubna kada sustav padne ili zakaže, jer se navigator mora brzo prilagoditi uporabi drugih tehnika i opreme koju inače ne rabi. Pogreške koje nastaju kao posljedica u ovakvim slučajevima nazivaju se pogreške bazirane na znanju (engl. *knowledge based errors*) [27].

Najčešći način osiguranja da na brodu postoje ažurirane pomorske navigacijske karte je njihovo umnažanje, tj. kopiranje. Sljedeće opcije sigurnosnih kopiranja (engl. *backup*) općenito su prihvaćene prema SOLAS-ovim zahtjevima za prijevoz [27]:

1. Za brodove koji koriste ECDIS kao svoje primarno navigacijsko sredstvo (nemaju papirne pomorske navigacijske karte), potrebno je osigurati i dodatni, neovisni ECDIS, predviđen kao sigurnosna kopija. Sigurnosni ECDIS bi trebao biti povezan na neovisno napajanje i spojen na druge sustave, pružajući mogućnost stalnog praćenja položaja. Kada ECDIS sustav radi u prikazu rasterskih karata (RCDS), zbog naravi takvih karata (RNC) nedostaju određeni podaci koji bi bili vidljivi na ENC kartama. Zbog toga na brodu moraju postojati i ažurirane papirne navigacijske karte, za područja gdje je dostupna samo pokrivenost rasterskih karata.
2. Za brodove koji koriste ECDIS kao pomoć u plovidbi, brod mora nositi i

održavati odgovarajuće fondove ažuriranih papirnatih pomorskih navigacijskih karata.

Prema IMO standardima, u onim područjima za koju su dostupne samo rasterske karte, plovilo obavezno mora imati adekvatan portfolio najnovijih i ažuriranih papirnatih pomorskih navigacijskih karata [27].

Ono što se još preporuča je obučiti posadu barem osnovnim navigacijskim vještinama. Svi koji upotrebljavaju ECDIS sustav dužni su raspolagati dokazom o tome da su prošli odgovarajuću obuku za njegovu uporabu.

Navigator se nikada ne treba oslanjati samo na jedan izvor informacija prilikom navigacije već treba sagledati sve dostupne podatke i mjerne instrumente, odnosno dostupnu tehnologiju.

Također, brod treba redovito održavati, kako programske tehnologije, tako i opremu, strojarnicu, i tako dalje [10].

5. POGREŠKE ECDIS SUSTAVA

Iako se većina nezgoda, primjerice nasukavanja, u pomorskom prometu dogodi zbog ljudskog čimbenika, pogreške se mogu javiti i u samom sustavu ECDIS, u slučajevima kada i u podsustavima iz kojih ECDIS povlači podatke, postoje pogreške. Uobičajene skupine pogrešaka su pogrešno rukovanje sustavom, ali i krivi podaci koje sustav prikazuje.

5.1. Pogreške

Pogreške interpretacije mogu biti u pogledu zanemarivanja mjerila prikazivanja, nekritičko prihvaćanje pozicije vlastitog plovila, kao i općenito nekritičko prihvaćanje svih mjera koje se mogu očitati na uređajima. Već su u prethodnom poglavlju spomenute pogreške u smislu pretjeranog oslanjanja na nepogrešivost sustava: *„Među pogreške koje mogu nastati pretjeranim oslanjanjem časnika palubne straže na sustav možemo navesti: nepravilan rad sustava, netočna pozicija broda zaprimljena sa GPS-a, netočne informacije sa karte, pogrešna očitavanja različitih senzora i ljudske pogreške. Ne uzimanje navedenih stavki u obzir i razmatranje mogu dovesti časnika palubne straže u situaciju prividnog osjećaja sigurnosti što može voditi do počinjenja većih navigacijskih pogrešaka“* [20].

Standardi moraju biti dobro definirani kako bi proizvođači sustava mogli isporučiti kvalitetne proizvode. Ovo se poglavito odnosi na alarme i druge signale kojima sustavi (i kada) trebaju obavještavati korisnike o mogućoj opasnosti i njezinim razinama (primjerice, približavanje pličinama – različita učestalost obavijesti za različitu udaljenost od pličine, pojačanje glasnoće alarma, itd.).

Dodatno, svaki časnik palubne straže morao bi imati na umu sljedeće činjenice [20]:

- potencijalni rizik neispravnosti sustava i netočnosti podataka inherentan je unutar ovoga sustava,
- različiti navigacijski podaci prikazani na pokazivaču sustava ECDIS nisu pouzdaniji od podataka prikazanih na sensorima uređaja sa kojih potječu,
- sustav ECDIS predstavlja samo alat koji pomaže časniku palubne straže u njegovom radu,
- pogreške ili netočnosti jednoga podsustava mogu utjecati na rad drugih podsustava i potencijalno uzrokovati neispravnost samoga sustava ECDIS,

- službu na mostu časnik palubne straže treba obavljati koristeći i druge prikladne sustave i uređaje.

Također, ne treba s uma smetnuti ni pogreške proizvođača. Proizvođač nastoji što brže proizvesti proizvod zadovoljavajuće kvalitete koji može proći na testu kojim se verificira za daljnju uporabu. No, u praksi se može pokazati da postoje operacijske poteškoće koje u postupku verifikacije nisu uočene, zbog čega je i ovo jedna od mogućih pogrešaka s potencijalom uzrokovanja pomorskih nezgoda.

5.2. Pogrešno rukovanje

Posada mora biti obučena koristiti ECDIS sustav. Velik broj slučajeva nasukavanja dogodio se upravo zato što su ECDIS-ove obavijesti prilikom planiranja i zadavanja plovidbene rute bile zanemarene. U nekim slučajevima, „...*ECDIS sustav bio je primarno sredstvo u navigaciji ali nijedan časnik plovidbene straže nije bio obučen za uporabu istoga. Posljedično, zbog nepoznavanja značajki sustava nisu bile iskorištene njegove mogućnosti za sprječavanje nezgode*“ [20]. Kasnije su kompanije pooštrile mjere provjere znanja i o ECDIS sustavu, ali i osigurale izobrazbu za časnike. Također, treba imati u vidu da prilikom kombiniranja navigacije putem papirnatih i digitalnih karata, treba jednaku pozornost posvećivati i jednom, i drugom. Periodično identificiranje položaja na papirnatij ili digitalnoj karti, može dovesti do toga da se previde određene pličine (primjerice, nedovoljno zumiranje u ECDIS-u, paralelno s nedovoljno čestim utvrđivanjem položaja na papirnatij karti).

5.3. Pogrešni podaci

ECDIS sustav uglavnom je integriran ili spojen s drugim uređajima za navigaciju na plovilu. Ako su ti uređaji u kvaru, onda će i podaci koje ECDIS dobiva preko njih biti netočni. Ipak, i sam ECDIS sustav može imati određene pogreške. Zbog toga je Hidrografski institut Ujedinjenog Kraljevstva proveo detaljno istraživanje o pogreškama u 5 najčešćih ECDIS sustava različitih proizvođača (u **tablici 1.** označeni slovima A – E) koji su u uporabi. Iz **tablice 1.** razvidno je kako se kod svih testiranih sustava ne uključuje alarm kada bi to bilo korisno upozorenje posadi.

Tablica 1. Nepravilnosti sustava ECDIS (Izvor: [20 prema 23])

Sustav	Objekt	Pokazivač		Alarm
		Standardni	Ostali	
A	Zapreka – nečisto dno	NE	DA	NE
A	Zapreka - dubina nepoznata	NE	NE	NE
B	Podrtina kojoj se dio trupa ili nadgrađa vidi	NE	NE	DA
B	Opasna podrtina	NE	DA	NE
B	Zapreka – nečisto dno	NE	DA	NE
C	Zapreka – umjetno stanište ribe, nepoznata dubina	NE	NE	NE
C	Podvodni greben – dubina nepoznata	DA	DA	NE
D	Podrtina – opasna podrtina	DA	DA	NE
D	Zapreka	NE	DA	DA
E	Zapreka – umjetno stanište ribe	NE	DA	DA

Pogreške sustava mogu se ticati nealarmiranja kada se plovilo približava kopnu, kao i kada se nailazi na pličinu. Sve su to vrlo ozbiljne pogreške o kojima proizvođači moraju voditi računa, ali i pomorci.

Također, konfuzija može biti uzrokovana i različitim tipom vektorskih prikaza, i referentnim sustavom.

Postoje različite vrste pogrešaka u prikazanim podacima:

- pogreška izvora – elektronička karta je točna onoliko koliko su točni izvori odakle ona preuzima podatke,
- pogreška u veličini objekta – predmeti na karti se ne skaliraju prilikom skaliranja karte, stoga se čine manjima ili većima, nego što su stvarno.

Ako pomorci uoče pogreške sustava, pozvani su ih prijaviti nadležnim tijelima, a također upozoriti i druge brodove u tom području o onome što su zapazili.

Neke od preventivnih mjera uključuju ergonomičnost opreme i uređaja – naime, dizajneri bi trebali biti posve upućeni u zadatke pomoraca kako bi uvidjeli način njihovog razmišljanja. Prilikom kreiranja sustava, programeri i developeri trebali bi razumjeti procedure na koje su pomorci navikli pri uporabi papirnatih karata i na taj način podesiti da funkcionira i ECDIS

sustav, reducirati nepotrebne korake. Dokle god se ne napravi tako, navigatori će morati shvatiti logiku ECDIS-a i prilagoditi se njemu. Knjižice s uputama za korištenje trebaju u potpunosti odgovarati upravo onom sustavu i opremi koja se koristi. Svi članovi posade odgovorni za navigaciju trebaju to i pročitati [4].

Posada također treba raditi na međusobnoj komunikaciji i razumijevanju, kao i poboljšati timski rad. Obuka koju pomorci trebaju proći vezano za ECDIS (i drugo) bit će lakša ako barem dio tima ide zajedno, međusobno se podupirući. Simulatori koji se koriste na obukama trebaju odgovarati onome što se koristi u praksi kako bi se izbjegle moguće nesmotrenosti proizašle iz nesnalaženja u novom sučelju [4].

6. NARUDŽBE I PROMJENE KARATA U ECDIS SUSTAVU

Svrha ECDIS sustava je zamijeniti papirne karte, tj. papirnatu navigaciju. Onaj tko se zna orijentirati prema papirnatim kartama, znat će se orijentirati i u ECDIS sustavu. Osnovni koraci i naputci prilikom uporabe papirnatih karata su [15]:

- naručiti kartu za putovanje,
- pomorci koriste ažurirane karte prema zadnjem oglasu za pomorce,
- apliciraju se navigacijska upozorenja primljena tijekom plovidbe,
- ucrtava se kurs plovidbe.

Budući da se ECDIS sustav razvija, treba redovito pratiti ažuriranja sustava, nove opcije pregleda i slično. ECDIS sustav „...omogućuje jednostavno i pouzdano ispravljavanje odnosno ažuriranje pomorskih karata i ostalih podataka koji su inkorporirani u sustavu“ [11].

6.1. Narudžba u ECDIS sustavu

Postoji stotine proizvođača ECDIS-a, od kojih svaki ima različite postupke, izbornike i rasporede. Međutim, osnove operacija su iste svuda.

U ECDIS-u se grafikoni nazivaju ENC-i ili ćelije. Kada se radi o papirnatim kartama, po narudžbi se dobivaju grafički prikazi, tj. karte, dok se u ECDIS-u prima dopuštenje za korištenje ćelija.¹ Važno je napomenuti da ne postoji korelacija između broja karte i dozvole ćelije. Granice ili područja pokrivena papirnatom kartom ne odgovaraju nužno određenom broju ćelije ili ENC-u.

Gotovo svi brodovi koriste neki od sustava upravljanja kartama. To su danas postale svojevrstne norme. Najčešći sustavi za upravljanje grafikonima su ChartCo i Digitrace [15]. Naručivanje dozvole ćelije proces je koji se sastoji od četiriju koraka. U prvom koraku izrađuje se i šalje popis narudžaba, odnosno sva potrebna dokumentacija da se dobije dozvola. Zahtjevi i dokumentacija šalju se davatelju usluga. Ako je sve prethodno zadovoljeno, u trećem koraku trebala bi se dobiti dozvola. U četvrtom koraku potrebno je dozvolu uvesti u sustav. Naručivanje papirnatih karata ima slične korake.

¹ Dopuštenje za korištenje ćelija je zapravo sigurnosni kôd kojim se otključavaju i dešifriraju podaci.

6.2. Promjene u ECDIS sustavu

Promjene u ECDIS sustavu najčešće su ispravke ili korekcije. Kao što se i u pogledu ispravaka papirnatih karata vrše dvije vrste ispravaka (trajne i privremene / preliminarne), tako se i u ECDIS sustavu mogu vršiti upravo te dvije vrste ispravaka. U nastavku će se detaljnije objasniti obje vrste ispravaka.

Ispravljanje ENC-ova na način da to postanu trajni ispravci proces je koji obuhvaća tri koraka. Prvi korak je prikupiti ispravke iz ChartCo-a (ili druge aplikacije koja se rabi). Potom treba primijeniti ispravke na ENC-ove u ECDIS sustavu. U konačnici, treba potvrditi ispravke primijenjene na Chartco-u [15].

Privremene i preliminarne ispravke (engl. *Temporary and preliminary corrections*, T&P) imaju skraćenicu T&P. Još uvijek se najčešće obavljaju ručno, odnosno za mnoge je ENC-ove još uvijek potrebno ručno obaviti T&P korekcije [21].

Promjene u ECDIS sustavu i na ENC kartama znatno su brže od promjena na papirnatim pomorskim kartama, što je jedna od velikih prednosti ECDIS-a, ali i jedna od njegovih glavnih značajki [11, 12].

6.2. 1. Trajne promjene

U ovom poglavlju će se objasniti na koji način napraviti trajne promjene u ECDIS sustavu. Prvo se odaberu promjene. One se unesu u sustav i nakon toga primjene. U trećem koraku se korekcije potvrđuju.

Važno je primijeniti ispravke u ECDIS sustavu i potvrditi iste u ChartCu (ili drugoj aplikaciji) u roku od nekoliko minuta. To je zapravo osiguranje od nenamjernih pogrešaka koje se mogu dogoditi nepažnjom – primjerice, potvrđivanjem zastarjelih / pogrešnih podataka i slično [15].

Ispravak ENC-ova može se raditi pomoću AVCS CD-ova. Osim što dobavljači grafikona redovno ažuriraju podatke (stoga se i svaki tjedan dobivaju ispravke za unos u sustav), od njih se mogu dobiti i AVCS (engl. *Admiralty Vector Chart Service*) CD-ovi ili DVD-ovi (ili oboje). Važno je znati da ako ECDIS ima samo CD pogon, mogu se koristiti samo CD-ovi za ispravljanje, ali ako ima DVD pogon, za ispravljanje se može koristiti ili komplet CD-a, ili komplet DVD-a, ne i jedno, i drugo. Komplet CD-a uobičajeno se sastoji od njih devet, a komplet DVD-a od dva DVD-a. Pri korištenju CD-a, valja ih umetnuti određenim redoslijedom, odnosno krenuti od osnovne ćelije 1, i tako dalje. Nakon ažuriranja osnovnih ćelija, mora se umetnuti CD s ažuriranjima kako bi se ažurirale ispravke. Ove ispravke su

kumulativne. To znači da se ažurira samo najnovija verzija, odnosno ispravke načinjene 2. rujna, obuhvatit će i one načinjene 30. kolovoza. DVD-ove i CD-ove nužno je ažurirati, iako se na tjednoj bazi vrši ažuriranje sustava. Za to postoje dva razloga. Prvi je da je osnovne ćelije potrebno stalno ažurirati. Ova su ažuriranja velika i ne mogu se u cijelosti dobiti preko aplikacije kao što je ChartCo, iako se može preuzeti osnovna ćelija za određeni ENC (ako je potrebno) [15]. Ažuriranja preko aplikacije bila bi moguća kada bi računalo na kojem je instalirana aplikacija imalo izravan pristup internetu. „Ažuriranje podataka u ECDIS sustavu može se vršiti automatski putem satelita, pomoću CD-a ili manualno“ [11].

Drugi razlog za korištenje ovih CD-a ili DVD-a za ispravljanje je zapravo dvostruka provjera. Možda je ECDIS iz bilo kojeg razloga preskočio uvoz nekih ispravaka. Kao što je već naglašeno, u tom se slučaju može potkrasti pogreška u ECDIS zapisniku, ili pak mogu postojati neke ćelije koje odbijaju prihvatiti ispravke. Također, uvijek postoji opasnost od ljudske pogreške. Ažuriranjima s ovih CD-ova ili DVD-ova resetiraju se sve ispravke. Postupak primjene korekcije s AVCS CD/DVD-a isti je kako je i prethodno opisano. Potrebno je slijediti poruke na ekranu i u konačnici potvrditi da je primijenjen najnoviji CD/DVD na ECDIS sustav [15].

6.2.2. Privremene promjene

Već je spomenuto kako se privremene i preliminarne korekcije najčešće skraćuju kao T&P od engleskog naziva *temporary and preliminary corrections*. Prikazivanje T&P ispravki na ECDIS-u bio je izazov za UKHO (engl. *The United Kingdom Hydrographic Office*) i to su uspjeli pomoću sustava AIO (engl. *Admiralty Information overlay*). Jednostavno rečeno, to je ENC sloj koji sadrži T&P ispravke svih grafikona (ENC). Iako je većina zemalja prihvatila ovaj sloj u svojim prikazima, ironija je u tome što nisu sve zemlje još preslikale svoje T&P korekcije u ENC-ove, stoga je za njih potrebno ručno ucrtati T&P promjene. Jedna od tih zemalja je i Indija (**slika 4.**) [15]. Hrvatska je među onim zemljama koje su ovo prihvatile, stoga ručni unos nije potreban [1]. „Službene elektroničke pomorske navigacijske karte (ENC) Hrvatskog hidrografskog instituta dostupne su preko regionalnog koordinacijskog centra PRIMAR i njegove mreže ovlaštenih distributera www.primar.org.“ [14].

Current Status of T&P NMs in ENC's

Producer Country	Producer Code	NMs Included in ENC's		Link to National NMs
		Temporary (T)	Preliminary (P)	
Germany	DE	✓	✓	
Greece	GR	✗	✗	
Iceland	IS	✗	✗	
India	IN	✗	✗	
Indonesia	ID	✗	✗	
Iran	IR	U/K	U/K	
Italy	IT	✗	✓ ²	
Japan	JP	✓	✓	
Korea (Republic of)	KR	✗	✗	
Latvia	LV	✓	✓	
Lithuania	LT	✗	✗	
Malaysia	MY	✓	✓	

Slika 4. Provjera zemalja za koje se mora manualno unijeti T&P (Izvor: [15])

Koja je država izdala određeni ENC može se identificirati pomoću dvaju slova s prefiksom ENC broja. Na primjer, broj ENC-a koji je izdala Hrvatske započinjao bi slovima HR (**slika 5.**) [1].

EE	Estonia	Yes	Yes	No	
EG	Egypt	No	No	Yes	
ES	Spain	Yes	Yes	No	
FI	Finland	Yes	Yes	No	
FR	France	Yes	Yes	No	3
GB	United Kingdom	Yes	Yes	No	
GE	Georgia	No	No	Yes	
GR	Greece	No	No	Yes	
HR	Croatia	Yes	Yes	No	
I1	Israel	Yes	Yes	No	
ID	Indonesia	Yes (bands 6-3) No (bands 2-1)	Yes (bands 6-3) No (bands 2-1)	No (bands 6-3) Yes (bands 2-1)	
IN	India	No	No	Yes	
IR	Iran	Yes	Yes	No	
IS	Iceland	No	No	Yes	
IT	Italy	No	Yes	Yes	2, 3

Slika 5. Broj ENC-a za Hrvatsku započinja sa HR (Izvor: [1])

Ipak, treba provjeriti kompatibilnost sustava kako bi se te karte mogle nesmetano rabiti.

6.2.3. Osnovne ćelije (engl. Base cells)

U prethodnim poglavljima bilo je riječi o tome kako naručiti, primiti i ispraviti ENC. No, ponekad, prilikom uvoza dozvole ili ispravke grafikona, može se pojaviti pogreška koja kaže: *Molimo ažurirajte osnovnu ćeliju za ENC...* (engl. *Please update the base cell for ENC...*).

Kako bi se bolje razumjelo, zašto se ovo može dogoditi, prvo treba objasniti što su to osnovne ćelije. Jednostavnim riječima, osnovne ćelije su stvarne elektroničke karte (ENC). Kada naručitelj dobije dozvolu za ENC-ove, dozvola sadrži ključ za otvaranje ENC-a (osnovna ćelija) koji su zaključani. Ali ENC-ovi su već prisutni u ECDIS sustavu kao osnovne ćelije. Bazna / osnovna ćelija postaje ENC kada joj se dodaju neke sigurnosne značajke (ključ sustava IHO). To je također glavna razlika [11, 15].

Ažuriranja osnovnih ćelija također je potrebno redoviti činiti. Kao što se i papirnate karte ažuriraju, odnosno postoje nova izdanja, tako se i za ENC-ove mogu dobiti nova izdanja u kojima su stari ENC-ovi nadopunjeni. Dodatno, kao što se proizvode i nove papirnate karte, tako se proizvode i novi ENC-ovi. Pitanje je kako doći do tih novih izdanja ENC-ova [15]. Njih je moguće dobiti iz ažuriranja osnovnih ćelija. Ažuriranja je moguće dobiti putem CD-a ili DVD-a. Potrebno je primijeniti ove osnovne CD-ove na ECDIS sustav da se osnovne ćelije ažuriraju na najnoviju verziju. Dvostruka provjera daje dodatnu sigurnost korisniku da je sve uneseno u sustav [15].

7. PRIMJER POMORSKE NEZGODE PRILIKOM UPORABE ECDIS SUSTAVA

Iako je sustav ECDIS suvremen, koristi najnovije podatke i redovito se ažurira, nesreće se i dalje događaju, pogotovo za korisnike koji su navikli koristiti papirnate pomorske navigacijske karte. Učinkovitost i sigurnost ECDIS sustava umnogome ovise o sposobnosti korisnika da sustav rabi. U nastavku će se opisati nasukavanje broda za prijevoz rasutih tereta (engl. *Bulk carrier*) i sagledati utjecaj ECDIS sustava u danoj situaciji.

7.1. Opis pomorske nezgode

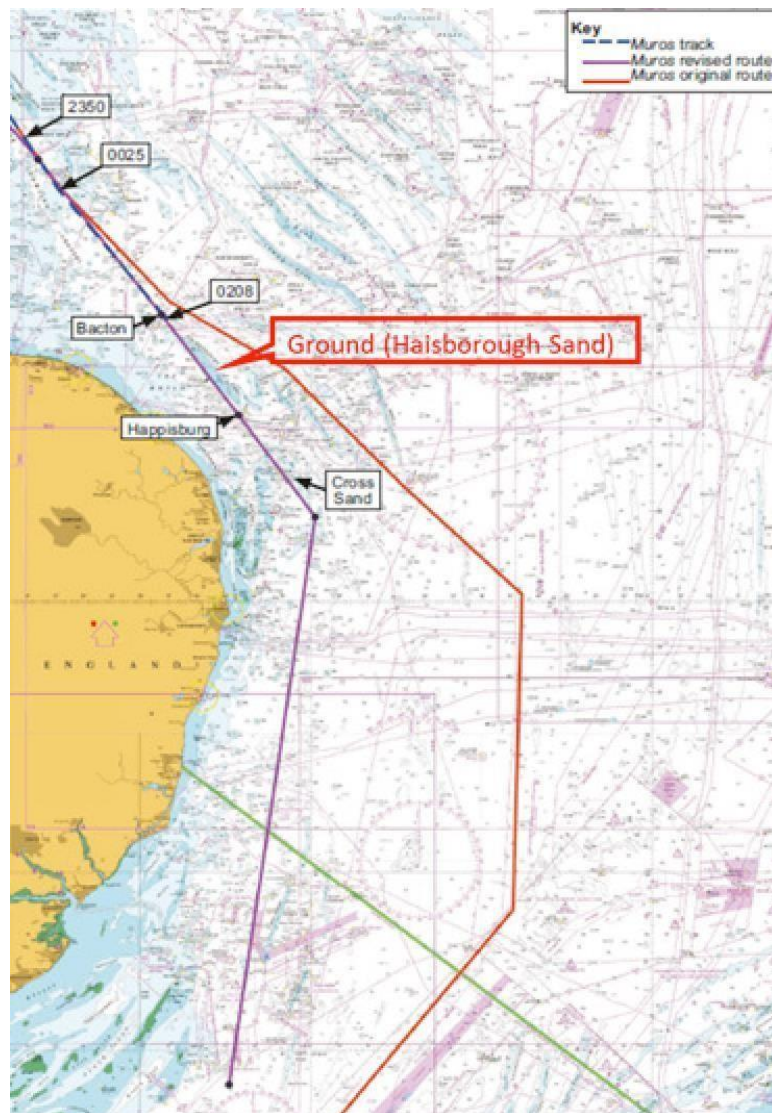
Dana 2. prosinca 2016. brod za prijevoz rasutih tereta Muros, registriran u Španjolskoj (dužina preko 89,9 metara, gaz 6,16 metara, 2 998 tona), bio je na putu između Teesporta (Ujedinjeno Kraljevstvo) i Rocheforta (Francuska). U to je vrijeme vidljivost noću bili dobra i puhao je južni vjetar (6 – 15 čvorova). Elektronički navigacijski uređaji broda – ECDIS, radar, BNWAS (engl. *Bridge Navigational Watch Alarm System*) – radili su točno. Međutim, dubinomjer je bio isključen nakon napuštanja Teesporta, a BNWAS je bio namješten na trominutne intervale (obavijesti svake 3 minute). U 2 sata i 48 minuta 3. prosinca Muros se nasukao na istočnoj obali Ujedinjenog Kraljevstva (HaisboroughSand). Pokušao je izmanevrirati u plićaku, ali to nije uspjelo. Šest dana poslije, brod je odvuкао tegljač. Posada nije ozlijeđena, niti se dogodio onečišćenje mora. Posljedično, brod je dovučen u Rotterdam na popravak i saniranje štete nastale na kormilu [19].

7.2. Istraživanje pomorske nezgode – rezultati i analiza

Istraživanje ove nesreće preuzeo je odsjek za istraživanje nesreća na moru Ujedinjenog Kraljevstva (engl. *Marine Accident Information Branch, MAIB*) te su zaključili sljedeće [19]:

- vizualnom provjerom zapisa na ECDIS-u, nije utvrđeno da je ova promijenjena ruta opasna. Upozorenje da je plićak opasan automatski se označava funkcijom koja se naziva 'provjera rute'. Ovo upozorenje je zanemareno,
- vvučni alarm nije radio,
- osiguravajuća zona (engl. *guard zone*) nije bila aktivirana,
- iako je drugi časnik nadzirao položaj plovila pomoću ECDIS-a, nije poduzeo ništa kada je plovilo prešlo sigurnosnu konturu od 10 m koja označava plitku vodu,

- performanse drugog časnika nisu bile dobre u vrijeme nesreće; razina svijesti bila je niska i čini se da je povremeno zadrijemao,
- nakon nasukavanja, drugi časnik je promijenio prikaz karte sa „standardni“ u „sve“,
- na početku je ruta definirana preko Haisborough Sanda. Drugi časnik revidirao je plan putovanja na ECDIS-u tri sata prije nasukavanja. Međutim, revidirani plan nije potvrdio, niti odobrio zapovjednik. Na **slici 6.** dan je prikaz originalne rute (crvena boja) i revidirane rute (ljubičasta boja).



Slika 6. Usporedba originalne i revidirane rute (Izvor: [24])

Za početak, treba se osvrnuti na planiranje putovanja. Zapovjednik broda provjerio je i potpisao plan putovanja nakon što je brod isplovio iz Teesporta. Časnici su dobili zadatke,

među njima i drugi časnik koji je trebao namjestiti rutu u ECDIS-u prema danim uputama. Drugi časnik rabio je ECDIS miša i pokazivač kako bi na karti označio točke (engl. *drag and drop*) plovidbe, no, nije obratio pozornost na to da su neke točke (engl. *waypoints*) ipak malo zapadnije, stoga i bliže obali. Časnik nije zumirao ekran jer je procijenio da je udaljenost od obale i pličine dovoljna. Nakon toga, spremio je novu rutu u ECDIS sustav, prilikom čega je ECDIS automatski uradio provjeru rute (na ekranu su se pojavili potencijalni hazardi, za ovu odabranu rutu njih čak preko 3000, uključujući ovaj rizik od nasukavanja upravo u tom području gdje se nasukavanje dogodilo). Međutim, časnik je zanemario upozorenja sustava i izašao iz tog prozora [24].

Analizom se prvo ispitala dubina pličine i gaza broda, čime je ustanovljeno da je svakako moralo doći do nasukavanja. Dubina je bila manja od 5 metara, plima u tom području je 1,2 metra, a gaz *Murosa* 6,16 metara. Funkcije ECDIS-a koje su nastojale upozoriti i prevenirati odabir ove rute bile su zanemarene, onemogućene ili se dogodio previd [19].

Prilikom promjene rute, drugi časnik nije dovoljno detaljno sagledao i zumirao rutu u sustavu. Naknadno je također zanemario upozorenja koja je sustav automatski izbacio nakon provjere nove rute. Drugi časnik nije reagirao kada je ECDIS sustav pokazao kretanje broda izravno prema sigurnosnoj konturi, a ni kada je tu konturu prešao. Naknadno je također utvrđeno da je drugi časnik vjerojatno zadrijemao [24].

7.3. Sigurnosni problemi koji su direktno doprinijeli nesreći

Planirana ruta preko Haisborough Sanda nije bila sigurna, stoga je nasukavanje bilo neizbježno, pogotovo kada se uzmu u obzir gaz broda i dubina na tom području. Ruta preko Haisborough Sanda bila je planirana i kontrolirana koristeći se ECDIS sustavom. Međutim, sustavne i proceduralne zaštite, namijenjene sprječavanju nasukavanja, zanemarene su, onemogućene ili se dogodio previd. Vizualnom provjerom revidirane rute, drugi časnik nije uspio utvrditi da je ona nesigurna, niti kako nije u skladu s plovidbom u tom području. Revizija plana prolaza bila je u suprotnosti s dužnostima straže drugog časnika. Zapovjednik nije provjerio i odobrio revidiranu rutu. Na praćenje položaja plovila vjerojatno su utjecale okolnosti koje su drugom časniku mogle smanjiti svijest, nakratko ga dekoncentrirati. Zvučni alarmi i zaštitne zone upozoravaju dežurnu plovidbenu stražu na neposrednu opasnost. Onemogućavanjem ovih alarma uklonjene su prepreke kojima ECDIS inače upozorava plovidbenu stražu. Korištenje "standardnog" prikaza karte ograničilo je razinu prikazanih informacija i reduciralo pouzdanost vizualnih provjera u trenutku kada je planiranje prolaza

bilo ključno i kada su postojale opasnosti od pogrešaka [19].

U smislu sigurnosnih mjera plovidbe i uporabe ECDIS-a, razvidno je da na pogreške sustava najčešće utječe ljudski faktor. Uobičajene pogreške uključuju [24]:

- nedovoljno znanje i obuka posade (nesnalaženje u radu sa sustavom, posada nije vična njegovoj uporabi),
- nedovoljno mjerilo prikaza i sigurnosnih kontura (važne stvari nisu vidljive),
- deaktivirana uporaba (ili pogrešna uporaba) sigurnosnih alarma,
- deaktivirana uporaba (ili pogrešna uporaba) provjere rute prilikom automatske navigacije,
- deaktivirana uporaba (ili pogrešna uporaba) zaštitnog pokazivača.

Iz proučavanja nesreća povezanih s ECDIS-om, očito je da se one uglavnom nisu dogodile zbog tehničkih problema u sustavu ECDIS, već zbog pogreške korisnika ili neprikladnih / neodgovarajućih dužnosti posade na mostu.

7.4. Preporuke za reduciranje broja pomorskih nezgoda

Navigatori bi trebali shvatiti način funkcioniranja ECDIS sustava. Dakle, navigator se treba temeljito upoznati s radom sustava. Pomorci, prilikom obavljanja plovidbene straže, moraju temeljito provjeriti koje podatke treba unijeti u sustav (te se tome posvetiti s najvećom pozornošću), ali i na što sustav upozorava (možebitne sigurnosne obavijesti). Isto tako, potrebno je detaljno se upoznati s radom sustava prije plovidbe te naučiti koristiti alate unutar ECDIS-a (ne bi se trebali kretati kroz ECDIS kao da se radi o razinama video igre). Moraju osvijestiti važnost pravilne uporabe sustava i potruditi se rabiti ga na optimalan način. Tijekom straže, česte su provjere položaja i na druge načine. Radarska potvrda i dalje je od iznimne važnosti, a pažljivo promatranje od strane časnika na straži (engl. *Officer on the Watch*, OOW) također će riješiti mnoge od problema – važno je zapamtiti da je ljudsko oko najvažniji alat za sprječavanje sudara [24]. Svi sudionici, poput pomoraca, tvrtki, organizacija i država, moraju se u potpunosti uključiti u razumijevanje ECDIS-a, jer bi potpuno razumijevanje i korištenje sustava trebalo biti najbolji alat za rješavanje navigacijskih izazova. Vlasnicima brodova ili, bolje rečeno, društvima za upravljanje mora biti na prvom mjestu (pravilna) uporaba ECDIS-a na vlastitim plovilima. Time se postavljaju standardi za različite parametre, uključujući učestalost utvrđivanja položaja i provjeru položaja te način i standard za formuliranje plana plovidbe. Uvođenje ECDIS-a ima veliku korist za navigaciju; to je suvremeni ekvivalent uvođenju radara, GPS-a i AIS-a. Nema sumnje da će ECDIS-ov doprinos sigurnoj plovidbi, njegovom čvrstom uspostavom u okvir navigacijskih procedura, biti ogroman.

8. ZAKLJUČAK

ECDIS sustav suvremen je navigacijski sustav koji se danas koristi u gotovo svim plovilima. Njegove pozitivne strane umnogome su prepoznate, stoga je i njegova primjena široka. Integracijom s drugim uređajima i tehnologijom, primjerice žirokompasom, dubinomjerom, brzinomjerom, sustav ECDIS prikazuje kompletnu sliku stvarajući točnu predodžbu o položaju plovila. Zajedno s drugim instrumentima, sustav ECDIS čini kompleksan navigacijski sustav. Plovilima nije lako upravljati i zbog toga, osim redovnog održavanja samog plovila, valja osposobiti posadu za navigaciju. Dodatno, na brodu je poželjno, a u određenim slučajevima i obvezno (primjerice, kada su u sustavu samo rasterske karte), imati i papirnate navigacijske pomorske karte. Na sve ove opisane načine smanjuje se rizik od šteta. Kako bi se pronašlo ono što se traži u ECDIS sustavu, preporuča se primijeniti pristup i logiku koja se primjenjuje kada je riječ o papirnatim kartama. ECDIS sustav nije stopostotno pouzdan, stoga je potrebno sagledati i kritički ocijeniti i druge moguće pokazatelje i indikatore određenih pojava. Pogreške ECDIS sustava mogu biti tehničke naravi (sustav je preuzeo podatke od neispravnog uređaja, postoji pogreška u samom sustavu), ali može se raditi i o ljudskom faktoru (učestaliji tip pogreške). Na redukciji svih tipova pogrešaka neumorno zajednički rade i kompanije, i pomorci, i institucije. Postupak izvršenja narudžbe i korekcija u ECDIS sustavu može se činiti kompliciranim, ali je zapravo jednostavniji nego kada su u pitanju papirnate navigacijske pomorske karte. Redovita ažuriranja sustava su neophodna jer se na taj način sprječavaju daljnje, pogubnije pogreške. Opisani primjer nesreće tijekom uporabe ECDIS-a za uzročnika ima ljudski faktor, odnosno brojne komponente koje su u konačnici dovele do toga da čovjek pogriješi. Ipak, pogreške ne trebaju djelovati obeshrabrujuće na korisnike. ECDIS sustav nesumnjivo će se nastaviti razvijati, a prostora za poboljšanja ima.

LITERATURA

- [1] Admiralty: Maritime data solutions (2021). Status of T&P information in ENC's
Dostupno na: <https://www.admiralty.co.uk/AdmiraltyDownloadMedia/AVCS/ENC-TandP-NM-Status.pdf> (pristupljeno: 30. 8.2021.)
- [2] Admiralty: Maritime data solutions (2021). Zones of Confidence (ZOC) Table.
Dostupno na: <https://www.admiralty.co.uk/AdmiraltyDownloadMedia/Blog/CATZOC%20Table.pdf> [pristupljeno: 8. 9. 2021.]
- [3] Badurina, E. (2002). Automatski identifikacijski sustav (AIS). *Pomorski zbornik*, Vol. 40 (1). pp. 79 – 94.
- [4] Bielić, T.; Hasanspahić, N.; Čulin, J. (2017). Preventing marine accidents caused by technology-induced human error. *Scientific Journal of Maritime Research*, Vol. 31 (2017) pp. 33-37
- [5] Birolini, A. (1997). *Quality and Reliability of Technical Systems Theory, Practice, Management*. 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin
- [6] Crone, G. R., *Maps and Their Makers*, 5th ed., Dawson, London, 1978.
- [7] Cumming, W., *British maps of Colonial America*, University of Chicago, Chicago, 1974.
- [8] De Groot, N. (2017). Human perception problems of ECDIS electronic chart displays Dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/human-perception-problems-eedis-electronic-chart-niels-de-groot>(pristupljeno: 15. 7.2021.)
- [9] Dhillon, B. S. (2005). *Reliability, Quality, and Safety for Engineers*, CRC Press, New York, SAD
- [10] ECDIS Handbook. (n/a). Dostupno na: http://dpmarine.dk/cms-assets/ECDIS_handbook_English.pdf (pristupljeno: 2. 9.2021.)
- [11] ECDIS sustav. (n/a). Dostupno na: <https://www.pfri.uniri.hr/web/uploads/nastava> (pristupljeno: 5. 7.2021.)
- [12] Elektronske karte – posebnosti digitalne kartografije, str. 48. – 63. (n/a). Dostupno na: <https://pdfslide.tips/documents/predavanje4pdf.html> (pristupljeno: 5. 7.2021.)
- [13] Gronholt – Pedersen, J. (2021). Greenland expedition discover world's northernmost island' . Dostupno na: <https://www.reuters.com/world/europe/greenland-expedition-discover-worlds-northernmost-island-2021-08-27/> (pristupljeno: 2. 9.2021.)
- [14] Hrvatski hidrografski institut. (N/A) Dostupno na: <https://www.hhi.hr/proizvodi-i-usluge/elektronicke-navigacijske-karte-enc> (pristupljeno: 2. 9.2021.)
- [15] Jassal, R. (2016). A step by step guide to ordering and correcting charts on ECDIS. Dostupno na: <https://www.myseatime.com/blog/detail/a-step-by-step-guide-to-ordering-and-correcting-charts-on-eedis> (pristupljeno: 30. 8.2021.)
- [16] Kasum, J.; Bićanić, Z.; Karamarko, A. (2005). Predvidivi razvoj tehnologije izrade pomorskih karata i publikacija. *Naše more : znanstveni časopis za more i pomorstvo*, Vol. 52 (1-2), str. 50 – 56.
- [17] Kiely, E., *Surveying Instruments: Their History*, Carben Surveying Reprints,

- Columbus, 1979
- [18] Lochhaas, T. (2018). Raster versus Vector Charts in Nautical Use. Dostupno na: <https://www.liveabout.com/raster-vs-vector-charts-2915534> [pristupljeno: 9. 9. 2021.]
- [19] Marine Accident Investigation Branch. (2016). Report on the investigation of the grounding of Muros Haisborough Sand North Sea. Dostupno na: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/59e601e7ed915d6aadcdaf18/MAIBInvReport22_2017.pdf [pristupljeno: 9. 9. 2021.]
- [20] Mišković, J. (2011). Pogreške u radu ECDIS sustava. *Zbornik radova 3. Međunarodne konferencije o pomorskoj znanosti*, Hrvatski hidrografski institut. pp. 217-230. Dostupno na: http://imsc.pfst.hr/archive/2011/IMSC2011_Proceedings.pdf [pristupljeno: 10. 9. 2021.]
- [21] Mytimezero.com. (n/a). What is the best nautical chart format: vector or raster? Dostupno na: <https://mytimezero.com/raster-vs-vector> [pristupljeno: 9. 9. 2021.]
- [22] Pipchenko, A. (2018). How to apply ECDIS CATZOC to UKC calculation? Dostupno na: <https://lms.learnmarine.com/blog/How-to-apply-ECDIS-CATZOC-to-UKC-calculation> [pristupljeno: 8. 9. 2021.]
- [23] Second IHO-HSSC Meeting, Rostock, Germany, 26-29 October 2010., Operating Anomalies Identified In Some ECDIS, Dostupno na www.ecdisregs.com/get_pdf.php?id=34&action=view [preuzeto 8. 9.2021.]
- [24] Sekine, H. (2021). ECDIS-related accidents and the human element. Dostupno na: <https://www.ukpandi.com/news-and-resources/articles/2021/ecdis-related-accidents-and-the-human-element/> [pristupljeno: 9. 9. 2021.]
- [25] Skysailtraining.com (N/A). Electronic Charts. Dostupno na: http://skysailtraining.co.uk/electronic_navigation.htm [pristupljeno: 9. 9. 2021.]
- [26] Sniegocki, H.; Wieliki, M. (2010). Possibility of integration of navigational information on electronic chart. *Archives of Transport System Telematics*. 3. pp. 46-52.
- [27] Spencer, C.; Tilsley, D. (2011). ECDIS – Understanding the future of navigation – special edition. Dostupno na: <https://www.standardclub.com/fileadmin/uploads/standardclub/Documents/Import/publications/standard-safety/2013/23812-StandardSafetyECDIS24August2011.pdf> (pristupljeno: 19. 8.2021.)
- [28] The North of England P&I Association. (2017). *Loss prevention. Briefing*. Dostupno na: <https://www.nepia.com/ecdis-lp-briefing> (pristupljeno: 2. 9.2021.)
- [29] Zelenika, R. (1998). Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela, Ekonomski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka

POPIS SLIKA

Slika 1. Vektorska karta.....	9
Slika 2. Rasterska karta.....	10
Slika 3. ZOC područje oko olupine	13
Slika 4. Provjera zemalja za koje se mora manualno unijeti T&P	23
Slika 5. Broj ENC-a za Hrvatsku započinje sa HR.....	23
Slika 6. Usporedba originalne i revidirane rute.....	26

POPIS TABLICA

Tablica 1. Nepravilnosti sustava ECDIS.....	18
---	----

POPIS KRATICA

ECDIS (engl. <i>Electronic Chart Display and Information System</i>)	Preglednik elektroničkih karata i informacijski sustav
ENC (engl. <i>Electronic navigational chart</i>)	Elektroničke pomorske navigacijske karte
IMO (engl. <i>International Maritime Organization</i>)	Međunarodna pomorska organizacija
<i>SOLAS</i> (engl. <i>Safety Of Life At Sea</i>)	Konvencija o sigurnosti života na moru
T&P (engl. <i>Temporary and preliminary corrections</i>)	Privremene i preliminarne ispravke
IHO (engl. <i>International Hydrographic Organization</i>)	Međunarodna hidrografska organizacija