

Mogućnosti i ograničenja ECDIS sustava

Bašković, Antonio

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:164:836425>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-18**

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**

ANTONIO BAŠKOVIĆ

MOGUĆNOSTI I OGRANIČENJA ECDIS-a

DIPLOMSKI RAD

SPLIT, 2024.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET**

STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA

MOGUĆNOSTI I OGRANIČENJA ECDIS-a

DIPLOMSKI RAD

MENTOR:

Doc. dr. sc. Zvonimir Lušić

STUDENT:

Antonio Bašković (MB: 0171255019)

SPLIT, 2024.

SAŽETAK

ECDIS (engl. *Electronic chart display and information system*) je navigacijski sustav koji se temelji na prikazu karte u vektorskom obliku. Smatra se da je ECDIS jedan od kompleksnijih, sofisticiranijih te skupljih navigacijskih sustava. U današnje vrijeme brod može biti opremljen samo ECDIS-om bez korištenja papirnatih karata, ako se ispunjavaju uvjeti propisani od strane međunarodnih organizacija. Upotreba ECDIS-a pruža časniku uvid u sveukupnu situaciju na samo jednom mjestu, te nudi procjenu situacije u kojoj se brod nalazi. Ako se sustav pravilno koristi, ima niz prednosti u usporedbi s tradicionalnom papirnatom kartom. Stalnom nadogradnjom i podrškom, nedostaci sustava se smanjuju ili u najboljem slučaju u potpunosti otklanjaju. U budućnosti će ECDIS predstavljati okosnicu sustava e-navigacije i plovidbe autonomnih brodova. U ovom radu analiziraju se prednosti i nedostaci ECDIS-a, s posebnim osvrtom na njegovu korisnost i važnost u pomorskoj navigaciji.

Ključne riječi: *navigacija, ECDIS, vektorska karta, elektronička navigacijska karta*

ABSTRACT

ECDIS (*Electronic chart display and information system*) is a navigation system based on the vector chart display. It is considered that ECDIS is one of the most complex, sophisticated and expensive navigation system. Nowadays, a ship can be equipped with ECDIS without the use of paper charts, if the conditions prescribed by international organizations are met. Use of ECDIS provides the Officer with an overall view of situation at only one place and increases situational awareness. If the system is used correctly, it has a number of advantages compared to traditional paper charts. With constant upgrading and support, system defects are reduced or, in the best case, completely eliminated. In the future, ECDIS will represent a backbone of an e-navigation system and navigation of autonomous vessels. This thesis analyzes the advantages and disadvantages of ECDIS, with special reference to its usefulness and importance in maritime navigation.

Key words: *navigation, ECDIS, vector chart, electronic navigation chart*

SADRŽAJ

| | |
|--|-----------|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. ECDIS I ELEKTRONIČKE KARTE | 2 |
| 2.1. SUSTAVI ELEKTRONIČKIH KARATA | 2 |
| 2.1.1. Rasterski prikaz elektroničkih karata..... | 2 |
| 2.1.2. Vektorski prikaz elektroničkih karata..... | 3 |
| 2.2. IZRADA ELEKTRONIČKE KARTE | 4 |
| 2.2.1. Svjetski geodetski sustav i elektroničke karte..... | 5 |
| 2.2.2. ECDIS standardi | 6 |
| 2.2.3 CATZOC..... | 8 |
| 2.2.4. Senzori ECDIS-a..... | 10 |
| 2.2.5. Alarmi ECDIS-a | 12 |
| 2.3. PRIMJENA ECDIS-a | 14 |
| 3. ECDIS U POMORSKOJ NAVIGACIJI..... | 17 |
| 3.1. PLANIRANJE I PRAĆENJE PUTOVANJA | 17 |
| 3.2. ODREĐIVANJE POZICIJE BRODA U OBALNOJ NAVIGACIJI | 20 |
| 3.3. ODREĐIVANJE POZICIJE BRODA U OCEANSKOJ NAVIGACIJI.... | 20 |
| 3.4. PRIKAZ ŽELJENIH INFORMACIJA..... | 22 |
| 3.5. AŽURIRANJE PODATAKA ELEKTRONIČKIH KARATA | 25 |
| 4. ANALIZA KORISNOSTI ECDIS-a..... | 26 |
| 5. BUDUĆNOST ECDIS-a | 37 |
| 5.1. ECDIS I E-NAVIGACIJA | 37 |
| 5.2. AUTONOMNI BRODOVI I ECDIS..... | 40 |
| 5.3. STANDARDI S-100 | 41 |
| 6. ZAKLJUČAK..... | 43 |
| LITERATURA | 44 |
| POPIS SLIKA | 48 |
| POPIS TABLICA | 49 |
| POPIS KRATICA | 50 |

1. UVOD

S razvojem navigacijskih pomagala nametnula se potreba za automatskim prikazivanjem pozicije broda i svih drugih bitnih podataka na karti. Elektroničke karte nastale su razvojem računalne tehnologije i pojavom geografskog informacijskog sustava (engl. *Geographic Information System – GIS*) u kojemu su svi podaci geokodirani, odnosno određeni koordinatama (zemljopisna širina i dužina). Elektroničke karte proizvode ustanove koje izdaju i papirnate karte (hidrografski instituti), ali i specijalizirana poduzeća koja su ovlaštena za njihovu izradu.

Proizvođači ECDIS-a pružaju različite načine prikazivanja podataka, odnosno njihovog označavanja, tako da korisnik mora biti upoznat sa sustavom kojeg koristi i izabrati prikaz onih podataka koji su neophodni za sigurnu navigaciju određenim područjem. Upotreba navedenog sustava u navigaciji pruža mogućnost brzog dobivanja korisnih informacija, kao i dodatnu sigurnost pomorcima u donošenju odluka. Unatoč svim prednostima, pomorac mora biti upoznat i s nedostacima ECDIS-a, te načinom otklanjanja i/ili prepoznavanja istih.

U radu će se kroz SWOT analizu prikazati funkcionalnosti ECDIS-a s temeljnim prednostima i ograničenjima. Također, analizirat će se uloga ECDIS-a u implementaciji novih tehničko-tehnoloških rješenja, te budućnost njegova razvoja. Cilj rada je pokazati da ECDIS bez obzira na sve mane i nedostatke danas predstavlja nezamjenjivo pomagalo u navigaciji i veliki napredak u odnosu na navigaciju s klasičnim papirnatim kartama.

Ovaj diplomski rad se sastoji od četiri cjeline, pored uvoda i zaključka. U prvoj cjelini opisuje se ECDIS, dok se u drugoj cjelini detaljnije obrađuje primjena sustava. U trećoj cjelini se opisuju razne prednosti i nedostaci ECDIS-a, s ciljem predstavljanja ECDIS-a kao jedinstvenog uređaja i pomagala u suvremenoj navigaciji kroz usporedbu s tradicionalnom papirnatom kartom. U četvrtoj cjelini se opisuje budućnost ECDIS-a, te njegova uloga u sklopu sustava e-navigacije i plovidbe autonomnih brodova.

2. ECDIS I ELEKTRONIČKE KARTE

2.1. SUSTAVI ELEKTRONIČKIH KARATA

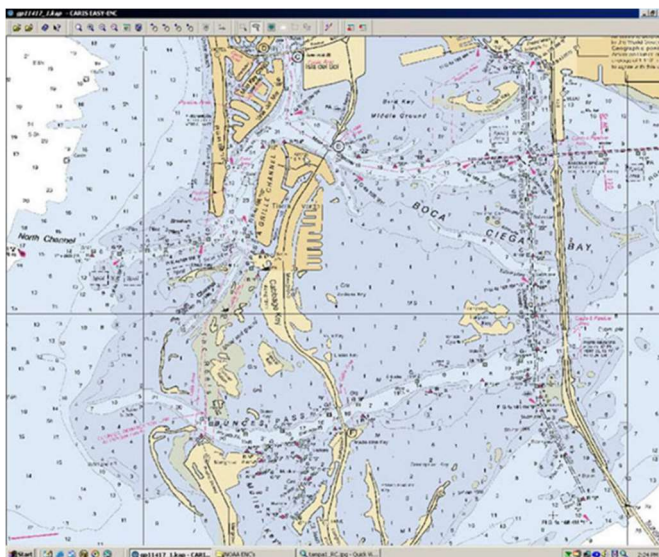
U današnje vrijeme postoji veliki broj različitih sustava elektroničkih karata s prikazom u digitalnom obliku. Svaki sustav ima različite mogućnosti, a na brodu se najčešće koristi jedan od dva glavna sustava [41]:

- RCDS (engl. *Raster Chart Display System*) – sustav koji se temelji na prikazu karte u rasterskom obliku, te
- ECDIS (engl. *Electronic Chart Display and Information System*) – sustav koji se temelji na prikazu karte u vektorskom obliku.

Također treba razlikovati službene i neslužbene elektroničke karte. Službena navigacijska karta je ona koja je izrađena od vladine organizacije, a što su u načelu hidrografski instituti. Neslužbene navigacijske karte su one izrađene od nekog privatnog subjekta koje mogu ali i ne moraju zadovoljiti sve standarde i zahtjeve.

2.1.1. Rasterski prikaz elektroničkih karata

Rasterski prikaz elektroničke karte nastaje skeniranjem već postojeće papirnate karte i pohrane u digitalnom obliku. Izrada ove karte je jeftinija, brža i lakša od vektorske karte, a kvaliteta karte ovisi o uređajima za skeniranje. Rasterska karta (slika 1.) nije "inteligentna", odnosno nema računalnu podršku, te se sastoji od samo jednog sloja.



Slika 1. Prikaz rasterske karte [39]

Rasterska karta prikazuje iste podatke kao i papirnata karta, podaci su dostupni jedino vizualno, nije moguća selekcija podataka, te nije moguće mijenjati informacije i uređivati ih. Karta je prezentirana kao jednostavna digitalna slika podijeljena u pravilnu mrežu malih kvadrata (piksela). Zumiranjem karte ne dolazi do prikaza dodatnih informacija, već se samo postojeći podaci ucrtani na karti izrazitije vide.

Rasterske karte britanskog izdanja (engl. *The Admiralty Raster Chart System – ARCS*) su prve takve karte i jedne od najboljih. Ove karte predstavljaju digitalni oblik papirnatih karata britanskog admiraliteta. Kvalitetu, točnost i ažurnost karata jamči britanski hidrografski institut.

Unatoč određenim prednostima, kao što su brza, laka i jeftina izrada, te kratko vrijeme učenja i privikavanja na kartu, RCDS je manje u upotrebi od ECDIS-a, prvenstveno zbog raznih mogućnosti koje ECDIS i prikaz vektorske karte pružaju pomorcima.

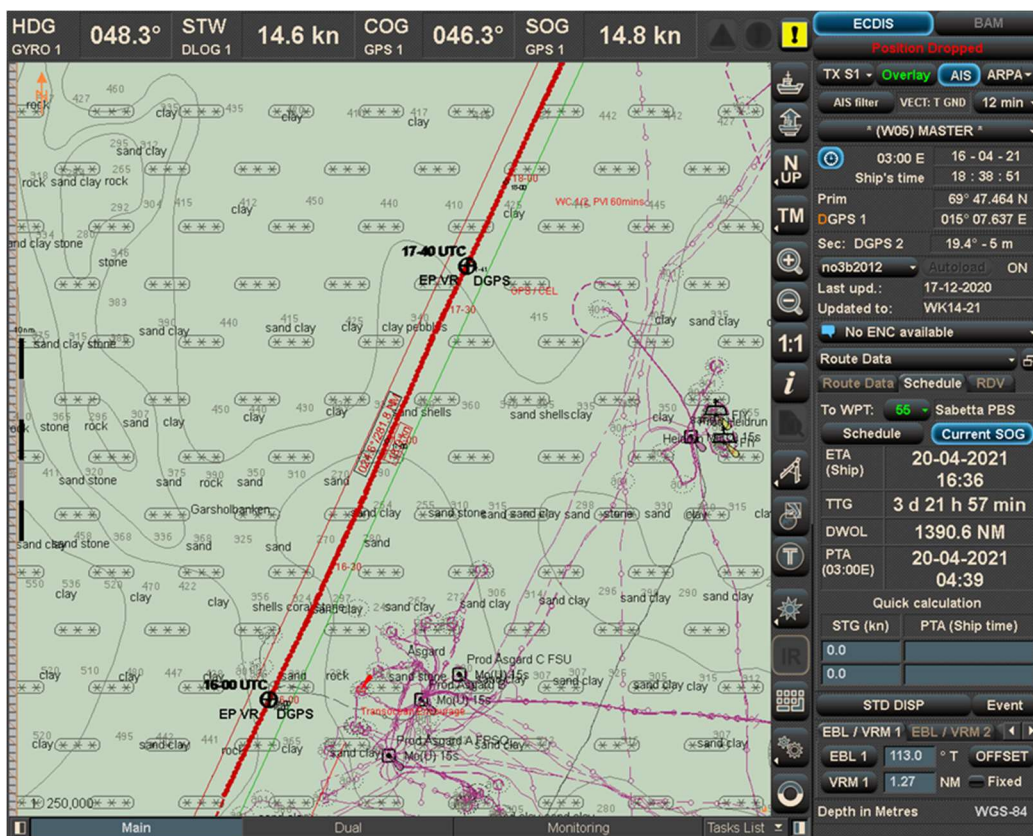
2.1.2. Vektorski prikaz elektroničkih karata

Vektorska karta je mnogo složenija od rasterske karte. Iako je rasterski sustav jednostavniji i jeftiniji, on ne može pružiti mogućnosti koje pruža sustav sa svim elementima karte učitanim i pohranjenim posebno. Izgled vektorske karte se bitno razlikuje od rasterske. Vektorske karte su slojevite karte, odnosno podaci koje prikazuje ova karta se upisuju na različitim razinama, a sve se razine uklapaju jedna u drugu. Najčešće se podaci upisuju na osam razina neovisnih jedna o drugoj. Te razine su [4]:

- reljef obale,
- batimetrija i oznake dubina,
- kopnene oznake i sadržaji,
- ekološki osjetljiva područja,
- morski nacionalni parkovi,
- morski prirodni rezervati,
- luke i pomorski promet, te
- područja posebne regulacije.

Za razliku od rasterskih karata, vektorske karte (slika 2.) su "inteligentne", informacije u bazi podataka se lako nadopunjuju, prikazuju više podataka nego rasterska, a časnik, ako okolnosti dopuštaju, može s ekrana isključiti prikaz određenih nepotrebnih

podataka. Zbog velikog broja podataka, prilikom promjene mjerila, na karti se mijenjaju prikazani podaci, odnosno broj detalja se povećava / smanjuje promjenom mjerila. Uz pomoć ECDIS-a časnik na straži, na jednom mjestu, ima podatke o svom brodu, brodovima i objektima u blizini, te mogućim opasnostima. Ovu mogućnost ECDIS-u omogućavaju podaci koje dobiva iz drugih elektroničkih uređaja na brodu.



Slika 2. Vektorska karta u ECDIS-u [56]

2.2. IZRADA ELEKTRONIČKE KARTE

Prilikom izrade elektroničke karte upotrebljava se objektno orijentirana baza podataka. S obzirom na to da je najvažniji dio ECDIS-a upravo baza podataka, potrebno je istu prilagoditi da bude razumljiva računalu zbog prenošenja i razmjene podataka, a što je riješeno jednim od standarda Međunarodne hidrografske organizacije (engl. *International Hydrographic Organization - IHO*), točnije standardom S-57.

Svaka karta sadrži svoj identifikacijski broj kojeg čini 8 znamenki. Prve dvije određuju zemlju u kojoj je elektronička karta izrađena, treća znamenka određuje navigacijsku svrhu odnosno područje, te pet ostalih određuje subjekt koji je izradio kartu.

Npr. elektronička karta pod brojem HR3C0021 je karta izdana od strane Hrvatskog hidrografskog instituta, kategorija karte je obalna, a oznaka karte C0021. Kategorija karte ovisi o njenom mjerilu i području koje pokriva, pa se stoga razlikuju [32]:

- pregledne karte (engl. *overview*),
- generalne karte (engl. *general*),
- obalne karte (engl. *coastal*),
- prilazne karte (engl. *approach*),
- lučke karte (engl. *harbour*), te
- pristanišne karte (engl. *berthing*).

2.2.1. Svjetski geodetski sustav i elektroničke karte

Za izradu navigacijskih karata koriste se standardi (datumi) koji su temeljeni na nekom od geodetskih sustava. Geodetski datum je nacionalni ili međunarodni referentni sustav karata temeljen na određenom elipsoidu koji je najbliži obliku geoida pojedinog područja (države). Parametri su veličina velike i male osi te koeficijent spljoštenosti.

Neki od geodetskih datuma prema kojima su se prethodno izrađivale navigacijske karte su [34]:

- sjevernoamerički datum (engl. *North American Datum 1927 – NAD 27*),
- britanski datum (engl. *Ordnance Survey of Great Britain 1936 Datum – OSGB 36*),
- tokijski datum,
- indijski datum,
- europski terestrički referentni sustav (engl. *European Terrestrial Reference System 1989 – ETRS 89*),
- južnoamerički datum,
- australski datum,
- centralnoazijski datum,
- južnoafrički datum, itd.

Vektorske elektroničke karte koriste međunarodni sustav WGS 84 (engl. *World Geodetic System 1984*) radi kompatibilnosti s GPS (engl. *Global Positioning System*) sustavom pozicioniranja. WGS 84 je temelj globalnog satelitskog sustava pozicioniranja, što znači da se na sve navigacijske karte kompatibilne s WGS 84 (bilo papirne ili elektroničke) pozicija s GPS-a može bez ispravljanja prikazivati / ucrtavati na karti.

2.2.2. ECDIS standardi

Standardi s kojima ECDIS treba biti usklađen propisani su međunarodnim organizacijama i to Međunarodnom pomorskom organizacijom (engl. *International Maritime Organization – IMO*), Međunarodnom hidrografskom organizacijom (engl. *International Hydrographic Organization – IHO*) i Međunarodnom komisijom za elektrotehniku (engl. *International Electrotechnical Commission – IEC*).

IMO, kao krovna organizacija za donošenje odluka o sigurnosti u pomorstvu, je na zasjedanjima Odbora za pomorsku sigurnost (engl. *Maritime Safety Committee – MSC*) izglasala izmjene SOLAS (engl. *Safety Of Life At Sea*) konvencije te usvojila rezolucije A.817, MSC.232 i MSC.530 koje se odnose na upotrebu ECDIS-a na brodovima trgovačke mornarice.

Međunarodna komisija za elektrotehniku je 2015. godine usvojila zadnje izmjene (izdanje 4.0) međunarodnog standarda IEC 61174 koji se odnosi na navigacijsku i radiokomunikacijsku opremu. Unutar IEC 61174 standarda propisani su radni uvjeti za ECDIS, te metode testiranja i potrebni rezultati istih.

Međunarodna hidrografska organizacija je međuvladina savjetodavna i tehnička organizacija, čiji je cilj sigurnost pomorskog prometa kao i zaštita mora i okoliša. Djelatnosti ove organizacije su [37]:

- koordiniranje aktivnosti među državnim hidrografskim uredima,
- standardizacija (najviši stupanj jednoličnosti pomorskih karata i dokumenata),
- usvajanje pouzdanih i učinkovitih metoda hidrografskih istraživanja, te
- znanstveni razvoj na području hidrografije.

S ciljem standardizacije postupka izrade ECDIS-a, IHO je tijekom godina donio i usvojio razne standarde kojima ECDIS mora udovoljiti te koje proizvođači ECDIS-a moraju primijeniti prilikom samog postupka izrade. Standardi su navedeni u tablicama 1. i 2..

Tablica 1. IHO standardi [37]

| IHO standardi koji se primjenjuju na ECDIS opremu i podatke | |
|---|--|
| Izdanje na snazi | Naziv |
| S-57 izdanje 3.1, Studeni 2000. Vidi bilješku 1 | IHO standard za prijenos digitalnih hidrografskih podataka |
| S-52 izdanje 6.1.(1), Listopad 2014. (s pojašnjenjima od Lipnja 2015.) Vidi bilješku 2 | Specifikacije za sadržaj karte i prikaz ECDIS-a |
| S-52 (Dodatak A) Izdanje 4.0.(3), Listopad 2014. (s pojašnjenjima od Prosinca 2020.) Vidi bilješku 2 | IHO ECDIS prezentacijska biblioteka |
| S-64 izdanje 3.0.(3), Prosinac 2020. Vidi bilješku 2 | IHO testni paketi za ECDIS |
| S-61 izdanje 1.0, Siječanj 1999. Vidi bilješku 3 | Specifikacija proizvoda za rasterske navigacijske karte |
| S-63 izdanje 1.2.(1), Ožujak 2020. Vidi bilješke 2 i 4 | IHO shema zaštite podataka |
| Bilješka 1: Izdanje 3.1 treba koristiti zajedno s: Dodatkom 3 (Lipanj 2014.) i dokument o održavanju 8 (pojašnjenja koja su također klasificirana kao ispravci ne bi se trebala primjenjivati). | |
| Bilješka 2: Ažurnost ECDIS-a u pogledu instalacije najnovijeg izdanja standarda predstavljena je s prve 2. znamenke broja izdanja, 3. znamenka broja izdanja (u zagradama) označava verziju standarda s pojašnjenjem; pojašnjenja nemaju utjecaja na sigurnost plovidbe ili performanse ECDIS-a. Ova su izdanja normativne reference za odobrenje ECDIS-a koji se odnose na 4. izdanje IEC 61174 (2015). Unatoč pažnji u pripremi ovih novih izdanja, njihova učinkovita implementacija može otkriti nesavršenosti. | |
| Bilješka 3: Samo ako ECDIS podržava RCDS način rada. | |
| Bilješka 4: Promjene izdanja 1.1.0 (2008.) uvedene u sljedećim verzijama su sljedeće: Izdanje 1.1.1 (Travanj 2012.): promjene utječu na identifikator proizvođača (M_ID). Transparentni su za krajnjeg korisnika. Izdanje 1.2.0 (Siječanj 2015.): dodatni Dodatak C dodan je izdanju 1.1.1 kako bi se pružila | |

normativna referenca za izvješće o statusu ažuriranja ENC-a. Sukladnost s ovim novim Dodatkom odnosi se samo na one ECDIS-e koji su odobreni u skladu s 4. izdanjem IEC 61174 (2015.). Nema retrospektivnog utjecaja na ECDIS-e koji su bili odobreni ranije. Izdanje 1.2.1 (Ožujak 2020.): uključuje manje pojašnjenje izdanja 1.2.0 koje daje smjernice za strukturu datoteke README.TXT u odjeljku 6.6. Nema utjecaja ovog pojašnjenja na ECDIS.

Tablica 2. Najnoviji IHO standardi koji se primjenjuju na proizvođače [37]

| Najnoviji IHO standardi koji se primjenjuju na proizvođače (Hidrografski uredi) | |
|---|--|
| Izdanje na snazi | Naziv |
| S-11 dio A izdanje 3.1.0, Veljača 2018. | Smjernice za pripremu i održavanje međunarodnih karata i ENC shema |
| S-58 izdanje 7.0.0, Listopad 2022. | ENC provjere valjanosti |
| S-62 trenutno izdanje | Kodovi proizvođača podataka |
| S-65 izdanje 2.1.0, Svibanj 2017. | ENC: Smjernice za proizvodnju, održavanje i distribuciju |

2.2.3 CATZOC







Kako bi istaknuli točnost podataka prikazanih na karti, kartografi se koriste vrijednošću Zone pouzdanosti (engl. *Categories of Zone of Confidence - CATZOC*). Uz pomoć CATZOC-a pomorci mogu upravljati razinom rizika prilikom plovidbe u određenom području.

Vrijednosti CATZOC-a se dodjeljuju zemljopisnim područjima kako bi se pokazalo ispunjavaju li podaci minimalan skup kriterija za položaj, točnost dubine i pokrivenost morskog dna. Vrijednosti ovise o vrsti i točnosti istraživanja.

ECDIS prikazuje CATZOC vrijednosti na vektorskim kartama s pomoću uzorka simbola u obliku trokuta i zvjezdica. Broj zvjezdica unutar ovih simbola označava CATZOC vrijednost (tablica 3.). CATZOC vrijednost od šest zvjezdica predstavlja

najvišu razinu podataka (A1), te označava potpunu istraženost morskog dna uz upotrebu sofisticiranih batimetrijskih uređaja. Dvije zvjezdice označavaju najnižu razinu podataka (D), dok se područja koja su neprocijenjena / neistražena označavaju sa simbolom (U). Jedna zvjezdica prilikom označavanja se ne koristi kako se ne bi dogodila zabuna s nekim od simbola na karti.

Tablica 3. CATZOC vrijednosti [40]

| CATZOC | CATZOC simbol | Točnost pozicije | Točnost dubine | Istraženost morskog dna |
|--------|---|--|-------------------------|---|
| A1 |  | +/- 5 metara | 0.50 metara + 1% dubine | Provedena potpuna istraženost. Detalji / oblik morskog dna naznačeni i dubine izmjerene. |
| A2 |  | +/- 20 metara | 1.00 metar + 2% dubine | Provedena potpuna istraženost. Detalji / oblik morskog dna naznačeni i dubine izmjerene. |
| B |  | +/- 50 metara | 1.00 metar + 2% dubine | Potpuna istraženost nije postignuta, neoznačeni oblici / opasnosti za navigaciju se ne očekuju, ali mogu postojati. |
| C |  | +/- 500 metara | 2.00 metra + 5% dubine | Potpuna istraženost nije postignuta, moguće su pogreške u naznačenim dubinama. |
| D |  | Lošije od CATZOC C | | Potpuna istraženost nije postignuta, moguće su velike pogreške u naznačenim dubinama. |
| U |  | Neistraženo – batimetrijski podaci se trebaju istražiti. | | |

2.2.4. Senzori ECDIS-a

Govoreći o standardima koji su propisani za ECDIS bitno je napomenuti da ECDIS ne smije degradirati performanse bilo kojeg uređaja koji je priključen sustavu. Isto vrijedi i prilikom spajanja opcijskih uređaja gdje također ne smije doći do degradacije performansi ECDIS-a ispod njegovih standarda.

Jedna od glavnih prednosti ECDIS-a je prikaz pozicije broda i njegove brzine i kursa u realnom vremenu. Prikazivanje navedenih informacija omogućuju priključeni senzori. Prema minimalnim standardima ECDIS-a propisanim od strane IMO-a, sljedeći uređaji moraju biti priključeni [23]:

- uređaj za pozicioniranje broda,
- uređaj za prikazivanje smjera, te
- uređaj za prikazivanje brzine broda.

Osim gore navedenih uređaja, a u cilju unaprjeđenja sigurnosti navigacije, s ECDIS-om se povezuju i neki od sljedećih uređaja [22]:

- sekundarni uređaj za pozicioniranje broda,
- sekundarni uređaj za prikazivanje smjera,
- sekundarni uređaj za prikazivanje brzine broda,
- NAVTEX (engl. *Navigational Telex*),
- dubinomjer,
- ARPA (engl. *Automatic Radar Plotting Aid*) radar,
- sustav automatskog kormilarenja,
- AIS (engl. *Automatic Identification System*),
- senzor za vjetar, itd.

Korisnik ECDIS-a u svakom trenutku treba znati koji su uređaji povezani tj. iz kojih ECDIS dobiva informacije te ih prikazuje na svome ekranu. Također je veoma bitno kontrolirati jesu li prikazane informacije ispravne, jer bih u protivnome časnik mogao donijeti odluke na osnovu pogrešnih informacija.

U sustave pozicioniranja ubrajamo npr.: američki GPS / DGPS (engl. *Differential Global Positioning System*), ruski GLONASS (engl. *Global Navigation Satellite System*),

kineski BDS (engl. *BeiDou Navigation Satellite System*) i europski Galileo. Primarni sustav pozicioniranja kod ECDIS-a je u svakom slučaju satelitski sustav (s time da satelitski prijammnik može procesuirati više satelitskih sustava iako je to još uvijek u najznačajnijoj mjeri isključivo GPS). U slučaju gubitka satelitskog signala, sekundarni izvor pozicioniranja može biti manualno određivanje pozicije ili određivanje zbrojene odnosno procijenjene pozicije. Greška satelitskog sustava aktivira alarm na ECDIS-u, te upozorava pomorca na grešku u sustavu pozicioniranja i potrebu za drugim načinom određivanja pozicije. Također treba napomenuti da postoji mogućnost namjernog ometanja sustava pozicioniranja što ECDIS vrlo vjerojatno neće detektirati.

Kao uređaj za pokazivanje smjera koristi se kompas. Neki od kompasa koji se mogu povezati s ECDIS-om uključuju žiro kompas, GPS kompas, magnetski kompas te druge amagnetske kompase. Zbog svoje pouzdanosti i točnosti, kao glavni uređaj za pokazivanje smjera uglavnom se koristi žiro kompas.

Za prikazivanje brzine broda koristi se brzinomjer, koji ECDIS-u daje podatak o brzini broda kroz vodu (engl. *Speed Through the Water – STW*). Brzinu preko dna (engl. *Speed Over Ground – SOG*) ECDIS dobiva od sustava za pozicioniranje.

Povezanost NAVTEX uređaja nije obavezna, ali časniku pruža opciju automatskog prikaza obavijesti i upozorenja koje uređaj prima na ekranu ECDIS-a (engl. *Maritime Safety Information – MSI*).

Povezivanjem ARPA radara nudi se mogućnost prikaza slike radara na ekranu ECDIS-a, te se ujedno može koristiti kao i provjera pozicije dobivene putem GPS uređaja u usporedbi s navigacijskom situacijom u neposrednoj blizini.

Mogućnost automatskog praćenja rute je sustav u kojemu je autopilot broda priključen na ECDIS u svrhu plovidbe broda po planiranom kursu. Ovaj sustav kontrolira kormilarenje brodom u kursu u kojem treba kormilariti na svakom dijelu rute. Problem ovog sustava je taj što može doći do ozbiljnih posljedica koje mogu nastati zbog pogreške sustava pozicioniranja i/ili greške autopilota. Ako postoji takva povezanost, sustav bi trebao alarmirati časnika pri dolasku na točku okreta, te izvesti promjenu kursa tek nakon "odobrenja" časnika.

Dubinomjerom se može na jednostavan način provjeriti jesu li batimetrijski podaci na karti vjerodostojni tj. koliko je odstupanje između stvarne dubine i dubine na karti.

2.2.5. Alarmi ECDIS-a

Zbog svoje kompleksnosti i umreženosti s ostalim uređajima na mostu, ECDIS treba imati mogućnost upozoravanja pomorca na eventualnu pogrešku unutar sustava ili pak na prekid rada bilo kojeg umreženog uređaja. Alarmi ECDIS-a se mogu podijeliti na tri razine i to [22]:

- audio i vizualna upozorenja (engl. *Warning*),
- vizualna upozorenja (engl. *Caution*), te
- obavijesti (engl. *Indication*).

Svaki alarm generiran u ECDIS-u se treba prihvatiti od strane časnika te ustanoviti razlog njegove pojave. Kojoj će od navedenih skupina određeni alarm pripasti ovisi o njegovoj važnosti.

Postoji niz alarma koje sustav može prikazati, ali prema zahtjevima IMO-a, odnosno ECDIS standarda, pet obveznih alarma sustava su [22]:

- odstupanje broda s planirane rute – ovaj alarm se javlja u ECDIS-u kada brod izađe izvan planirane rute putovanja (engl. *Cross Track Distance – XTD*). Točnije, potrebno je da točka uzeta kao referentna točka (engl. *Consistent Common Reference Point – CCRP*) prijeđe izvan već navedene lijeve ili desne granice planirane rute,
- greška / zakazivanje uređaja za pozicioniranje,
- dolazak na kritičnu točku,
- drugačiji geodetski datum, te
- prelazak preko sigurnosne konture (izobate).

Prelazak preko sigurnosne konture (izobate) je jedan od bitnijih alarma ECDIS-a i upotrebe njegove vektorske karte. Poznat je i pod nazivom protunasukavajući alarm. Ovaj alarm nudi pomorcu rano upozorenje na nadolazeću pličinu te smanjenje dubine ispod kobilice (engl. *Under Keel Clearance – UKC*). Da bi alarm služio svojoj svrsi, časnik treba ubaciti točne podatke u ECDIS i to:

- dubinu koja predstavlja sigurnosnu konturu (engl. *Safety contour*), te

- vrijednosti motrenog područja (engl. *Look ahead*) – unutar motrenog područja ECDIS uspoređuje navedenu vrijednost dubine s dubinama na karti. Ubacuju se podaci o motrenju područja ispred broda te bočnih strana.

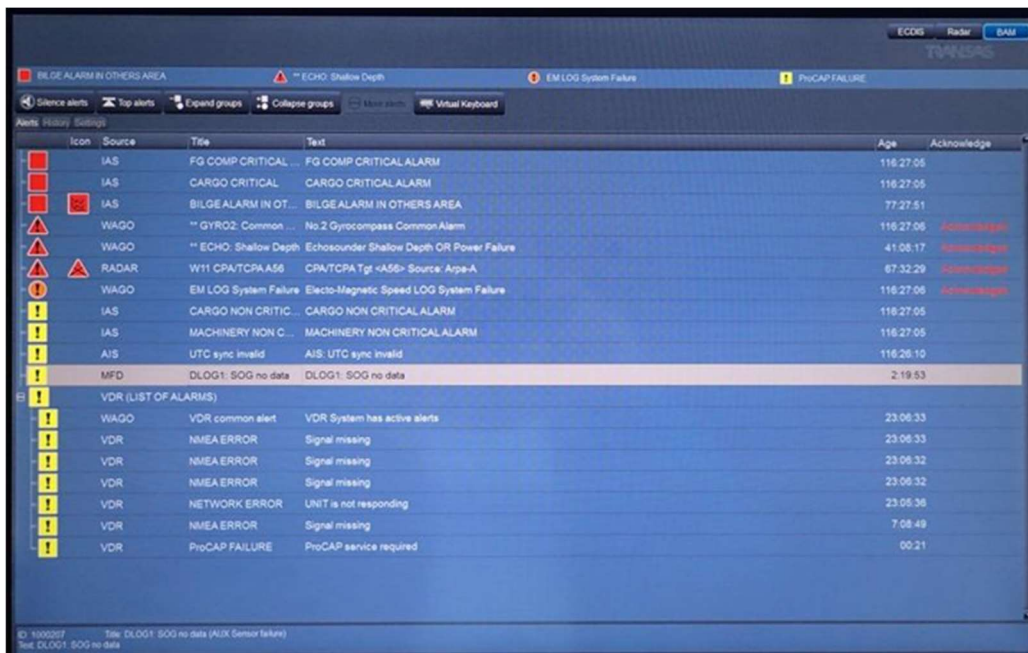
Također treba spomenuti i ostale sigurnosne parametre ECDIS-a, a koji su usko vezani uz gore navedenu sigurnosnu konturu i vrijednosti motrenog područja. To su:

- plitka kontura (engl. *Shallow contour*),
- sigurnosna dubina (engl. *Safety depth*), te
- dublja kontura (engl. *Deep contour*).

Kolika će biti vrijednost sigurnosnih parametara ovisi o dimenzijama broda, području plovidbe te zahtjevima kompanije. Jedan od primjera izračuna navedenih parametara je:

- *Shallow contour* – gaz broda + brodski čučanj;
- *Safety depth* – gaz broda + brodski čučanj + vanjski utjecaji (morske mijene) + korekcija za CATZOC + minimalno dopuštena dubina ispod kobilice. Sigurnosna dubina služi za otkrivanje dubina koje su opasne za plovidbu. Dubina jednaka ili manja od sigurnosne dubine istaknuta je na karti podebljanim slovima;
- *Safety contour* – gaz broda + brodski čučanj + vanjski utjecaji (morske mijene) + korekcija za CATZOC + minimalno dopuštena dubina ispod kobilice. Sigurnosna kontura je najvažniji parametar svih sigurnosnih postavki za prikaz nesigurnih područja, otkrivanje izoliranih opasnosti i aktiviranje alarma protiv nasukanja. Sigurnosna kontura u osnovi označava podjelu između plovnih i neplovnih područja;
- *Deep contour* – dvostruka vrijednost gaza broda.

Često se na brodovima koristi dodatni program za prikazivanje svih alarma na mostu, uključujući i alarme ECDIS-a. Taj program, prikazan na slici 3., se naziva sustavom za upravljanje alarma na mostu (engl. *Bridge Alert Management system – BAM*). Radni standardi BAM-a su doneseni 2010. godine IMO rezolucijom MSC.302, te dodatno opisani IEC standardima 62923-1 i 62923-2 iz 2018. godine.



Slika 3. Prikaz BAM sustava [56]

2.3. PRIMJENA ECDIS-a

ECDIS je osnovni standard korišten kod pomorskih elektroničkih karata, a temelji se na prikazu karte u vektorskom obliku. Radi se o izuzetno kompleksnom i sofisticiranom navigacijskom sustavu na čijem se zaslonu kontinuirano prikazuje pozicija broda, kao i cjelokupna situacija oko broda. Tu mogućnost ECDIS-u omogućuju podaci koje dobiva iz drugih elektroničkih uređaja na brodu kao što su GPS, brzinomjer, dubinomjer, žiro kompas, ARPA radar i drugi. Uz pomoć ECDIS-a časnik u straži na jednom mjestu ima podatke o svom brodu, brodovima i objektima u blizini kao i mogućim opasnostima.

ECDIS se pojavio u 80-im godinama prošlog stoljeća te se od tada stalno unaprjeđuje i usklađuje sa standardima koje su postavili i propisali IMO, IHO i IEC. U početku pojave ovog sustava javili su se mnogi problemi prilikom njegovog prihvaćanja od strane nautičara. Glavni problem je bilo tradicionalno razmišljanje tj. odupiranje dolasku novih tehnologija i prihvaćanju velikih promjena.

Radni standardi za ECDIS utvrđeni su 1995. godine rezolucijom A.817. Narednih godina, odnosno 1996. i 1998. godine uslijedile su izmjene rezolucije A.817 vezane uz rezervni sustav u slučaju zakazivanja ECDIS-a te mogućnost korištenja ECDIS-a s prikazom rasterske karte.[21]

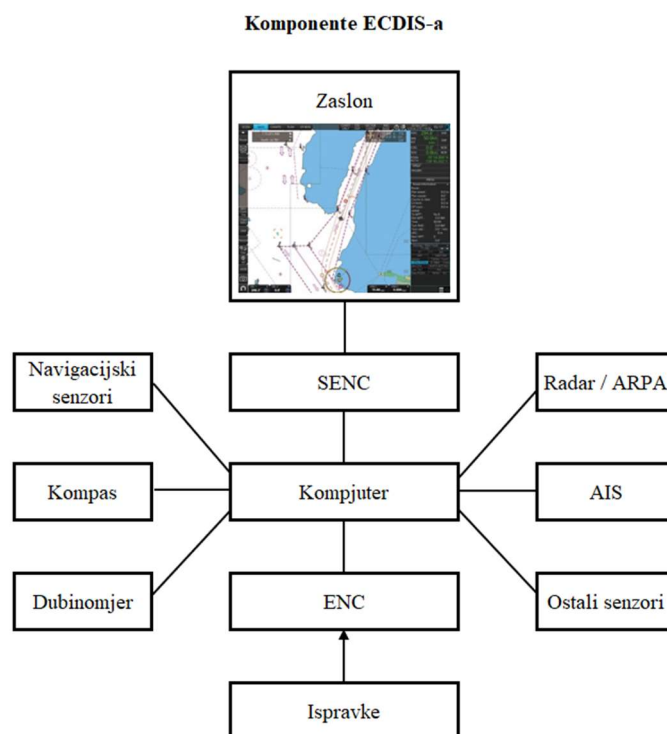
Međunarodna pomorska organizacija je na zasjedanju 2000. godine usvojila izmjene koje se odnose na konvenciju o Zaštiti ljudskih života na moru, poglavlje 5 (Sigurnost plovidbe), a koje su stupile na snagu 1. srpnja 2002. godine. Tim izmjenama je ECDIS prepoznat kao ekvivalent papirnatim navigacijskim kartama.[21]

Međunarodna pomorska organizacija je 2009. godine, unutar konvencije SOLAS, poglavlja 5 (Sigurnost plovidbe), usvojila odredbe o obveznosti instaliranja ECDIS-a na brodove trgovačke mornarice u međunarodnoj plovidbi (stupile na snagu 1. siječnja 2011. godine). Datumi, odnosno rokovi uvođenja sustava ovisili su o tipu i tonaži broda [8]:

- novi brodovi:
 - putnički brodovi s 500 bruto tona i više do 1. srpnja 2012. godine,
 - tankeri s 3000 bruto tona i više do 1. srpnja 2012. godine,
 - teretni brodovi s 10000 bruto tona i više do 1. srpnja 2013. godine, te
 - teretni brodovi od 3000 do 10000 bruto tona do 1. srpnja 2014. godine.
- postojeći brodovi:
 - putnički brodovi s 500 bruto tona i više do 1. srpnja 2014. godine,
 - tankeri s 3000 bruto tona i više do 1. srpnja 2015. godine,
 - teretni brodovi s 50000 bruto tona i više do 1. srpnja 2016. godine,
 - teretni brodovi od 20000 do 50000 bruto tona do 1. srpnja 2017. godine, te
 - teretni brodovi od 10000 do 20000 bruto tona do 1. srpnja 2018. godine.

Konfiguracije ECDIS-a variraju ovisno o proizvođaču, ali se svaki sustav može podijeliti na 4 glavne komponente (slika 4.) [9]:

- računalo i mreža za priključenje senzora – ovaj podsustav kontrolira dobivanje informacija s priključenih senzora te omogućuje tijek informacija između dijelova sustava,
- digitalna baza podataka navigacijske karte (engl. *System Electronic Navigational Chart - SENC*) – ova baza podataka najvažniji je dio svih sustava,
- glavni ekran – prikazuje kartu zajedno s pozicijom broda i ostalim navigacijskim informacijama kao što su kurs, brzina, udaljenost, dubine, itd., te
- sučelje – omogućuje vezu korisnika sa sustavom. Korisnik može mijenjati parametre, ubacivati podatke, uređivati prikaz i služiti se sa svim funkcijama sustava.



Slika 4. Komponente ECDIS-a [9]

Ovakav sustav je vrlo učinkovit te doprinosi sigurnosti plovidbe ako u svim komponentama zadovoljava propisane zahtjeve. Kako bi zadovoljio kriterije i postao zakonski ekvivalent papirnoj karti, ECDIS treba udovoljiti sljedećim uvjetima [8]:

- mora imati svjedodžbu sukladno izvedbenim standardima,
- mora imati adekvatan rezervni sustav koji mora omogućiti nastavak praćenja putovanja upotrebom ECDIS-a ako primarni sustav iz bilo kojeg razloga nije u funkciji,
- u svom radu ECDIS mora upotrebljavati službenu vektorsku kartu,
- treba biti usklađen s važećim IMO, IHO i IEC standardima,
- ECDIS treba imati zasebni sustav napajanja,
- vektorske karte moraju biti ažurirane,
- kompanija mora to prepoznati unutar svog sustava upravljanja sigurnošću (engl. *Safety Management System – SMS*), te
- zastava broda mora to priznati.

Raznovrsnost sustava tj. proizvođača na tržištu doprinosi sve većoj konkurentnosti, a neki od najzastupljenijih proizvođača ECDIS-a na trgovačkim brodovima su Kongsberg, Transas, Furuno, GEM elettronica, Sperry Marine i JRC (engl. *Japan Radio Company*).

3. ECDIS U POMORSKOJ NAVIGACIJI

Prva i najosnovnija funkcija ECDIS-a je svakako da omogući sigurnu plovidbu. Primjena ECDIS-a u pomorskoj navigaciji ima niz prednosti i nedostataka koji su opisani u sljedećem poglavlju, ali jedna od bitnijih prednosti je jednostavno i brzo korištenje. Bez obzira na to što je korištenje brzo i lako, pomorci trebaju znati kako na pravilan način rukovati s ovim sustavom.

Izobrazba pomoraca propisana je međunarodnim pravilima i uključuje opću i specifičnu ECDIS izobrazbu. Opća (engl. *Generic*) izobrazba traje pet dana, a specifična (engl. *Type specific*) onoliko dana koliko to zahtjeva proizvođač uređaja, ali uglavnom dva do tri dana. Časnici moraju imati položena oba programa izobrazbe kojima dokazuju upoznatost s ECDIS-om koji se nalazi na brodu. Često kompanije, unutar svog sustava upravljanja sigurnošću imaju i dodatni program izobrazbe koji pomorac ispunjava pri ukrcaju na brod.

3.1. PLANIRANJE I PRAĆENJE PUTOVANJA

Prilikom planiranja putovanja treba uzeti u obzir da se trebaju zadovoljiti sva propisana pravila i standardi koji su potrebni za sigurnu navigaciju. Plan putovanja mora biti unaprijed dogovoren i isplaniran kako bi se utvrdila najpogodnija ruta uz pridržavanje odgovarajućih sigurnosnih granica. Čimbenici koje u planiranju treba uzeti u obzir su [44]:

- pomorsko okruženje / područje plovidbe,
- prikladnost i pouzdanost ucrtanih hidrografskih podataka na plovidbenoj ruti kao što su dubine, izolirane opasnosti, itd.,
- dostupnost i pouzdanost navigacijskih pomagala tj. oznaka na kopnu, svjetionici, izraženi radarski objekti, itd.,
- područja gustog prometa,
- ograničenja broda kao što su gaz, širina, visina, vrsta tereta, itd.,
- prognoza vremena, godišnje doba, struje, plima i oseka, vjetar, stanje vidljivosti, u načelu sve prirodne pojave koje mogu utjecati na plovidbu i brod,
- sheme odvojene plovidbe i sustav javljanja obalnim stanicama,
- vlastito iskustvo i iskustvo posade u vezi područja plovidbe i vrste broda, itd.

Kreiranje rute u ECDIS-u provodi se grafičkom ili tabličnom metodom. Prilikom korištenja grafičke metode putanje rute i međutočke ucrtava se kursorom izravno po karti. Prednost ove metode je što se karta automatski pomiče pa se uvijek može vidjeti područje u kojem se kreira ruta. Prilikom korištenja tablične metode svi parametri se ručno unose u određenu tablicu. Sustav automatski izračunava kurs i udaljenost između međutočaka, kao i sveukupnu udaljenost između luka / peljarskih stanica. Časnik ručno upisuje naziv putovanja i naziv svake međutočke, određuje tip plovidbe (loksodroma ili ortodroma), dozvoljeno odstupanje od planirane rute, polumjer okreta, itd. Izrađeni plan putovanja je potrebno spremati, te izvršiti ručnu i automatsku provjeru rute. Tako provjerena ruta se može koristiti za plan putovanja.

S obzirom na navedene činjenice dolazi se do zaključka kako je planiranje putovanja izuzetno važno. Svaki dio planiranja putovanja ima svoje značenje i veoma je bitno pažljivo sprovesti svaki od njih, a sam postupak se može podijeliti u četiri dijela [44]:

- procjena (engl. *appraisal*),
- planiranje (engl. *planning*),
- izvršavanje (engl. *execution*), te
- praćenje (engl. *monitoring*).

Procjena putovanja počinje s dogovorom časnika i zapovjednika broda o planiranom putovanju i područjima gdje će brod ploviti. Zapravo je to proces skupljanja informacija bitnih za plan putovanja, uključujući procjenu rizika i kritičnih dijelova putovanja. Informacije se mogu dobiti s karata i iz raznih publikacija. Uzimajući u obzir skupljene informacije, te preporuke zapovjednika broda i kompanije, časnik može napraviti plan putovanja.

Planiranje putovanja uključuje detaljnu izradu plana. Plan treba napraviti od veza do veza, uzimajući u obzir i područja u kojima će brod imati peljara. Osim ucrtavanja kursova, na karti je potrebno naznačiti i ostale informacije koje su bitne za provedbu plana, a najčešće uključuju [44]:

- područja koja treba izbjegavati,
- točke okreta,
- izolirane opasnosti,
- upotrebu dubinomjera,

- točke javljanja obalnim stanicama,
- pokriveni smjer objekta,
- dubinu ispod kobilice za kritične dijelove putovanja,
- maksimalnu dopuštenu brzinu broda,
- razinu straže na mostu, te
- sve ostale informacije po uputama kompanije i/ili zapovjednika broda.

Izvršavanje uključuje završne pripreme prije odlaska iz luke. Kada je poznato vrijeme odlaska iz luke, može se procijeniti vrijeme dolaska u drugu luku i prilagoditi brzina broda uzimajući u obzir vremenske prilike te gustoću prometa. Također se može, po potrebi, odrediti vremenski period u kojem brod može proći određeni kanal s obzirom na stanje morskih mijena i/ili potrebe danjeg / noćnog prolaska. Časnik treba potvrditi da su karte ažurirane, sigurnosni parametri unutar ECDIS-a ispravni i sprovesti završnu provjeru plana putovanja prije aktivacije istog.

Praćenje plana podrazumijeva kontinuiranu provjeru pozicije broda, tako da brod uvijek bude daleko od opasnih područja. Sigurna i uspješna plovidba može se postići samo pomnim i stalnim praćenjem napretka broda po unaprijed planiranim kursovima, koristeći raspoložive načine za provjeru ispravnog rada ECDIS-a i sustava za pozicioniranje. Tijekom putovanja, potrebno je stalno podešavati sigurnosne parametre ECDIS-a i vrijednosti motrenog područja, kako bi plan putovanja ostao adekvatan. Praćenje plana putovanja uključuje i [23]:

- ručnu provjeru dijela plana putovanja od strane časnika pri preuzimanju straže,
- praćenje vremenske prognoze i mogućeg utjecaja na plan putovanja,
- provjeru navigacijskih upozorenja i njihovog utjecaja na plan putovanja,
- provjeru ispravnog rada navigacijske opreme, odnosno senzora povezanih s ECDIS-om,
- podešavanje prikaza ECDIS-a s obzirom na područje plovidbe, itd.

Također se mogu pojaviti situacije u kojima časnik može smatrati razboritim odstupiti od plana. U tom slučaju treba obavijestiti zapovjednika i poduzeti sve radnje potrebne za sigurnost broda i njegove posade. Ova faza je vrlo važna faza u kojoj svi časnici doprinose u izvršenju plana.

3.2. ODREĐIVANJE POZICIJE BRODA U OBALNOJ NAVIGACIJI

Za vrijeme plovidbe broda u blizini obale, pomorcu je bitno na jednostavan, brz i pouzdan način odrediti poziciju broda. Sigurnost broda ovisi o sposobnosti pomorca da u bilo kojem vremenu odredi točnu poziciju broda. U obalnoj navigaciji objekti na obali se osmatraju navigacijskim instrumentima kojima se mjere azimuti, udaljenosti, dubine, pramčani kutovi, horizontalni i vertikalni kutovi. U terestričkoj navigaciji koriste se oznake kao što su svjetionici, rtovi, građevine i drugi markantni objekti.

Poziciju dobivenu vizualnim osmatranjem ili putem radara moguće je prenijeti i na ECDIS. Ujedno nam takva pozicija služi i za provjeru pozicije dobivene putem sustava za pozicioniranje. Slika 5. prikazuje izgled ucrtanih pozicija pri obalnoj navigaciji u ECDIS-u. Pozicija se može odrediti s više azimuta / udaljenosti ili kombinacijom azimuta i udaljenosti s jednog objekta. Period osmatranja i ucrtavanja pozicija ovisi o blizini obali definiranim maksimalno prihvatljivim odstupanjima od kursa.

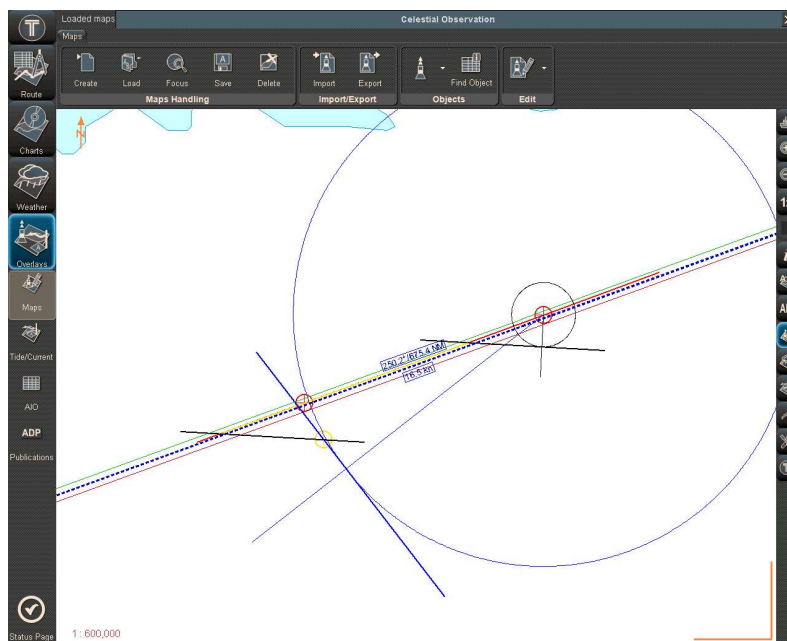


Slika 5. Prikaz ucrtanih pozicija pri prilazu luci [56]

3.3. ODREĐIVANJE POZICIJE BRODA U OCEANSKOJ NAVIGACIJI

U oceanskoj navigaciji se uz upotrebu svjetskih sustava za pozicioniranje koristi i astronomska navigacija. Astronomska navigacija proučava metode određivanja pozicije broda i drugih elemenata koji su nam bitni u navigaciji osmatranjem nebeskih tijela. Za određivanje pozicije broda ovom metodom potrebno je znanje o kretanjima nebeskih tijela i poznavanje načina izračuna potrebnih da bi se dobila astronomska pozicija.

Astronomska pozicija može se odrediti tijekom dana i noći. Danju se najčešće koristi Sunce i to pozicijom u razmaku vremena. Ovim putem se Sunce smjera dvaput u razmaku vremena. Posebnim izračunima dobiva se pozicija broda u trenutku drugog osmatranja (prikazano na slici 6.). Upotrebom opcije *Maps* ili *Manual input* unutar ECDIS-a, što ovisi o proizvođaču i samim svojstvima sustava, moguće je ucrtati dobivene azimute, stajnice i pozicije.



Slika 6. Astronomska pozicija u ECDIS-u [56]

Veliku pomoć pri bržem određivanju pozicije broda ima i mogućnost korištenja sveprisutnih programa za određivanje pozicije broda s pomoću nebeskih tijela. Neki od programa nude izravan uvid u nebeske koordinate tijela te pojednostavljaju određivanje pozicije te ujedno smanjuju grešku operatera pri izračunu pozicije broda.

Osim ucrtavanja azimuta i stajnica, može se koristiti ručno određivanje pozicije i to ako ta opcija podržava upotrebu kružnice kao linije pozicije neograničenog radijusa. Ucrtane kružnice (slika 7.) predstavljaju zenitnu udaljenost (90° -visina tijela), a ishodište kružnice predstavlja točku na Zemlji u kojoj se navedeno tijelo nalazi u zenitu (engl. *Ground Position*). Spomenuta točka se dobije uz pomoć nautičkog godišnjaka, točnije deklinacije i griničkog satnog kuta nebeskog tijela. Ucrtavanjem dviju ili više kružnica dobiva se pozicija broda.

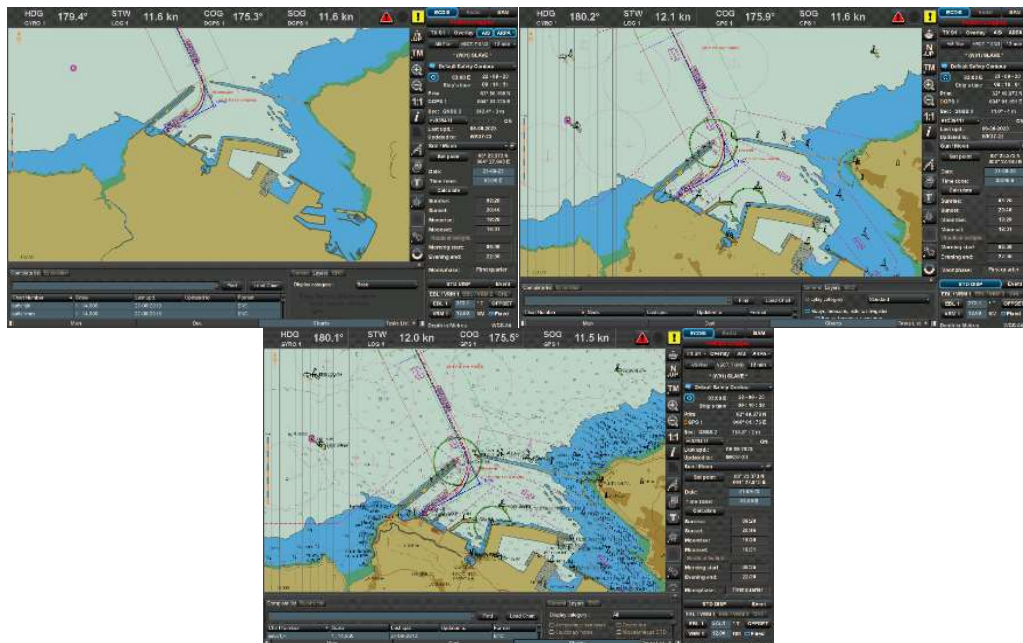


Slika 7. Astronomska pozicija dobivena korištenjem zenitnih udaljenosti [11]

3.4. PRIKAZ ŽELJENIH INFORMACIJA

ECDIS prikazuje navigacijsku kartu u obliku setova informacija koji su sastavljeni od različitih simbola, boja, shematskih tablica i pravila. Korisnik može izabrati kakav prikaz želi od tri (slika 8.), odnosno četiri ponuđena, a to su:

- osnovni prikaz (engl. *Base display*),
- standardni prikaz (engl. *Standard display*),
- prikaz svih informacija (engl. *All other information*), te
- izmijenjeni (podešeni) prikaz informacija (engl. *Custom display*).



Slika 8. Osnovni, standardni i prikaz svih informacija [56]

Osnovni prikaz uključuje sve informacije koje se ne mogu isključiti i nalaze se u sučelju samog sustava. Ovaj prikaz nije dovoljan za provođenje sigurne navigacije te se uvijek upotpunjuje ostalim informacijama. Osnovni prikaz sadrži:

- liniju obale i granicu sigurnih voda,
- oznake usamljenih opasnosti, te
- mjerilo, orijentaciju i način prikaza karte.

Standardni prikaz se pojavljuje svaki put prilikom pokretanja sustava. ECDIS mora imati opciju aktivacije standardnog prikaza jednostavnom akcijom, a kod većine sustava to se postiže s pomoću tipkovnice ili pritiskom na ikonu na zaslonu. Uz informacije osnovnog prikaza sadržava informacije kao što su:

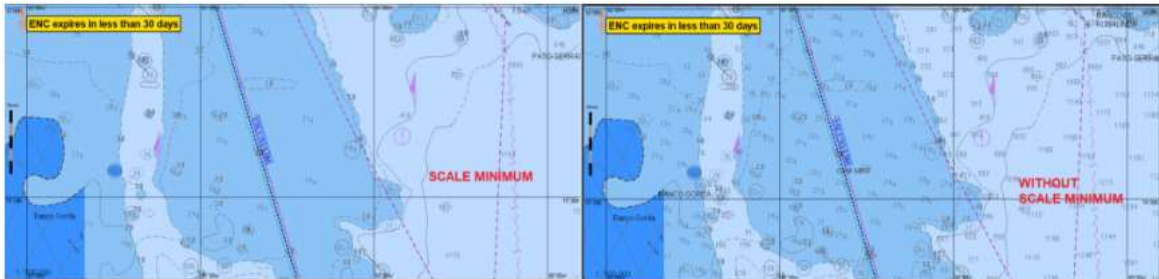
- prikaz oznaka odnosno pomagala za navigaciju,
- granice kanala, prilazi lukama, markantni objekti na obali,
- zone zabranjene / ograničene plovidbe, te
- granice vektorskih karata.

Kao treća odnosno četvrta opcija, pomorcu se nudi aktivacija svih informacija ili pak podešeni prikaz gdje časnik, s obzirom na područje plovidbe i gustoću prometa određuje koje će informacije biti prikazane na ECDIS-u. U ovu skupinu se ubrajaju sve ostale informacije koje se ne prikazuju automatski pri odabiru osnovnog ili standardnog prikaza:

- oznake dubina,
- podvodni kabeli i cjevovodi,
- detalji izoliranih opasnosti,
- detalji pomagala za navigaciju,
- magnetska varijacija,
- imena mora i objekata, itd.

Prilikom planiranja putovanja može se koristiti pojednostavnjeni prikaz s manje detalja, dok se pri provjeri rute i plovidbi moraju koristiti svi slojevi karte. Svaki časnik pri preuzimanju straže mora provjeriti koje su informacije aktivirane te podesiti prikaz sukladno potrebama navigacije.

Dodatna opcija koju proizvođači ECDIS-a nude je SCAMIN (engl. *Scale Minimum*). Odabirom ove funkcije smanjuje se broj prikazanih objekata na ekranu, a sve u svrhu preglednijeg zaslona ECDIS-a. Slika 9. prikazuje učinak SCAMIN funkcije tj. razliku između dva zaslona ECDIS-a istog mjerila.



Slika 9. Razlika između prikaza s i bez SCAMIN funkcije [51]

SCAMIN funkcija se ne bi smjela koristiti tijekom planiranja putovanja jer smanjuje broj prikazanih informacija, te može doći do previda određenih opasnosti. Takav previd može izravno utjecati na sigurnost broda i posade tijekom putovanja i u slučaju nesreće, uzrokovati veliku materijalnu štetu i eventualne ljudske gubitke.

Informacije vezane za vlastiti brod i navigaciju, a koje se događaju automatski, osim njegovog pozicioniranja, uglavnom su vezane za funkcije planiranja i provođenja putovanja. ECDIS po IMO, IHO i IEC izvedbenim standardima mora automatski / jednostavnom akcijom (upotrebom kursora ili tipkovnice) prikazati sljedeće informacije vezane za brod i sigurnu navigaciju:

- vlastiti brod,
- vektor kursa i brzine preko dna,
- promjenjivu kružnicu za mjerenje udaljenosti (engl. *Variable Range Marker – VRM*) i elektronsku liniju za mjerenje smjera (engl. *Electronic Bearing Line – EBL*),
- međutočke,
- kartu u stvarnom mjerilu,
- udaljenost do odredišta i procijenjeno vrijeme dolaska,
- vizualne limite svjetala i podatke o drugim objektima, itd.

3.5. AŽURIRANJE PODATAKA ELEKTRONIČKIH KARATA

Za sve karte, bilo papirnate ili elektroničke, izuzetno je bitno osigurati efikasan i pouzdan način ažuriranja. Elektroničke karte se ažuriraju prema uputama hidrografskog instituta koji je izdao kartu. One se mogu ispravljati na više načina i to:

- ručno,
- poluautomatizirano, te
- automatizirano.

Prilikom ručnog ažuriranja časnik ručno unosi podatke u sustav. Najčešće se na ovaj način unose podaci koji se ne mogu formatirati tako da budu učitani strojno. Ove informacije moraju biti unesene sukladno važećim normama sustava upotrebom dostupnih funkcija.

Poluautomatizirano ažuriranje je metoda koja zahtjeva intervenciju časnika pri uspostavi veze između sustava i medija s kojeg dolaze podaci. Uključuje prebacivanje i pohranu ispravaka na prijenosni medij, te umetanje medija s ispravkama u sustav.

Metodom automatiziranog ažuriranja podaci u sustav dolaze izravno od izdavača. Nije potrebna intervencija časnika, a sustav se ažurira automatiziranim postupkom. Ovom metodom se najčešće ispravljaju sustavi koji su stalno povezani sa serverom izdavača putem internetske veze.

4. ANALIZA KORISNOSTI ECDIS-a

Uvođenjem obveznosti instaliranja sustava na trgovačke brodove započeo je prijelaz s papirnatih karata na navigaciju uz pomoć ECDIS-a. Uspoređujući papirnatu i elektroničku navigacijsku kartu nailazi se na razne prednosti i mogućnosti elektroničkih karata u odnosu na papirnatu. Prednosti ECDIS-a su:

- stalni prikaz pozicije broda, kao i drugih brodova u blizini,
- na većini trgovačkih brodova ECDIS čini dio integriranog mosta gdje je više uređaja međusobno povezano i umreženo s ciljem bolje razmjene i prikaza informacija,
- današnje verzije ECDIS-a koje udovoljavaju zahtjevima IMO-a, IHO-a i IEC-a smatraju se dostojnom zamjenom papirnatim navigacijskim kartama,
- mogućnost podešavanja mjerila karte,
- elektronička karta prikazuje više podataka od papirnatu, odnosno njenim zumiranjem dolazi do prikaza dodatnih informacija, prvenstveno informacija o obalnim objektima koje se nalaze u raznim nautičkim publikacijama,
- jednostavno ispravljanje elektroničkih karata putem medija s ispravkama ili automatski, arhiviranje provedenih ispravaka te mogućnost njihovog prikaza,
- mogućnost postavljanja sigurnosne dubine i drugih sigurnosnih parametara,
- mogućnost prikaza relativnog i stvarnog kretanja broda,
- mogućnost podešavanja boje i osvjetljenja zaslona ovisno o dobu dana ili noći,
- veća paleta boja na zaslonu,
- objekti su prikazani standardiziranim simbolima,
- dubine su na navigacijskim kartama prezentirane kombinacijom individualnih numeričkih vrijednosti i različitih linija dubine (izobata),
- karta može biti orijentirana na više načina,
- mogućnost planiranja putovanja i praćenja tijeka plana putovanja,
- informacije na karti su pohranjene u slojevima,
- moguće je zumiranje bez iskrivljenog prikaza,
- korisnik može uređivati prikaz i prilagoditi ga trenutnim potrebama navigacije u cilju preglednosti i jasnoće zaslona,
- sve informacije dostupne su na jednom mjestu i u svako vrijeme,
- mogućnost radarskog prikaza na elektroničkoj karti,

- GPS/DGPS pozicija može se dodatno kontrolirati radarom i/ili terestričkom pozicijom u obalnoj navigaciji,
- razlike / pogreške u priključenim sustavima i podacima iz senzora mogu se detektirati,
- anomalije plutajućih oznaka za navigaciju lako su uočljive,
- mogućnost arhiviranja prijašnjih planova putovanja te jednostavna aktivacija istih,
- mogućnost aktivacije funkcije "čovjek u moru" kojom se točno označava pozicija pada čovjeka u more,
- mogućnost prikaza privremenih ispravaka (engl. *Temporary and Preliminary Notices*),
- mogućnost prikaza navigacijskih obavijesti / upozorenja u obliku MSI-a (engl. *Maritime Safety Information*),
- davanje protusudarnog alarma i protunasukavajućeg alarma kao i ostalih alarma postavljenih od strane časnika,
- zadovoljava zahtjeve poglavlja 5, članka 19 SOLAS konvencije,
- mogućnost prikaza manevarskih karakteristika broda,
- mogućnost uvida u izvješća o vremenskim prilikama,
- mogućnost vođenja elektroničkog broskog dnevnika,
- omogućuje znatno brže izvođenje svih radova na karti u odnosu na klasičnu papirnatu kartu, itd.

Standardima Međunarodne hidrografske organizacije definirane su boje i simboli koji se koriste u ECDIS-u, neovisno o proizvođaču. Standardizacija boja i simbola povećava sigurnost plovidbe i pojednostavnjuje upotrebu ECDIS-a. Svi znaci i kratice koji se koriste u ECDIS-u se nalaze u vodiču za ENC simbole korištene unutar ECDIS-a (engl. *Guide to ENC Symbols used in ECDIS*).

Cilj same standardizacije je [37]:

- utvrđivanje boja i simbola te njihovo podudaranje sa simbolima koji su se koristili na tradicionalnim papirnatim kartama,
- osigurati da zaslon ECDIS-a bude čitljiv i pregledan, te
- osigurati da ne postoji zabuna između određenih simbola i boja na karti.

Velika prednost ECDIS-a je brza i jednostavna dostupnost elektroničkih karata. Katalog svih karata je dostupan na brodu, bilo u ECDIS-u ili u odvojenom programu. Časnik može prebaciti rutu s ECDIS-a u program te automatski vidjeti koje karte za planirano putovanje treba naručiti. Dozvole za korištenje karata i ispravke dolaze putem elektroničke pošte ili se dobiju iz spomenutog programa.

Osim izbora informacija, časnik može birati i način prikaza. U tu svrhu razlikuje se relativni prikaz (engl. *Relative motion*) i pravi prikaz (engl. *True motion*). Kod relativnog prikaza točka broda stoji na jednom mjestu na ekranu, a kod pravog prikaza točka broda se kreće po ekranu. Prikaz se može isto tako orijentirati prema pravom sjeveru (engl. *North Up*), prema kursu broda (engl. *Course Up*) ili prema uzdužnici broda (engl. *Head Up*). Iste takve karakteristike susreću se i kod radara.

Promjenom mjerila, ECDIS automatski prikazuje kartu prikladnu tome mjerilu, bez potrebe za individualnim označavanjem karte unutar kataloga. Časnik može vidjeti koje karte prekrivaju trenutno područje plovidbe i, ako to želi, označiti drugu kartu za prikaz na ekranu ECDIS-a.

ECDIS časniku nudi mnogo funkcija i mogućnosti koje se mogu koristiti u bilo kojem trenutku. Časnik mora poznavati sustav da bi, s obzirom na trenutnu navigacijsku situaciju i područje plovidbe, mogao aktivirati potrebne funkcije. Opcije koje sustav nudi mogu se kategorizirati po važnosti i po učestalosti korištenja. Iako sve funkcije nemaju istu važnost, studijom iz 2021. godine u kojoj je sudjelovalo 80 časnika palube, se utvrdilo da se velika većina ponuđenih opcija, bilo u većem ili manjem obujmu, koristi tijekom planiranja putovanja, plovidbe otvorenim morima i područjima povećanog prometa, a svega manje od 1% funkcija ECDIS-a se nikad ne koristi.[7]

Svi planovi putovanja koji su se prethodno koristili mogu se pohraniti unutar ECDIS-a i lako su dostupni. Uz dodatnu provjeru i po potrebi doradu moguće ih je ponovno koristiti. ECDIS nudi i opciju prebacivanja isplaniranih putovanja na prijenosni medij za pohranu podataka i to u raznim formatima. Ova opcija je veoma korisna jer, pored pohrane unutar samog ECDIS-a, nudi mogućnost arhiviranja putovanja na brodskom ili nekom drugom računalu, te ne postoji bojazan da će se prethodno isplanirana putovanja nepovratno izgubiti.

Upotrebom raznih opcija koje ECDIS nudi (ponajviše VRM-a i EBL-a), izvršavanje navigacijskih radnji, poput određivanja udaljenosti i azimuta, je puno brže nego na papirnatim kartama uz upotrebu tradicionalnih nautičkih trokuta i šestara.

Ipak, uz sve navedene prednosti ECDIS nije idealan, te se pri njegovoj upotrebi nailazi i na određene nedostatke:

- pretjerano oslanjanje na ECDIS od strane nautičara,
- netočnost unosa podataka,
- pogrešne postavke,
- zbog slojevitosti karte izrada je dulja, zahtjevnija i skuplja,
- potrebe izobrazbe su zahtjevnije,
- moguća preopterećenost informacijama na zaslonu,
- raznolikost proizvođača ECDIS-a,
- izloženost sustava kibernetičkim napadima,
- preklapanje informacija na zaslonu,
- problem prioriteta u prikazanim podacima, itd.

Pretjerano oslanjanje na ECDIS je jedan od glavnih nedostataka koji može imati ozbiljne posljedice. Napretkom tehnologije te brzom i lakom dostupnošću podataka, pomorci sve više vjeruju prikazanim podacima na zaslonu, a bez prave tj. dodatne provjere istih.

Uvođenjem ECDIS-a dolazi do zanemarivanja osnova tradicionalne navigacije. Stav koji je zastupljen među mlađim generacijama pomoraca je nepotrebnost korištenja astronomske i terestričke navigacije. Zašto bi se vrijeme trošilo na utvrđivanje pozicije koja se već nalazi na ekranu ECDIS-a i može se birati iz kojeg senzora za pozicioniranje će ona biti prikazana. Odgovor naravno leži u temeljima navigacije i načelima koja su se koristila stoljećima. Kada se pogleda povijest navigacije, astronomska navigacija je bila jedina opcija za određivanje pozicije u oceanskoj plovidbi, dok je pak terestrička navigacija bila presudna u obalnoj navigaciji i prilazima lukama. Ne može se pobjeći od činjenice da se ECDIS-om i elektroničkom navigacijom omogućio stalni prikaz pozicije broda na ekranu, ali se još uvijek astronomska i terestrička navigacija, u određenoj mjeri, trebaju koristiti.

Problem prioritnosti podataka na ECDIS zaslonu je prepoznat od strane međunarodnih organizacija te su uspostavljeni zahtjevi i prioritetne skupine prilikom prikazivanja podataka [46]:

- ECDIS upozorenja i poruke,
- podaci hidrografskog ureda,
- informacije oglasa za pomorce,
- upozorenja hidrografskog ureda,
- informacije radara,
- podaci korisnika, te
- podaci proizvođača.

Svi objekti na karti su prikazani u određenom mjerilu pa s obzirom na tu činjenicu treba uzeti u obzir veličinu simbola, znakova i slova. Mjerilo izrade vektorske karte označava mjerilo pri kojem karta udovoljava svim međunarodnim standardima. Prekomjernim smanjenjem ili povećanjem mjerila iste karte može doći do pogrešne interpretacije područja i ugroze sigurnosti plovidbe.

Već se spomenulo da ECDIS može generirati veliki broj alarma i da se svaki od njih treba "prihvatiti" od strane časnika i razjasniti razlog pojave alarma. Zbog kompleksnosti sustava, postoji opasnost da će manje bitni alarmi svojom opetovanošću uzrokovati zanemarivanje ili u najgorem slučaju isključivanje bitnijih alarma, što može dovesti posadu i brod u opasnu situaciju.

Moderni ECDIS ima mnogo umreženih senzora i prikazuje mnoštvo detalja. Brodovi su uglavnom opremljeni s dva odvojena ECDIS-a, ali ima i onih na kojima je više ECDIS-a instalirano na mostu, te su svi u određenoj mjeri povezani. Zbog prenatrpanosti informacija može doći do kašnjenja u procesima i zamrzavanju sustava. Da bi se otklonila sporoća sustava, potrebno je dobro sučelje i podrška.

Raznovrsnost ECDIS-a otežava upoznatost pomoraca sa sustavom. Iako su funkcije i opcije koje sustavi nude uglavnom jednaki, nije isti princip rada i koraci koje treba napraviti da bi se došlo do istoga cilja. Osim obveznih izobrazbi pomoraca, kompanije najčešće instaliraju ECDIS samo jednog proizvođača na svim brodovima. Ovime se uvelike olakšava posao pomorcima pri prebačanju na neki drugi brod unutar kompanije.

ECDIS je, kao i drugi elektronički uređaji i sustavi, podložan kibernetičkim napadima, te ga zbog svoje važnosti na brodu treba što je moguće bolje zaštititi. Analiza kibernetičkih napada na pomorsku industriju od 2017. godine do 2020. godine pokazala je deseterostruko povećanje napada (s otprilike 50 napada u 2017. godini na otprilike 500 napada godišnje u 2020. godini). Studija o osjetljivosti ECDIS-a na kibernetičke napade, provedena na Pomorskom fakultetu u Rijeci, podijelila je moguće prijetnje na šest skupina i to [16]:

- rezervni ECDIS,
- internet veza,
- neažuriran operacijski sustav,
- loše postavke operacijskog sustava,
- neažuriranost umreženih aplikacija / uređaja, te
- loše postavke umreženih aplikacija / uređaja.

Studijom je utvrđena vrlo visoka osjetljivost ECDIS-a na tri skupine (rezervni ECDIS, neažuriran operacijski sustav, loše postavke operacijskog sustava), visoka osjetljivost na dvije skupine (neažuriranost umreženih aplikacija / uređaja, loše postavke umreženih aplikacija / uređaja), te niska razina osjetljivosti iz samo jedne skupine (internet veza).[16]

Najčešće se na brodu koristi jedan medij za prijenos podataka s ECDIS-a. Taj medij se ne smije koristiti ni za što drugo osim ECDIS-a. Na ovaj se način smanjuje mogućnost prijenosa virusa s prijenosnih medija. Dodatnu sigurnost predstavljaju i uređaji za zaštitu utora prijenosnih medija (engl. *USB (Universal Serial Bus) blockers*), kojima se mogu zaštititi svi utori na navigacijskoj opremi, ECDIS-u i brodskim računalima.

Pogreške ECDIS-a mogu se podijeliti u dva dijela:

- pogreške u prikazu podataka, te
- pogreške u interpretaciji podataka.

Svi priključeni senzori trebaju zadovoljiti propisane standarde za upotrebu na brodovima. Ako dođe do unošenja pogrešnih podataka kao rezultat će biti i pogrešni kod izračuna navigacijskih elemenata i prikaza na ekranu ECDIS-a. Upravo zbog toga časnik mora provjeravati točnost i pouzdanost svakog od senzora.

Pogreške u interpretaciji podataka najčešće se događaju zbog neiskustva korisnika, nepažljivog promatranja i nedovoljne uvježbanosti. Česte pogreške ovakvog tipa su:

- ignoriranje mjerila karte,
- pogrešno podešavanje alarma na ECDIS-u,
- konfuzija u načinu i orijentaciji prikaza, te
- konfuzija u prikazu vektora broda i ostalih brodova u blizini.

Studijom iz 2019. godine analizirano je 80 pomorskih nesreća, od kojih je njih 22. kao uzročni faktor imalo upotrebu ECDIS-a, odnosno pogrešnu primjenu sustava. Tablica 4. prikazuje čimbenike koji su doprinijeli nesrećama, a vezani su uz izravnu ljudsku pogrešku, odnosno upravljanje ECDIS-om.[20]

Tablica 4. Nesreće uzrokovane pogrešnom primjenom ECDIS-a [20]

| Nesreće uzrokovane pogrešnom primjenom ECDIS-a i njihovi uzroci | | | |
|---|--------------|--|--------------|
| Ljudska pogreška | | Upravljanje ECDIS-om | |
| Uzrok | Broj nesreća | Uzrok | Broj nesreća |
| Pogrešno podešavanje sigurnosnih parametara | 9 | Nezadovoljavajuće upute za korištenje ECDIS-a | 6 |
| Pogrešno podešavanje ili isključivanje opcije motrenog područja | 5 | Nezadovoljavajući postupci u slučaju zakazivanja ECDIS-a | 3 |
| Korištenje pogrešnog mjerila karte | 6 | Nedovoljna uvježbanost posade | 3 |
| Osmatranje pozicije putem ECDIS-a bez dodatne provjere | 8 | Loše upravljanje radnim satima posade | 4 |
| Isključivanje alarma sustava | 3 | | |

Korištenje neprikladnog mjerila karte može prouzrokovati tzv. efekt ključanice (engl. *key hole effect*) gdje pomorac vidi samo mali dio okoline. Ovaj efekt je uvjetovan upotrebom krupnog mjerila (prikaza relativno male površine) te veličinom zaslona, bez svjesnosti zbivanja na širem području oko / ispred broda.

Uvježbanost časnika uvelike smanjuje mogućnost pogrešne interpretacije podataka. Potrebi i težnji uvježbanosti posade doprinose i razni pregledi / inspekcije, a one mogu biti interne ili eksterne. U interne inspekcije spadaju pregledi od strane same kompanije te su namijenjeni više otklanjanju i pronalasku mogućih nedostataka prije eksternih pregleda. Vanjski pregledi su mnogo bitniji te sve kompanije teže prema što manjem broju nedostataka tijekom istih. U vanjske inspekcije ubrajaju se pregledi registra / klase broda, te pregledi lučkih kapetanija. Svaki inspektor tijekom svog boravka na brodu provede određeno vrijeme na mostu, ispitujući časnike pitanja vezana za upotrebu opreme na mostu i ECDIS-a. Svaki časnik mora dokazati upoznatost sa sustavom kojeg koristi i pokazati inspektoru određene radnje unutar samog sustava.

Dok se dio pomoraca pretjerano oslanja na ECDIS, što je navedeno kao jedan od nedostataka, drugi se pak ne žele prilagoditi i naučiti više o samom sustavu. Većina starijih časnika na brodu je naučena na korištenje papirnatih karata, pa se često ne žele priviknuti na novija elektronička pomagala. Iako je ECDIS provjeren i siguran, njegova učinkovitost ovisi o ulaznim podacima. Svrha samog sustava je promicanje učinkovitosti navigacije, a ne njena zamjena.

Nesavršenost ECDIS-a je prepoznala i Međunarodna pomorska organizacija (IMO), te je sve znane ECDIS nedostatke (anomalije) navela unutar priloga 1 smjernica za upotrebu ECDIS-a (engl. *Annex - ECDIS - Guidance for Good Practice / Appendix 1 - List of ECDIS Apparent Operating and Display Anomalies*).

Ako dođe do netočnosti unosa podataka i pogreški napravljenih u postavkama sustava, sustav neće prikazivati točne informacije. Provjera ECDIS-a, njegovih senzora i ostalih uređaja na mostu je od presudne važnosti za ispravan rad ECDIS-a i njegov doprinos sigurnijoj i uspješnoj navigaciji.

Uzimajući u obzir navedena obilježja ECDIS-a, odnosno njegove prednosti i nedostatke, te uz planirane mogućnosti i rizike s kojima se upotreba ECDIS-a u pomorskoj navigaciji susreće, može se napraviti SWOT (engl. *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) analiza korisnosti ECDIS-a, prikazana u tablici 5..

Tablica 5. SWOT analiza korisnosti ECDIS-a

| SWOT analiza korisnosti ECDIS-a | |
|--------------------------------------|---|
| Prednosti (engl. <i>Strengths</i>) | <ul style="list-style-type: none"> - Dostupnost informacija - Veća preglednost područja u kojem se plovi i procjena situacije - Brže i jednostavnije planiranje putovanja - Jednostavnije rješavanje radnji na karti uz korištenje opcija koje ECDIS nudi - Stalni prikaz pozicije broda - Jednostavno ažuriranje karata - Kontinuirano praćenje kretanja broda s mogućnošću autonomne plovidbe - Alarmiranje na opasnosti - Mogućnost podešavanja prikaza |
| Nedostaci (engl. <i>Weaknesses</i>) | <ul style="list-style-type: none"> - Raznolikost ECDIS-a i proizvođača - Prilagodba časnika na korištenje ECDIS-a - Zanimarivanje tradicionalnih metoda navigacije - Preveliko oslanjanje na elektronička pomagala - Greške u prikazu podataka nastale zbog pogrešnog izračuna ili informacije dobivene od umreženih uređaja - Složenost sustava i ovisnost o vanjskim sensorima - Kompliciranost izrade vektorskih karata, objedinjavanje istih, te mogućnost korištenja onih neslužbenih |

| | |
|--|---|
| Mogućnosti (engl. <i>Opportunities</i>) | <ul style="list-style-type: none"> - Razvoj ECDIS sučelja i podrške - Bolja integracija ECDIS-a i drugih uređaja - Upotreba ECDIS-a u sklopu navigacije autonomnih brodova - Implementacija e-navigacije - Razvoj ECDIS standarda |
| Rizici (engl. <i>Threats</i>) | <ul style="list-style-type: none"> - Prekid rada sustava zbog programskih grešaka ili kvarova - Pogrešna procjena opasnosti, odnosno situacije u slučajevima kvara sustava ili vanjskih senzora - Onesposobljavanje sustava djelovanjem izvana kao npr. kibernetičkim napadima - Greške operatera zbog različitog označavanja specifičnih funkcija kod sustava različitih proizvođača - Otežana prilagodba od strane pomoraca na nove tehnologije i brzinu uvođenja promjena |

SWOT analiza pokazuje da postoje brojni nedostaci i rizici kod upotrebe ECDIS-a, ali bez obzira na to ono predstavlja jedno od većih postignuća u pogledu sigurnije i uspješnije plovidbe u zadnjih 20-ak godina. S obzirom na to da ECDIS nudi opciju alarmiranja časnika na blizinu opasnosti, odnosno na nadolazeće pličine i blizinu obale, korisnost i doprinos ECDIS-a sigurnijoj navigaciji se može prikazati uvidom u broj nasukanja brodova prethodnih godina. U daljnjem tekstu i tablici 6., prikazat će se podaci o nasukanju brodova prikupljeni od strane odbora za sigurnost prometa i to:

- podaci engleskog odbora za istraživanje pomorskih nesreća (engl. *Marine Accident Investigation Branch – MAIB*), koji se odnose na period od 2011. godine do 2021. godine, te na brodove Velike Britanije iznad 100 bruto tona i strane brodove u području pod jurisdikcijom Velike Britanije,
- podaci europske agencije za pomorsku sigurnost (engl. *European Maritime Safety Agency – EMSA*), koji se odnose na period od 2014. godine do 2022. godine bez podjele po veličini i vrsti brodova u području pod jurisdikcijom članica EMSA-e,
- podaci kanadskog odbora za sigurnost prometa (engl. *Transportation Safety Board*

- of Canada – TSB*), koji se odnose na period od 2011. godine do 2021. godine bez podjele po veličini i vrsti brodova u području pod jurisdikcijom Kanade, te
- podaci japanskog odbora za sigurnost prometa (engl. *Japan Transport Safety Board – JTSB*), koji se odnose na period od 2011. godine do 2023. godine bez podjele po veličini i vrsti brodova u području pod jurisdikcijom Japana.

Tablica 6. Broj nasukanja brodova [54,55,57,58,59]

| Broj nasukanja brodova | | | | |
|------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| Izvor podataka | Vrsta broda | Broj nasukanja | Vrsta broda | Broj nasukanja |
| MAIB (2011.-2021.) | Teretni brodovi | 33 | Teretni brodovi | 14 |
| | Putnički brodovi | 3 | Putnički brodovi | 2 |
| | Tankereri | 2 | Tankereri | 3 |
| EMSA (2014.-2022.) | Sve vrste | 295 | Sve vrste | 207 |
| TSB (2011.-2021.) | Sve vrste | 73 | Sve vrste | 36 |
| JTSB (2011.-2023.) | Sve vrste | 265 | Sve vrste | 151 |

Iz tablice je vidljivo smanjenje broja nasukanja u svim prikazanim područjima. Prema podacima MAIB-a, broj nasukanja brodova se smanjio za 50%, s 38 prijavljenih nesreća u 2011. godini na 19 slučajeva prijavljenih u 2021. godini. U vodama članica EMSA-e, vidljivo je smanjenje nasukanja za 30%, s 295 slučajeva u 2014. godini na 207 nasukanja u 2022. godini. U japanskim unutrašnjim vodama i teritorijalnom moru broj nasukanja se smanjio za 43%, s 265 nasukanja u 2011. godini na 151 slučaj u 2023. godini, dok se najveći postotak smanjenja nasukanja (51%) bilježi u vodama pod jurisdikcijom Kanade, sa 73 slučaja u 2011. godini na 36 nasukanja u 2021. godini.

S obzirom na to da se u spomenutom razdoblju (od 2012. godine do 2018. godine) ECDIS postupno uvodio kao obvezna oprema na mostu teretnih i putničkih brodova (ovisno o njihovoj veličini), može se reći da je njegovo korištenje doprinijelo smanjenju nesreća u pomorskom prometu.

5. BUDUĆNOST ECDIS-a

ECDIS je danas nezaobilazna oprema na mostu. Kontinuiranim poboljšanjima i razvojem tehnologije sustav će u budućnosti biti veoma bitan dio e-navigacije i pomagalo u navigaciji autonomnih plovila. Novi set ECDIS standarda (S-100) će doprinijeti razvoju digitalnih podataka, te hidrografskih i pomorskih servisa.

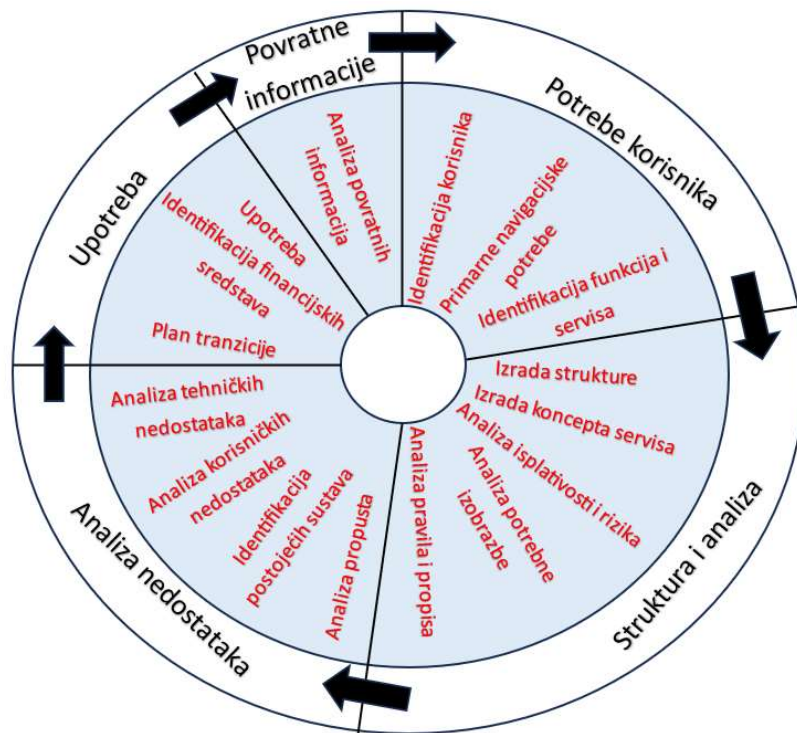
5.1. ECDIS I E-NAVIGACIJA

E-navigacija je koncept Međunarodne pomorske organizacije (IMO) koja se temelji na umrežavanju svih pomorskih sustava, obalnih servisa i sustava podrške koja za cilj ima sigurnost plovidbe te zaštitu okoliša.

Prema IMO-u, e-navigacija je "prikupljanje, integriranje, razmjenjivanje, prezentiranje i analiziranje svih bitnih informacija u pomorstvu, na brodu i obali uz pomoć elektroničkih uređaja s ciljem poboljšanja navigacije te svih ostalih usluga kako bi se postigla sigurnija navigacija i zaštita morskog okoliša".[17]

Cilj e-navigacije je zadovoljiti sadašnje i buduće potrebe korisnika kroz povezivanje navigacijskih sustava i obalnih servisa. To je rasprostranjen sustav koji uključuje sve pripadnike pomorskog pothvata uključujući pomorce, peljare, proizvođače opreme, sustave nadzora pomorskog prometa, centre za traganje i spašavanje na moru, obalne države, države pripadnosti, hidrografske institute, brodovlasnike, agente i brodare. E-navigacija bi trebala unaprijediti digitalizaciju i infrastrukturu u pomorstvu, a sve u cilju smanjenja administrativnih poslova i povećanja efikasnosti pomorskog prometa.

Razvojem e-navigacije na brodu će se razvijati navigacijski sustavi za povezivanje brodskih senzora, pomoćnih uređaja, korisničkih sučelja i softvera u svrhu stvaranja sveobuhvatnog sustava za nadzor i davanje upozorenja.



Slika 10. Koncept e-navigacije [43]

E-navigacija je koncept koji se stalno mijenja tj. razvija sukladno potrebama korisnika i unaprjeđenjem tehnologije (slika 10.). Međunarodna pomorska organizacija je razvila strateški plan za uvođenje e-navigacije, s kojim se predstavila vizija same e-navigacije i pomorskoj industriji pružile potrebne informacije kako bi se započelo s dizajniranjem proizvoda i usluga u skladu s rješenjima e-navigacije. Cilj e-navigacije je uvođenje pet navigacijskih rješenja [43]:

- poboljšani, umreženi i jednostavan izgled mosta,
- standardizirano i automatizirano izvješćivanje,
- veća pouzdanost i cjelovitost opreme na mostu,
- povezanost i prikaz dostupnih informacija primljenih putem komunikacijske opreme grafički, te
- poboljšana komunikacija sustava za nadzor plovidbe.

S obzirom na to da je informacija glavna vrijednost e-navigacije i osnova za donošenje ispravnih odluka u navigaciji, smatra se da će ECDIS biti središnji sustav koji će omogućiti takvu integraciju i razmjenu informacija. Prikupljene informacije bit će prezentirane tako da najbolje opisuju trenutnu situaciju u okolini broda, uzimajući u obzir druge objekte s kojima je brod u interakciji ili ima namjeru biti u interakciji.

Napretku e-navigacije i boljoj interakciji između subjekata pomorskog pothvata doprinosi i VDES (engl. *VHF data exchange system*). Ovaj sustav je predstavilo Međunarodno udruženje uprava pomorske signalizacije i sredstava za pomorsku navigaciju (engl. *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities – IALA*). Tehničke karakteristike VDES-a se temelje na principu rada AIS-a, pa stoga VDES predstavlja svojevrsnu nadogradnju AIS-a. VDES ima mogućnost korištenja 6 kanala u usporedbi s 2 kanala koje koristi AIS, što rezultira bržom razmjenom podataka. Također, omogućena je komunikacija jednom subjektu, skupini subjekata ili svim subjektima. Integracijom s ECDIS-om, pozivi / poruke VDES-a bile bi vidljive na ECDIS-u, te bi razmjena informacija bila moguća izravno korištenjem ECDIS sučelja. VDES bi trebao doprinijeti sigurnijoj navigaciji i poboljšati komunikaciju s drugim brodovima / obalnim stanicama bez nepotrebne komunikacije putem radio uređaja.

U Republici Hrvatskoj, usluge e-navigacije integrirane su unutar sustava za nadzor i upravljanje pomorskim prometom (engl. *Vessel Traffic Monitoring and Information System – VTMISS*). Nadzor i upravljanje pomorskim prometom provodi se u cilju povećanja sigurnosti pomorske plovidbe, učinkovitosti pomorskog prometa i zaštite morskog okoliša, te obuhvaća [53]:

- prikupljanje podataka o pomorskim objektima i pomorskom prometu,
- davanje podataka pomorskim objektima,
- davanje plovidbenih savjeta i podrške u plovidbi pomorskim objektima, te
- organizaciju plovidbe i upravljanje pomorskim prometom.

VTMISS je složeni tehnički i informacijski sustav namijenjen praćenju, upravljanju i organizaciji cjelokupnog pomorskog prometa u unutarnjim morskim vodama, teritorijalnom moru i zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu. VTMISS se sastoji od pomorskog obalnog sustava automatske identifikacije brodova, pomorskog radarskog sustava, pomorskog radio-komunikacijskog sustava, te drugih sustava kojima se osigurava uvid u plovidbene okolnosti na moru i ostvaruje interakcija s učesnicima pomorskog prometa. Izgradnjom 16 AIS stanica uzduž obale i na otocima osigurala se 100%-tna pokrivenost unutarnjih morskih voda, teritorijalnog mora i zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa. VTS (engl. *Vessel Traffic System*) operateru VTMISS omogućuje uvid u cjelokupni pomorski promet na sučelju ECDIS-a.

5.2. AUTONOMNI BRODOVI I ECDIS

Pomorstvo je oduvijek bio sektor u kojem se nova tehnologija uvodi s ciljem smanjenja troškova i povećanja efikasnosti i sigurnosti. Ljudska pogreška je odgovorna za čak 76%-94% nesreća u pomorstvu.[6] Upravo to je glavni razlog razvoja autonomnih trgovačkih brodova. Troškovi pomoraca (plaće, smjene, itd.) i ljudstva na kopnu čine 30%-44% ukupnih troškova broda.[6] Razvojem umjetne inteligencije i brodskih uređaja ovi brodovi, od idejnih zamisli i planova, postaju stvarnost.

Prema IMO-u, autonomni brod (engl. *Maritime Autonomous Surface Ship – MASS*) predstavlja onaj brod koji, ovisno o stupnju, može ploviti bez interakcije čovjeka. S obzirom na stupanj autonomnosti razlikujemo četiri vrste autonomnih brodova [33]:

- Stupanj 1 – Posada se nalazi na brodu i kontrolira sve sustave. Određeni poslovi se mogu odraditi automatski, ali uz nadzor pomoraca;
- Stupanj 2 – Brodom se upravlja na daljinu. Posada se nalazi na brodu da preuzme kontrolu i upravljanje sustavima ako to bude potrebno;
- Stupanj 3 – Brodom se upravlja na daljinu te nema posade na brodu; te
- Stupanj 4 – Brodom upravlja umjetna inteligencija tj. brod sam donosi odluke i provodi potrebne radnje.

S obzirom na stupanj autonomnosti, za očekivati je da će i sučelje ECDIS-a biti izmijenjeno. U 1. i 2. stupnju, odnosno dok se posada nalazi na brodu ono bi trebalo zadržati sadašnje karakteristike. U 3. stupnju u kojem operater brodom upravlja na daljinu, ECDIS bi također trebao zadržati svoje sadašnje karakteristike, ali će samo sučelje biti instalirano u prostoriji iz koje se brodom bude upravljalo. Unutar 4. stupnja gdje nema interakcije čovjeka s ECDIS-om, njegovo sučelje i ostali povezani uređaji će biti prilagođeni načinu rada umjetne inteligencije.

Slika 11. prikazuje zaslon ECDIS-a s prikazom autonomnog broda u plovidbi. Umrežavanjem drugih uređaja i senzora, brodovi u blizini mogu vidjeti AIS broda s dodatnom oznakom (A). Također je vidljiva prethodna i planirana putanja autonomnog broda.



Slika 11. Prikaz autonomnog broda na ECDIS-u [13]

Uz (A) oznaku kod AIS simbola autonomnog broda, predlaže se i uvođenje dodatnog svjetla (ljubičasto svjetlo vidljivo sa svih strana) koje bi takav brod po noći lako razlikovalo od standardnih brodova. Razlozi uvođenja dodatne identifikacije leže u činjenici da umjetna inteligencija ne razmišlja jednako kao i čovjek te radnje takvog broda treba oprezno osmatrati.[13]

5.3. STANDARDI S-100

Međunarodna pomorska organizacija je 2011. godine usvojila IHO S-100 standard kao temelj harmonizaciji digitalnih usluga koje pružaju izmjenu navigacijskih podataka. Izradom okvirnog dokumenta S-100 standarda, donesen je plan procjene, testiranja i uvođenja standarda tj. njegove zamjene s S-57 standardom.

Kako bi se omogućio razvoj podataka baziranih na S-100 standardu, a s ciljem smanjenja dupliciranja i povećanja usklađenosti, IHO je dodijelio zasebni S-1XX broj svakoj skupini podataka. Brojevi od S-101 do S-199 su dodijeljeni razvoju IHO podataka. Ostali veći brojevi (od S-2XX do S-5XX) su dodijeljeni drugim organizacijama za razvoj podataka. Neki od S-1XX standarda za razvoj IHO podataka su [30]:

- S-101 – elektroničke navigacijske karte,
- S-102 – batimetrijski podaci,
- S-103 – podvodna navigacija,
- S-104 – informacije o razini mora,
- S-111 – morske struje,
- S-121 – morske granice i granice određenih područja,
- S-122 – zaštićena pomorska područja,
- S-123 – obalne radio stanice,
- S-124 – navigacijska upozorenja,

- S-125 – pomagala za navigaciju,
- S-126 – morski okoliš,
- S-127 – upravljanje pomorskim prometom,
- S-128 – katalog navigacijskih podataka,
- S-129 – upravljanje dubinom ispod kobilice,
- S-131 – obalna infrastruktura,
- S-164 – IHO testovi za S-100 ECDIS standard, itd.

| | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
|--|---|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| S-100 | Završna izrada verzije 5.0.0 | | Izdanje verzije 5.0.0 | | Početak izrade nove verzije S-100 | |
| Elektroničke karte S-101 | Razvoj i završna izrada verzije 1.1.0 | | Privremeno izdanje | Razvoj i završna izrada verzije 2.0.0 | Izdanje verzije 2.0.0 | Upotrebljivi podaci |
| Batimetrija S-102 | Razvoj, testiranje i završna izrada verzije 3.0.0 | | | Izdanje verzije 3.0.0 | Upotrebljivi podaci | |
| Razina mora S-104 | Izdanje 1.0.0 | Privremeno izdanje | Razvoj i završna izrada verzije 2.0.0 | Izdanje verzije 2.0.0 | Upotrebljivi podaci | |
| Morske struje S-111 | Razvoj, testiranje i završna izrada verzije 2.0.0 | | Izdanje verzije 2.0.0 | Upotrebljivi podaci | | |
| Navigacijska upozorenja S-124 | Razvoj i završna izrada verzije 1.0.0 | | Privremeno izdanje | Razvoj i završna izrada verzije 2.0.0 | Izdanje verzije 2.0.0 | Upotrebljivi podaci |
| Katalog podataka S-128 | Razvoj, testiranje i završna izrada verzije 1.0.0 | | | Izdanje verzije 1.0.0 | Upotrebljivi podaci | |
| Upravljanje dubinom ispod kobilice S-129 | Razvoj, testiranje i završna izrada verzije 2.0.0 | | Izdanje verzije 2.0.0 | Upotrebljivi podaci | | |

Slika 12. Plan razvoja i uvođenja novih standarda [30]

Planom razvoja i implementacije S-100 ECDIS standarda i njegovih pod-standarda (slika 12.), vidljivo je da će određeni podaci biti dostupni i prije izrade S-101 standarda, što ostavlja prostora za dodatno usavršavanje tih podataka u međuvremenu. Očekuje se da će krajem 2024. godine hidrografski uredi početi s izradom, izdavanjem i testiranjem S-101 elektroničkih navigacijskih karata (verzija 2.0.0).[30]

Da bi ECDIS mogao koristiti S-101 elektroničke karte, potrebna je izmjena izvedbenih i testnih standarda ECDIS-a. Međunarodna hidrografska organizacija treba dostaviti nacрте izmjena Međunarodnoj pomorskoj organizaciji, a ona na svojim zasjedanjima usvojiti izmjene te omogućiti upotrebu S-101 standarda. Izmjene standarda će se odnositi na ECDIS-e instalirane nakon 1. siječnja 2029. U prijelaznom periodu, od 1. siječnja 2026. do 1. siječnja 2029., ECDIS će moći koristiti prethodni i novi S-101 standard.[30]

6. ZAKLJUČAK

ECDIS je vrlo složena komponenta koju pomorci trebaju dobro razumjeti kako bi se uspješno njime koristili. Sustav na jednostavan način omogućava pomorcima lakšu i suvremeniju plovidbu, te u potpunosti može zamijeniti papirne karte. Uz poznavanje ECDIS-a bitno je i poznavanje tradicionalnih načina plovidbe i određivanja pozicije broda.

Danas je ECDIS obvezna oprema na mostu svih putničkih brodova iznad 500 bruto tona i teretnih brodova iznad 3000 bruto tona, te svaki pomorac koji ga koristi mora biti upoznat sa značajkama sustava. Problem raznovrsnosti tj. proizvođača ECDIS-a u pomorskoj industriji predstavlja prepreku u upoznavanju pomoraca s raznim sustavima (Transas, Furuno, Kongsberg, itd.), te se u svrhu rješavanja tog problema uvela opća i specifična ECDIS izobrazba.

Uzevši u obzir prednosti i nedostatke ECDIS-a navedene u sklopu SWOT analize, može se zaključiti da ECDIS predstavlja nezamjenjivo pomagalo u navigaciji i veliki napredak u odnosu na navigaciju s klasičnim papirnatim kartama. Glavna prednost ECDIS-a je prikaz pozicije broda u realnom vremenu, kao i prikaz ostalih informacija potrebnih za provođenje sigurne navigacije. Kao jedan od najvažnijih nedostataka ističe se to što se pomorci previše oslanjaju na ECDIS i zanemaruju činjenicu da je podložan kvarovima kao i svaki drugi elektronički sustav. Upravo zbog toga se prema ECDIS-u treba odnositi kao prema pomagalu u navigaciji, uz istovremeno korištenje tradicionalnih znanja i vještina.

Dodatnim razvojem sustava, uvođenjem novih standarda, te integracijom unutar e-navigacije i plovidbe autonomnih brodova, ECDIS će dodatno dobiti na važnosti i utjecaju na sigurnu i uspješnu navigaciju. Boljom integracijom, odnosno povezanošću s ostalim uređajima na brodu i obalnim stanicama, ECDIS sučelje će postati središnje mjesto za podršku odlučivanju.

LITERATURA

- [1] Bistrović, M.; Komorčec, D.: *Impact of E-navigation on ECDIS development as a decision support system*, Naše more, travanj 2018.
- [2] Burmeister, H.-C.; Bruhn, W.C.; Walther, L.: *Interaction of harsh weather operation and collision avoidance in autonomous navigation*, TransNav, ožujak 2015.
- [3] Doherty, R.: *S-100 and the future of ECDIS*, CIRM, rujan 2021.
- [4] Gajić, B.: *Sustavi nadzora i upravljanja u pomorskoj navigaciji*, srpanj 2014.
- [5] Gallagher, S.: *The safe use of electronic charts*, Videotel
- [6] Glenn Wright, R.: *Intelligent autonomous ship navigation using multi-sensor modalities*, TransNav, rujan 2019.
- [7] Hochgeschurz, S.; Motz, F.; Grundmann, R.; Kretzer, S.; Thiele, L.: *Which radar and ECDIS functionalities do nautical officers really need in certain navigational situations*, TransNav, ožujak 2021.
- [8] IMO: *Konvencija o zaštiti ljudskih života na moru*, ujedinjeno izdanje 2020.
- [9] Kristić, M.; Žuškin, S.; Brčić, D.; Car, M.: *Overreliance on ECDIS technology: A challenge for safe navigation*, TransNav, lipanj 2021.
- [10] Lušić Z.; Bakota M.; Mikelić Z.: *Human errors in ECDIS related accidents*, IMSC, travanj 2017.
- [11] Lušić Z.; Bakota M.; Pušić D.: *Use of ECDIS in astronomical navigation*, ICTS, lipanj 2018.
- [12] Pawelski, J.: *Cyber threats for present and future commercial shipping*, TransNav, lipanj 2023.
- [13] Porathe, T.: *Maritime autonomous surface ships (MASS) and the COLREGS: Do we need quantified rules or is "the ordinary practice of seamen" specific enough?*, TransNav, rujan 2019.
- [14] Porathe, T.: *Remote Monitoring of Autonomous Ships: A Quickly Getting into the Loop Display (QGILD)*, Advances in Transportation, izdanje 60, 2022, str. 691–697.
- [15] Sumić, D.; Peraković, D.; Jurčević, M.: *Contribution to ECDIS reliability using Markov model*, ToMS, listopad 2014.
- [16] Sviličić, B.; Brčić, D.; Žuškin, S.; Kalebić, D.: *Raising awareness on cyber security of ECDIS*, TransNav, ožujak 2019.

- [17] Škrobonja, A.; Valčić, S.; Žuškin, S.; Brčić, D.: *On VDES/ECDIS Integration*, časopis Pomorstvo, 2020, broj 34, str. 195-200.
- [18] Tomović M.; Lušić, Z.: *E-navigacija*, Kapetanov glasnik, prosinac 2019, broj 37, str. 20-29.
- [19] Tsou, M.C.: *Using GIS to obtain celestial fix under the framework of an ECDIS system*, TransNav, rujan 2020.
- [20] Turna, I.; Ozturk, O.B.: *A causative analysis on ECDIS-related grounding accidents*, Taylor & Francis Group, 2019.
- [21] Weintrit, A.: *Revision of the IMO's Performance Standards for ECDIS. Three Versions of Performance Standards in Use*, TransNav, prosinac 2022.
- [22] Witherbys: *ECDIS passage planning and watchkeeping*, Witherby Publishing Group Ltd, izdanje 7., 2021.
- [23] Witherbys: *ECDIS procedures guide*, Witherby Publishing Group Ltd, izdanje 1., 2021.-2022.
- [24] Žuškin, S.; Brčić, D.; Uroda, M.; Strabić, M.: *Evolving ECDIS: Concept development through different manufacturer models comparison*, TransNav, ožujak 2023.
- [25] <https://safety4sea.com/ncsr-9-ecdis-revision-to-accommodate-next-generation-of-electronic-navigational-charts/> (pristupljeno 19.09.2023.).
- [26] <https://safety4sea.com/cm-the-future-of-e-navigation-are-we-there-yet/> (pristupljeno 19.09.2023.).
- [27] <https://events.safety4sea.com/2022-smart4sea-virtual-forum/> (pristupljeno 20.09.2023.).
- [28] <https://www.maritimejournal.com/are-ecdis-systems-being-used-correctly/1457996.article> (pristupljeno 20.09.2023.).
- [29] <https://www.maritimeprofessional.com/news/ecdis-replacement-terrestrial-navigation-385853> (pristupljeno 21.09.2023.).
- [30] <https://iho.int/en/s-100-based-product-specifications> (pristupljeno 23.09.2023.).
- [31] <https://www.britannica.com/science/celestial-navigation> (pristupljeno 23.09.2023.).
- [32] <https://www.hhi.hr/proizvodi-i-usluge/elektronicke-navigacijske-karte-enc> (pristupljeno 23.09.2023.).
- [33] <https://unctad.org/news/transport-newsletter-article-no-97-fourth-quarter-2022> (pristupljeno 25.09.2023.).
- [34] https://www.unizd.hr/portals/1/nastmat/elektronicka/predavanje_4.pdf (pristupljeno 25.09.2023.).

- [35] https://legacy.iho.int/mtg_docs/International_Organizations/IMO/ECDIS-ENCDocuments/English/SN_Circ312.pdf (pristupljeno 26.09.2023.).
- [36] <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/ElectronicCharts.aspx> (pristupljeno 26.09.2023.).
- [37] <https://iho.int/en/standards-and-specifications> (pristupljeno 26.09.2023.).
- [38] <https://safety4sea.com/ecdis-industry-guidance/> (pristupljeno 19.09.2023.).
- [39] http://celebrating200years.noaa.gov/breakthroughs/hydro_survey/tampa_raster_chart_650.jpg (pristupljeno 19.09.2023.).
- [40] <https://knowledgeofsea.com/catzoc-category-of-zone-of-confidence/> (pristupljeno 21.01.2024.).
- [41] <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/what-is-electronic-chart-display-and-information-system-ecdis/> (pristupljeno 21.01.2024.).
- [42] <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/pros-and-cons-of-ecdis-or-paperless-navigation-of-ships/> (pristupljeno 21.01.2024.).
- [43] <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/eNavigation.aspx> (pristupljeno 22.01.2024.).
- [44] <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/understanding-the-principles-of-passage-planning/> (pristupljeno 22.01.2024.).
- [45] https://www.register-iri.com/wp-content/uploads/A_19_Resolution_817.pdf (pristupljeno 23.01.2024.).
- [46] <https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-52/S-52%20Edition%206.1.1%20-%20June%202015.pdf> (pristupljeno 23.01.2024.).
- [47] <https://events.iala-aism.org/content/uploads/2021/11/Basic-concept-of-e-navigation-Minsu-Jeon-1.pdf> (pristupljeno 24.01.2024.).
- [48] <https://www.ukpandi.com/news-and-resources/articles/2021/ecdis-related-accidents-and-the-human-element/> (pristupljeno 25.01.2024.).
- [49] <https://www.maritimeinformed.com/ecdis.html?s%5B199%5D%5Ba%5D=> (pristupljeno 25.01.2024.).
- [50] <https://www.navtor.com/post/ecdis-and-e-navigation-transforming-the-present-guiding-the-future> (pristupljeno 26.01.2024.).
- [51] <https://knowledgeofsea.com/ecdis-compilation-scale-and-scale-minimum/> (pristupljeno 26.01.2024.).
- [52] https://webstore.iec.ch/preview/info_iec61174%7Bed4.0%7Den.pdf (pristupljeno 10.05.2024.).

- [53] <https://mmpi.gov.hr/more/vts-croatia/12861> (pristupljeno 14.05.2024.).
- [54] https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7e0cd3e5274a2e8ab45847/MAIB_Annual_Report_2011.pdf (pristupljeno 20.05.2024.).
- [55] https://assets.publishing.service.gov.uk/media/629f3b768fa8f5039b2078ad/MAIB_AnnualReport2021.pdf (pristupljeno 20.05.2024.).
- [56] Transas ECDIS (NaviPlanner /NaviSailor 4000) screenshots
- [57] <https://www.emsa.europa.eu/we-do/safety/accident-investigation.html> (pristupljeno 23.05.2024.).
- [58] <https://www.tsb.gc.ca/eng/stats/marine/2021/ssem-ssmo-2021.html> (pristupljeno 23.05.2024.).
- [59] https://www.mlit.go.jp/jtsb/statistics_mar.html (pristupljeno 23.05.2024.).

POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1. Prikaz rasterske karte [39] | 2 |
| Slika 2. Vektorska karta u ECDIS-u [56] | 4 |
| Slika 3. Prikaz BAM sustava [56] | 14 |
| Slika 4. Komponente ECDIS-a [9] | 16 |
| Slika 5. Prikaz ucrtanih pozicija pri prilazu luci [56] | 20 |
| Slika 6. Astronomska pozicija u ECDIS-u [56] | 21 |
| Slika 7. Astronomska pozicija dobivena korištenjem zenitnih udaljenosti [11] | 22 |
| Slika 8. Osnovni, standardni i prikaz svih informacija [56] | 22 |
| Slika 9. Razlika između prikaza s i bez SCAMIN funkcije [51] | 24 |
| Slika 10. Koncept e-navigacije [43] | 38 |
| Slika 11. Prikaz autonomnog broda na ECDIS-u [13] | 41 |
| Slika 12. Plan razvoja i uvođenja novih standarda [30] | 42 |

POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1. IHO standardi [37]..... | 7 |
| Tablica 2. Najnoviji IHO standardi koji se primjenjuju na proizvođače [37]..... | 8 |
| Tablica 3. CATZOC vrijednosti [40] | 9 |
| Tablica 4. Nesreće uzrokovane pogrešnom primjenom ECDIS-a [20]..... | 32 |
| Tablica 5. SWOT analiza korisnosti ECDIS-a | 34 |
| Tablica 6. Broj nasukanja brodova [54,55,57,58,59] | 36 |

POPIS KRATICA

| | |
|---|---|
| ECDIS (engl. <i>Electronic Chart Display and Information System</i>) | vektorski prikaz elektroničkih karata |
| GIS (engl. <i>Geographic Information System</i>) | geografski informacijski sustav |
| GPS (engl. <i>Global Positioning System</i>) | svjetski sustav pozicioniranja |
| DGPS (engl. <i>Differential Global Positioning System</i>) | diferencijalni svjetski sustav pozicioniranja |
| GLONASS (engl. <i>Global Navigation Satellite System</i>) | ruski sustav pozicioniranja |
| MSC (engl. <i>Maritime Safety Committee</i>) | odbor za pomorsku sigurnost |
| BDS (engl. <i>BeiDou Navigation Satellite System</i>) | kineski sustav pozicioniranja |
| ARPA (engl. <i>Automatic Radar Plotting Aid</i>) | radar s automatskim plotiranjem |
| IMO (engl. <i>International Maritime Organization</i>) | međunarodna pomorska organizacija |
| IHO (engl. <i>International Hydrographic Organization</i>) | međunarodna hidrografska organizacija |
| SOLAS (engl. <i>Safety Of Life At Sea</i>) | konvencija za zaštitu ljudskih života na moru |
| SENC (engl. <i>System Electronic Navigational Chart</i>) | digitalna baza podataka navigacijske karte |
| IEC (engl. <i>International Electrotechnical Commission</i>) | međunarodna elektrotehnička komisija |
| JRC (engl. <i>Japan Radio Company</i>) | japanska radio kompanija |
| NAVTEX (engl. <i>Navigational Telex</i>) | navigacijske obavijesti |
| NAD 27 (engl. <i>North American Datum 1927</i>) | sjevernoamerički geodetski datum |

| | |
|--|---|
| OSGB 36 (engl. <i>Ordinance Survey of Great Britain 1936 Datum</i>) | britanski geodetski datum |
| ETRS 89 (engl. <i>European Terrestrial Reference System 1989</i>) | europski terestrički referentni sustav |
| WGS 84 (engl. <i>World Geodetic System 1984</i>) | svjetski geodetski datum |
| CATZOC (engl. <i>Categories of Zone of Confidence</i>) | vrijednost Zone pouzdanosti |
| AIS (engl. <i>Automatic Identification System</i>) | sustav automatskog prepoznavanja |
| STW (engl. <i>Speed Through the Water</i>) | brzina broda kroz vodu |
| SOG (engl. <i>Speed Over Ground</i>) | brzina broda preko dna |
| MSI (engl. <i>Maritime Safety Information</i>) | automatski prikaz obavijesti i upozorenja |
| XTD (engl. <i>Cross Track Error</i>) | odstupanje od planirane rute |
| CCRP (engl. <i>Consistent Common Reference Point</i>) | referentna točka broda |
| UKC (engl. <i>Under Keel Clearance</i>) | dubina ispod kobilice |
| BAM (engl. <i>Bridge Alert Management system</i>) | sustav upravljanja alarma na mostu |
| RCDS (engl. <i>Raster Chart Display System</i>) | sustav koji se temelji na prikazu karte u rasterskom obliku |
| ARCS (engl. <i>The Admiralty Raster Chart System</i>) | rasterske karte britanskog izdanja |
| SMS (engl. <i>Safety management System</i>) | sustav upravljanja sigurnošću |
| VRM (engl. <i>Variable Range Marker</i>) | promjenjiva kružnica za mjerenje udaljenosti |
| EBL (engl. <i>Electronic Bearing Line</i>) | elektronska linija za mjerenje smjera |

| | |
|--|--|
| SCAMIN (engl. <i>Scale Minimum</i>) | minimalni prikaz podataka na karti s obzirom na mjerilo |
| SWOT (engl. <i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>) | analiza prednosti, nedostataka, mogućnosti i rizika |
| USB (engl. <i>Universal Serial Bus</i>) | memorijska sabirnica, uređaj za pohranu podataka |
| VDES (engl. <i>VHF data exchange system</i>) | VHF sustav razmjene podataka |
| IALA (engl. <i>International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities</i>) | međunarodno udruženje uprava pomorske signalizacije i sredstava za pomorsku navigaciju |
| VTMIS (engl. <i>Vessel Traffic Monitoring and Information System</i>) | sustav za nadzor i upravljanje pomorskim prometom |
| VTS (engl. <i>Vessel Traffic System</i>) | sustav nadzora pomorskog prometa |
| MAIB (engl. <i>Marine Accident Investigation Branch</i>) | engleski odbor za istraživanje pomorskih nesreća |
| EMSA (engl. <i>European Maritime Safety Agency</i>) | europska agencija za pomorsku sigurnost |
| TSB (engl. <i>Transportation Safety Board of Canada</i>) | kanadski odbor za sigurnost prometa |
| JTSB (engl. <i>Japan Transport Safety Board</i>) | japanski odbor za sigurnost prometa |
| MASS (engl. <i>Maritime Autonomous Surface Ship</i>) | autonomni brod |
| engl | engleski |
| tj | to jest |
| itd | i tako dalje |
| npr | na primjer |
| tzv | takozvani |