

Analiza kontrole stanja navigacijskih uređaja u PM sustavu

Marović, Branko

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:164:784627>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**

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](#)




**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

BRANKO MAROVIĆ

**ANALIZA KONTROLE STANJA
NAVIGACIJSKIH UREĐAJA U PM
SUSTAVU**

DIPLOMSKI RAD

SPLIT, 2024.

	POMORSKI FAKULTET U SPLITU	STRANICA: ŠIFRA:	1/1 F05.1.-DZ
	DIPLOMSKI ZADATAK	DATUM:	05.08.2024.

SPLIT, _____

ZAVOD/STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA

PREDMET: PREGLED I NADZOR BRODA

DIPLOMSKI ZADATAK

STUDENT/CA: BRANKO MAROVIĆ

MATIČNI BROJ: 0171276577

ZAVOD/STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA

ZADATAK: Analizirati glavne stavke navigacijskih uređaja u pm sustavu kao i važnost održavanja navigacijskih što doprinosi samoj sigurnosti plovidbe.

OPIS ZADATKA: Proučavanjem dostupne literature i znanstvenih materijala na temu Analiza kontrole stanja navigacijskih uređaja u PM sustavu te kako primjena sustava doprinosi sigurnosti plovidbe

CILJ: Definirati opće značajke PM sustava kao i važnost koju doprinosi u sigurnosti navigacije. Detaljno opisati glavne navigacijske uređaje na mostu kao što su ECDIS, radar i GPS te njihov način održavanja. Nadalje će se proanalizirati sustav Sertica koji se danas koristi u brodarstvu za planiranje održavanja broda. Na temelju istraženog izvući će se zaključak.

ZADATAK URUČEN STUDENTU/CI: _____

POTPIS STUDENTA/CE: _____

MENTOR: IZV.PROF.DR.SC. RINO BOŠNJAK

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA

**ANALIZA KONTROLE STANJA
NAVIGACIJSKIH UREĐAJA U PM
SUSTAVU**

DIPLOMSKI RAD

MENTOR:

Izv. prof. dr. sc. Rino Bošnjak

STUDENT:

**Branko Marović
(MB: 0171276577)**

SPLIT, 2024.

SAŽETAK

Osiguravanje sigurnosti i učinkovitosti pomorskog prometa doprinosi neometanom funkcioniranju globalnih opskrbnih lanaca. Ovo je važnije nego ikad u ovim teškim vremenima u kojima industrija mora isporučivati vitalnu robu dok se suočava s velikim problemima kao što su velika zagušenja luka, manjak praznih kontejnera i porast vozarine. Nadalje, sustavi za planirano održavanje u pomorstvu omogućuju praćenje održavanja prema preporukama proizvođača i pravilima klasifikacijskih društava. Planiranje održavanja i kontrolu takvog procesa obavlja posada. Ipak primjena sustava preventivnog održavanja je skupa, jer se tijekom pregleda zamjenjuju svi oštećeni dijelovi određene komponente. Danas se može vidjeti mnoštvo elektroničkih uređaja i napredne opreme na brodu koji posadi olakšavaju jednostavno definiranje niza parametara. Sustav za prikaz elektroničkih karata i informacijski sustav je specijalizirano digitalno navigacijsko računalo i alternativa papirnatim kartama. Ono pohranjuje skup elektroničkih navigacijskih karata (ENC) i/ili rasterskih karata, koje prikazuju sve potrebne informacije koje su potrebne za sigurnu navigaciju. Radar, a zatim i ARPA izumljeni su kako bi pomogli pomorcima u obavljanju sigurnije navigacije. Uz GPS-a, posada broda može odrediti svoju točnu lokaciju. SERTICA se naširoko koristi od strane brodarskih kompanija širom svijeta na više od 2000 brodova. Osigurava pojednostavljene operacije i učinkovitost s digitalnim rješenjima koja pokrivaju održavanje, nabavu, HSQE, posadu, performanse, brodske dnevnike i izvještavanje.

Ključne riječi: *učinkovitost pomorskog prometa, održavanje u pomorstvu, navigacija, SERTICA.*

ABSTRACT

Ensuring the safety and efficiency of maritime transport contributes to the smooth functioning of global supply chains. This is more important than ever in these difficult times where the industry has to deliver vital goods while facing major problems such as heavy port congestion, shortage of empty containers and rising freight rates. Furthermore, systems for planned maintenance in the maritime sector enable monitoring of maintenance according to the manufacturer's recommendations and the rules of the classification societies. Maintenance planning and control of that process is done by the crew. However, the application of a preventive maintenance system is expensive, because during the inspection, all damaged parts of the component are replaced. Nowadays, we can see a lot of electronic devices and advanced equipment on a ship that make it easy for the ship's crew to easily define a number of parameters. The electronic map display and information system is a specialized digital navigation computer and an alternative to paper maps. Stores a set of electronic navigation charts (ENC) and/or raster charts, which can display all the necessary information the crew needs for safe navigation. Radar and then ARPA were invented to help seafarers navigate safely. With GPS, a ship's crew can determine their exact location. SERTICA is widely used by shipping companies worldwide on more than 2000 ships. It ensures streamlined operations and efficiency with digital solutions covering maintenance, procurement, HSQE, crew, performance, logbooks and reporting.

Key words: *maritime traffic efficiency, maritime maintenance, navigation, SERTICA.*

SADRŽAJ

SAŽETAK

ABSTRACT

1. UVOD	1
2. OPĆENITO O PM SUSTAVU	3
3. ANALIZA PLANIRANIH POSLOVA NAVIGACIJSKIH UREĐAJA	8
3.1. ECDIS	8
3.2. Radar	13
3.3. GPS	16
3.4. Ostali navigacijski uređaji	19
4. PLANER/ MATERIJALI I KONTROLA/ NARUDŽBA/ S OBZIROM NA NAVIGACIJSKU OPREMU	23
4.1. Primjer s broda planer (Sertica)	23
4.2. Planiranje dock liste u Sertici	26
4.3. Sustav održavanja i nabave u sertici	27
4.4. Funkcije i upotreba sustava Sertica	30
4.5. Primjer materijala i kontrola	33
5. ZAKLJUČAK	40
POPIS LITERATURE	42
POPIS SLIKA	45
POPIS KRATICA	46

1. UVOD

U svim granama današnjeg prometa pojavljuje se potreba za što točnijim navođenjem prometnih objekata. Navigacija predstavlja vještinu navođenja broda najpovoljnijim putem od jedne točke do druge. Pomorska se navigacija dijeli na obalnu, oceansku, te polarnu. Također postoji podjela s obzirom na način pozicioniranja broda, koja se dijeli na terestričku, astronomsku i elektronsku navigaciju.

Zbog obavljanja raznih poslova, posebno u vrlo teškim uvjetima pomoću plovnih objekata, slični sustavi kao kod navigacije koriste se kod njihovog pozicioniranja. Najčešće se koriste razne kombinacije elektronskih sustava kako bi se što lakše i preciznije odredio točan položaj plovnog objekta. Točno određivanje položaja od velike je važnosti jer se na temelju takvih podataka se ravnaju svi ostali sustavi.

Predmet i svrha istraživanja u ovom radu odnosi se na analizu kontrole stanja navigacijskih uređaja u PM sustavu.

Za potrebe izrade ovog rada koristilo se sljedeće znanstvene metode:

- komparativna metoda,
- metoda deskripcije,
- induktivna i deduktivna metoda,
- statistička metoda,
- metoda analiziranja i sintetiziranja.

U procesu pisanja ovog rada analizirali su se sekundarni izvori podataka koji su se odnosili na analizu kontrole stanja navigacijskih uređaja u PM sustavu.

Kompozicija (struktura rada) sastoji se od pet poglavlja rada koja se međusobno povezuju kako bi se kvalitetno obradila tema ovog rada.

U "Uvodu" ovog rada odredio se predmet istraživanja te su navedene metode korištene u radu i sažeta struktura cjelokupnog rada.

U drugom poglavlju "Općenito o PM sustavu" općenito je prikazan sam sustav, pri čemu su se analizirale opće značajke PM sustava.

"Analiza planiranih poslova navigacijskih uređaja" je naslov trećeg dijela u kojem se analizira ECDIS, RADAR, GPS kao i ostali navigacijski uređaji.

Četvrti dio rada "Planer/ materijali i kontrola/ narudžba/ s obzirom na navigacijsku opremu" analizira primjer s broda planer (Sertica), primjer materijala i kontrola.

Zaključak, završni dio ovog rada, prikazuje izlaganje sinteze cjelokupnog rada te su pritom istaknute i najvažnije spoznaje do kojih se došlo tijekom procesa istraživanja i pisanja ovog rada.

Na kraju rada je dan popis korištene literature, slika i kartica.

2. OPĆENITO O PM SUSTAVU

PMS (engl. *Planned maintenance system*) ili sustav planiranog održavanja koji je implementiran od strane kompanije, računalni je sustav, a namijenjen je za: planiranje, praćenje i izvještavanje o održavanju kao i provođenje aktivnosti nabave na brodovima kojima kompanija upravlja. Cilj je zakazati preglede u skladu s razumnim redovitim vremenskim rasporedom, održavanjem "komponenti" koje bi se trebalo provoditi na brodu, prema uputama koje daje kompanija. PMS omogućuje automatsko planiranje i raspoređivanje unaprijed definiranih poslova i omogućuje uredskom osoblju i posadi stvaranje neplaniranih poslova, za svaku komponentu, i praćenje njihovog statusa, prema trenutnom datumu, kako bi se pomoglo osoblju na obali i brodu lako znati gdje, kako i kada treba obaviti posao.

Pomorstvo je strateški sektor gospodarstva jer se 90% robe u svijetu prevozi morem. Uzimajući u obzir rast globalne trgovine i nova pitanja koja ona postavlja, podrška digitalnih tehnologija ključna je za bolje upravljanje pomorskim prijevozom. Kao i u svim sektorima, tranzicija prema digitalizaciji i automatizaciji je na putu u pomorskoj industriji kako bi se uhvatila u koštac s izazovima i iskoristila prilike koje nudi takva inicijativa dok se oporavlja od učinaka pandemije COVID-19.

Nadalje, u sadašnjoj eri interneta i novih tehnologija, konkurentsko okruženje se razvilo, pa tako ponašanja i očekivanja. Sve više se zahtijevaju pouzdane, fleksibilne, transparentne i troškovno učinkovite usluge prijevoza. Osim toga, pomorstvo se suočava s brojnim izazovima: smanjenje utjecaja na okoliš, osiguranje učinkovitog i održivog poslovanja, povećanje kratkoročne i dugoročne konkurentnosti, usklađivanje sa strožim regulatornim zahtjevima [26].

Slijedom navedenog osiguravanje sigurnosti i učinkovitosti pomorskog prometa doprinosi neometanom funkcioniranju globalnih opskrbnih lanaca. Ovo je važnije nego ikad u ovim teškim vremenima u kojima industrija mora isporučivati vitalnu robu dok se suočava s velikim problemima kao što su velika zagušenja luka, manjak praznih kontejnera i porast vozarine.

Kako bi se mogla obavljati sigurna plovidba, potrebno je obavljati pravovremene preglede sustava, te jasno označiti koji su pregledi obavljeni i kada se trebaju obaviti slijedeći. Statistička kontrola procesa samo je jedna od novih metoda koja se koristi za smanjenje operativnih troškova. Međutim jedno područje na koje mnoge industrije sada obraćaju pažnju je funkcija održavanja [4].

Smanjenje troškova održavanja ne znači nužno i smanjenje usluge ili kvalitete usluge. Navedeno utječe na učinkovitiju kontrolu organizacije održavanja i sličnih područja. Kako bi se učinkovito kontroliralo održavanje bilo kojeg objekta, potrebne su informacije koje se koriste prilikom analize onoga što se događa. Za ručnu kontrolu potrebno je puno truda i vremena. Zbog toga mnoge napredne tvrtke razvijaju i koriste računalne programe usmjerene na kontrolu organizacije održavanja sustava. Ti se sustavi često nazivaju računalnim sustavima upravljanja održavanjem CMMS (engl. *Computerized Maintenance Management Systems*).

Nadalje, sustavi za planirano održavanje u pomorstvu omogućuju praćenje održavanja prema preporukama proizvođača i pravilima klasifikacijskih društava. Planiranje održavanja i kontrolu tog procesa obavlja posada. U takvim procesima rad posade periodički nadziru ovlaštene osobe iz klasifikacijskih društava koje prema obavljenom poslu izdaju uvjerenja Potvrde o usklađenosti *Document of Compliance* i Potvrde o upravljanju sigurnošću *Safety Management Certificate* [4].

Preventivno održavanje podijeljeno je na pet različitih vrsta u skladu s prirodom njegovih aktivnosti [4]:

- rutinsko održavanje (engl. *Routine maintenance*) koje uključuje one aktivnosti održavanja koje se ponavljaju i periodične su prirode, poput podmazivanja, čišćenja i malih podešavanja,
- tekuće održavanje (engl. *Running maintenance*) koje uključuje one aktivnosti održavanja koje se obavljaju dok stroj ili oprema radi i predstavljaju one aktivnosti koje se obavljaju prije stvarnih aktivnosti preventivnog održavanja,
- održavanja prema prigodi (engl. *Opportunity maintenance*) - skup aktivnosti održavanja koje se izvode na stroju ili postrojenju kada postoji neplanirana mogućnost tijekom obavljanja planiranih aktivnosti održavanja na drugim strojevima ili objektima,
- održavanje određenog perioda (engl. *Window maintenance*) - predstavlja skup aktivnosti koje se izvode kad stroj ili oprema nisu potrebni određeno vremensko razdoblje,
- preventivno održavanje gašenjem pogona (engl. *Shutdown preventive maintenance*) - održavanje predstavlja skup preventivnih aktivnosti održavanja koje se provode kada je proizvodna linija u potpunom zaustavljanju.

Preventivno održavanje odnosi se na radnje izvedene prema vremenskom ili strojnom rasporedu koji otkrivaju, isključuju ili ublažavaju degradaciju komponente ili sustava s ciljem održavanja ili produljenja korisnog vijeka kontrolom degradacije na prihvatljivu razinu. Ono se odnosi na niz planiranih i koordiniranih inspekcija, prilagođavanja, popravaka i zamjena potrebnih djelovah za održavanje opreme ili postrojenja.

Zbog navedenoga je jedan od temeljnih ciljeva preventivnog održavanja otkrivanje i sprečavanje bilo kojeg stanja koje može izazvati kvar stroja prije nego što se takav kvar dogodi. To omogućava planiranje i zakazivanje radova na održavanju bez prekida u proizvodnom planu čime se poboljšava raspoloživost opreme [4]. Kao dio preventivnog održavanja pokreću se sljedeće aktivnosti [4]:

- rutinska pažnja,
- rutinsko ispitivanje,
- preventivna zamjena,
- planiranje.

Ipak primjena sustava preventivnog održavanja skupa je stvar jer se tijekom pregleda zamjenjuju svi oštećeni dijelovi komponente. Međutim, veći troškovi održavanja obično se nadoknađuju produženim radnim vijekom opreme.

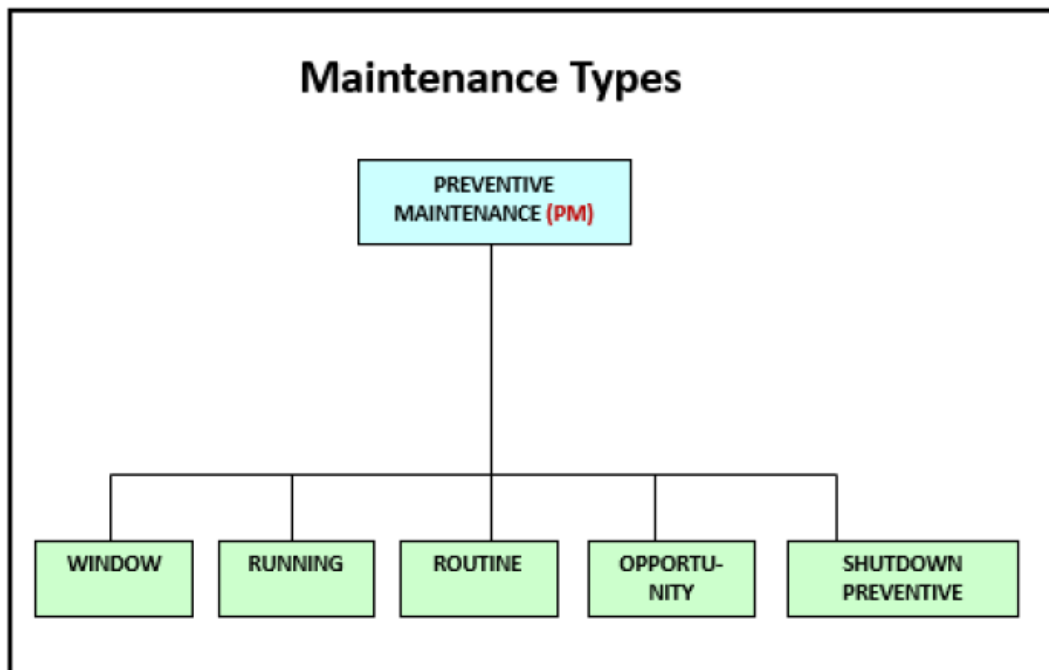
Pod preventivnim održavanjem se podrazumijeva održavanje koje se provodi uz propisana pravila s ciljem smanjenja vjerojatnosti pojave zastoja ili povišenja učinka sustava. Preventivno održavanje također se definira kao niz aktivnosti održavanja neophodnih za sprječavanje pojava zastoja odnosno održavanje karakteristika eksploatacijskog sustava unutar granica dozvoljenih odstupanja. U osnovi tog pristupa je obavljanje radova održavanja prema zacrtanome planu prije nego što nastane kvar, odnosno zastoj. Stručnjaci održavanja obavljaju niz zahvata, koji trebaju biti dogovoreni s pripremom eksploatacije kako bi određeni sustav bio zaustavljen radi potrebe preventivnih radnji održavanja. Prema katalogu svih pozicija i sklopova i preporuka proizvođača planira se što u određenim ciklusima treba preventivno raditi na održavanom sustavu [4].

Slijedom navedenog preventivno održavanje (PM) obuhvaća sljedeće aktivnosti održavanja [4]:

- preventivne periodične preglede,
- traženje i otklanjanje slabih mjesta na sustavu,
- kontrolne preglede,
- tehničku dijagnostiku,
- planirane popravke (male, srednje i velike).

Ovim se pristupom angažiraju velika sredstva (materijal rezervni dijelovi i stručnjaci održavanja) i često je potrebno plansko zaustavljanje sustava što je na visokoproduktivnim strojevima i procesnim postrojenjima neprihvatljivo zbog velikih troškova zastoja.

Na slici 1. prikazane su vrste preventivnog održavanja.



Slika 1. Vrste preventivnog održavanja [4]

Ako su troškovi zastoja veći od troškova zahvata popravka zamjenu elementa treba vršiti prije pojave zastoja. U literaturi se, uglavnom obrađuju tri modela preventivnog održavanja i to [4]:

- periodični model preventivnog održavanja (održavanje primjenljivo za jedan element sustava),
- pravodobni model preventivnog održavanja (održavanje primjenljivo za više elemenata sustava),
- prilagodljivi model preventivnog održavanja (održavanje primjenljivo za jedan ili više elemenata sustava).

Među navedenim modelima preventivnog održavanja elemenata sustava najjednostavniji model jest periodični model. Ovaj se model temelji na zamjeni elementa čim dođe do zastoja ili nakon unaprijed određenog vremena. U novije vrijeme u pomorstvu sve se više primjenjuje pravodobni model preventivnog održavanja.

Za brodove s nekoliko tisuća elemenata, potrebna je kombinacija postupaka održavanja kako bi se postigli što niži troškovi nego li pri izvršavanju zadataka periodičnim modelom za svaki element sustava. Zbog toga se model periodičkog preventivnog održavanja proširuje na više sastavnih dijelova sustava, ekonomski zavisnih. Prilagodljivi model preventivnog održavanja se zasniva na promjeni intervala kod preventivnog održavanja. Na temelju prikupljenih podataka se ispravlja interval aktivnosti održavanja [13].

Čimbenici koji utječu na učinkovitost ove vrste održavanja su [4]:

- potreba za odgovarajućim brojem osoblja u odjelu za održavanje radi obavljanja ove vrste održavanja,
- pravi izbor proizvodne opreme i strojeva koji su prikladni za radno okruženje i koji mogu podnijeti opterećenje ove okoline,
- potrebne kvalifikacije i vještine osoblja koje se može steći obukom,
- podrška i predanost izvršnog menadžmenta programu PM-a,
- pravilno planiranje i planiranje PM programa,
- sposobnost ispravne primjene PM programa.

Nadalje, to je dobro za one strojeve i postrojenja kojima bi njihov kvar uzrokovao ozbiljne gubitke u proizvodnji. Cilj mu je održavati strojeve i prostore u takvom stanju da se kvarovi i hitni popravci svedu na minimum. Njegove aktivnosti uključuju zamjene, prilagodbe, velike popravke, preglede i podmazivanja.

Glavna razlika između preventivnog održavanja i prediktivnog održavanja sastoji se u tome što prediktivno održavanje koristi praćenje stanja strojeva ili opreme radi utvrđivanja stvarnog srednjeg vremena do kvara, dok preventivno održavanje ovisi o statističkim podacima prosječnog industrijskog života [13].

3. ANALIZA PLANIRANIH POSLOVA NAVIGACIJSKIH UREĐAJA

Od davnina su pomorci koristili različite vizualne reference i uglavnom se oslanjali na zvijezde na nebu za navigaciju i određivanje kursa. Od tog vremena dizajn brodova je znatno poboljšan, kao i navigacijska oprema koja se koristi na brodu. Danas se može vidjeti mnoštvo elektroničkih uređaja i napredne opreme za mostove na brodu koji brodskim časnicima olakšavaju jednostavno definiranje niza parametara.

U nastavku će biti objašnjen ECDIS, radar, GPS te ostali navigacijski uređaji.

3.1. ECDIS

Sustav za prikaz elektroničkih karata i informacijski sustav je specijalizirano digitalno navigacijsko računalo i alternativa papirnatim kartama. Pohranjuje skup elektroničkih navigacijskih karata (ENC) i/ili rasterskih karata, koje mogu prikazati sve potrebne geografske informacije koje posada treba za sigurnu plovidbu [3].

Međutim, ECDIS nije samo digitalizirana zamjena za tradicionalne karte. ECDIS karte obično uključuju puno više informacija od prijašnjih navigacijskih alata i automatiziraju mnoge bitne funkcije. Na primjer, posada sada ima mnogo lakši posao zahvaljujući automatskom planiranju rute i praćenju. Dok je ispravljanje rute u prošlosti oduzimalo puno vremena časniku, to nije slučaj s funkcionalnim ECDIS-om. Preciznost, dosljednost i pouzdanost elektroničke navigacije predstavljaju blagodat za sigurnost, učinkovitost i profitabilnost.

Sustav za prikaz elektroničkih karata i informacijski sustav (ECDIS) razvoj je sustava navigacijskih karata koji se koristi širom svijeta u pomorskoj plovidbi. GNSS (engl. *Global navigation satellite system*) jedinice neprestano pohranjuju ECDIS informacijama o položaju te stoga korisnik svjedoči položaju broda u stvarnom vremenu. Ovo je zapravo jedna od glavnih prednosti ECDIS-a u usporedbi sa papirnatim kartama. Budući da je položaj broda "uživo" na ENC-u, čime je svijest o trenutnoj poziciji poboljšana.

Na slici 2. je prikazan ECDIS sustava.



Slika 2. ECDIS sustav [15]

ECDIS radi tako što uključuje robustan, specijalizirani elektronički navigacijski softver s mnogim modernim navigacijskim alatima. To uključuje uređaje kao što su GPS, RADAR, AIS i brojne druge. Može se koristiti ECDIS za pristup informacijama iz ovih izvora, te provjeriti gotovo sve relevantne navigacijske informacije.

Korištenjem ENC-a, ECDIS može utvrditi precizne informacije o dubini i rano upozoriti na sve potencijalne opasnosti duž rute. Posada može dobiti još preciznije informacije izračunavanjem i unosom brojki. Ove informacije unose se u nekoliko drugih automatiziranih funkcija, osiguravajući iznimno precizne procjene sigurnosti rute i automatizirana sigurnosna upozorenja [3].

Osim povećanja navigacijske sigurnosti, ECDIS uvelike olakšava posao navigatoru svojim automatskim mogućnostima kao što su planiranje rute, praćenje rute, automatsko izračunavanje ETA i ažuriranje ENC-a. Osim toga, ECDIS pruža mnoge druge sofisticirane navigacijske i sigurnosne značajke, uključujući kontinuirano snimanje podataka za kasniju analizu [5].

Početkom 2000-ih većina je proizvođača razvila ECDIS. Tehnologija je brzo napredovala i uskoro su ti uređaji postali sve u jednom, višenamjenski zaslone koji uključuju [19]:

- GPS,
- radar,

- dubinomjere,
- AIS informacije,
- Wi-Fi,
- čak i Bluetooth.

Koristeći NMEA standarde interoperabilnosti, ti MFD-ovi su ubrzo počeli međusobno komunicirati u IBS-u (*Integrated Bridge System*). Sustavi koji su nekad bili dostupni samo komercijalnim brodovima sada su dostupni rekreativnim nautičarima [19].

U isto vrijeme, nekoliko je tvrtki počelo pružati vlastite elektroničke karte, uključujući Navionics, Garmin Bluecharts, C-Map i Euronav. Ovo je stvorilo potpuno novu razinu dijeljenja informacija jer su proizvođači dopustili pojedinačnim nautičarima da dijele podatke. Softver tvrtke Navionics i Garmin potiče nautičare da podnose sonarske zapisnike za neistražena područja, koji se svakodnevno uključuju u softver i dijele u "stvarnom vremenu" s cijelom nautičarskom zajednicom. To omogućava nautičarima stvarno pomaknuti granice plovnih voda i iskorištavanje prednosti novih tehničkih i tehnoloških znanja.

Sustav za prikaz elektroničkih karata i informacijski sustav (ECDIS) označava navigacijski informacijski sustav koji se, uz odgovarajuće sigurnosne aranžmane, može prihvatiti kao usklađen s ažuriranom kartom propisanom uredbama V/19 i V/27 iz 1974. Konvencije SOLAS, prikazivanjem odabranih informacija iz elektroničke navigacijske karte sustava (SENC) s informacijama o položaju od navigacijskih senzora za pomoć pomorcu u planiranju rute i praćenju rute, te prikazivanjem dodatnih informacija vezanih uz navigaciju ako je potrebno.

Službeno uvođenje ECDIS-a u pomorsku industriju pomoglo je u rješavanju mnogih problema (opterećenje papirom, jednostavno planiranje i praćenje, dostupnost informacija u stvarnom vremenu itd.), kao i stvorilo neke, od kojih je većina povezana s ljudskim ponašanjem i načinom na koji se ECDIS sustavi koriste. U tu svrhu, IMO je izdao standarde performansi za sustave i standarde obuke za pomorce. STCW je izmijenjen i dopunjen potičući pomorce s dužnostima straže na mostu da budu obučeni kroz IMO model tečaja 1.27 za Generičku ECDIS obuku i da se upoznaju sa sustavom na brodu kroz proceduru [22].

Slijedom navedenog ECDIS je obavezan zahtjev za mnoge brodove u skladu s međunarodnim propisima budući da pomorcima pruža mnoštvo informacija koje su ključne za sigurnu plovidbu, uključujući položaj broda, dubinu i lokaciju navigacijskih opasnosti [23]. Pomorci mogu vidjeti trenutnu lokaciju broda u odnosu na okolno okruženje u stvarnom vremenu.

ECDIS im pruža prikaz karte visoke rezolucije u stvarnom vremenu koji je precizniji i detaljniji od tradicionalnih papirnatih karata. ECDIS sustavi koriste ENC-ove koji se redovito ažuriraju kako bi se osigurala njihova točnost i aktualnost, pružajući pomorcima najnovije i najpouzdanije podatke o kartama. ECDIS nudi niz alata i značajki za podršku planiranju i provedbi putovanja. To uključuje optimizaciju rute i praćenje položaja, smjera i brzine plovila u stvarnom vremenu. Korištenjem ovih alata i značajki, pomorci mogu planirati i izvršiti sigurna i učinkovita putovanja, pomažući smanjiti troškove i poboljšati operativnu učinkovitost.

Propisi zahtijevaju da ECDIS bude instaliran na svim novim brodovima koji su izgrađeni 1. srpnja 2018. ili nakon tog datuma. Dodatno, postojeći brodovi koji moraju nositi papirnatu kartu također moraju imati ECDIS na brodu, osim ako im IMO ne odobri izuzeće. Specifični tipovi plovila mogu se razlikovati ovisno o zemlji registracije, ali općenito sljedeće vrste plovila moraju imati ECDIS [23]:

- svi putnički brodovi, bez obzira na veličinu,
- svi teretni brodovi s bruto tonažom od 10 000 ili više,
- sve mobilne jedinice za bušenje na moru,
- svi brodovi koji moraju imati sustav dinamičkog pozicioniranja (DPS),
- svi brodovi koji moraju imati sustav za automatsku identifikaciju (AIS).

Osim toga, IMO navodi kako se sustav mora ispravno održavati i kalibrirati, pri čemu pomorci moraju dobiti odgovarajuću obuku i obrazovanje o tome kako upotrebljavati takav sustav.

Kada je riječ o ECDIS sastavu većina ljudi obično misli o ljudskoj pogrešci kao o pogrešci operatera, u kojoj pomorac čini grešku ili grešku zbog pogrešne percepcije, pogrešnog razmišljanja, nepažnje ili slabećih atributa kao što su stres ili umor.

Međutim, postoje mnogi drugi važni razlozi za ljudske pogreške. Razlozi koji povećavaju ljudsku sposobnost pogreške su sljedeći [22]:

- upravljanje,
- politike koje vrše pritisak na zapovjednika i posadu da se pridržavaju rasporeda pod svaku cijenu,
- loš dizajn opreme koji sprječava navigatorovu sposobnost obavljanja sigurnih navigacijskih dužnosti,
- nepravilno održavanje ili nedostatak održavanja,
- nepravilno ili nedostatak obuke,
- neadekvatan broj posade.

ECDIS je uređaj ne samo za praćenje putovanja, nego i dizajniran pridonijeti njihovoj svijesti o situaciji zapovjednika broda i časnika. Proces proizvodnje elektroničkih karata važan je barem kao i ECDIS softver u smislu učinkovitog rada sustava [30].

Osim poboljšanih sigurnosnih informacija, postoji mnogo prednosti korištenja ECDIS tehnologije u operacijama. Kao što je spomenuto, ECDIS omogućuje najveću točnost kada je u pitanju praćenje u stvarnom vremenu. Navigatori primaju ažurirane informacije o svojoj trenutnoj ruti.

I dalje je važno osigurati da sučelje bude što jednostavnije za korištenje i lako razumljivo. To je osobito istinito u svjetlu potencijalne opasnosti kada su praktičnost i ekspanzivnost velika sredstva. Kako bi operacije bile brze i prikladne, ECDIS koristi niz druge navigacijske opreme i softvera uključujući Echo Sounder, GPS, RADAR, Gyro i ARPA [16]. Osim što će posadi broda pružiti vizualne i zvučne signale kako se plovilo kreće u opasnom smjeru, glasni alarmi i signali upozorenja također obavještavaju ostatak posade kako bi mogli brzo djelovati ukoliko dođe do opasnosti. Takva karakteristika istovremeno oslobađa navigatora broda od stresnog zadatka pojedinačnog obavještavanja ostalih članova posade, dopuštajući im usmjeravanje na brzo mapiranje nove rute.

Osim mogućnosti pružanja sigurnih alternativa putovanju za plovila, robusni zasloni poput ECDIS-a moraju imati odgovarajući kapacitet za točno predviđanje procijenjenog vremena dolaska na njihova odredišta kako bi se članovi posade i časnici mogli prikladno pripremiti [16]. Ponekad tradicionalne karte mogu zamijeniti velika morska stvorenja ili nežive objekte poput krhotina s potencijalnim prijetnjama. Kako bi takve stvari spriječile nepotrebno preusmjeravanje, ECDIS koristi tehnologiju poboljšane preciznosti kako bi navigatorima pomogao prepoznati takve objekte s velike udaljenosti. Sam sustav elektroničkih karata i informacijski sustav prikazuje položaj broda na elektroničkim pomorskim kartama u stvarnom vremenu uz vrlo malo napora od strane navigatora, te tako značajno utječe na unaprjeđenje sigurnosti plovidbe.

Uz alarme i upozorenja koje stvara ECDIS kako bi skrenuo pozornost na kvarove sustava, osigurava i automatsku provjeru rute u fazi planiranja i automatske alarme i upozorenja kao odgovor na postavljene parametre za vrijeme planiranja rute i praćenja plovidbe. Neovisno na prikazanu kartu, ECDIS će stvarati upozorenja u odnosu na najveću dostupnu ljestvicu relevantne karte. Ipak, kako se funkcija automatskog alarma ECDIS-a gubi kada se njime upravlja u RCDS načinu rada, preporučuje se upotreba odgovarajuće papirnate karte kako bi se osigurala najbolja svijest o situaciji, jer veličina zaslona ECDIS-a ograničava veličinu karte [27].

ECDIS je vrlo učinkovit navigacijski alat, koji u konačnici ne zamjenjuje navigatora. Takav je sustav osmišljen kako bi navigaciju učinio sigurnijom i smanjio radno opterećenje navigatora zamjenom papirnatih karata elektroničkim sustavom sposobnim za korisne automatske funkcije. Ipak, učinkovitost i korisnost opreme definirana je operativnim vještinama navigatora, njegovim razumijevanjem prikazanih informacija, njegovim uvažavanjem i upravljanjem svim nedostacima opreme i njegovom sposobnošću za optimalnim iskorištavanjem informacije kako bi osigurala sigurna plovidba. Navedeno se može ostvariti isključivo pravilnim treningom.

3.2. RADAR

Prije izuma radara na brodovima, navigacija se obavljala vizualno što je imalo dosta nedostataka, kao što je bila vrlo teška navigacija pri smanjenoj vidljivosti ili bilo koji drugi razlog zbog kojeg se nije moglo otkriti položaj drugih brodova što je za posljedicu imalo mnogo sudara na moru tijekom slabe vidljivosti.

Radar u pomorskoj industriji bio je dragocjenost za pomorce jer pomaže navigatoru u svim vremenskim uvjetima, prometnim uvjetima i vidljivosti.

Na slici 3. je prikazan radar.



Slika 3. Radar [7]

Nadalje, radar, te potom i ARPA izumljeni su kako bi pomogli pomorcima u obavljanju što sigurnije navigacije. Prvi radar korišten je u britanskim i američkim flotama 1942. godine. Svrha radara na brodovima je lociranje drugih plovila i kopnenih masa pri čemu navigator može odrediti njihov položaj, brzinu i udaljenost od njih. To su elektronički navigacijski alati koji stvaraju sliku područja oko broda pomoću rotirajuće antene, koja prebacuje uski snop mikrovalova putem vodene površine oko broda i do horizonta. Kako ove zrake pogađaju cilj i vraćaju se natrag, cilj se iscrtava na ekranu radara [7].

Upotreba radara iznimno je važna za pomorsku i obalnu sigurnost. Sposobnost upravljanja brodom u najsurovijim vremenskim uvjetima kada je vidljivost slaba noću ili zbog lošeg vremena apsolutna je potreba za kapetane koji donose važne odluke. Brodski pomorski radari nisu jedini alati koje lučke kapetanije i obalna straža koriste za praćenje brodskog prometa, oni također koriste radarske sustave za promet plovila na obali.

Neuobičajeno je da se radari koriste isključivo u morskome okruženju. Radarski i drugi navigacijski zaslone sve se više kombiniraju na jednom zaslonu jer bi stalno prebacivanje između njih moglo biti neugodno. Kao rezultat toga, radarski prikaz se često može nadopuniti sonarnim prikazom i elektroničkom GPS navigacijskom kartom položaja broda [18]. To daje širu perspektivu iz koje se može upravljati brodom.

Slijedom navedenog radarski sustav radijske detekcije i dometa (RADAR) temelji se na tehnologiji elektromagnetskih senzora. Radar emitira radio valove u svemir. Vatrostalni materijali će prigušiti neke radio valove (mete). Kada se radiovalovi prime i pošalju prema meti, mnogi se odjeci odbijaju od površine u različitim smjerovima. Moguće je primiti i pojačati neke od reflektiranih radio valova usmjeravanjem natrag prema radaru. Prisutnost ili odsutnost odjeka od unaprijed određene mete utvrđuje se uz pomoć obrade signala. Reflektirani signal može se koristiti za određivanje lokacije cilja i drugih detalja [8].

Većina radarskog sustava sastoji se od sljedećih komponenti [7]:

- antenska jedinica (antena + motor) - antena koja emitira elektromagnetske valove i motor koji rotira antenu,
- primopredajna jedinica - jedinica odgovorna za generiranje valova i obradu signala,
- jedinica za obradu - jedinica koja obrađuje signale radarske komponente i vanjskog uređaja,
- prikazna jedinica - prikaz radarskog zaslona i podataka senzora,
- upravljačka jedinica - radarske kontrole.

Prema tome, postoje dvije glavne vrste radara, koje se razlikuju po signalima koje koriste. Radar s kontinuiranim valovima s frekvencijskom modulacijom (FMCW) oblik je radara s kontinuiranim valovima koji koristi frekvencijsku modulaciju. Ponekad se naziva CWFM radar, što je skraćenica za radar s kontinuiranom frekvencijskom modulacijom valova. Kod ovakvog radara na brodovima jedna antena služi za prijenos, a druga za prijem. Ovim radarom mogu se izračunati udaljenost i brzina. Takav radar daje preciznu procjenu relativne brzine cilja. Zbog toga se takvi radari najčešće koriste u kontekstima gdje je brzina od većeg značaja od prijedene udaljenosti. Jednostavno rečeno, trgovački brodovi ne mogu se mjeriti s najvećim brzinama drugih vrsta prijevoza. Zato je određivanje udaljenosti mete ključno za izbjegavanje slučajnih sudara [7].

Drugi oblik radara je pulsni radar, koji je dizajniran za uočavanje pokretnih ciljeva poznat je kao radar za indikaciju pokretnih ciljeva ili skraćeno MTI radar. Koristi duplexer koji omogućuje jednoj anteni da djeluje i kao odašiljač i kao prijemnik. Teorija Dopplerovog učinka u središtu je sposobnosti MTI radara kako bi se razlikovali pokretni i mirni ciljevi. Pulsni radari često se koriste na komercijalnim (trgovačkim) brodovima jer su jeftiniji za instaliranje i jednostavniji rad, a njihove antene zauzimaju manje prostora iako postoje različiti oblici radara [7].

Određivanje dometa radarskog sustava teže je zbog trajanja impulsa i načina na koji se mikrovalni signal obrađuje, oblika zasjenjenog područja ispod pulsa snopa i namjernog potiskivanja viška električnog šuma u blizini radara. Zbog toga treba koristiti prave skale dometa na temelju trenutne situacije i karakteristika okoline broda [18].

3.3. GPS

Global Positioning System (GPS) svemirski je navigacijski sustav koji se sastoji od 24 navigacijska satelita u 6 različitih orbita koji daju informacije o lokaciji i vremenu u svim vremenskim uvjetima, bilo gdje na Zemlji ili blizu nje gdje postoji neometana linija vidljivosti četiri ili više GPS satelita. Značaj GPS-a na brodovima je ogroman. Navigacija je jedan od najkritičnijih aspekata rada broda, pri čemu GPS pruža točne i pouzdane informacije o položaju, kursu i brzini broda. Uz GPS, posada broda može odrediti svoju točnu lokaciju, planirati i izvršavati sigurne rute, izbjeći opasnosti i kretati se kroz teške vremenske uvjete. GPS također omogućuje učinkovito planiranje i upravljanje putovanjem, uštedu vremena i goriva te smanjenje operativnih troškova [1].

Osim navedenoga, GPS omogućuje operacije potrage i spašavanja dajući točne informacije o lokaciji broda u slučaju opasnosti. Općenito, GPS je uvelike utjecao na razvoj navigacije i sigurnosti na moru, stvarajući pomorske operacije učinkovitijima i sigurnijima.

Izvorno razvijen od strane Ministarstva obrane Sjedinjenih Američkih Država za vojne svrhe, GPS je postao nezamjenjiv alat u raznim pomorskim primjenama, od komercijalnog brodarstva do rekreativne vožnje čamcem i pomorskih istraživanja. Sustav se sastoji od mreže satelita koji kruže oko Zemlje, zemaljskih kontrolnih stanica i korisničkih prijamnika. GPS radi triangulacijom signala koje odašilje više satelita kako bi izračunao točan položaj prijemnika. Ove signale, koji putuju brzinom svjetlosti, primaju GPS prijemnici na brodovima ili drugim pomorskim plovilima [17].

Analizirajući vrijeme potrebno da signali s različitih satelita dođu do prijemnika, GPS prijemnik može odrediti svoju točnu lokaciju na Zemljinoj površini. GPS je zbog toga značajno poboljšao sigurnost na moru, omogućujući plovilima točno odrediti svoju poziciju, pratiti svoje rute i izbjegavati opasnosti poput grebena, pličina ili drugih plovila. Također omogućava učinkovito planiranje putovanja, optimiziranje ruta za potrošnju goriva i smanjenje vremena putovanja.

Osim navigacije, GPS ima ključnu ulogu u pomorskim operacijama kao što su misije potrage i spašavanja, pomorski nadzor i praćenje plovila. GPS tehnologija dodatno se razvila dolaskom naprednih sustava poput diferencijalnog GPS-a (DGPS) i kinematskog GPS-a u stvarnom vremenu (RTK). Ovi sustavi pružaju još veću točnost, omogućujući precizno pozicioniranje unutar centimetra. Takva je preciznost posebno vrijedna u primjenama kao što su hidrografska istraživanja, instalacije na moru i znanstvena istraživanja [17].

Na slici 4. je prikazan GPS.



Slika 4. GPS [31]

Nadalje, u pomorskoj plovidbi važno je da časnik broda zna položaj plovila dok je na otvorenom moru, kao i u zakrčenim lukama i vodenim putovima. Dok je na moru, potrebna je točna pozicija, brzina i smjer kako bi se osiguralo da plovilo stigne na svoje odredište na najsigurniji, najekonomičniji i pravovremen način koji uvjeti dopuštaju [32].

Potreba za točnim informacijama o položaju postaje još kritičnija kako plovilo isplovjava ili stiže u luku. Promet plovila i druge opasnosti na plovnom putu otežavaju manevriranje, a rizik od nesreća postaje veći. Pomorci i oceanografi sve više koriste GPS podatke za podvodno mjerenje, postavljanje plutača i lociranje i kartiranje opasnosti u navigaciji. Komercijalne ribarske flote koriste GPS za navigaciju do optimalnih lokacija za ribolov, praćenje migracija riba i osiguravanje usklađenosti s propisima. Poboljšanje osnovnog GPS signala poznatog kao Diferencijalni GPS (DGPS) pruža mnogo veću preciznost i veću sigurnost u područjima pokrivenosti za pomorske operacije. Mnoge države koriste DGPS za operacije kao što su pozicioniranje plutača, čišćenje i jaružanje. Ovo poboljšanje poboljšava navigaciju u luci.

Vlade i industrijske organizacije diljem svijeta rade zajedno na razvoju standarda performansi za elektroničke karte i informacijske sustave, koji koriste GPS i/ili DGPS za informacije o položaju. Ovi sustavi revolucioniraju pomorsku navigaciju i dovode do zamjene papirnatih pomorskih karata. S DGPS-om se informacije o položaju i radaru mogu integrirati i prikazati na elektroničkoj karti, čineći osnovu Integriranog sustava mosta koji se postavlja na komercijalna plovila svih vrsta [32].

GPS ima sve važniju ulogu u upravljanju pomorskim lučkim objektima. GPS tehnologija, zajedno sa softverom za geografski informacijski sustav (GIS), ključna je za učinkovito upravljanje i rad automatiziranog postavljanja kontejnera u najvećim svjetskim lučkim objektima. Olakšava automatizaciju procesa preuzimanja, prijenosa i postavljanja kontejnera prateći ih od ulaza u luku do izlaza. S milijunima kontejnerskih pošiljki koje se godišnje stavljaju na lučke terminale, GPS je uvelike smanjio broj izgubljenih ili pogrešno usmjerenih kontejnera i smanjio povezane operativne troškove. GPS informacije ugrađene su u sustav poznat kao prijenos sustava automatske identifikacije (AIS) [9].

AIS, koji je odobrila Međunarodna pomorska organizacija, koristi se za kontrolu prometa plovila oko prometnih morskih putova. Ova usluga nije samo vitalna za plovidbu, već se sve više koristi za jačanje sigurnosti luka i plovnih putova pružajući vladama veću situacijsku svijest o komercijalnim plovilima i njihovom teretu. AIS koristi sustav transpondera koji radi u VHF pomorskom pojasu i sposoban je komunicirati brod s brodom, kao i brod s obalom, odašiljajući informacije koje se odnose na identifikaciju broda, zemljopisni položaj, vrstu plovila i informacije o teretu.

Budući kako je GPS položaj broda ugrađen u te prijenose, sve bitne informacije o kretanju plovila i sadržaju mogu se automatski učitati na elektroničke karte. Sigurnost prometa i sigurnost plovila koja koriste ovaj sustav značajno je unaprijeđena. Konačno, s modernizacijom GPS-a, pomorcima se olakšava rad, posebno u poslovima sigurnosti, brzine, te donošenja adekvatnih odluka. Uz trenutnu GPS civilnu uslugu, SAD su predane implementaciji dva dodatna civilna signala. Pristup novim signalima značit će povećanu točnost, veću dostupnost i bolji integritet za sve korisnike.

3.4. OSTALI NAVIGACIJSKI UREĐAJI

Navigacijska oprema plovila sastoji se od skupa uređaja koji određuju položaj broda, brzinu, kurs, a također osiguravaju sigurnost tijekom plovidbe u plitkim vodama ili pri susretu s drugim plovilima. Neke od njih pomorci koriste već duže vrijeme, dok druge predstavljaju nove tehnologije.

Nadalje, ARPA (engl. *Automatic Radar Plotting Aid*) je računalni sustav koji obrađuje radarske podatke i stvara tragove za plovila unutar radarske pokrivenosti broda. Koristeći napredne tehnologije, ARPA ne predstavlja samo trenutnu situaciju, već i predviđa buduće situacije [28]. Sustav izračunava kurs praćenih objekata, njihovu brzinu, vrijeme i udaljenost potrebnu za siguran prolaz s drugim plovilima. Po potrebi korisnik može dobiti detaljnije informacije o odabranim objektima.

Na slici 5. je prikazana ARPA.



Slika 5. ARPA [11]

Poput ARPA-e, ATA (engl. *Automatic Tracking Aid*) uređaj prikazuje informacije o praćenom cilju u grafičkom i numeričkom obliku pomoću radarskih kontakata. To omogućuje časniku straže planiranje sigurnijeg kursa bez sudara [11].

Autopilot je uistinu neizostavna komponenta navigacijske opreme mosta. Ovo je sustav (elektronički ili hidraulički) dizajniran za automatsku kontrolu kormilarskog mehanizma plovila i njegovo održavanje na zadanom kursu. Držeći upravljač u načinu autopilota, navigator se može usredotočiti na druge kritične zadatke kao što je procjena rizika od sudara i izbjegavanje. Uređaj je sinkroniziran sa žiro kompasom. Ako sustav ima bilo kakvih kvarova, oni će utjecati na upravljanje plovilom. U slučaju kvara žiroskopskog kompasa, sustav će izgubiti sposobnost upravljanja plovilom. Suvremeni sustavi autopilota također se mogu sinkronizirati s ECDIS-om, što im omogućuje praćenje rute postavljene na elektroničkoj karti. Autopilot ipak ne može u potpunosti zamijeniti čovjeka [11]. Plovilom se mora upravljati ručno kada plovi u ograničenim vodama i područjima s velikom gustoćom prometa.

Na slici 6. je prikazan autopilot.



Slika 6. Autopilot [11]

AIS (engl. *Automatic Identification System*) je sustav za automatsko praćenje koji služi za identifikaciju brodova, njihovih dimenzija, kursa, brzine, pozicije i drugih podataka pomoću VHF radio valova (frekvencije 161,975 MHz i 162,025 MHz). Njegova glavna zadaća je smanjiti rizik od sudara brodova [6].

Na slici 7. je prikazan AIS.



Slika 7. AIS [11]

Za razliku od radara koji su u stanju detektirati pojavu velikih plutajućih objekata u blizini broda i približno procijeniti njihov trenutni smjer i brzinu, AIS daje mnogo detaljnije i točnije podatke o navigacijskoj situaciji. Prikazuje se na zaslonu AIS stanice ili ECDIS-a. Plovila opremljena AIS-om moraju ga stalno održavati u radu. Iznimka je u slučajevima kada je međunarodnim ugovorima predviđena zaštita navigacijskih podataka.

Važno je navesti i LRIT (engl. *Long Range Identification and Tracking*) koji je međunarodni sustav za praćenje i identifikaciju plovila koji je uspostavio IMO. Usmjeren je na povećanje sigurnosti brodarstva i osiguravanje zaštite morskog okoliša. Na slici 8. je prikazan LRIT.



Slika 8. LRIT [11]

Prema SOLAS poglavlju V, pravilu 19.1, sljedeće vrste plovila moraju slati informacije u LRIT sustav tijekom svojih međunarodnih putovanja [28]:

- putnički brodovi, uključujući brza putnička plovila,
- teretni brodovi, uključujući brza plovila, od 300 bruto tona i više,
- mobilne jedinice za bušenje na moru.

Ovo su glavne vrste navigacijske opreme modernih brodova. Zahvaljujući korištenim naprednim tehnologijama, navigacija je postala učinkovitija i sigurnija nego ikada prije.

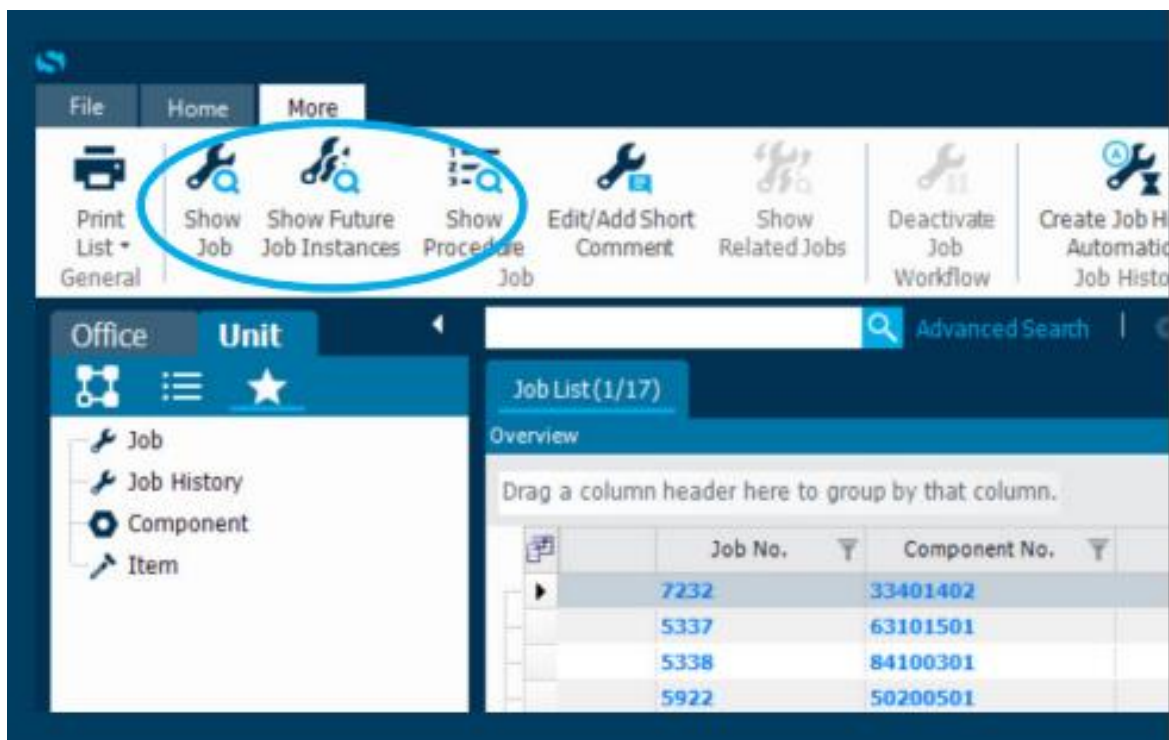
4. PLANER/ MATERIJALI I KONTROLA/ NARUDŽBA/ S OBZIROM NA NAVIGACIJSKU OPREMU

U nastavku će se analizirati primjer s broda planer (Sertica), primjer materijala i kontrola te primjer narudžba.

4.1. PRIMJER S BRODA PLANER (SERTICA)

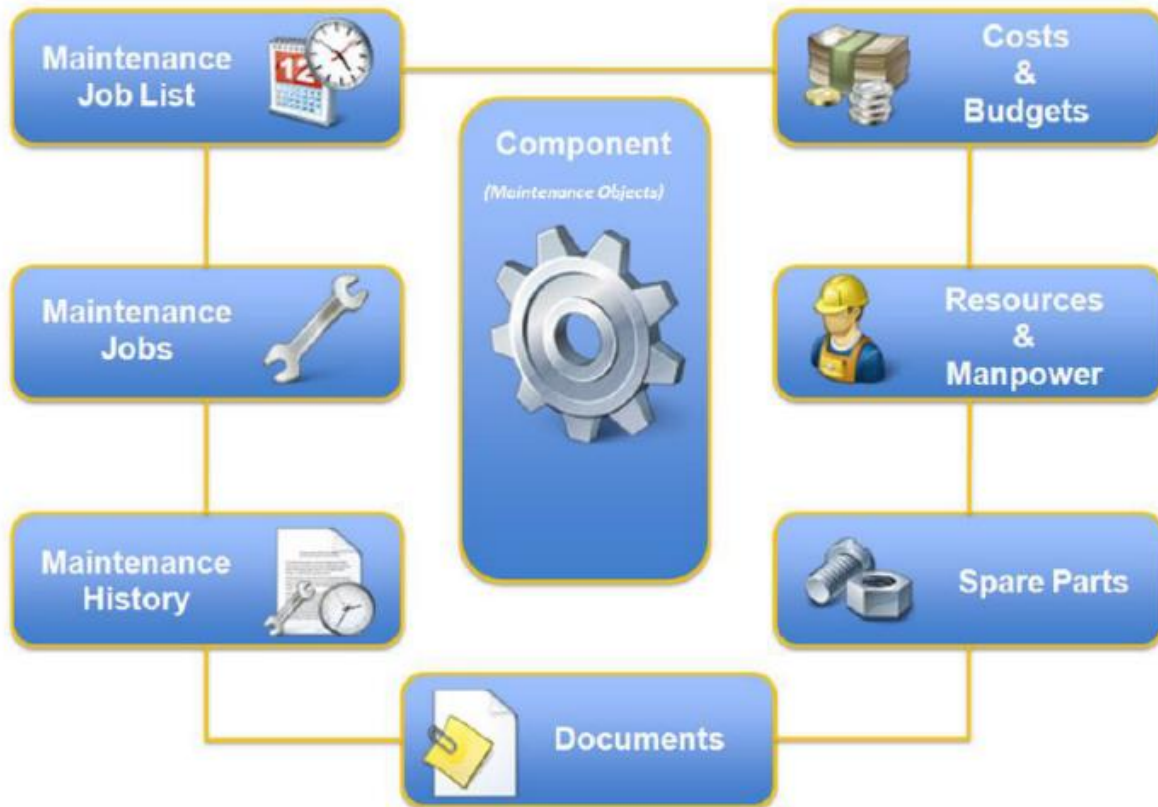
Sertica je sustav kontrole poslovanja namijenjen brodskim kompanijama. Kontrolira rad plovila i njegovo održavanje. Dizajnirala ga je i plasirala na tržište danska tvrtka Logimatic. Sertica omogućuje upravljanje podacima i sinkronizaciju između broda i ureda. Za brodsku tvrtku Sertica nudi alate za održavanje brodova, performanse i upravljanje nabavom [25]. Pravilnim korištenjem, primjerice, inventar rezervnih dijelova broda dostupan je svakom ovlaštenom korisniku, što olakšava planiranje posla. Primjerice, Sertica ima program održavanja brodova. Kada i ured i brod imaju pristup programu održavanja, postaje lakše predvidjeti održavanje i eventualno naručiti rezervne dijelove i kooperante [12].

Na slici 9. je prikazan program Sertica.



Slika 9. SERTICA [24]

Sertica se naširoko koristi od strane brodarskih kompanija širom svijeta na više od 2000 brodova. Osigurava pojednostavljene operacije i učinkovitost s digitalnim rješenjima koja pokrivaju održavanje, nabavu, HSQE, posadu, performanse, brodske dnevnike i izvješćivanje (slika 10). Podržava upravljanje plovilima i flotama u svim tehničkim, operativnim aspektima i aspektima usklađenosti [24].



Slika 10. Osnovni elementi održavanja Sertice [25]

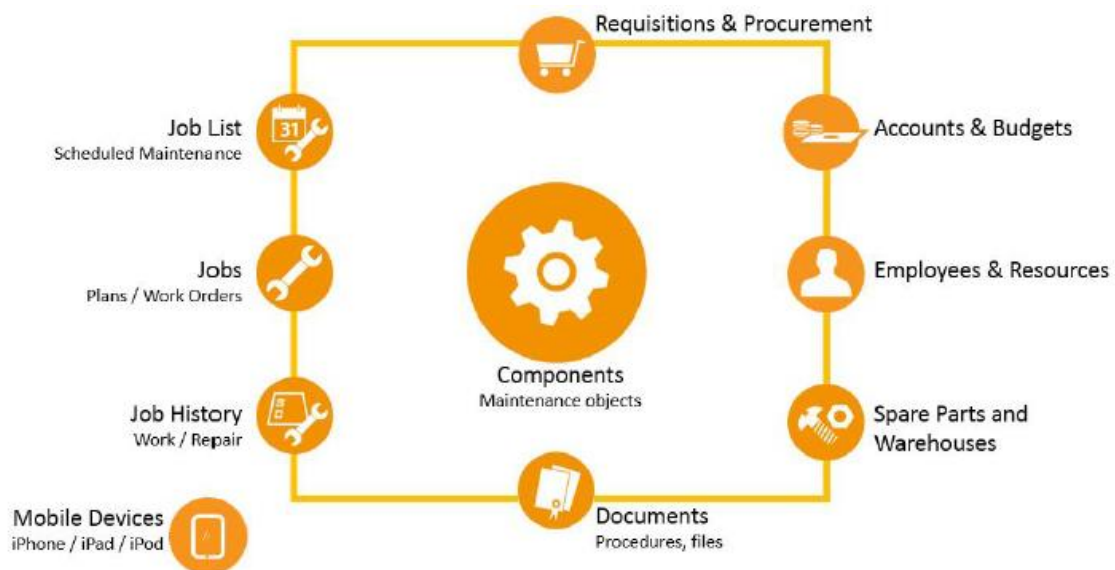
Nadalje, Sertica je sveobuhvatan paket digitalnih rješenja dizajniranih da revolucioniraju način na koji brodarske tvrtke upravljaju svojim operacijama, osiguravajući učinkovitost, automatizaciju i vrhunske performanse. Sertica donosi sustav planiranog održavanja jednostavan za korištenje koji pomaže upravljati, nadzirati i bilježiti sve svoje zadatke održavanja, što rezultira smanjenim zastojem i poboljšanom učinkovitošću.

Sertica omogućuje da se digitalizira i automatizira procese nabave i pojednostavni svoje tijekove rada u sustavu nabave koji je razvijen da odgovara pomorskoj industriji. Može se razmijeniti podatke između glavnog ureda i plovila kako bi se osiguralo točnu i pravovremenu isporuku od svojih dobavljača.

Sustav upravljanja sigurnošću poboljšava sigurnost i kvalitetu u cijeloj vašoj organizaciji uz odgovarajuću dokumentaciju. Osigurava vrhunske uvjete za objekte i posadu, nudi potpunu sljedivost i ispunjava zakonske zahtjeve i zahtjeve tvrtke [21].

U Sertici se također može učinkovito upravljati posadom i administracijom certifikata u Crewing sustavu. Uz to, dolazi s osnovnim alatima za upravljanje obračunima plaća. *Ship Performance System* pomaže osigurati sigurne i ekološki prihvatljive operacije te smanjiti troškove i poboljšati izvedbu praćenjem i analizom podataka.

Na slici 11. prikazane su glavne module u Sertici.



Slika 11. Glavne module u Sertici [24]

Slijedom navedenog komponente su u centru u Sertici. Svaka komponenta je digitalni prikaz stroja, pumpe i drugih objekata održavanja, a nakon što su komponente registrirane, možemo početi specificirati poslove za svaku komponentu. Poslovi su planovi, odnosno aktivnosti održavanja koje se planira raditi na komponentama - što treba učiniti, tko će to učiniti, koliko sati i rezervnih dijelova očekujemo potrošiti. Poslovi se mogu pokrenuti na određeni dan, svaki mjesec ili za svakih 1000 sati rada stroja.

Kada su stvarni radovi na održavanju završeni, izvještaj se zabilježi u Sertici. Korisnici izvještavaju o poslu iz povijesti poslova. Povijest poslova bilježi stvarni rad na održavanju: što je učinjeno, tko je obavio posao, koliko je sati i rezervnih dijelova potrošeno. Korisnici mogu izvještavati o poslu onoliko često koliko je potrebno.

Dokumenti se mogu dodavati na većini zaslona. Na primjer, priručnici i novosti o uslugama dobavljača mogu se dodati na Poslove i komponente, certifikati se mogu dodati u Povijest poslova; slike se mogu dodati na rezervne dijelove. Dokument se može ponovno koristiti.

Izvješćivanje plovila pojednostavljuje dnevne tijekove rada, povećava kvalitetu podataka i povezuje sve dionike u jedno izvješće. SERTICA VRS (engl. *Vessel Reporting System*) ne samo da pomaže brodovima i operaterima da se pridržavaju trenutnih propisa o izvješćivanju, već ih također priprema i prilagođava za buduće izazove iz sve više međusobno povezanog svijeta.

VRS je sveobuhvatno rješenje koje pokriva sve potrebe podnevnih izvješća, kao i standardna izvješća za EU MRV, IMO DCS, CII i *Performance*. Ima čak i fleksibilnost za izradu vlastitih izvješća.

4.2. PLANIRANJE DOCK LISTE U SERTICI

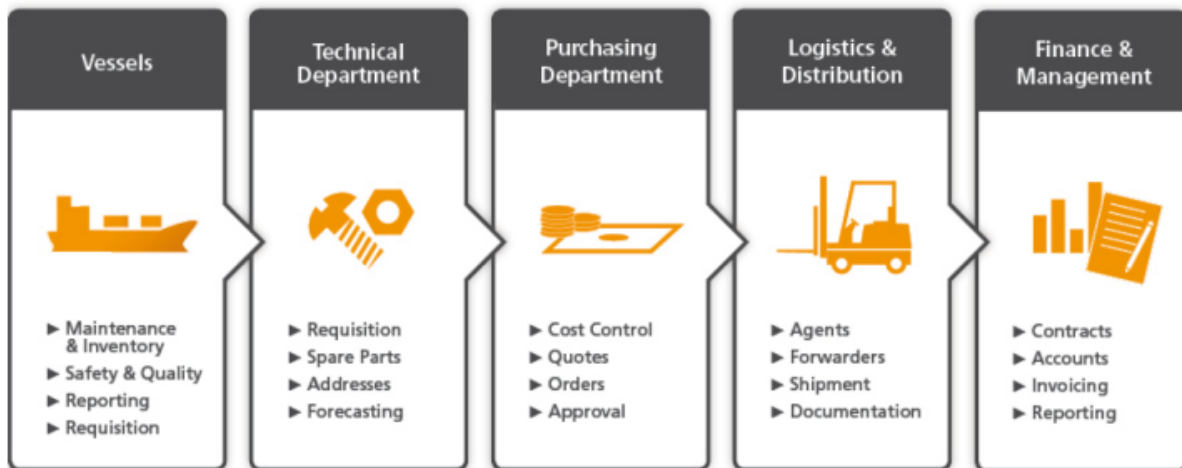
U Sertici se planiranje odvija kroz poseban docking modul, gdje korisnici mogu dodavati i mijenjati opise poslova koji se planiraju obaviti. Posada broda ima važnu ulogu u dovršavanju i planiranju popisa dokova, sve cijevi, potrebe za popravkom ili prijedlozi promjena koji se pojave tijekom općeg rada trebaju biti zabilježeni u popisu dokova kao njihov vlastiti rad na dokovima. Prema popisu brodogradilišta u Sertici, zahtjev za ponudu može se poslati direktno preko Sertice [12]. Radovi koji su na popisu brodogradilišta trebaju biti bolje objašnjeni kako bi u samom brodogradilištu znali kakvi popravci se traže. Brodogradilišta izrađuju ponude koje se pohranjuju u Sertici, nakon čega je jednostavno usporediti ponudu prema sadržaju i cijeni.

Unit:	810	Ahto
Component:	287.010.201	Fuel oil AFT SB 201
System No.:		<input type="checkbox"/> Critical Equipment
Location:	0201	Hull - Fuel oil AFT SB 201
Manufacturer:		Type No.:
Serial No.:		
Job:	1060	Polttoainetankin AFT SB korkeapaine vesipesu / Wash the fuel oil tank AFT SB
Next Date:		Last Done Date: 15.08.2019
Text:	<p>POLTTAINETANKIN AFT SB (31,1 m3) KORKEAPAINESVESIPESU</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manuuluukun aukaisu - Tarvittava tuuletus - Tankin tyhjennys ja sisällön varastointi - Korkeapaine vesipesu - Jäteveden käsittely - Tankin tarkistus (tilaajan toimesta) - Manuuluukun sulkeminen (uusi tiiviste) - Tankin täyttö varastoidulla polttoaineella <p>HIGH-PRESSURE WATER WASH OF THE FUEL OIL TANK AFT SB (31,1 m3)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Opening the manhole - Ventilation of the tank - Emptying the tank and storage of the tank content - High Pressure Water Wash - Treatment of the waste water - Inspection of the tank (by the owner) - Closing of the manhole (new gasket) - Refill the tank with stored fuel 	
Remark from Job History:	Tankki pesty telakoinnin yhteydessä	
Trigger:	Dock: 12.08.2019	
Job Group	Name	
02 Ship cond. status	Ship Condition Status Review/Laivan kunnonarviointi	
Resource:	Description:	Estimate hours: Used:
A22- Subcontractor 1	Subcontractor / Alihankkija (Nimi liitetään työhön)	0 _____
Counter Reading: _____	Signature: _____	Date: _____
Remarks:		

Slika 12. Opis rada preuzet sa Sertice kao PDF datoteka [21]

4.3. SUSTAV ODRŽAVANJA I NABAVE U SERTICI

Poslovi održavanja u Sertici uključuju upravljanje poslovima održavanja, mjerenja, izvještavanja i upravljanja rezervnim dijelovima. Osim toga, sve inicijative za nabavu vezane uz održavanje provode se u Sertici i upravlja se inspekcijama broda, klasifikacijom, kvalitetom i HSE funkcijama (slika 13). Putem Sertice se također vodi i izvještaji o radu sustava upravljanja sigurnošću. Svi poslovi o održavanju brodova mogu se pronaći u Sertici, a grupirani su prema vrstama poslova: jednokratni, kalendarski ili po satu. Osim toga, uz same aktivnosti su povezane i informacije o rezervnim dijelovima i potrebama za resursima.



Slika 13. Održavanje i nabava u Sertici [21]

Aktivnosti održavanja koje će se od sada nazivati poslovima povezane su s komponentama i mogu se temeljiti na radnim satima, kalendarskom razdoblju kao što su mjesečni intervali ili na jedan događaj koji se događa (planirani ili neplanirani). Rezervni dijelovi mogu biti povezani s komponentama (rezervni dijelovi za komponentu) ili s poslovima (tj. rezervni dijelovi potrebni za obavljanje posla održavanja).

Izvješća o povijesti poslova izrađuju se za aktivnosti koje mogu uključivati kvarove ili drugo neplanirano održavanje. U slučaju da su poslovi za opremu zakazani na temelju radnih sati, tada se ova oprema može postaviti kao komponenta radnih sati i to mogu učiniti samo uredske uloge.

U sustav Sertica unose se sljedeće vrste podataka.

Podaci koje unose i koriste brodovi:

- brodski sustavi i oprema,
- izvještavanje o radovima na održavanju,
- stanje rezervnih dijelova,
- mjesta skladištenja, stanja i inventar,
- sigurnost i kvaliteta,
- odstupanja, prijava događaja,
- TRP sastanci i izvještavanje,
- inicijative za nabavu.

Upravljanje poslovanjem poduzeća za logističke poslove u Sertici:

- sustav upravljanja sigurnošću daje smjernice za održavanje i mjere,
- održavanje smjernica broderske kompanije,
- natječajni upiti,
- narudžbe rezervnih dijelova,
- održavanje registra dobavljača,
- predviđanje potreba za resursima i investicijama.

Radnja nabave:

- natječajni upiti,
- narudžbe,
- odobrenja,
- ugovori o nabavi.

Logistika:

- održavanje registra dobavljača,
- slanje isporuke,
- upravljanje dokumentacijom.

Financijsko upravljanje:

- ugovori,
- fakturiranje,
- dokumentiranje.

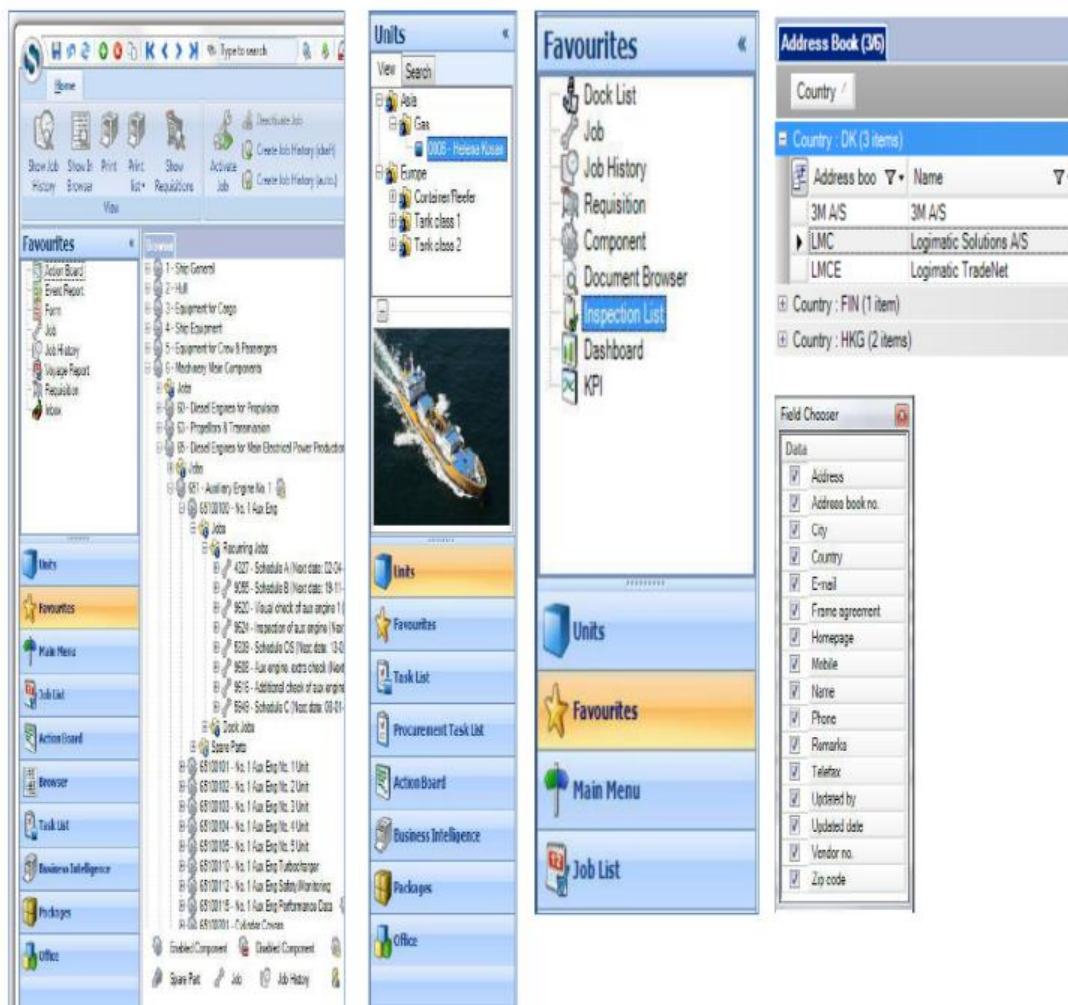
Slijedi kratak opis kako su poslovi organizirani u sustavu:

- Primjer budućeg posla: Predstavlja sve poslove zakazane za razdoblje definirano od strane korisnika (npr. sljedećih pet godina). To može biti od pomoći, na primjer za procjenu rezervnih dijelova ili potrebe za radnom snagom, kao i proračunskih zahtjeva.
- Popis poslova: predstavlja sve poslove i njihove sljedeće rokove, tako da se može planirati unaprijed.
- Poslovi koji su u tijeku ili u pripremi.
- Poslovi izvanrednih kvarova: Predstavljaju održavanje kvara.

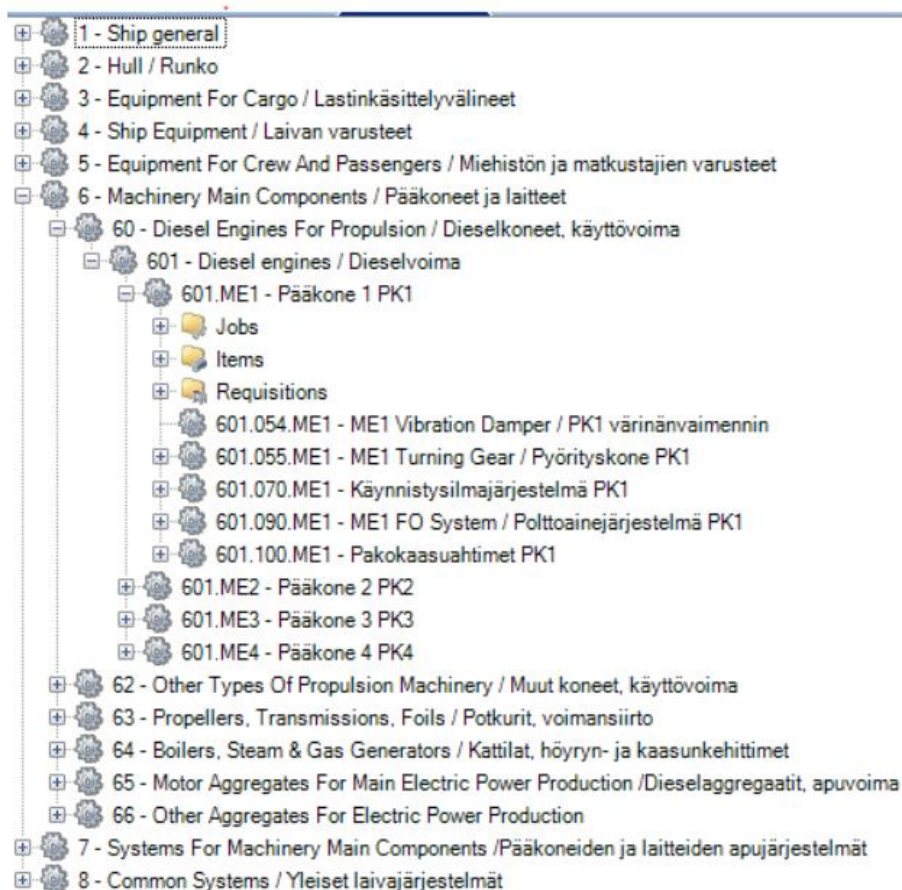
- Povijest poslova: Evidencija svih dovršenih poslova, s potrošenim rezervnim dijelovima. Ovdje je lako uočiti javlja li se nošenje rezervnih dijelova i opreme češće ili rjeđe, te je li učinkovitost očiglednija nego u prošlosti.

4.4. FUNKCIJE I UPOTREBA SUSTAVA SERTICA

U Sertici se funkcijama održavanja broda upravlja pomoću različitih modula (slika 14), a sustav održavanja se temelji na uređajima (*Component*). Svi brodski sustavi su hijerarhijski prikazani prema SFI kodu (slika 15). Hijerarhija se sastoji od glavnih grupa, koje su naslovljene i numerirane od 1 do 8 grupa. Sva brodska oprema, zalihe i rad su pod ovom jednom hijerarhijom (glavne skupine). SFI kod je međunarodna norma koja se najčešće koristi i temelji se na klasifikaciji i tehničkim specifikacijama brodskih sustava.



Slika 14. Primjer prikaza Sertica funkcijskih polja [21]



Slika 15. Hijerarhija uređaja u Sertici prema SFI kodu [21]

Komponente u Sertici:

- sustav/uređaj prema SFI šifri,
- identificirani broj komponente (SFI), naziv, tip komponente i lokacija,
- moguće navođenje godine kupnje, cijena, godina rashoda,
- podaci brojača (mogu biti jednokratni, po satu ili kalendarski),
- klasifikacijski kod - kritičnost: kritično prema Solas-u, poslovanju, sigurnosti ili okolišu.

Stavke u Sertici:

- definirani su podaci o dobavljačima,
- za dio u Sertici stvara se poseban identifikacijski broj,
- rezervni dio se može vezati uz određenu komponentu,
- određivanje informacije o cijeni,
- određivanje postrojbe (brodove) kojima dio pripada,

- određivanje skupina rezervnih dijelova i mjesta skladištenja,
- na uređaj se mogu priključiti rezervni dijelovi (stavke).

Zapovjednik broda i glavni strojar osiguravaju da se radovi na održavanju broda odvijaju prema planu. Na brodu se svi radovi na održavanju pojavljuju u popisu radova, prikazu (popis poslova, slika 16).

Next Date	Job No.	Frequency	Main Job	Job Name	Critical Equipment	Component Name	Resource	Classification
17.5.2018	1463	1 year(s)		Vuosittainen tarkastus Inspects		Kansinosturi	A02 - Chief Officer	3513/1
29.5.2018	606	1 week(s)		Pilastihälytys testaus		Koneiston hälyty- ja mittausjärjestelmä	A15 - Eng. Reprn.Day, A11 - 1.	7616/1
13.6.2018	202	1 month(s)		Laitteen kuukausitarkastus		SART	A02 - Chief Officer	
9.7.2018	1067	3 month(s)		Pelastusveneiden varusteiden tarkastus BB		Pelastusvene 1 BB	A04 - 2nd Officer PS, A06 - 2.	3611/2
9.7.2018	1065	3 month(s)		Pelastusveneiden varusteiden tarkastus SB		Pelastusvene 2 SB	A05 - 2nd Officer SB, A04 - 2.	3611/1
19.10.2018	2543	1 year(s)		Testaus		UPS 4 Navigointi	A14 - Electrician, A13 - El. Eng.	9118/1
19.10.2018	2541	1 year(s)		Testaus		UPS 3 Häätövalvonta	A14 - Electrician, A13 - El. Eng.	9119/1
19.10.2018	2537	1 year(s)		Testaus		UPS 1 Konevalvonta ja hälytyslaitteisto	A14 - Electrician, A13 - El. Eng.	9117/3
19.10.2018	2539	1 year(s)		Testaus		UPS 2 Konevalvonta ja hälytyslaitteisto	A14 - Electrician, A13 - El. Eng.	9117/5
3.1.2019	1433	12 month(s)		Palkkoneiden painelähtötestaus		Koneiston hälyty- ja mittausjärjestelmä	A14 - Electrician, A13 - El. Eng.	7616/1

Slika 16. Pregled liste poslova u Sertici [21]

Osoblje broda svakodnevno prati popis radova i obavlja poslove održavanja prema popisu. Poslovi na Serticinoj listi poslova prikazani su kodovima boja:

- **Crni tekst** - datum održavanja radova je u budućnosti
- **Zeleni tekst** - posao je započet i obavlja se
- **Crveni tekst** - prema planu posao je već trebao biti obavljen (kasni)

4.5. PRIMJER MATERIJALA I KONTROLA

Zajedno s posadom broda, brodar je odgovoran za osiguranje sigurnosti plovidbe, te za poštovanje svih obveza i odgovornosti prema sustavu upravljanja sigurnošću u pogledu aktivnosti održavanja. Sustav upravljanja sigurnošću odnosi se na strukturirani i dokumentirani sustav koji omogućava osoblju brodara učinkovito provoditi program sigurnosti i zaštite okoliša. Pri tome se takav sustav temelji na Međunarodnom kodeksu upravljanja sigurnošću (engl. *International Safety Management* - ISM) i odnosi se na kodeks za siguran rad brodova i sprječavanje onečišćenja okoliša. Usklađenost s ISM propisima postala je obvezna 1. srpnja 1998. godine. Planiranim održavanjem broda osigurava se siguran rad i sama plovidba brodova. Planirano održavanje brodova upravlja se među ostalim i operativnim sustavom Sertica koji je važan dio poslovanja brodara. Troškovi održavanja broda su dosta visoki, a značajan dio njih čine troškovi održavanja. Posebna priroda poslovanja svakog brodara postavlja svoje dodatne izazove za operacije servisa i održavanja.

SERTICA Performance prikuplja podatke iz navigacijskih i automatizacijskih sustava, zajedno s ugrađenim senzorima. Ovi senzori prikupljaju raznolike podatke, uključujući GPS koordinate, performanse motora, vremenske uvjete i status tereta. Pomoću sustava za nadzor performansi brodova, u stvarnom vremenu brodaru se omogućava nadzor nad flotom. Sustav sadrži kartu s mogućnostima geofendiranja i mogućnost aktiviranja vremenskih slojeva i nautičkih karata. Korisnici mogu prilagoditi informacije prikazane na karti svojim specifičnim potrebama. Osim toga, sustav omogućava dubinski uvid u pokazatelje performansi koji se odnose na navigaciju, pogon i sl..

Sezona održavanja broda uključuje razdoblje rada i razdoblje održavanja. Razdoblje održavanja uključuje dijelom razdoblje godišnjeg odmora operativnog osoblja (ovisno o kojem vrstu broda se radi). Tijekom razdoblja održavanja, brodovi su praktički u hladnom pogonu i održavaju se samo važne funkcije tijekom tog razdoblja. Tada se brodovima upravlja po principu "domara", što znači da dežurni član posade nadzire više brodova i njihovo održavanje, pri čemu obavlja potrebne preglede i održavanje.

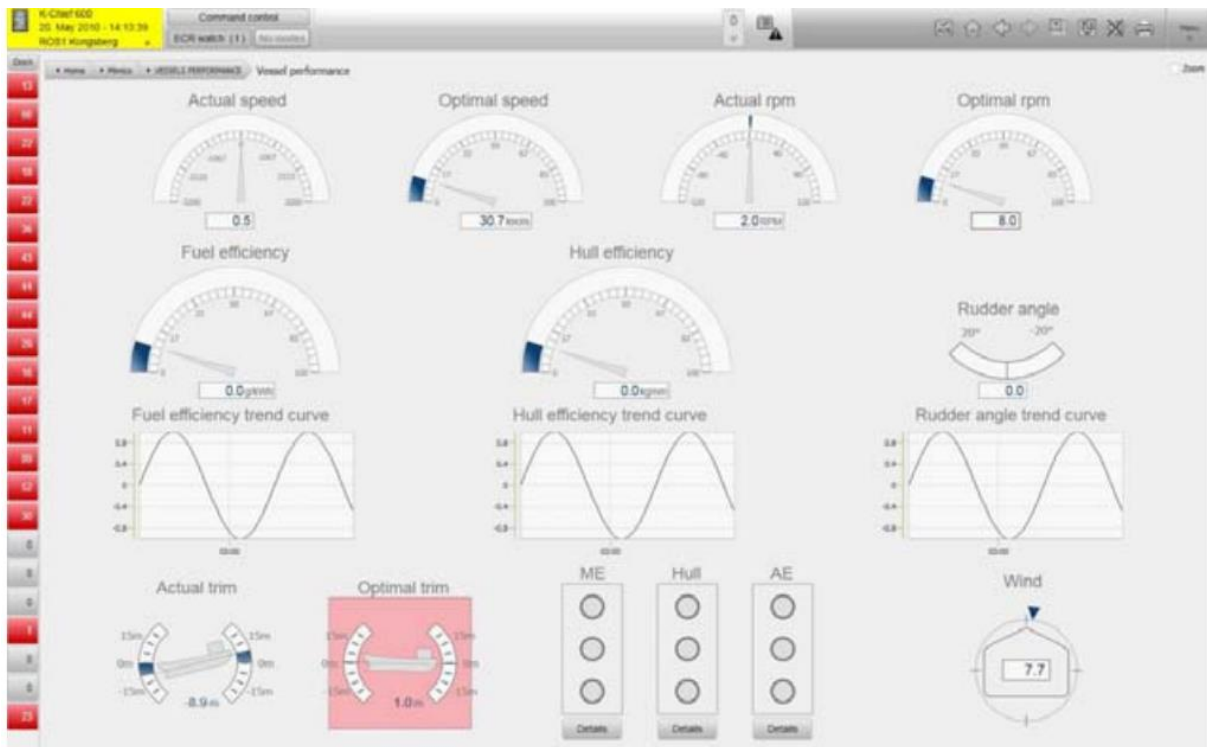
Stvaranjem uravnoteženog i koordiniranog postupka kontrole brodova, podiže se razina sigurnosti na moru, zaštite morskog okoliša, te radnih i životnih uvjeta članova posade. Inspektori imaju uvid u prethodne preglede i rezultate, čime se izbjegavaju nepotrebna ponavljanja, a inspeksijski nadzor postaje učinkovitiji i kvalitetniji.

Nadalje, gledano iz perspektive navigacijskog časnika, najveći problem kompletno integriranog navigacijskog sustava jest donošenje odluka baziranih isključivo na "informacijama s ekrana", odnosno prihvaćanjem navigacijskih pomagala kao jedinog izvora informacija. Pravilno vođenje sigurne navigacije broda koje zahtjeva "Pravilo 5" (Međunarodna pravila o izbjegavanju sudara na moru) – "Izviđanje" se postiže poznavanjem ograničenja sustava, uzimajući u obzir da sustav može imati "tihu grešku" odnosno grešku koja ne aktivira sustav uzbunjivanja.

Razvoj tehnologije uvelike povećava sigurnost brodova, te pomaže časnicima navigacijske straže u donošenju pravovremenih odluka vezanih uz navigaciju i pomaže u vođenju ostalih brodskih zadataka. Integrirani navigacijski sustav zapovjedničkog mosta omogućuje časniku plovidbene straže kompletan nadzor nad svim elementima sigurne plovidbe. Periodično testiranje opreme, propisano od proizvođača, osigurava točnost svih senzora, te parametara koji šalju informacije uređajima. Jedan od izazova s kojim se časnici plovidbene straže susreću jest prezasićenost informacijama, pogotovo u ključnim trenucima kao što su prolasci uskim tjesnacima ili navigacija u područjima velike količine prometa. Ključan faktor je upoznavanje s radom i postavkama svih uređaja na zapovjedničkom mostu prije preuzimanja navigacijske straže.

Kao što samo pravilo nalaže, straža se mora izviđati motrenjem i slušanjem, te svim raspoloživim sredstvima primjerenim prevladavajućim okolnostima i stanjima, te glavni element sigurnosti plovidbe i dalje predstavlja prisustvo časnika plovidbene straže, te njegova procjena situacije. Stečenim znanjem i iskustvom, te poznavanjem rada sustava i njegovih ograničenja, može se zaključiti kako ljudski element i dalje ostaje labilan, ali nezamjenjiv dio pomorske industrije.

Tijekom operativnog razdoblja, održavanje brodova usmjereno je na periodično održavanje sustava i održavanje prema stanju. Takva održavanja prema planu održavanja za pogonsko razdoblje provode se u sklopu rada i ne uzrokuju smanjenje učinka tijekom rada. Sve te predradnje su postavljene u sustavu upravljanja poslovanjem Sertica. Operativno osoblje broda dobiva potrebne liste održavanja od sustava Sertica i sukladno tome obavlja planirane radove održavanja. Odgovorne osobe posade broda također prijavljuju Sertici obavljene radove održavanja, te preko Sertice obavljaju nabavu potrebnih rezervnih dijelova. Vizualizacija procesa nadzora na brodu u Sertici je prikazana na slici 17.



Slika 17. Vizualizacija procesa nadzora na brodu [10]

Drugi važan zadatak održavanja tijekom radnog razdoblja je učinkovito korektivno održavanje u slučaju kvara. Povrede brodskog ugovora (npr. smanjena upotreba ili iznajmljivanje) su vrlo skupi za brodaru. Vrlo je važno brzo, planirano i ekonomično otkloniti kvarove. Sertica se koristi za brzo rješavanje kvarova, gdje se mogu definirati svi kritični sustavi broda i pripremiti se za potencijalni kvar, na primjer osiguravanjem dostupnosti rezervnih dijelova.

Tijekom razdoblja održavanja na brodovima se provode svi poslovi održavanja koji se ne mogu obavljati tijekom razdoblja rada. To najčešće uključuje pristajanje, osnovna poboljšanja, obnavljanje strojnih sustava, povezanih sa strojevima i njihovim pomoćnim sustavima (npr. remont strojeva, popravci cjevovoda, ažuriranja automatizacije). Pažljivo i kvalitetno planiranje rada u središtu je održavanja tijekom razdoblja održavanja. Vrlo je važno da provedba i raspored radova tijekom razdoblja održavanja budu uključeni u plan rada na vrijeme: obično 6 – 12 mjeseci prije provedbe. To omogućuje raspisivanje natječaja za nabavu i stručne resurse, a na taj način i isplativu provedbu aktivnosti održavanja.

Brodar održavanje upravlja pomoću Sertice, pri čemu troškove rada i održavanja dijele na OPEX i CAPEX troškove. OPEX troškovi uključuju sve troškove održavanja povezane s radom. Učestalo brodar troškove za svaki brod obavlja svake kalendarske godine. CAPEX troškovi uključuju sve investicijske radove. Brodovi imaju proračunsku odgovornost za praćenje OPEX troškova, a tehnički inspektor nadzire proračunske CAPEX troškove i njihovu provedbu.

Tijekom operativnog razdoblja posada uglavnom obavlja periodičko održavanje prema programima održavanja postavljenim u Sertici. Važan zadatak posade je davanje prijedloga za potrebe popravka u brodskim sustavima. Svaki prijedlog popravka otvara se kao vlastiti rad u Sertici i tako se prijedlozi spremaju u Sertičin popis potreba popravka. Tehnički inspektor prati broj, kvalitetu i hitnost prijedloga potreba popravka i na temelju njih izrađuje plan termina popravka. Ovi prijedlozi za popravke također stvaraju osnovu za petogodišnje pristajanje brodova.

Tijekom razdoblja održavanja na brodovima se obavljaju svi radovi na održavanju koje nije moguće napraviti tijekom razdoblja rada. Aktivnosti održavanja i servisiranja koje se izvode tijekom razdoblja održavanja izazovne su u smislu resursa i donose troškove brodaru, npr. kao rezultat prekovremenog rada i sl.. Cilj je minimizirati radove tijekom razdoblja održavanja i što učinkovitije izvršiti planirane radove. Djelotvorne aktivnosti održavanja u biti su povezane s mogućnošću nabave potrebnih rezervnih dijelova i resursa na vrijeme. Planiranje pri tome ima odlučujuću ulogu u uspjehu aktivnosti održavanja.

U Sertici se radovi na održavanju planiraju definiranjem vremena, sredstava i potrebnih radnih sati za izvođenje radova, kao i potrebnih rezervnih dijelova. Nadzornici na brodu su mornari i posada stroja. Njihova je odgovornost pratiti popis poslova i osigurati da se radovi i održavanje završe prema planiranom rasporedu. Zadaci održavanja na popisu radova uglavnom su preventivno održavanje i dio su svakodnevnog rada operativnog osoblja. Osim toga, sve klasifikacijske inspekcije i godišnje inspekcije prijavljuju se Sertici. Veći jednokratni radovi i popravci prijavljuju se Sertici kao prijedlozi potreba za popravkom. Termin njihove provedbe planira se zajedno s tehničkim inspektorom. Potrebe održavanja i mogući drugi radovi na održavanju koji zahtijevaju resurse tijekom kalendarske godine pregledavaju se tjedno na sastanku zaduženih za sustav održavanja. Od Sertica se može dobiti informacije o obujmu posla prema brodu, te se na temelju toga planirati rad i rezervirati resursi za potrebne radove.

U Sertici su brodski sustavi i komponente definirani u kategorijama kritičnosti. Svi sustavi i uređaji vezani za siguran rad nose oznaku "kritična oprema". Osim toga, sustavi i komponente mogu se označiti u kategorijama poslovanje, okoliš i sigurnost. Ova definicija kritičnosti sustava je apsolutno središnja sa stajališta upravljanja održavanjem.

Uglavnom, svi uređaji i sustavi koji su u Sertici označeni kao kritični imaju visoki prioritet pri donošenju odluka o budućem održavanju. Zbog toga je posebno važno da svi kritični sustavi budu ispravno označeni u Sertici. Određivanje kritičnosti opreme čini osnovu za planiranje održavanja i servisiranja. Osim toga, svaka aktivnost u Sertici ima oznaku prioriteta koja ukazuje o kakvoj se vrsti posla radi (operativni poslovi, poslovi u luci, poslovi koji zahtijevaju pristanišne usluge ili poslovi na dokovima) Za svaki posao održavanja, odgovorne osobe broda označavaju sredstva i potrebno radno vrijeme (radne sate). Ovo služi kao osnova pri planiranju radova. Na temelju ovih podataka u Sertici se izrađuje plan održavanja za nadolazeće razdoblje održavanja. Kada su informacije u Sertici o radovima na održavanju brodova i potrebnim resursima kvalitetne, može se kvalitetno izraditi i plan održavanja.

Velike investicijske nabave najčešće se obavljaju pod vodstvom tehničkog inspektora. Decentralizirani model nabave ne dovodi nužno do troškovno učinkovitih aktivnosti nabave, jer svaki brod glavni dio svojih nabava obavlja isključivo za svoju jedinicu. Poseban problem s distribuiranom nabavom je taj što je teško upravljati brojem kupoprodajnih ugovora i dobavljača. U modelu centralizirane nabave ugovori o nabavi sklapaju se centralizirano imajući u vidu potrebe čitave flote. Na taj način nabavna politika kompanije postaje jasnija, a centralizacijom se mogu ostvariti značajne uštede. Mnogi brodari zato često koriste djelomično centralizirani model nabave. Ugovori o nabavi za velike dobavljače sklapaju se izravno iz ureda, a u tim ugovorima dogovaraju se cijene nabave za čitavu flotu. Sertica se pri tome može koristiti s distribuiranim modelom nabave.

Proračun se definira za svaki brod za akvizicije potrebne za rad i za investicijske aktivnosti održavanja. Iznos novca potreban za rad i investicije je godišnji proračun za svaki brod. Zapovjednik broda odgovoran je za operativni proračun (OPEX) i prati troškove za njih. Tehnički inspektor prati proračun ulaganja (CAPEX).

Praćenje troškova često se obavlja putem Excel datoteka jer se obrada faktura ne obavlja u Sertici, osim ukoliko to nije tako određeno. Ovaj nedostatak podataka o fakturiranju putem Sertice dijelom otežava provedbu praćenja troškova i izradu predviđanja.

U Sertici je moguće ugraditi proračun i praćenje troškova. Jednako tako Sertica omogućuje izradu predviđanja i predviđanja troškova kada se podaci o naplati iz softvera za financijsko upravljanje unesu u sustav. Postoji mogućnost stvaranja sučelja za prijenos podataka između Sertice i softvera za upravljanje računima, kako bi se potrebni podaci o narudžbi i fakturiranju mogli prenositi između softvera. Nakon takvog razvojnog projekta, Serticine značajke proračuna mogu se implementirati, a praćenje troškova se potom obavlja u stvarnom vremenu.

Sljedeći korak u učinkovitijem korištenju Sertice usmjeren je na poboljšanje kvalitete informacija. Rad, resursi i prioriteti u Sertici moraju biti točnije prijavljeni sustavu na svim brodovima kompanije. Osim toga, kritičnosti radova i sustava moraju se identificirati preciznije nego se trenutno to obavlja. U Serticu su od 2019. godine implementirani proračunski moduli koji utječu na poboljšanje praćenja troškova i izradi financijskih prognoza. Informacije koje pri tome trebaju biti dostupne u Sertici za pouzdano planiranje radova održavanja su:

- kritičnost uređaja
- prioritet (kakva vrsta posla)
- grupa resursa
- radni sati resursa (ljudski sati) za svaki posao
- nabavljeni rezervni dijelovi

Oznake kritičnosti uređaja se kod mnogih brodara označavaju s različitim definicijama i ne daju dovoljno točne informacije o osnovi za definiciju kritičnosti dotičnog uređaja. Sertica ima funkcije za bolju identifikaciju kritičnosti uređaja. Objedinjavanje definicije kritičnosti zahtijeva doradu smjernica brodara i operativnih metoda. Svaki brodar koji koristi Serticu zbog toga treba izdati detaljnije upute na temelju klasifikacije kritičnosti, a svi brodovi i njihovi sustavi moraju biti pregledani na razini sustava pod vodstvom tehničkih inspektora i označeni na Sertici istim kriterijima. Kada su gore navedene informacije o kritičnosti ispravno unesene u Serticu, na temelju unosa mogu se izraditi visokokvalitetne prognoze i planovi rada i resursa.

Zajedno s brodskim osobljem, voditelj tehničke flote dostavlja potrebne informacije o nabavi odjelu nabave. Voditelj tehničke flote djeluje kao tehnički voditelj u nabavi, odnosno odgovoran je za tehničku specifikaciju. Voditelj nabave radi kao komercijalni prerađivač i sve ugovore s dobavljačima sklapa odjel nabave. Voditelj nabave odgovoran je za osiguravanje da su dobavljači posvećeni željenom vremenu održavanja u smislu rasporeda i kvalitete. Važno je osigurati da ugovori o nabavi budu visoke kvalitete. Na primjer, dokovi su vrlo skupi projekti održavanja, a sva kašnjenja uzrokovana dobavljačem često dovode do značajnog prekoračenja proračuna u dokovima.

Kada su pristajanje ili radovi na održavanju u fazi implementacije, odgovornost tehničkog upravitelja flote je voditi, nadzirati, pratiti troškove, te ukoliko je potrebno, reagirati na promjene. Osim toga vodi sastanke pristajanja i izvješćuje o napretku radova u Sertici. Voditelj tehničke flote je odgovoran za izvještavanje o provedbi radova održavanja ili pristajanja izravno tehničkom voditelju. Tijekom faze implementacije pristajanja ili radova na održavanju, posebno je važno odmah obavijestiti brodara o svim promjenama vezanim uz projekt, kao što su kašnjenja, dodatni radovi, problemi s isporukom i/ili druga prekoračenja troškova. Upravitelj broda također osigurava da se radovi pristajanja i održavanja provode u skladu sa sigurnosnim uputama i zahtjevima brodara.

5. ZAKLJUČAK

Pomorstvo je strateški sektor gospodarstva jer se 90% robe u svijetu prevozi morem. Uzimajući u obzir rast globalne trgovine i nova pitanja koja ona postavlja, podrška digitalnih tehnologija ključna je za bolje upravljanje pomorskim prijevozom. Slijedom navedenog osiguravanje sigurnosti i učinkovitosti pomorskog prometa doprinosi neometanom funkcioniranju globalnih opskrbnih lanaca. Ovo je važnije nego ikad u ovim teškim vremenima u kojima industrija mora isporučivati vitalnu robu dok se suočava s velikim problemima kao što su velika zagušenja luka, manjak praznih kontejnera i porast vozarine.

Nadalje, sustavi za planirano održavanje u pomorstvu omogućuju praćenje održavanja prema preporukama proizvođača i pravilima klasifikacijskih društava. Planiranje održavanja i kontrolu tog procesa vrši posada. Ipak primjena sustava preventivnog održavanja skupa je stvar, jer se tijekom pregleda zamjenjuju svi oštećeni dijelovi komponente. Međutim, veći troškovi održavanja obično se nadoknađuju produženim radnim vijekom opreme. Od davnina su navigatori koristili različite vizualne reference i uglavnom se oslanjali na zvijezde na nebu za navigaciju i postavljanje kursa. Od tog vremena dizajn brodova je znatno poboljšán, kao i navigacijska oprema koja se koristi na brodu. Danas se može vidjeti mnoštvo elektroničkih uređaja i napredne opreme za mostove na brodu koji brodskim časnicima olakšavaju jednostavno definiranje niza parametara.

Sustav za prikaz elektroničkih karata i informacijski sustav je specijalizirano digitalno navigacijsko računalo i alternativa papirnatim kartama. Pohranjuje skup elektroničkih navigacijskih karata (ENC) i/ili rasterskih karata, koje mogu prikazati sve potrebne geografske informacije koje posada treba da završi putovanje. Nadalje, ECDIS radi tako što uključuje robustan, specijalizirani elektronički navigacijski softver s mnogim modernim navigacijskim alatima. To uključuje uređaje kao što su GPS, RADAR, ARPA i brojne druge. Može se koristiti ECDIS za pristup informacijama iz ovih izvora, provjeriti tablice morskih mijena i provjeriti gotovo sve relevantne navigacijske informacije.

Radar, a zatim i ARPA izumljeni su da pomognu pomorcima radi lakše navigacije. Prvi radar korišten je u britanskim i američkim flotama 1942. godine. Svrha radara na brodovima je lociranje drugih plovila i kopnenih masa tako da navigator može odrediti njihov položaj, brzinu i udaljenost od njih.

Slijedom navedenog radarski sustav radijske detekcije i dometa (RADAR) temelji se na tehnologiji elektromagnetskih senzora. Radar emitira radio valove u svemir. Vatrostalni materijali će prigušiti neke radio valove (mete). Kada se radiovalovi prime i pošalju prema meti, mnogi se odjeci odbijaju od površine u različitim smjerovima.

Global Positioning System (GPS) svemirski je navigacijski sustav koji se sastoji od 24 navigacijska satelita u 6 različitih orbita koji daju informacije o lokaciji i vremenu u svim vremenskim uvjetima, bilo gdje na Zemlji ili blizu nje gdje postoji neometana linija vidljivosti četiri ili više GPS satelita. Značaj GPS-a na brodovima je ogroman. Navigacija je jedan od najkritičnijih aspekata rada broda, a GPS pruža točne i pouzdane informacije o položaju, kursu i brzini broda. Uz GPS, posada broda može odrediti svoju točnu lokaciju, planirati i izvršavati sigurne rute, izbjeći opasnosti i kretati se kroz teške vremenske uvjete. GPS također omogućuje učinkovito planiranje i upravljanje putovanjem, uštedu vremena i goriva te smanjenje operativnih troškova.

Sertica se naširoko koristi od strane brodarskih kompanija širom svijeta na više od 2000 brodova. Osigurava pojednostavljene operacije i učinkovitost s digitalnim rješenjima koja pokrivaju održavanje, nabavu, HSQE, posadu, performanse, brodske dnevnike i izvješćivanje. Podržava upravljanje plovilima i flotama u svim tehničkim, operativnim aspektima i aspektima usklađenosti. Nadalje, Sertica je sveobuhvatan paket digitalnih rješenja dizajniranih da revolucioniraju način na koji brodarske tvrtke upravljaju svojim operacijama, osiguravajući učinkovitu učinkovitost, automatizaciju i vrhunske performanse. Sertica donosi sustav planiranog održavanja jednostavan za korištenje koji pomaže upravljati, nadzirati i bilježiti sve svoje zadatke održavanja, što rezultira smanjenim zastojem i poboljšanom učinkovitošću.

POPIS LITERATURE

- [1] Academy (2024). Dostupno na: <https://academy.marineinsight.com/lessons/introduction-to-gps/> (pristupljeno 15.04.2024.)
- [2] Algelin, G.B. (2010). Maritime Management Systems, Department of Shipping and Marine Technology, Chalmers university of technology, Sweden, Dostupno na: <https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/123370.pdf> (pristupljeno 02.08.2024.)
- [3] American Nautical Services (2024). Dostupno na: <https://www.amnautical.com/blogs/news/what-is-an-ecdis-all-about-the-electronic-chart-display-and-information-system#.Y-IxWHbMLIU> (pristupljeno 01.03.2024.)
- [4] Belamarić, G. (2019). *Pregled i nadzor broda – plansko održavanje primjena informatičkih rješenja u planiranju i održavanju sustava broda*. Split: Sveučilište u Splitu
- [5] Bhattacharjee, S. (2021). What is Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)? Dostupno na: <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/what-is-electronic-chart-display-and-information-system-ecdis/> (pristupljeno 03.04.2024.)
- [6] Bižaca, I. (2011). *Osnove GMDSS-a, Priručnik za pomorce i učenike srednje škole*. Mali Lošinj
- [7] Blogging sailor (2024). Dostupno na: <https://www.bloggingsailor.com/radar-on-ships-how-it-assists-in-navigation/> (pristupljeno 08.04.2024.)
- [8] Briggs, J. N. (2005). Target Detection by Marine Radar, *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, Vol. 20., No. 6.
- [9] Ding, T. (2006). The Ship Navigation and Supervision System Using DGPS. *AIS and GPRS World Shipping*, Vol. 29., No. 3.
- [10] Fatar, C. i suradnici (2020). Maintenance of recovery boilers from VLCC shipboard. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Dostupno na: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/916/1/012037> (pristupljeno 02.08.2024.)
- [11] GMDSS (2024). Dostupno na: <https://gmdsstesters.com/radio-survey/general/types-of-navigation-equipment-used-on-modern-ships-an-overview.html> (pristupljeno 10.04.2024.)

- [12] Halonen, T. (2018). Sertica-toiminnanohjausjärjestelmän hyödyntäminen työsuunnittelussa. *Metropolia Ammattikorkeakoulu*, Dostupno na: <https://www.theseus.fi/handle/10024/157036> (pristupljeno 02.08.2024.)
- [13] Jelić Mrčelić, G. (2012). *Održavanje broda*. Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet Split
- [14] Logimatic (2016). *Sertica Maintenance - User Guide*, Logimatic
- [15] Marine Gyaan (2024). Dostupno na: <https://marinegyaan.com/what-is-ecdis/> (pristupljeno 01.03.2024.)
- [16] NautiComp (2024). Dostupno na: <https://nauticomp.com/benefits-using-ecdis/> (pristupljeno 10.04.2024.)
- [17] Nguyen, T.D. (2020). Evaluation of the accuracy of the ship location determined by GPS global positioning system on a given sea area. *Journal of Physics Conference Series*, Vol. 1515., No. 4.
- [18] Qin, Y., Chen, Y. (2019). Signal processing algorithm of ship navigation radar based on azimuth distance monitoring, *Int. J. Metrol. Qual. Eng.*, Vol. 10., Dostupno na: https://www.metrology-journal.org/articles/ijmqe/full_html/2019/01/ijmqe190022/ijmqe190022.html (pristupljeno 08.04.2024.)
- [19] Pacific Yacht Systems (2024). Dostupno na: <https://www.pysystems.ca/resources/tech-talk/the-history-of-electronic-navigation/> (pristupljeno 05.04.2024.)
- [20] Radica, G. (2009). *Sustavi održavanja*, Sveučilište u Splitu, Pomorski Fakultet u Splitu
- [21] Ruonala, H., Sarkinen, P. (2021). SJM Ahton 5-voutis telakointi. *Satakunta University of Applied Science*. Dostupno na: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/509654/SarkinenRuonala.pdf?sequence=2> (pristupljeno 02.08.2024.)
- [22] Safety4Sea (2024). Dostupno na: <https://safety4sea.com/cm-human-element-ecdis-related-accidents/> (pristupljeno 06.04.2024.)
- [23] Seallecdis (2024). Dostupno na: <https://www.seallecdis.com/blog/why-you-should-be-using-an-ecdis-system-and-what-it-can-do-for-your-vessel> (pristupljeno 06.04.2024.)
- [24] Sertica (2024). Dostupno na: <https://www.sertica.com/#gref> (pristupljeno 20.04.2024.)

- [25] Sertica by Locimatic (2020). Sertica: Products. Dostupno na: <https://www.sertica.com/shipping-software/> (pristupljeno 02.08.2024.)
- [26] Sinay (2024). Dostupno na: <https://sinay.ai/en/the-digital-revolution-in-the-maritime-industry/> (pristupljeno 01.03.2024.)
- [27] Spencer, C., Tilsley, D. (2011). ECDIS – Understanding the future of navigation – special edition. Dostupno na: <https://www.standardclub.com/fileadmin/uploads/standardclub/Documents/Import/publications/standard-safety/2013/23812-StandardSafetyECDIS24August2011.pdf> (pristupljeno: 06. 04.2024.)
- [28] Sušan, J. (2003). *Tehnički temelji GMDSS sustava*. Rijeka: Pomorski fakultet u Rijeci
- [29] Šegulja, I., Bukša, I., Tomas, V. (2009). *Održavanje brodskih sustava*. Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
- [30] Turna, I., Burak Ozturk, O. (2019). A causative analysis on ECDIS-related grounding accidents. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/336892401_A_causative_analysis_on_ECDIS-related_grounding_accidents/link/5f1fe44fa6fdcc9626b9f2ad/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19 (pristupljeno 06.04.2024.)
- [31] United States Power Squadrons (2024). Dostupno na: <https://www.usps.org/localusps/redwood/education/NMEA/dsc.htm> (pristupljeno 06.04.2024.)
- [32] Yang, F., Kang, Z., Du, Z., Zhao, J., Wu, Z. (2006). The application and prediction of the ocean localization and navigation technique. *Hydrographic Surveying and Charting*, Vol. 26., No. 1.

POPIS SLIKA

Slika 1. Vrste preventivnog održavanja [4]	6
Slika 2. ECDIS sustav [15]	9
Slika 3. Radar [7]	14
Slika 4. GPS [31].....	17
Slika 5. ARPA [11]	19
Slika 6. Autopilot [11].....	20
Slika 7. AIS [11].....	21
Slika 8. LRIT [11]	21
Slika 9. SERTICA [24].....	23
Slika 10. Osnovni elementi održavanja Sertice [25]	24
Slika 11. Glavne module u Sertici [24]	25
Slika 12. Opis rada preuzet sa Sertice kao PDF datoteka [21].....	27
Slika 13. Održavanje i nabava u Sertici [21].....	28
Slika 14. Primjer prikaza Sertica funkcijskih polja [21]	30
Slika 15. Hijerarhija uređaja u Sertici prema SFI kodu [21].....	31
Slika 16. Pregled liste poslova u Sertici [21]	32
Slika 17. Vizualizacija procesa nadzora na brodu [10]	35

POPIS KRATICA

AIS (engl. *Automatic Identification System*) - Sustav za automatsko praćenje koji služi za identifikaciju brodova

ARPA (engl. *Automatic Radar Plotting Aid*) - Računalni sustav koji obrađuje radarske podatke i stvara tragove za plovila unutar radarske pokrivenosti broda

CMMS (engl. *Computerized Maintenance Management Systems*) - Računalni sustav upravljanja održavanjem

ECDIS - Sustav za prikaz elektroničkih karata i informacijski sustav

GNSS (engl. *Global navigation satellite system*) – Globalni navigacijski satelitski sustav

LRIT (engl. *Long Range Identification and Tracking*) - Međunarodni sustav za praćenje i identifikaciju plovila koji je uspostavio IMO

PMS (engl. *Planned maintenance system*) - Sustav planiranog održavanja