

Modernizacija brodova

Trubić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:527206>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-01**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

POMORSKI FAKULTET

IVAN TRUBIĆ

**MODERNIZACIJA BRODOVA: USUSRET DIGITALNOJ
NAVIGACIJI**

ZAVRŠNI RAD

Rijeka 2021.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

POMORSKI FAKULTET

**MODERNIZACIJA BRODOVA: USUSRET DIGITALNOJ
NAVIGACIJI**

**MODERNISATION OF MARITIME VESSELS: TOWARDS
DIGITAL NAVIGATION**

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Integrirani navigacijski sustavi

Mentor: doc. dr. sc. David Brčić

Student: Ivan Trubić

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112071816 3

Rijeka, rujan 2021.

Student: Ivan Trubić

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112071816 3

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom

Modernizacija brodova: ususret digitalnoj navigaciji

izradio samostalno pod mentorstvom prof. doc. dr. sc. Davida Brčića.

U radu sam primijenio metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasan sam s trajnom pohranom završnog rada u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci te Nacionalnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice.

Za navedeni rad dozvoljavam sljedeće pravo i razinu pristupa mrežnog objavljivanja:
(*zaokružiti jedan ponuđeni odgovor*)

a) rad u otvorenom pristupu

b) pristup svim korisnicima sustava znanosti i visokog obrazovanja RH

c) pristup korisnicima matične ustanove

d) rad nije dostupan

Student

I. Trubić

Ivan Trubić

SAŽETAK

U ovom završnom radu će se raspravljati o modernizaciji brodovima, digitalnoj navigaciji i promjenama koje donosi digitalizacija u pomorstvu. Prije ugrađivanja digitalnih navigacijskih sustava, bilo je potrebno određivati položaj broda pomoću azimuta, kursova, nebeskih tijela kako bi se dobile potrebne informacije. S obzirom da su nam danas sve informacije nadohvat ruke, zastarjela pomagala poput sekstanta i papirnatih karata postali su nepotrebni na brodovima. Napredak tehnologije pridonosi poboljšanju uvjeta na brodovima pa tako i navigaciji. Novim sustavima razvili su se i novi brodovi upravljani umjetnom inteligencijom koji sa sobom donose razne prednosti i nedostatke u industriji. Razvitkom digitalizacije u pomorskoj industriji nastala je potreba za stvaranjem zaštite od napada novije vrste. Kibernetički napadi pružaju nove probleme brodovima i kompanijama stoga se poduzimaju nove mjere zaštite kako bi se spriječile neželjene situacije.

Ključne riječi: umjetna inteligencija, navigacijski sustavi, digitalizacija, budućnost

SUMMARY

This bachelor thesis will discuss digitalization of ships, digital navigation and changes that come with digitalization in maritime industry. Before implementing digital navigation systems, it was necessary to determine a position of a ship from courses, bearings and celestial bodies to get required information. Because today all information is available in few seconds, those older tools such as sextant and paper charts became useless on vessels. Advancement in technology contributes to better working conditions on ship as well as better navigation. With new systems researched, new ships were being designed, controlled by artificial intelligence which brought new advantages and disadvantages to maritime industry with it. Along with new ships, new type of protection was required to prevent cyber-attacks. Cyber-attacks provide new problems for companies and ships, so new measures are being made to prevent unwanted situations to happened in future.

Key words: artificial intelligence, navigation systems, digitalization, future

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. DIGITALNA NAVIGACIJA	2
2.1. MODERNIZACIJA PLOVIDBE	2
2.2. DIGITALNI NAVIGACIJSKI SUSTAVI	4
3. BUDUĆNOST DIGITALNIH BRODOVA	10
3.1. PREDNOSTI I NEDOSTACI UVOĐENJA AUTONOMIJE NA BRODOVIMA ...	15
3.2. DIGITALNI BLIZANCI	17
4. KIBERNETIČKI SUSTAV ZAŠTITE	21
5. ZAKLJUČAK	27
LITERATURA	28
POPIS SLIKA	32
POPIS KRATICA	34

1. UVOD

Tema ovog završnog rada je razvoj modernizacije brodova i navigacije u današnje vrijeme. Povijesnim pregledom će se prikazati razvoj sustava na brodovima te uvođenje digitalizacije na brodove. Završni rad se sastoji od 4 cjeline. U prvoj cjelini će se opisati predmet istraživanja sa kratkim uvodom u svako poglavlje. Druga cjelina prikazat će povijesni pregled navigacijskih pomagala te uvođenje digitalizacije na brodove i moderniziranje navigacijskih sustava. Treća cjelina iznosi novosti digitalizacije koju će brodovi posjedovati u bliskoj budućnosti i stavove uvođenja autonomije na brodovima. Četvrta i posljednja cjelina upozorava na novu vrstu prijetnje koja upućuje na razne kibernetičke napade te posljedice koje mogu uzrokovati takve vrste napada.

Cilj rada je prikazati razvoj tehnoloških sustava navigacije i razvoj digitalizacije na brodovima u pomorskoj industriji.

U drugom poglavlju pod nazivom Digitalna navigacija započet će se uvod u temu završnog rada, prikazujući povijesni pregled navigacijskih pomagala i sustava koji su se kroz prošlost koristili. Modernizacijom plovidbe omogućilo se uvođenje novih sustava koji su postepeno zamijenili papirnate oblike karata i ostalih zastarjelih pomagala. Razvojem tehnologije, razvili su se novi sustavi navigacijskih pomagala. Digitalni navigacijski sustavi omogućuju međusobnu komunikaciju između sustava stoga se međusobno i nadopunjuju, a rezultat su preciznije informacije dobivene u kraćem vremenskom periodu.

Budućnost digitalnih brodova je poglavlje u kojem se razrađuje tema noviteta koji se mogu očekivati na brodovima kroz blisku budućnost. Izradom prototipova autonomnih brodova nastao je mah za dodatnim istraživanjem kojim je nastao brod Yara Birkeland. Uz nove tipove autonomnih brodova upravljani umjetnom inteligencijom nastali su i digitalni blizanci koji su preslika fizičkog broda u digitalnom obliku.

Posljednje poglavlje s naslovom Kibernetički sustav zaštite razrađuje novu temu u kojoj se pažnja posvećuje zaštiti podataka u elektroničkom obliku. Osim podataka stavlja se naglasak na tehnološke sustave koji mogu biti ugroženi kibernetičkim napadima.

2. DIGITALNA NAVIGACIJA

Napredovanjem tehnologije stvaraju se nove prilike za unaprjeđenje i poboljšanje sustava. U ovom slučaju navigacijskih sustava koji olakšavaju plovidbu članovima posade brodova bilo to u smislu sigurnosti plovidbe ili praktičnom radu. Digitalizacija je u užem smislu, pretvorba teksta, slike, zvuka, pokretnih slika (filmova i videa) ili trodimenzijskog oblika nekog objekta u digitalni oblik, u pravilu binaran kod zapisan kao računalna datoteka sa sažimanjem podataka ili bez sažimanja podataka, koji se može obrađivati, pohranjivati ili prenositi računalima i računalnim sustavima¹. Digitalizacija sustava danas je uobičajena pojava na plovilima, a papirnate karte i općenito pomagala papirnatog oblika ili dokumenti u papirnatom obliku su zamijenjeni elektroničkim oblicima. Pojavom elektroničkog oblika dokumenata pojednostavila se operacija ažuriranja podataka, ali i način preuzimanja novih informacija potrebnih za plovidbena putovanja.

2.1. MODERNIZACIJA PLOVIDBE

Prije modernizacije pomorske industrije, koristili su se drukčija pomorska pomagala za određivanje položaja i slične radnje. Danas se na brodove ugrađuju integrirani navigacijski sustavi pa je situacija drukčija. Prilikom planiranja putovanja, papirnate karte su se trebale naručiti kako bi na vrijeme došle na brod i omogućile brodu da isplovi iz luke za određenu rutu. Može se slobodno reći da se sve obavljalo ručno prije moderne ere pomorstva. Vremena koja su pomorce učila vještinama koje se danas slabo koriste ili ne uopće. Sekstant i smjerna ploča koji su nekada bili nužni alati za dobivanje informacija pomoću kojih bi se ucrtao položaj broda na papirnatu kartu danas su stavljeni u drugi plan, više predstavljaju dekoraciju na brodu nego što se koriste u praksi. Papirnate karte danas su zamjenjene elektroničkim oblikom karata. Uvođenjem informacijskog sustava za prikaz elektroničkih karata (engl. *Electronic Chart Display and Information System – ECDIS*), potreba za papirnatim kartama je bila sve manja.

¹ Hrvatska enciklopedija: *Digitalizacija*, 2021, dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=68025> (20.08.2021.)

Pristupačnije elektroničke karte se koriste sve više te su postepeno zamijenile papirnate karte. Radar se koristio od ranih 1930-ih godina i on je jedan od rijetkih dijelova brodske opreme koja se nije zapustila već je napredovala i opstala na brodu. Konstantnim ulaganjima u istraživanja nove tehnologije se vremenski pokazala kao uspješna investicija koja je rezultirala poboljšanom sigurnošću na brodu i sigurnosti plovidbe, smanjenjem nezgoda uzrokovanim ljudskim faktorom. Sa sigurnošću se može reći da su se uvjeti plovidbe značajno promijenili i to na bolje. Uvođenjem digitalizacije se omogućio pristup brodu s kopna u bilo kojem trenutku i samim time se poboljšala komunikacija između broda i obale.

Nakon službenog odobravanja ECDIS sustava od strane SOLAS konvencije, implementacija sustava je započela 01.07.2012. za sljedećih šest godina. Tijekom spomenutog razdoblja, sustav je napredovao od svog prvog koncepta, integrirajući više elemenata s prikazom i operativnim poboljšanjima.² Zasad predstavlja primarno navigacijsko sredstvo. U određenim slučajevima ako je osigurana odgovarajuća sigurnosna kopija sustava, plovilo može ploviti bez ažuriranih papirnatih navigacijskih karata. U tim se uvjetima plovilo može smatrati „paperless“, ne pozivajući se samo na APC (engl. *Appropriate Portfolio of Paper Charts – APC*) nego i na digitalne nautičke publikacije, zapise plovila i softver ugrađen u sustav ECDIS ili kao samostalne jedinice. U ovom trenutku određeni problemi i dalje ostaju. Osim tehničkih pitanja, to se posebno odnosi na pravilno rukovanje sustavom, što podrazumijeva osnovno znanje i pravilno tumačenje. Sredstva navigacije i potrebno znanje još uvijek postoje, međutim, navigacijski alat se mijenja, što zahtijeva dodatnu razinu znanja i razumijevanja. To je specifično razdoblje u kojem se može primijetiti smanjenje korištenja tradicionalnih navigacijskih sredstava i sve veća prisutnost digitalnih. Prije nego što se dogodi bilo kakvo konkretno obrazovanje, časnik u straži bi se trebao upoznati s idejom/konceptom sustava. Korisnici bi trebali imati jasno tumačenje u vezi sa sustavom, eventualnim smanjenjem korištenja papirnatih karata ili čak potpunog uklanjanja papirnatih karata i prelaska na digitalna navigacijska sredstva. To je bio motiv za predloženo istraživanje koje razmatra interakciju i percepciju časnika u straži prema sustavu, završetak obveznog razdoblja provedbe i rukovanje. Cilj istraživanja bio je definiranje razine prihvaćanja ECDIS sustava nakon završetka razdoblja

² Brčić, D., Žuškin. S.: Towards Paperless Vessels: A Master's Perspective. *Pomorski zbornik* 2018, 55(1), p. 183-199.
[https://www.researchgate.net/publication/330941067 Towards Paperless Vessels A Master's Perspective](https://www.researchgate.net/publication/330941067_Towards_Paperless_Vessels_A_Master's_Perspective)
(Preuzeto 19.09.2021.)

provedbe kako ga vide magistri, u pogledu njihovog sudjelovanja i uključenost. Ciljevi se mogu navesti kao identifikacija mišljenja o dostatnosti zamjene sustava za tradicionalne papirnat karte i usporedbu ova dva sredstva plovidbe.

2.2. DIGITALNI NAVIGACIJSKI SUSTAVI

Navigacijski sustavi su sastavni dio brodske opreme koja pomaže pomorcima kod navigacije i tako pridonosi višoj razini sigurnosti plovidbe i pomaže pri donošenju pravodobnih radnji. Digitalni navigacijski sustavi imaju veliku prednost, a to je međusobna povezanost između sustava. Integrirani sustavi pohranjuju, analiziraju i dijele svoje informacije međusobno te tako omogućuju korisniku preciznije informacije i brzi pristup takvim informacijama. Integrirani navigacijski most (engl. *Integrated Bridge System* - IBS) je kombinacija sustava koji su međusobno povezani kako bi omogućili centraliziran pristup informacijama senzora i kontrolu funkcija planiranja, izvođenja i nadzora. Integrirani navigacijski sustav (engl. *Integrated Navigation Systems* – INS) može biti dio IBS sustava ili može biti samostalan sustav. INS sustav je osmišljen kako bi poboljšao sigurnost plovidbe integriranjem nadzora rute, izbjegavanja sudara i kontrole navigacije. IBS i INS koriste višenamjenske radne stanice koje integriraju dio ili svu sistemsku opremu³. Na Slici 1. prikazane su komponente IBS sustava. IBS i INS trebaju biti dovoljno čvrsti da kvar bilo kojeg dijela sustava ne rezultira otkazom cijelog sustava. Čimbenici koji će odrediti u kojoj mjeri dizajn IBS i INS sustava omogućuje automatizaciju određenih funkcija mosta uključuju:

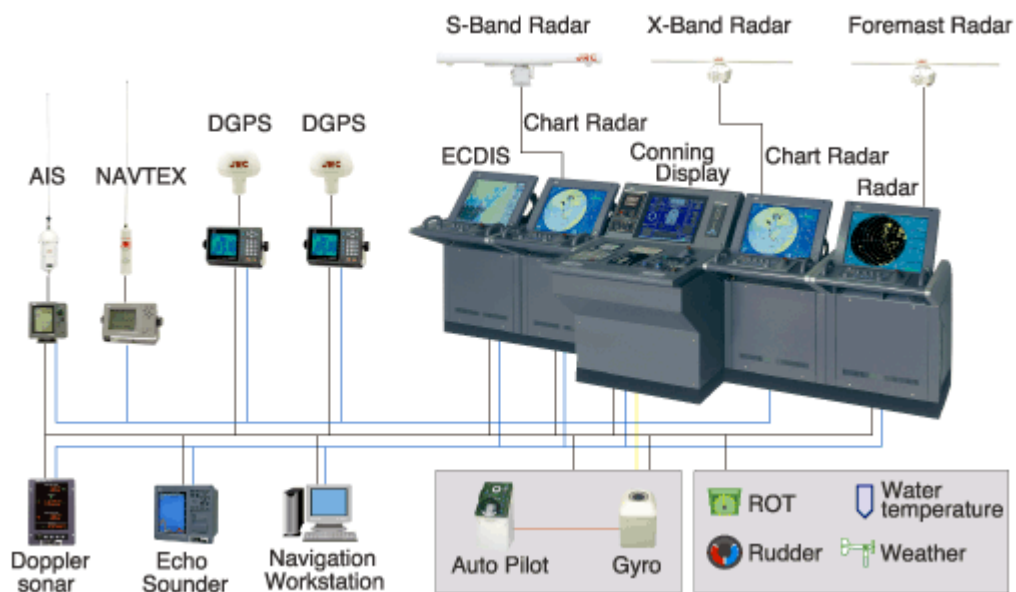
- dizajn mosta;
- vrstu i kompatibilnost ugrađene opreme te izgled zaslona;
- korisnička sučelja.

Dio opreme koja spada pod integrirani navigacijski most i integrirane navigacijske sustave su:

- Sustav za automatsku identifikaciju (engl. *Automatic Identification System* - AIS)

³ International Chamber of Shipping: *Integrated Bridge Systems and Integrated Navigation Systems* u Bridge Procedures Guide, 5 izdanje, Marisec Publications, London, 2016. str. 72, dostupno na: <https://tstarmet.com/wp-content/uploads/2019/08/Bridge-Procedures-Guide.pdf> (28.08.2021.)

- Sustav uzbunjivanja za navigacijsku stražu na mostu (engl. *Bridge Navigational Watch Alarm System - BNWAS*)
- Informacijski sustav i prikaz elektorničkih karata (engl. *Electronic Chart Display and Information System – ECDIS*)
- Globalni navigacijski satelitski sustav (engl. *Global Navigation Satellite System- GNSS*)
- Žiro kompas
- Sustav automatskog kormilarenja (engl. *Heading Control System – HCS*)
- Sustav automatskog praćenja rute (engl. *Tracking Control System – TCS*)
- Radar i sustav za automatsko plotiranje (engl. *Automatic Radar Plotting Aid - ARPA*)
- Brzinomjer



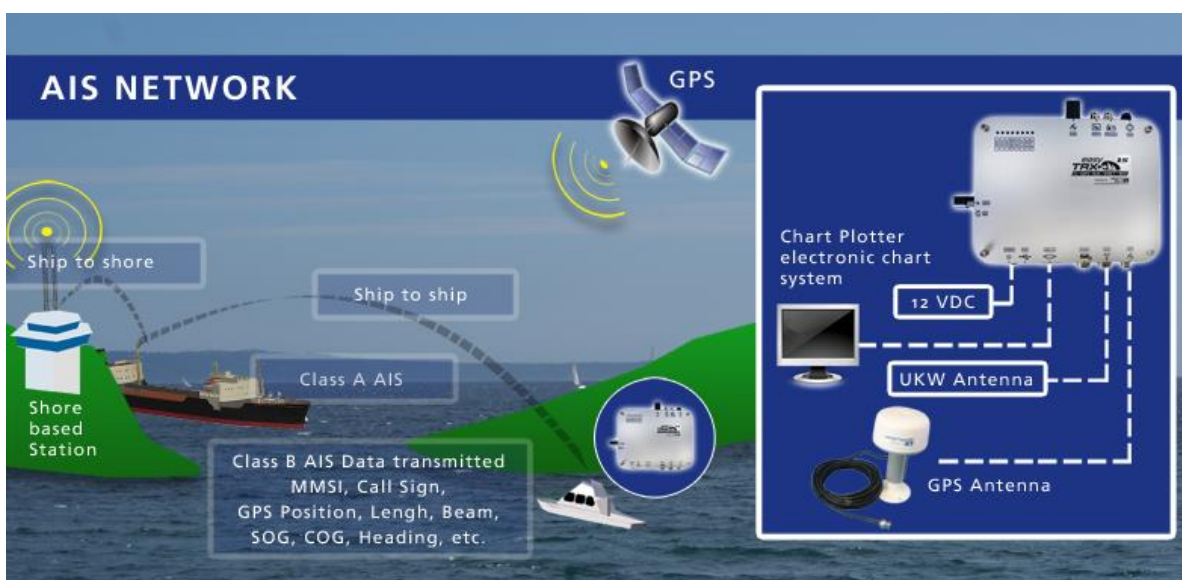
Slika 1 Komponente IBS sustava

Izvor: <http://maritimeknowledge.blogspot.com/2015/12/ibsintegrated-bridge-system.html>

Kako je navedeno u prijašnjem naslovu, AIS je pomorski VHF sustav emitiranja koji može automatski razmjenjivati statičke, dinamičke i podatke o putovanju na osnovi brod-brod ili brod-obala⁴. Podaci koje prenosi AIS uključuju:

- Statički podaci koji se postavljaju tijekom instalacije opreme i uključuju podatke kao što su MMSI, IMO broj, međunarodni pozivni znak, duljina i tip broda;
- Dinamički podaci koji su trenutni navigacijski podaci, uključujući položaj, kurs, brzinu i navigacijski status (na sidrištu, usidren, u plovidbi ili u posebnim uvjetima);
- Podaci o putovanju odnose se na konkretno putovanje i uključuju informacije o gasu, odredištu, ETA (engl. *Estimated Time of Arrival* – ETA) i opasnom teretu.

Ne posjeduju sva plovila AIS i časnici u straži trebaju biti svjesni da se drugi brodovi, osobito plovila za odmor kao što su privatni gumenjaci ili gliseri, ribarski brodovi/čamci i ratni brodovi, možda neće prikazivati na AIS sustavu. AIS sustav rada prikazan je u Slici 2. Osim toga, AIS se može isključiti na temelju stručne procjene magistra.

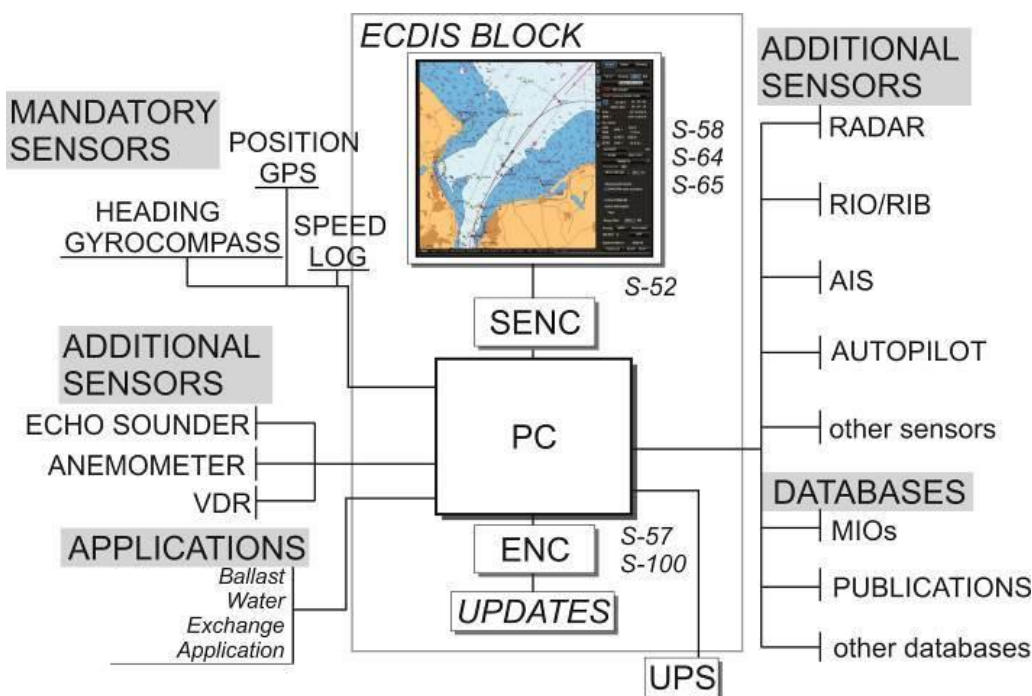


Slika 2 AIS sustav rada

Izvor: <https://www.easyais.com/en/ais-info/what-is-ais/>

⁴ International Chamber of Shipping: *Automatic Identification System* u Bridge Procedures Guide, 5 izdanje, Marisec Publications, London, 2016. str. 65, dostupno na: <https://tstarmet.com/wp-content/uploads/2019/08/Bridge-Procedures-Guide.pdf> (28.08.2021.)

ECDIS može funkcionirati kao samostalni terminal ili kao dio integriranog mosta. Samo odobreni ECDIS koji radi s najnovijim ENC-ovima i s odgovarajućom sigurnosnom kopijom može se koristiti za ispunjavanje zahtjeva za prijenos karte prema SOLAS konvenciji⁵. Na Slici 3. prikazana je arhitektura ECDIS sustava. ECDIS može prikazati velike količine informacija koje, ako se pažljivo ne upravljaju, mogu preopteretiti i potencijalno zbuniti časnike u straži. Važno je znati da se ne moraju sve dostupne informacije prikazivati u svakom trenutku te da se bitni navigacijski podaci mogu sakriti ili zakloniti na pretrpanom zaslonu. Opće smjernice za razinu informacija prikazanih u različitim navigacijskim scenarijima trebaju se dati u sustav upravljanja sigurnošću (engl. *Safety Management System – SMS*).



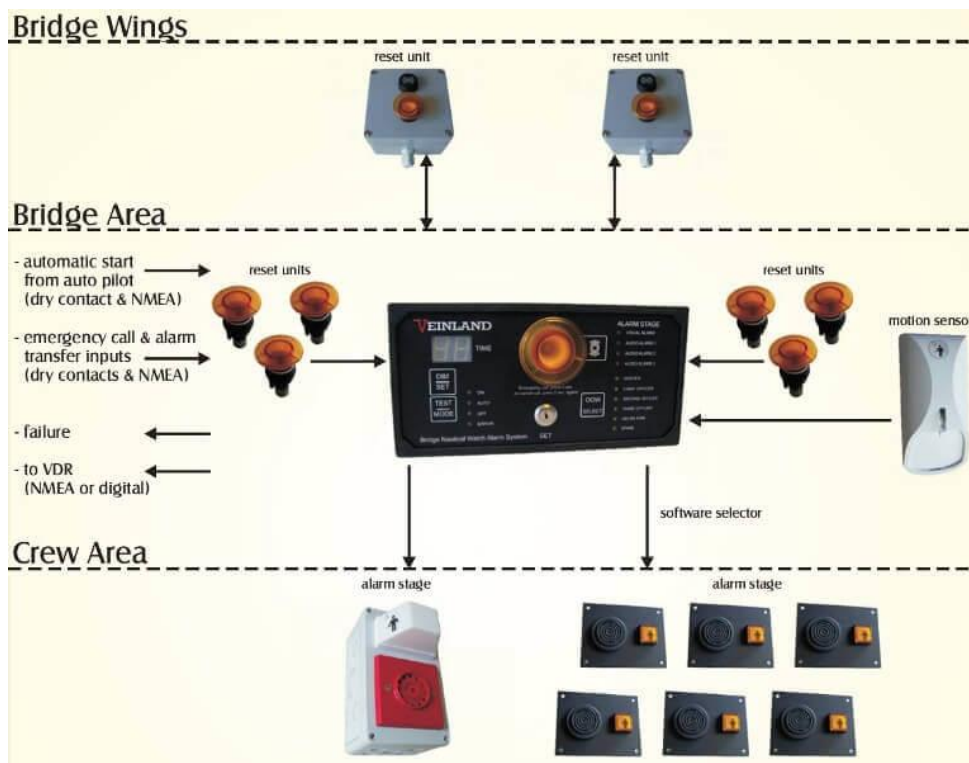
Slika 3 Arhitektura ECDIS sustava

Izvor: Žuškin, S., Brčić, D., Valčić, S.: ECDIS Possibilities for BWE Adoption. *TransNav* 2017, 11(3), p. 477-482.

https://www.researchgate.net/publication/320325392_ECDIS_Possibilities_for_BWE_Adoption/figures

⁵ International Chamber of Shipping: *Electronic Chart Display and Information System u Bridge Procedures Guide*, 5 izdanje, Marisec Publications, London, 2016. str. 71, dostupno na: <https://tstarmet.com/wp-content/uploads/2019/08/Bridge-Procedures-Guide.pdf> (28.08.2021.)

BNWAS sustav je sustav uzbunjivanja za navigacijsku stražu na mostu, aktivira alarm u slučaju da časnik nije prisutan na mostu ili je onesposobljen na neki način. Arhitektura sustava prikazana je na Slici 4. Uglavnom je u funkciji kada je autopilot aktivan.

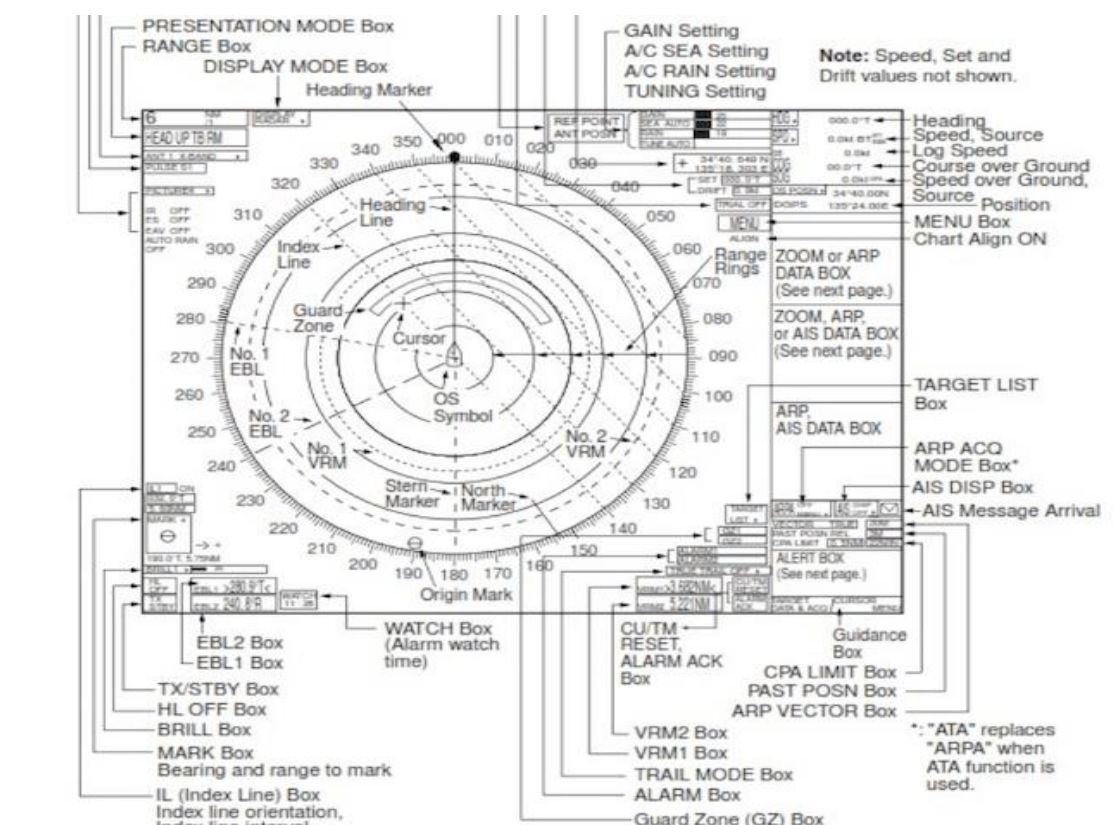


Slika 4 Arhitektura BNWAS sustav

Izvor: <https://cultofsea.com/bridge-equipment/bnwas/>

Navedeno je u prijašnjem naslovu da je riječ radar izvedena iz "radio detection and ranging". To je od velike praktične vrijednosti za navigatora u pilotskim vodama. Radari se ne koriste samo za lociranje navigacijskih pomagala i za obavljanje radarske navigacije, već se koriste i za praćenje drugih plovila u blizini kako bi se izbjegao rizik od sudara. Radar određuje udaljenost do objekta mjerenjem vremena potrebnog za prijelaz radio signala od odašiljača do objekta i povratak. Takva mjerenja mogu se pretvoriti u linije položaja koje se sastoje od krugova radijusa jednakog udaljenosti od objekta. Budući da pomorski radari koriste usmjerene antene, oni također mogu odrediti azimut. Međutim, zbog svog dizajna, radarsko mjerenje azimuta manje je točno od mjerenja udaljenosti. Razumijevanje ovog koncepta ključno je za osiguravanje optimalnog radara za sigurnu plovidbu. ARPA je računalni radarski sustav za obradu podataka koji generira vektore predviđanja i druge informacije o kretanju broda.

Primarna funkcija ARPA sustava može se sažeti u izjavi koja se nalazi pod IMO standardima učinkovitosti. „Kako bi se poboljšao standard sudara izbjegavanje na moru: Smanjite opterećenje promatrača omogućujući im da automatski pribavljaju informacije kako bi mogli raditi i sa više ciljeva koliko mogu ručnim iscrtavanjem jedne mete”⁶. ARPA sustav daje prikaz trenutne situacije i koristi računalnu tehnologiju za predviđanje budućih situacija. ARPA procjenjuje rizik od sudara i omogućuje operateru da vlastitim brodom vidi predložene manevre. Na Slici 5. prikazan je zaslon ARPA radara i sve funkcije koje sustav posjeduje.



Slika 5 Funkcije ARPA radara

Izvor: <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/using-radar-on-ships-15-important-points/>

⁶ Royal Canadian Marine Search & Rescue: *Automatic Radar Plotting Aids (ARPA)*, Poglavlje 5, 2021. dostupno na: https://ccga-pacific.org/files/library/Ch._5-ARPA.pdf (22.08.2021.)

3. BUDUĆNOST DIGITALNIH BRODOVA

Digitalizacijom brodova proširili su se vidici koji omogućavaju nova istraživanja i samim time dodatne mogućnosti za poboljšanje pomorske industrije. U prijašnjim poglavljima navedeno je kako se uvođenjem digitalizacije i integriranih sustava na brod omogućio brži pristup podacima koji smanjuju vrijeme potrebno da se očita potrebna informacija i samim time pruža mogućnost brže reakcije u slučaju rizične situacije. U budućnosti bi se takve situacije mogle samostalno izbjegavati pomoću pametnih algoritama koji registriraju moguću prijetnju i potom poduzimaju potrebne radnje kako bi se uklonila potencijalna opasnost. Ulaganja u autonomne sustave pokazuju veliki interes kod brodara i brodovlasnika što znači da bi se na brodove ugrađivali sustavi upravljani pomoću umjetne inteligencije koja će na kraju krajeva upravljati cijelim brodom bez posade. Kompanija Kongsberg kroz godine je razvila nekoliko novih sustava koji pridonose višoj razini sigurnosti plovidbe, lakšom manipulacijom tereta te koncept sustava koji će sniziti troškove, poboljšati rad brodskih sustava i na kraju krajeva sniziti mogućnosti ljudskih pogrešaka i samim time mogućnosti nezgoda. K-Chief je istražen i razvijen sustav koji će smanjiti troškove, poboljšati rad strojeva i smanjiti vjerojatnost ljudskih grešaka, a time i nesreća⁷. Od alarmnih sustava male složenosti do visoko integriranih sustava upravljanja i nadzora, K-Chief također sadrži sljedeće:

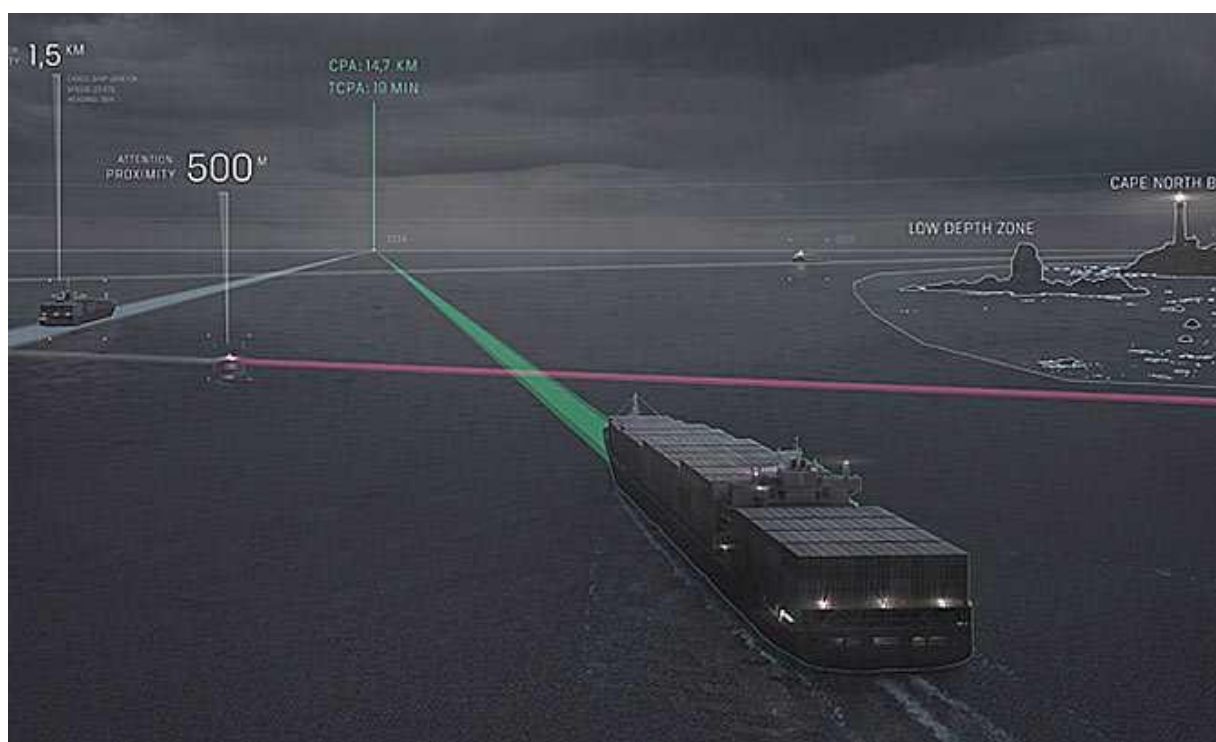
- Sustav alarma i nadzora
- Pomoćni sustav upravljanja
- Sustav upravljanja energijom
- Upravljanje pogonom
- Sustav balasta
- Nadzor i kontrola tereta
- Sustav klimatizacije (engl. *Heating, Ventilation and Air Conditioning* - HVAC)

Koncept K-Chief sustava pruža skup alata koji vlasnicima i operaterima brodova omogućuje upravljanje svojim plovilima na ekonomičniji i ekološki prihvatljiviji način, bez

⁷ Kongsberg: *Automation system, K-Chief*, 2021. dostupno na: <https://www.kongsberg.com/maritime/products/engines-engine-room-and-automation-systems/automation-safety-and-control/vessel-automation-k-chief/> (21.09.2021.)

kršenja sigurnosnih propisa. Primjena K-Chief sustava pomaže u pronalaženju optimalne brzine plovila, gaza i trima, rute i načina rada stroja. Također omogućuje planiranje vremena kako bi se izbjegli nepovoljni uvjeti plovidbe i smanjila potrošnja goriva.

Drugi istraženi i ispitani sustav se odnosi na poboljšanu sigurnost broda putem inteligentnog spajanja podataka. Radi se o sustavu koji pruža precizne, pouzdane podatke u stvarnom vremenu za otkrivanje, klasifikaciju i promatranje objekata, plovila i obalne linije, kao i podatke o vlastitom položaju i brzini broda. Kombinirajući više senzora s inteligentnim softverom, sustav je osmišljen za smanjivanje rizika s kojima se suočavaju navigatori, osobito u lošim vremenskim uvjetima, napućenim djelovima mora ili noću⁸. U osnovi, daje zapovjedniku i osoblju mosta vrhunsko razumijevanje brodske okolice.



Slika 6 Prikaz rada SeaAware sustava

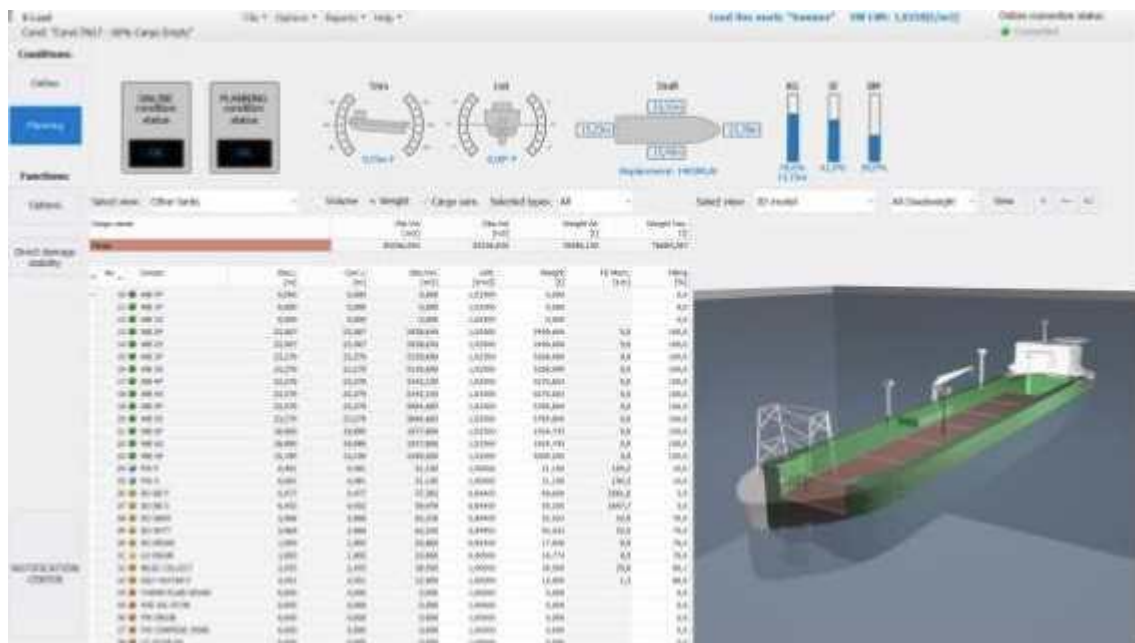
Izvor: <https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/our-stories/intelligent-awareness/>

SeaAware sustav razvijen od strane kompanije Kongsberg pruža svjesnost o situaciji koju omogućuju najnovije tehnologije umjetne inteligencije i strojnog učenja u kombinaciji s

⁸ Kongsberg: *Situational Awareness*, 2021. dostupno na: <https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/our-stories/intelligent-awareness/> (21.09.2021.)

tradicionalnom kombinacijom senzora (Slika 6.). Radarski i elektrooptički senzori se spajaju zajedno s podacima o položaju, pozicioniranju i podacima AIS sustava kako bi se omogućile pouzdane informacije o svim statičkim i pokretnim objektima unutar područja pokrivanja.

Idući pametni sustav je sustav manipulacije teretom zvan K-Load sustav. Sustav K-Load moderan je internetski instrument za manipulaciju teretom koji se temelji na 3D geometrijskom modelu trupa i unutarnje strukture plovila. Skladišta i tankovi prikazani su stupnjevanom bojom sadržaja i prikazuju točne razine ukrcanog/iskrcanog terete(Slika 7).⁹



Slika 7 Zaslon K-Load sustava

Izvor: <https://www.kongsberg.com/maritime/products/tank-gauging-and-measurment-systems/loading-and-stability-systems/k-load/>

Sustav je u skladu sa zahtjevima IMO organizacije, lokalnih pomorskih vlasti i klasifikacijskih zavoda, a istovremeno je spreman i za internetsku uporabu i za potrebe planiranja. Računalo za utovar razvijeno je kao aplikacija jednostavna za uporabu koja se brine o svim naprednim funkcijama s kojim teretni brod mora biti usklađen, kao što su izračuni čvrstoće, stabilnosti i oštećenja. K-Load sustav je uvijek povezan sa sustavom mjerenja tankova/skladišta, dajući operateru potpunu kontrolu nad teretom, balastom i protokom goriva.

⁹ Kongsberg: *Loading computer system, K-Load*, 2021. dostupno na: <https://www.kongsberg.com/maritime/products/tank-gauging-and-measurment-systems/loading-and-stability-systems/k-load/> (21.09.2021.)

Računalo za utovar je na mreži u načinu mrežnog stanja, a operater također može izabrati rad u offline načinu uvjeta planiranja radi izvođenja simulacija ili planiranja.

Naime takva razina navigacije je još u stanju istraživanja iako postoje prototipovi brodova koji imaju autonomne navigacijske sustave kao na primjer YARA Birkeland.



Slika 8 Prvi autonomni brod, Yara Birkeland

Izvor: <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/>

Brod Yara Birkeland (Slika 8.) prvi je potpuno električni i autonomni kontejnerski brod na svijetu sa kapacitetom od 120 TEU (engl. *Twenty-foot Equivalent Units* – TEU) s nultom emisijom štetnih plinova. Brod će smanjiti emisije NOx i CO2 smanjenjem prijevoza kamiona na dizelski pogon za oko 40.000 putovanja godišnje. Ova eko inicijativa pomoći će u postizanju ciljeva održivosti UN (engl. *United Nations* – UN) organizacije, te poboljšati sigurnost u prometu i zakrčenost. Za prvu fazu projekta implementirat će se odvojivi most s opremom za manevriranje i navigaciju. Kad brod bude spreman za autonomni rad, odvojivi most će se ukloniti. Senzori koje brod posjeduju su: radar, LiDAR, AIS, kamera, infracrvena kamera. Osim senzora, brod je opremljen sa sljedećom komunikacijskom i internetskom opremom: pomorski širokopojasni radio, uređaj za satelitsku komunikaciju i globalni sustav za mobilnu komunikaciju. Duljina broda iznosi 79.5 metara, širina 14.8 metara sa maksimalnim gazom od

6 metara i maksimalnom brzinom od 13 čvorova¹⁰. Plovit će između 3 luke pozicionirane u južnom dijelu Norveške a to su Herøya, Brevik i Larvik. Ukrcaj i iskrvaj tereta obavljat će se automatski pomoću električnih dizalica i opreme. Brod neće imati balastne tankove, već će koristiti bateriju kao trajni balast. Brod će također biti opremljen automatskim sustavom za privez; pristajanje i odvez obavit će se bez ljudske intervencije i neće zahtijevati posebne implementacije sa strane pristaništa. Kako bi se osigurala sigurnost, tri centra s različitim operativnim profilom planiraju se baviti svim aspektima rada. Ti će se centri baviti postupanjem u hitnim slučajevima i iznimkama, praćenjem stanja, operativnim nadzorom, podrškom pri donošenju odluka, nadzorom autonomnog broda i okolice te svim drugim aspektima sigurnosti. Sučelje prema logističkoj operaciji Yara bit će implementirano u operativnom centru u Herøyi.

¹⁰ Kongsberg: *Autonomous ship project, key fact about YARA Birkeland*, 2021. dostupno na: <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/>

3.1. PREDNOSTI I NEDOSTACI UVOĐENJA AUTONOMIJE NA BRODOVIMA

Razvoj tehnologije autonomnih brodova trenutno je u fokusu diljem svijeta, a literatura na tu temu raste. Međutim, dubinska procjena troškova i koristi takvih nastojanja tek je u povojima. Ovim sustavnim pregledom literature predstavljamo najsuvremeniji sustav u pogledu troškova i koristi radi budućih autonomnih trgovačkih brodova s ciljem identificiranja suvremenih istraživačkih aktivnosti u vezi s procjenom operativnih, plovidbenih i kapitalnih troškova u perspektivi, autonomni prijevoz i izgradnju flote. Prema Međunarodnoj pomorskoj organizaciji, autonomni brodovi nazivaju se pomorski Autonomni površinski brodovi (engl. *Maritime Autonomous Surface Ships* - MASS). Očekuje se da će djelovati u jednom od četiri stupnja autonomije, dinamički se prebacivajući između njih, kako je prikazano u Tablici 1. Klasifikacija je pripremljena samo za regulatorno određivanje opsega s ciljem identificiranja pravnih prepreka za provedbu MASS brodova, ali se koristi i u druge svrhe. Trenutno autonomni brodovi nisu dopušteni za međunarodnu plovidbu zbog zakonskih propisa.

Tablica 1 Prikaz razina autonomije i njihov opis rada od strane IMO organizacije

	Stupanj autonomije	Opis rada
1.	Brod s automatiziranim procesima i donošenjem odluka	Pomorci su na brodu za upravljanje i kontrolu brodskih sustava i funkcija. Neke operacije mogu biti automatizirane.
2.	Brod na daljinsko upravljanje s pomorcima na brodu	Brodom se upravlja s druge lokacije, ali pomorci su na brodu.
3.	Brod na daljinsko upravljanje bez pomoraca na brodu	Brodom se upravlja s drugog mjesta. Na brodu nema pomoraca.
4.	Potpuno automatizirani brod	Operativni sustav broda može sam donositi odluke i određivati radnje.

Izvor: Ziajka-Poznanska, E., Montewka, J.: *Costs and Benefits of Autonomous Shipping- A Literature Review*, Appl. Sci. 2021, 11(10), 4553, 17.05.2021

<https://www.mdpi.com/search?q=Costs+and+Benefits+of+Autonomous+Shipping>
(27.08.2021)

Prvi stupanj odnosi se na plovilo s posadom opremljeno naprednim sustavima koji automatiziraju pogon i vođenje broda, čime se smanjuje mentalno opterećenje posade. Kontrola broda s drugog mjesta uvodi potrebu za provedbom Centra za nadzor obale (engl. *Shore Control*

Centre - SCC), koji je odgovoran za plovidbu brodom, kao i za druge aspekte njezinog djelovanja u slučaju broda s daljinskim upravljanjem s pomorcima na brodu. Drugi stupanj - posada je odgovorna za ulazak i izlazak iz luka, kao i za rješavanje problema¹¹. Treći stupanj - pokreće unaprijed programirani softver i može raditi samo u okviru algoritma. Četvrti stupanj - operacijski sustav može izračunati posljedice i rizike te sam donositi odluke¹². Uvođenje MASS brodova u rad uglavnom se odnosi na procjenu njihovih ekonomskih koristi, istodobno osiguravajući odgovarajuću razinu sigurnosti. Jedno od ključnih pitanja za brodovlasnike je isplativost implementiranog rješenja i opseg njegovih koristi. Ako implementacija autonomnih brodova ne donese dovoljne gospodarske koristi, brodarske tvrtke najvjerojatnije neće biti zainteresirane za ulaganje u takva rješenja zbog niske dobiti. Inovativna rješenja obično su povezana s većom neizvjesnošću u pogledu njihovog ishoda, pa stoga impliciraju veće rizike i potrebu za upravljanjem istih, osobito u industriji broskog prijevoza s niskom maržom. Do sada je bilo nekoliko međunarodnih istraživačko-razvojnih projekata koji se tiču višestrukih prednosti uvođenja autonomnih brodova u rad. Navedeni su različiti scenariji za upravljanje autonomnim brodom. Na primjer, koncept razvijen tijekom projekta MUNIN (engl. *Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks* – MUNIN) uključivao je sudjelovanje posade u ulasku i izlasku iz luke, dok je prolaz oceanom trebao biti izveden autonomno¹³. Pri tome je razmotren srednji prijevoznik rasutog tereta koji je uključen u svjetsku trgovinu, a izvršena ekonomska analiza uzela je u obzir ove vrste scenarija otpreme. Prvi autonomni brodovi će najvjerojatnije biti brodovi za prijevoz rasutih tereta, putnički brodovi ili ro-ro (engl. *Roll on-roll off* – ro-ro) brodovi. Plovidbena putovanja će se obavljati u jednostavnim unutrašnjim ili obalnim linijskim rutama.¹⁴ Prednosti autonomnih brodova su brojne. Oni uklanjaju ljudske pogreške, smanjuju troškove posade, povećavaju sigurnost života i omogućuju učinkovitije korištenje prostora pri projektiranju brodova i učinkovitu uporabu goriva. Trogodišnji istraživački projekt MUNIN predvidio je uštedu od preko 7 milijuna dolara u

¹¹Poznanska E. Z., Montewka J.: *Costs and Benefits of Autonomous Shipping*, Appl. Sci. 2021, 11, 4553. <https://doi.org/10.3390/app11104553>, MDPI, Bazel, 17.05.2021., str. 2. (27.08.2021.)

¹²O'Brien C.: *Key advantages and disadvantages of ship autonomy*, *Defining autonomy*, dostupno na: <https://safety4sea.com/key-advantages-and-disadvantages-of-ship-autonomy> (27.08.2021.)

¹³Poznanska E. Z., Montewka J.: *Costs and Benefits of Autonomous Shipping*, Appl. Sci. 2021, 11, 4553. <https://doi.org/10.3390/app11104553>, MDPI, Bazel, 17.05.2021., str. 2. (27.08.2021.)

¹⁴O'Brien C.: *Key advantages and disadvantages of ship autonomy*, *What types of ship will become autonomous first*, dostupno na: <https://safety4sea.com/key-advantages-and-disadvantages-of-ship-autonomy> (27.08.2021.)

razdoblju od 25 godina po autonomnom plovilu u potrošnji goriva, zalihama i plaćama posade.¹⁵ Unatoč operativnim uštedama, početna ulaganja u tehnologiju bit će velika, a osobito u ranim fazama njezinog razvoja. Ovo se ne odnosi samo na sam brod, već i na postavljanje kopnenih operacija za praćenje kretanja flote. Mogu postojati i nekompatibilnosti između postojeće pomorske infrastrukture i plovila bez posade. Nadalje, nedostatak posade učinit će održavanje pokretnih dijelova nevjerojatno otežanim na dugim putovanjima, a kvarovi bi mogli rezultirati značajnim kašnjenjima.

3.2. DIGITALNI BLIZANCI

Digitalizacija je postala ključni faktor koji čini pomorsku industriju inovativnijom i učinkovitijom te spremnom za buduće pothvate. Povećana uporaba naprednih alata za projektiranje i vrednovanje sustava performansi, sigurnosni i strukturni integritet stvaraju niz digitalnih modela plovila i njihove opreme. U operativnoj fazi, jeftiniji senzori i povećana povezanost zajedno s povećanjem pohrane podataka i računalnom snagom omogućuju nove načine upravljanja brodskom sigurnosti i performansi. Pomorska industrija ima mnogo dobavljača i dionika, a ovisi o učinkovitoj komunikaciji tijekom životnog ciklusa svakog plovila. Digitalni brod blizanac je koncept uveden u pomorsku industriju kao platforma za učinkovitu vizualizaciju i razmjenu svih digitalnih sadržaja generiranih za to dobro¹⁶. Razmišljanje digitalnog blizanca može se smatrati pokretačem sustavnijeg pristupa kako bi se stvorila vrijednost za sve dionike u industriji. Digitalni blizanac integrirat će podatke iz različitih izvora, uključujući analitičke modele, informacijske modele, 3D vizualizaciju, modele sustava uključujući sustave i mreže za automatizaciju te podatke senzora¹⁷. Digitalni blizanac daje mogućnost razmjene informacija, podataka o sustavu i rezultata analize putem platforme za upravljanje informacijama i suradnju (Slika 9.), gdje stručnjaci mogu raditi zajedno kako bi spriječili skupe pogreške i preradili ih. Pristup podacima senzora, daljinsko praćenje i analitika

¹⁵O'Brien C.: Key advantages and disadvantages of ship autonomy, *What are the advantages*, dostupno na: <https://safety4sea.com/key-advantages-and-disadvantages-of-ship-autonomy> (27.08.2021.)

¹⁶Danish Maritime Authority: *Digital Twins for Blue Denmark*, DNV GL – Report No. 2018-0006, Rev. A – www.dnvgl.com, 02.01.2018. str. 4, dostupno na: <https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/Digital%20Twin%20report%20for%20DMA.PDF> (14.09.2021.)

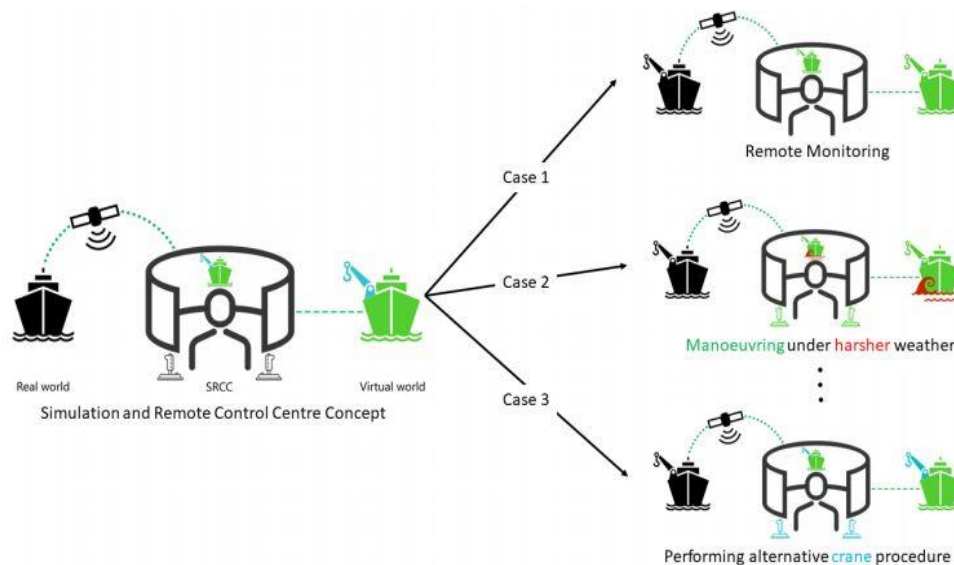
¹⁷Danish Maritime Authority: *Digital Twins for Blue Denmark*, DNV GL – Report No. 2018-0006, Rev. A – www.dnvgl.com, 02.01.2018. str. 4, dostupno na: <https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/Digital%20Twin%20report%20for%20DMA.PDF>, (14.09.2021)

omogućeni digitalnim blizancem omogućuju isplativije, sigurnije i održivije operacije. Kako moderni brodski sustavi postaju sve složeniji i integriraniji, optimalne performanse ovise o optimalnom radu svih podsustava, pojedinačno i agregatno.

Izazov je imati potpuni pregled ovih sustava, ali istodobno je važno da dizajneri, integratori sustava i operatori imaju dublje razumijevanje o tome kako sustavi međusobno djeluju i kako njihovi izbori i radnje utječu na ukupne performanse i robusnost sustava. Preduvjet za integraciju sustava i suradnju je šira uporaba standarda i razvoj novih standarda, npr. koji pokrivaju formate podataka, komunikacije, modele i sučelja.

Kao što je navedeno u Slici 10. digitalni blizanac može biti savršen alat za izgradnju ovog zajedničkog razumijevanja jer olakšava:

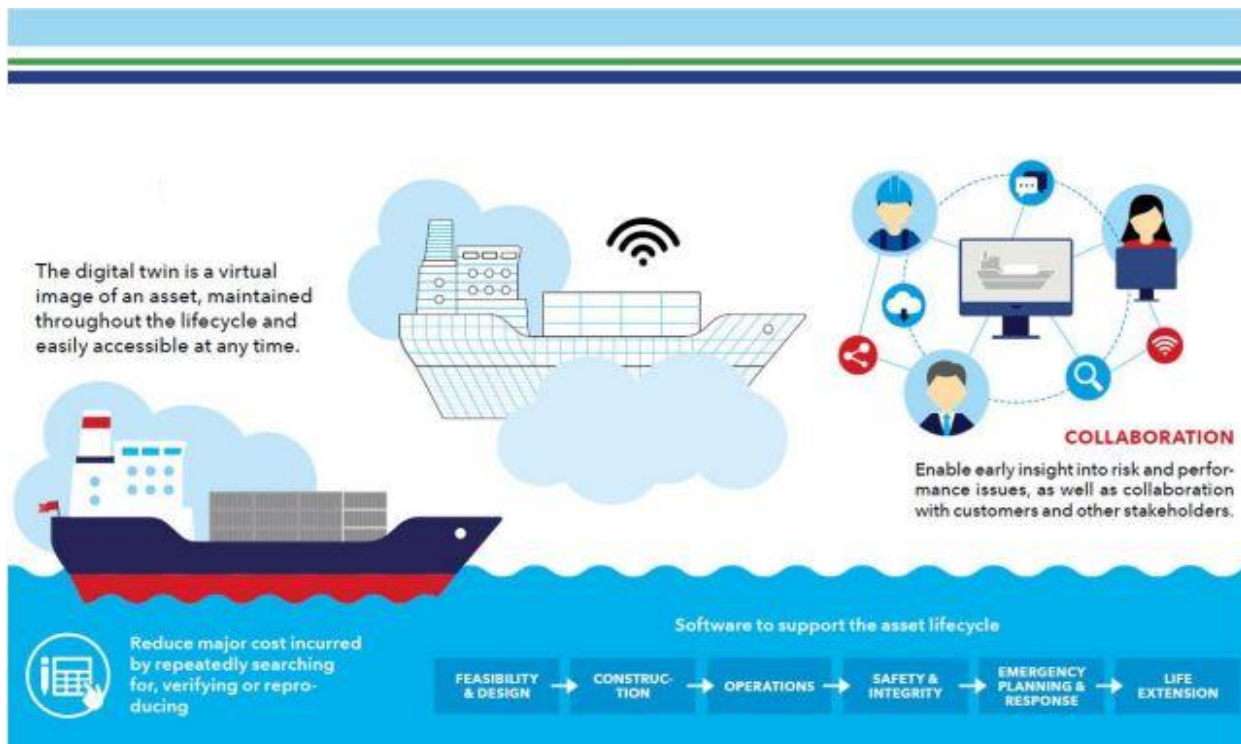
- Razmjenu svih relevantnih informacija o brodu, podataka, analiza i modela, ažuriranih tako da odražavaju blizu status svih sustava na brodu u stvarnom vremenu.
- Platforma za suradnju za projektiranje i simulaciju preko granica sustava.
- Kontrolirano dijeljenje podataka, modela i ažuriranih informacija o imovini među dionicima



Slika 9 Koncept centra na daljinsko upravljanje

Izvor: Major, P., Li, G., Zhang, H., Hildre, H.P.: *Real-Time Digital Twin Of Research Vessel, For Remote Monitoring*, 35th ECMS International Conference on Modelling and Simulation, lipanj 2021., dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/352032212 Real-Time Digital Twin Of Research Vessel For Remote Monitoring](https://www.researchgate.net/publication/352032212_Real-Time_Digital_Twin_Of_Research_Vessel_For_Remote_Monitoring) (28.09.2021.)

Digitalni blizanac može se definirati kao digitalni prikaz fizičkog sredstva, njegovih srodnih procesa, sustava i informacija. Digitalni blizanac neprestano uči i ažurira se putem senzorskih podataka koji mjere različite operativne aspekte, putem doprinosa stručnjaka sa relevantnim poznavanjem industrije, korištenjem podataka iz sličnih sredstava i interakcije s okolinom. U radu digitalni blizanac postaje sustav za kontinuiranu integraciju, obradu i analizu podataka senzora koji opisuju njegove performanse i integritet. Podaci o izvedbi i simulacijski modeli mogu ukazivati na moguće promjene u dizajnu ili radu koje mogu pružiti povećanu učinkovitost ili produljenje vijeka trajanja plovila.



Slika 10 Digitalni blizanac kao alat za podršku plovilima tijekom cijelog životnog ciklusa

Izvor: Danish Maritime Authority: *Digital Twins for Blue Denmark*, DNV GL – Report No. 2018-0006, Rev. A, 02.01.2018. dostupno na:

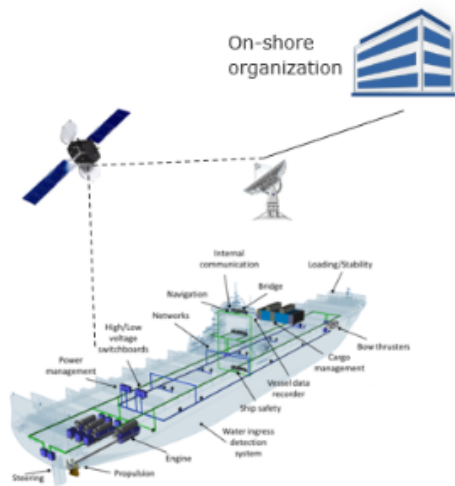
<https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/Digital%20Twin%20report%20for%20DMA.PDF> (28.08.2021.)

4. KIBERNETIČKI SUSTAV ZAŠTITE

Odbor za pomorsku zaštitu prepoznao je hitnu potrebu za podizanjem svijesti o prijetnjama i ranjivostima u vezi s kibernetičkim rizikom radi podrške sigurne plovidbe, operativno otpornoj na kibernetičke rizike. Uprave, klasifikacijska društva, brodovlasnici i brodovi operateri, brodski agenti, proizvođači opreme, pružatelji usluga, luke i lučki objekti i svi drugi dionici pomorske industrije trebali bi ubrzati rad na očuvanju otpremanja zbog trenutnih i novih kibernetičkih prijetnji i ranjivosti. Imajući na umu *Smjernice o upravljanju kibernetičkim rizikom na moru* (MSC-FAL.1/Circ.3) koje su odobrili Odbor za olakšavanje (engl. *Facilitation Committee – FAL*) i Odbor za pomorsku sigurnost (engl. *Maritime Safety Managment – MSC*), koji daju preporuke na visokoj razini za upravljanje pomorskim kibernetičkim rizikom koje se mogu uključiti u postojeće procese upravljanja rizicima i nadopunjuju sigurnost i sigurnost upravljačke prakse koje je uspostavila ova organizacija.¹⁸

Pomorska plovila i brodovi postepeno koriste sve više sustava koji se oslanjaju na digitalizaciju, integraciju i automatizaciju, a svi oni zahtijevaju strukturirane protokole za upravljanje pomorskim kibernetičkim rizikom. Kako svi oblici digitalne tehnologije nastavljaju napredovati, spoj između informacijske tehnologije (engl. *Information technology - IT*) i operativne tehnologije (engl. *Operational technology - OT*) na plovilima i njihove povezanosti sa svjetskom mrežom proizvodi veću površinu napada koju je potrebno riješiti.

¹⁸ IMO Organizacija: *Maritime cyber risk management in safety management systems*, MSC 98/23/Add.1 Annex 10, page 1, 16.06.2017.
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Security/Documents/Resolution%20MSC.428\(98\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Security/Documents/Resolution%20MSC.428(98).pdf) (20.09.2021.)



Information Technology (IT)

- Administration, accounts, crew lists, etc.
- Planned maintenance
- Spares management and requisitioning
- Electronic manuals and certificates
- Permits to work
- Charter party, notice of readiness, etc.

At risk:

Mainly
finance
and
reputation

Operation Technology (OT)

- PLCs, SCADA
- On-board measurement and control
- ECDIS, GPS
- Remote support for engines
- Data loggers
- Engine and cargo control
- Dynamic positioning, etc.

At risk:

Life, property
& environment
+
all of the
above

Slika 11 Način rada kibernetičke zaštite i sadržaj OT i IT sustava

Izvor: <https://www.dnv.com/maritime/insights/topics/maritime-cyber-security/index.html>

IT je tipično zreliji što se tiče kibernetičke sigurnosti, s utvrđenim procedurama, tehnologijom i obukom koji se primjenjuju pomoću sustava za upravljanje informacijskom sigurnošću (engl. *Information security management system - ISMS*) - barem na kopnu. Na Slici 11. prikazani su mogući rizici koji predstavljaju opasnost za IT i OT sustave. Kršenje IT sustava može imati značajan ugled i financijski utjecaj. Međutim, to obično ne utječe na siguran rad brodova i jedinica. OT je, naprotiv, manje zrelo kada je u pitanju kibernetička sigurnost, a napad na OT sustave na brodu može ugroziti sigurnost plovila i posade. Također moramo uzeti u obzir da mnogi teretnjaci prevoze otrovne tvari. Kibernetička nezgoda mogla bi dovesti do ogromnih posljedica po okoliš ili otmice s krađom vrijednog tereta.

U pomorskom prometu ECDIS sustav je razvijen u složen računalni sustav kritične operativne tehnologije za brodove, koji ima središnju ulogu u sigurnoj plovidbi i transportu brodova. Dok održavanje softvera ECDIS sustava reguliraju standardi Međunarodne pomorske organizacije i povezani okružnici, vlasnici brodova provode temeljne softverske i hardverske aranžmane, a podržavaju ih proizvođači opreme ECDIS. Procjenjuje se da je kibernetička sigurnost ECDIS sustava namijenjena proučavanju podrijetla rizika ECDIS kibernetičke sigurnosti. Softver ECDIS sustava osmišljen je tako da bude fleksibilan u odnosu na osnovni operacijski sustav. Fleksibilnost omogućuje rješavanje međusobno povezanih i kontrolnih

pitanja koja proizlaze iz uporabe različitih specifičnih operativnih tehnoloških sredstava i konvencionalnih sredstava informacijske tehnologije.

Na Pomorskom fakulteru i Rijeci provedeno je istraživanje o ranjivosti ECDIS sustava. Istraživanje se ispitivalo na Transas Navi-Sailor 4000 ECDIS sustavu. Kibernetička ranjivost sustava ispitala se pomoću Nessus Professional programa. Nessus Professional je program koji skenira i uklanja viruse koji predstavljaju prijetnju za operacijski sustav. 6 sustava su ispitana sa IP (engl. *Internet Protocol* – IP) adresom svakog ECDIS sustava u dometu od 192.168.1.X sa vrijednosti posljednjeg okteta od 62, 64, 66, 68, 69 i 70. Sveukupno je pronađeno 24 rizičnih prijetnji od ukupnih 34-36 identificiranih informacija. Rezultati dobiveni od programa sortirani su u 4 razine, niska, srednja, visoka i kritična razina opasnosti. Identična softverska i hardverska konfiguracija više ECDIS stanica dovodi do iste razine ranjivosti svakog ECDIS sustava do jedne kibernetičke prijetnje, što rezultira idealnim okruženjem za distribuciju zlonamjernih izvršnih kodova putem mreže za integraciju ili prijenosni uređaj za pohranu.¹⁹

Ranjivost SMB (engl. *Server Message Block*) usluge posebno je interesantna za pomorsku industriju zbog jednog od najpriznatijih incidenata sigurnosti na moru, napada NotPetya na kontejnersku kompaniju Maersk. NotPetya je zlonamjerni program koji se brzo proširio diljem svijeta koristeći ranjivosti u SMB v1 protokolu (US-CERT, 2018). U kontekstu sigurnosnog aranžmana ECDIS sustava, infekcija jedne od stanica sustava najvjerojatnije bi rezultirala trenutnom infekcijom i disfunkcionalnošću svih stanica ECDIS sustava u mreža.

¹⁹ Sviličić, B., Brčić, D., Kalebić, D.:Raising Awareness on Cyber Security of ECDIS. *TransNav* 2019, 13(1), p. 231-236. DOI: 10.12716/1001.13.01.24, dostupno na: https://www.transnav.eu/Article_Raising_Awareness_on_Cyber_Svilicic,49,894.html (27.09.2021.)

Tablica 2 Otkrivene ranjivosti temeljnog operativnog sustava ECDIS²⁰

	Usluga	Opis prijetnje	Ozbiljnost prijetnje
1	SMB	Daljinsko izvršavanje koda i kritično otkrivanje informacija ranjivosti postoje na poslužitelju verzija bloka poruka 1 (SMB v1) usluga	Kritično
2	RDP	Postoji visoka ranjivost daljinskog koda u protokolu udaljene radne površine (RDP) na ECDIS sustavu	Visoka
3-5	Usluga terminala	Terminalna usluga koja radi na ECDIS sustavu ranjiva je na napad trećeg korisnika. Terminalna usluga koja se izvodi na ECDIS sustavu ranjiva je i omogućuje napadaču da dobije osjetljive podatke. Terminalne usluge ECDIS sustava nisu konfigurirane za jaku upotrebu kriptografija.	Srednja
6	SAM i LSAD	Na ECDIS utječe ranjivost povećanja privilegija u upravitelju sigurnosnog računala (SAM) i lokalnom sigurnosnom tijelu (LSAD).	Srednja
7	SMB	Potpisivanje nije potrebno na SMB poslužitelju ECDIS sustava.	Srednja
8	Usluga terminala	Na ECDIS utječe terminalna usluga koja je konfigurirana za korištenje niske razine šifriranja.	Niska ²¹

U Tablici 2. prikazane su ranjivosti kojima je izložen ECDIS sustav te razina prijetnje koju predstavljaju navedene ranjivosti. Moguće preventivno rješenje, uz ažuriranje operativnog sustava i korištenje softvera protiv zlonamjernog softvera, je odgovarajuće postavljanje operativnog sustava onemogućavanjem ili blokiranjem usluge SMB v1.

²⁰ Sviličić, B., Brčić, D., Kalebić, D.: Raising Awareness on Cyber Security of ECDIS. *TransNav* 2019, 13(1), p. 231-236. DOI: 10.12716/1001.13.01.24, dostupno na: https://www.transnav.eu/Article_Raising_Awareness_on_Cyber_Svilicic.49,894.html (27.09.2021.)

²¹ Opis kratica nalaze se u [popisu kratica](#) na kraju rada

Tablica 3 Identificirane ECDIS kibernetičke prijetnje²²

	Prijetnja	Opis	Utjecaj	Vjerojatnost
1	ECDIS sigurnosni aranžman	Na svaki ECDIS utječe identičan rizik, moguća trenutna potpuna šteta.	100	0.9
2	Uspostavljanje internetske veze	Omogućuje napadaču daljinski pristup ECDIS sustavu.	100	0.1
3	Neažurirani operativni sustavi	Omogućuje iskorištavanje dobro poznatih ranjivosti.	100	0.8
4	Operacijski sustav nije siguran	Performanse ECDIS sustava se smanjuju i omogućuju upad rizičnih podataka.	100	0.8
5	Aplikacije trećih strana nisu ažurirane	Omogućuje iskorištavanje dobro poznatih ranjivosti.	90	0.8
6	Nezaštićeno postavljanje aplikacija trećih strana	Performanse ECDIS sustava se smanjuju i omogućuju upad rizičnih podataka.	80	0.8

Četiri od šest kibernetičkih identificiranih prijetnji svrstane su u najveći utjecaj rizičnosti (Tablica 3, prijetnje 1-4) i odnose se na sigurnosno kopiranje ECDIS sustava, uspostavljanje internetske veze i temeljno ažuriranje operativnog sustava i odgovarajuće postavljanje. Nešto manji utjecaj pripisuju se prijetnjama vezanim uz ažuriranje aplikacija trećih strana i

²² Sviličić, B., Brčić, D., Kalebić, D.: Raising Awareness on Cyber Security of ECDIS. *TransNav* 2019, 13(1), p. 231-236. DOI: 10.12716/1001.13.01.24, dostupno na: https://www.transnav.eu/Article_Raising_Awareness_on_Cyber_Svilicic.49,894.html (27.09.2021.)

odgovarajuće konfiguracije (Tablica 4, prijetnje 5-6). Iako se vjerojatnost da će većina prijetnji biti gotovo jednaka, značajno najmanji je dodijeljen uspostavljanju internetske veze.

5. ZAKLJUČAK

Modernizacijom brodova unaprijedili su se i poboljšali navigacijski sustavi koji su danas glavna pomagala pomoraca na brodu. Digitalizacijom brodova, korištenje elektroničkih pomagala postepeno se povećala, stavljajući zastarjela pomagala u zaborav. Odobravanjem ECDIS sustava od strane SOLAS konvencije, sustav je postao glavno navigacijsko pomagalo na brodu.

Digitalizacijom sustava i ugradnjom integriranog navigacijskog mosta proširio se broj navigacijskih sustava koje brod posjeduje. Svaki integrirani sustav je povezan međusobno i šalje informacije drugom sustavu kako bi se nadopunili i pružali preciznije informacije. Razvojem navigacijskih sustava razvili su se i autonomni brodovi koji su u procesu istraživanja i daljnjeg razvoja. Takvi brodovi omogućit će transport tereta u većem kapacitetu uklonivši navigacijski most. Brodovi će biti upravljani samostalno, ali će biti nadzirani sa obale te po potrebi usmjereni ili navođeni sa obalnih centara na daljinsko upravljanje. Nadzor će se obavljati putem digitalnog blizanca, odnosno digitalnom preslikom fizičkog oblika broda na ekran.

Kako se sustavi sve više prebacuju i povezuju na internetski pristup mreži, potreba za zaštitom sustava je rasla. Naime kibernetički sustav zaštite omogućuje siguran rad navigacijskih sustava. Operativni i informacijski sustavi izloženi su rizicima koji mogu utjecati na pristup povjerljivim podacima, financijama, ali i rizicima za posadu broda i sam brod. Također, ECDIS sustav je izložen kibernetičkim napadima i to ga čini jednim od ranjivijih sustava na brodu. Zbog toga, posebna pažnja posvećuje se kod ažuriranja sustava kako se ne bi koristili nepovjerljivi programi trećih strana.

LITERATURA

1. Brčić, D., Žuškin. S.: Towards Paperless Vessels: A Master's Perspective. *Pomorski zbornik* 2018, 55(1), p. 183-199:
https://www.researchgate.net/publication/330941067_Towards_Paperless_Vessels_A_Master's_Perspective (Preuzeto 19.09.2021.)
2. Cult of sea: *Bridge Navigational Watch Alarm System (BNWAS)*, 2021.
<https://cultofsea.com/bridge-equipment/bnwas/> (Preuzeto 22.08.2021.)
3. Danish Maritime Authority: *Analysis of regulatory barriers to the use of autonomous ships*, prosinac, 2017.
<https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/Analysis%20of%20Regulatory%20Barriers%20to%20the%20Use%20of%20Autonomous%20Ships.pdf> (Preuzeto 27.08.2021.)
4. Danish Maritime Authority: *Digital Twins got Blue Denmark*, 02.01.2018.
<https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/Digital%20Twin%20report%20for%20DMA.PDF> (Preuzeto 28.08.2021)
5. DNV: *Maritime cyber security*, 2021.
<https://www.dnv.com/maritime/insights/topics/maritime-cyber-security/index.html>
(Preuzeto 13.09.2021.)
6. FURUNO: *BNWAS*, 2021. <https://www.furuno.com/en/merchant/bnwas/> (Preuzeto 22.08.2021.)
7. Haun, E.: *BCG Delivers Radar/ARPA Stations to CPM*, 15.12.2016.
<https://www.maritimeprofessional.com/news/delivers-radar-arpa-stations-299504>
(Preuzeto 22.08.2021.)
8. IMO Organizacija: *Maritime cyber risk management in safety management systems*, MSC 98/23/Add.1 Annex 10, page 1, 16.06.2017.
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Security/Documents/Resolution%20MSC.428\(98\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Security/Documents/Resolution%20MSC.428(98).pdf) (Preuzeto 20.09.2021.)
9. International Chamber of Shipping: *Bridge Procedures Guide*, 5 izdanje, Marisec Publications, London, 2016. <https://tstarmet.com/wp-content/uploads/2019/08/Bridge-Procedures-Guide.pdf> (Preuzeto 28.08.2021.)

10. Kongsberg: *Automation system, K-Chief*, 2021.
<https://www.kongsberg.com/maritime/products/engines-engine-room-and-automation-systems/automation-safety-and-control/vessel-automation-k-chief/> (Preuzeto 21.09.2021.)
11. Kongsberg: *Autonomous Ship Project, Key Facts About Yara Birkeland, The World's First Zero Emission, Autonomous Container Feeder*, 2021.
<https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/> (Preuzeto 13.09.2021.)
12. Kongsberg: *Loading computer system, K-Load*, 2021. dostupno na:
<https://www.kongsberg.com/maritime/products/tank-gauging-and-measurement-systems/loading-and-stability-systems/k-load/> (Preuzeto 21.09.2021.)
13. Kongsberg: *Situational Awareness*, 2021. dostupno na:
<https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/our-stories/intelligent-awareness/> (Preuzeto 21.09.2021.)
14. Kremer, J.: *Yara Birkeland press kit, Yara Birkeland status*, studeni, 2020.
<https://www.yara.com/news-and-media/press-kits/yara-birkeland-press-kit/> (Preuzeto 13.09.2021.)
15. Macaraeg, T.: *Bring-Your-Own-Device (BYOD): Issues and implementation in local colleges and universities in the Philippines*, listopad 2013. dostupno na:
https://www.researchgate.net/publication/313649980_BRING-YOUR-OWN-DEVICE_BYOD_ISSUES_AND_IMPLEMENTATION_IN_LOCAL_COLLEGES_AND_UNIVERSITIES_IN_THE_PHILIPPINES (Preuzeto 20.09.2021.)
16. Major, P., Li, G., Zhang, H., Hildre, H.P.: *Real-Time Digital Twin Of Research Vessel, For Remote Monitoring*, 35th ECMS International Conference on Modelling and Simulation, lipanj 2021., dostupno na:
https://www.researchgate.net/publication/352032212_Real-Time_Digital_Twin_Of_Research_Vessel_For_Remote_Monitoring (Preuzeto 28.08.2021.)
17. Marine Digital: *Digital ship: the main techonological trend in the shipping Industry*, 2021. https://marine-digital.com/article_digital_ship (Preuzeto 27.08.2021.)

18. Maritime Knowledge: *IBS: Integrated Bridge System*, 2021.
<http://maritimeknowledge.blogspot.com/2015/12/ibsintegrated-bridge-system.html>
 (Preuzeto 20.08.2021.)
19. Mukherjee, P.: *15 Things To Consider While Using Radar On Ships*, 10.09.2021.
<https://www.marineinsight.com/marine-navigation/using-radar-on-ships-15-important-points/> (Preuzeto 12.09. 2021.)
20. O'Brien, C.: *Key advantages and disadvantages of ship autonomy*, 21.09.2018.
<https://safety4sea.com/key-advantages-and-disadvantages-of-ship-autonomy> (Preuzeto 27.08.2021.)
21. Opensea.pro: *Autonomous Ships and their Impact*, 2021.
<https://opensea.pro/blog/automated-ships> (Preuzeto 27.08.2021.)
22. Packet Labs: *Maritime Cyber Security*, 05.03.2021.
<https://www.packetlabs.net/maritime-cyber-security/> (Preuzeto 13.09.2021.)
23. Royal Canadian Marine Search & Rescue: *Chapter 5- Automatic Radar Plotting Aids (ARPA)*, 2021. https://ccga-pacific.org/files/library/Ch._5-ARPA.pdf (Preuzeto 22.08.2021.)
24. Sherry, P.: *BYOD: What Training Professionals Need to Know*, 16.02.2015.
<https://elearningindustry.com/byod-training-professionals-need-know> (Preuzeto 02.09.2021.)
25. Ship Technology: *Shipping 2030: technologies that will transform the industry*, 2021.
<https://www.ship-technology.com/features/featureshipping-2030-technologies-that-will-transform-the-industry-4716366/> (Preuzeto 20.08.2021.)
 Sviličić, B., Brčić, D., Kalebić, D.: *Raising Awareness on Cyber Security of ECDIS*.
TransNav 2019, 13(1), p. 231-236. DOI: 10.12716/1001.13.01.24, dostupno na:
https://www.transnav.eu/Article_Raising_Awareness_on_Cyber_Svilicic,49,894.html
 (27.09.2021.)
26. The Editorial Team, Safety4Sea: *How a clean desk can reduce cyber risk incidents*,
 08.05.2019. <https://safety4sea.com/how-a-clean-desk-can-reduce-cyber-risk-incidents>
 (Preuzeto 02.09.2021.)
27. Weather Dock: *What is AIS?*, 2021. <https://www.easyais.com/en/ais-info/what-is-ais/>
 (Preuzeto 22.08.2021.)

28. Ziajka-Poznanska, E., Montewka, J.: *Costs and Benefits of Autonomous Shipping- A Literature Review*, 17.05.2021.
<https://www.mdpi.com/search?q=Costs+and+Benefits+of+Autonomous+Shipping>
(Preuzeto 27.08.2021.)
29. Žuškin, S., Brčić, D., Valčić, S.: ECDIS Possibilities for BWE Adoption. *TransNav* 2017, 11(3), p. 477-482.
https://www.researchgate.net/publication/320325392_ECDIS_Possibilities_for_BWE_Adoption/figures (Preuzeto 22.08.2021.)

POPIS SLIKA

Slika 1 Komponente IBS sustava	5
Slika 2 AIS sustav rada.....	6
Slika 3 Arhitektura ECDIS sustava	7
Slika 4 Arhitektura BNWAS sustav	8
Slika 5 Funkcije ARPA radara	9
Slika 6 Prikaz rada SeaAware sustava.....	11
Slika 7 Zaslon K-Load sustava.....	12
Slika 8 Prvi autonomni brod, Yara Birkeland	13
Slika 9 Koncept centra na daljinsko upravljanje	19
Slika 10 Digitalni bliznac kao alat za podršku plovilima tijekom cijelog životnog ciklusa....	20
Slika 11 Način rada kibernetičke zaštite i sadržaj OT i IT sustava	22

POPIS TABLICA

Tablica 1 Prikaz razina autonomije i njihov opis rada od strane IMO organizacije	15
Tablica 2 Otkrivene ranjivosti temeljnog operativnog sustava ECDIS.....	24
Tablica 3 Identificirane ECDIS kibernetičke prijetnje	25

POPIS KRATICA

Kratika	Puni naziv na stranom jeziku	Tumačenje na hrvatskom jeziku
AI	engl. Artificial Intelligence	Umjetna inteligencija
AIS	engl. Automatic Identification System	Sustav za automatsku identifikaciju
APC	engl. Appropriate Portfolio of Paper Charts	Portfolio papirnatih karata
ARPA	engl. Automatic Radar Plotting Aid	Sustav za automatsko plotiranje
BNWAS	engl. Bridge Navigational Watch System	Sustav uzbunjivanja za navigacijsku stražu na mostu
BYOD	engl. Bring Your Own Device	Donesi svoj vlastiti uređaj
DGPS	engl. Differential Global Positioning System	Diferencijska usluga GPS sustava
ECDIS	engl. Electronic Chart Display and Information System	Informacijski sustav s prikazom navigacijskih pomorskih karata
ENC	engl. Electronic Nautical Charts	Elektronička navigacijska karta
ETA	Estimated Time of Arrival	Očekivano vrijeme dolaska
GNSS	engl. Global Navigation Satellite System	Globalni navigacijski satelitski sustav
GPS	engl. Global Positioning System	Globalni sustav za određivanje položaja
HCS	engl. Heading Control System	Sustav automatskog kormilarenja
HVAC	engl. Heating, Ventilation and Air Conditioning	Sustav klimatizacije
IALA	engl. International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities	Međunarodno udruženje uprava pomorske signalizacije i sredstava za pomorsku organizaciju
IBS	engl. Integrated Bridge System	Integrirani navigacijski most
IMO	engl. International Maritime Organization	Međunarodna pomorska organizacija

INS	engl. Integrated Navigational System	Integrirani navigacijski sustavi
IP	engl. Internet Protocol	Internet protokol
ISMS	engl. Information security Managment System	sustav za upravljanje pomorskom sigurnošću
IT	engl. Information Technology	Informacijska tehnologija
LSAD	engl. Local Security Authority	Lokalno sigurnosno tijelo
MASS	engl. Maritime Autonomous Surface Ship	Pomorski autonomni brod
MAS	engl. Maritime Autonomous Systems	Sustav pomorske automatizacije
MMSI	engl. Maritime Mobile Service Identity	Jedinstveni identifikacijski broj broda
MUNIN	engl. Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks	Pomorska bespilotna navigacija putem inteligencije u mrežama
OT	engl. Operational Technology	Operativna tehnologija
RDP	engl. Remote Desktop Protocol	Protokol udaljene radne površine
RNC	engl. Raster Navigational Chart	Rasterska navigacijska karta
RO-RO	engl Roll-On Roll-Off	Trajekt
SAM	engl. Security Account Manager	Upravitelj sigurnosnog računa
SMB	engl. Server Message Block	Sustav blokiranja poruka
SMS	engl. Safety Managment System	Sustav upravljanja sigurnošću
SOLAS	engl. Safety Of Life At Sea	Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru
TCS	engl. Tracking Control System	Sustav automatskog praćenja rute
TEU	engl. Twenty-foot Equivalent Unit	Kapacitet dvadeset stopnih kontejnera
UN	engl. United Nations	Ujedinjeni narodi
USB	engl. Universal Serial Bus	Univerzalna serijska sabirnica
UTC	engl. Universal Time Coordinated	Koordinirano svjetsko vrijeme