Nove tehnologije i trendovi u pomorstvu u 21. stoljeću

Majić, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:164:617486

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

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

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET

MARIO MAJIĆ

NOVE TEHNOLOGIJE I TRENDOVI U POMORSTVU U 21. STOLJEĆU

DIPLOMSKI RAD

SPLIT, 2018.

Split, _____

Zavod/studij: POMORSKE ELEKTROTEHNIČKE TEHNOLOGIJE

Predmet: _PROCESNA MJERENJA I INSTRUMENTACIJA_____

D I P L O M S K I ZADATAK

Student/ca: Mario Majić

Matični broj: 00230890084

Zavod/studij: PET

ZADATAK: NOVE TEHNOLOGIJE I TRENDOVI U POMORSTVU U 21. STOLJEĆU

OPIS ZADATKA: POTREBNO JE ISTRAŽITI LITERATURU I PREDSTAVITI NOVE TEHNOLOGIJE I TRENDOVE U POMORSTVU U 21. STOLJEĆU S NAGLASKOM NA RAČUNALNE TEHNOLOGIJE

CILJ: PREGLEDOM DOSTUPNE LITERATURE U PODRUČJU POMORSTVA I S POSEBNIM NAGLASKOM NA RAČUNALNE TEHNOLOGIJE POTREBNO JE PREDSTAVITI NOVE TEHNOLOGIJE I TRENDOVE NA POČETKU 21. STOLJEĆA.

ZADATAK URUČEN STUDENTU/CI: MARIU MAJIĆU

POTPIS STUDENTA/CE: _____

MENTOR: _____

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET

POMORSKE ELEKTROTEHNIČKE I INFORMATIČKE TEHNOLOGIJE

NOVE TEHNOLOGIJE I TRENDOVI U POMORSTVU U 21. STOLJEĆU

DIPLOMSKI RAD

MENTOR: **STUDENT:**

DR. SC. JOŠKO ŠODA **MARIO MAJIĆ (MB: 00230890084)**

SPLIT, 2018.

SADRŽAJ

Brodovi , brodski sustavi i komponente tih sustava biti će umrežene te će preko interneta biti moguće pristupiti im sa gotovo bilo koje lokacije. Današnji brodovi postaju visoko automatizirani i sve više su ovisni o kontrolnim sustavima temeljenim na programskoj podršci. Napredna programska podrška i simulacijske sposobnosti će rezultirati kompleksnijim sustavima kojima upravlja programska podrška dok istodobno u stvarnom vremenu će postojati mogućnost procjenjivanja, popraćena prijedlozima za korektivne akcije od strane posade i pružanje podrške odlučivanju za upravljanje opskrbnim lancem.

Ključne riječi: brodovi, sustavi, komponente

ABSTRACT

Ships, ships systems and components of those systems will be connected through internet and it will be possible to access them from any location. Today ships are becoming highly automatized and they are more and more dependent on software-based control systems. Advanced software and simulation capabilities will result with more complex systems that will be controlled by software while in real-time there will be a possibility of assessment, accompanied by the proposals for corrective actions from crew and providing decision support for managing the supply chain.

Key words: Ships, systems, components

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. BRODSKA POVEZANOST 2
2.1. Fleet Xpress 4
3. DIGITALNI BLIZANCI 7
3.1 Koncept digitalnog blizanca 8
3.2 Digitalni blizanci u pomorstvu 10
4. CYBER PHYSICAL SUSTAVI 12
4.1 Koncept CPS 12
4.2 CPS u pomorstvu 15
5. BIG DATA 17
5.1 Big data izazovi i prilike u pomorstvu 22
6. CYBER SIGURNOST 31
7. NOVI POMORSKI ECOSYSTEM APLIKACIJA 35
7.1 Praćenje stanja komponenti sustava 35
7.2 Optimizacija energetske učinkovitosti 36
7.3 Praćenje stanja okoliša 37
7.4 Sigurnost 37
7.5 E-navigacija 39
7.6 Autonomija i daljinsko upravljanje 42
7.7 IoT u pomorstvu 43
8. ZAKLJUČAK 45
LITERATURA 47

1. UVOD

Nova rješenja za poboljšavanje brodske povezanosti, napredak kod kibernetičko-fizičkih sustava i njihova povezanost te digitalni blizanci omogućit će digitalizaciji da preuzme dominaciju u pomorstvu u nadolazećim desetljećima te će brodovi sve više podsjećati na plutajuća računala. U drugom poglavlju obrađeno je kako je razvojem Fleet Xpressa, Inmarsat omogućio puno brži i pouzdaniji prijenos podataka, a u trećem poglavlju obrađen je koncept digitalnog blizanca. Digitalne kopije stvarnih brodova, nazvane digitalni blizanci, industrija će početi koristiti ozbiljno za istraživanje i poboljšanje izgleda modela simulacije, analize podataka itd. Približen je i koncept kibernetičko - fizičkih sustava. Povećana automatizacija i dostupnost visoko pouzdanih, računalno kontroliranih, kibernetičko - fizičkih sustava omogućit će napredak u automatizaciji i daljinski upravljanim operacijama. Naprednim metodama analitike časnici i kompanije, prilikom uvida u velike skupove podataka koje današnji brodovi stvaraju, mogu poduzeti smislenije akcije s kojima će povećati brodsku učinkovitost te smanjiti troškove. Osvrt na prilike i izazove upravljanja podacima izložen je u petom poglavlju. Povezivanje broda s internetom te napredak u komunikacijskim tehnologijama omogućit će čitav novi raspon aplikacija za upravljanje brodom. Brodovi danas sadrže sve što i jedan osrednji grad te ovaj njihov svijet pametnih automatiziranih brodova se može nazvati Internetom brodova. Zbog ovih svih napredaka u pomorstvu će se u budućnosti morati staviti veliki fokus na cyber sigurnost. Brodovima i vlasnicima će prijetiti napadači zbog raznih ciljeva te će pomorci morat proći bolju izobrazbu na tom području kako bi znali zaštiti brodske sustave od vanjskih napadača.

2. BRODSKA POVEZANOST

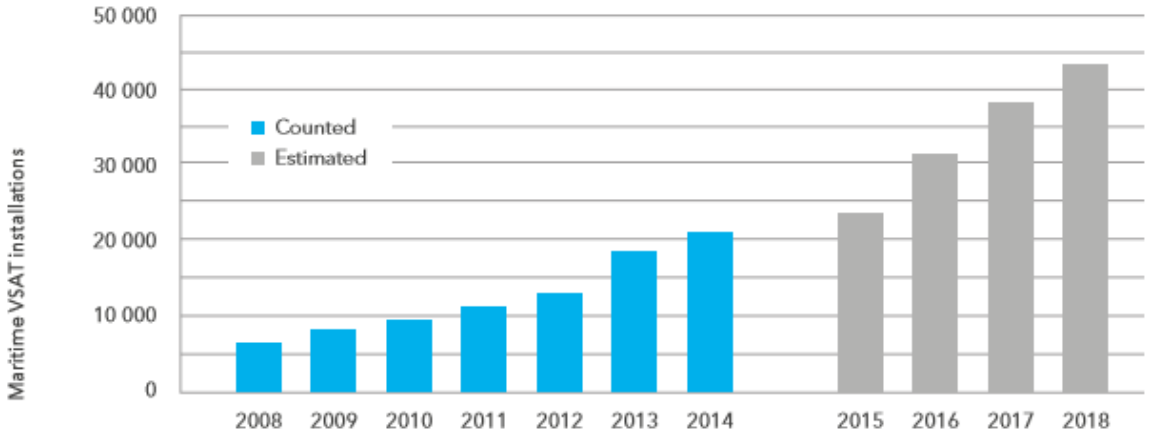
U slijedećem desetljeću doći će do velikog napretka u načinu na koji se u pomorskoj industriji prenose informacije. Razmatrat će se niz novih komunikacijskih tehnologija. Nove tehnologije koje su planirane za sljedećih deset godina uključuju mobilne mreže u obalnim područjima; VDES (nova podatkovna usluga na VHF pojasu); Wi-Fi u lukama i što je najvažnije - satelitske komunikacije, poboljšanje pokrivenosti i širine pojasa [1]. Prema riječima INMARSAT Maritime CEO Ronald Spithouta na upit koji će biti glavni tehnološki trendovi u pomorstvu u slijedećih pet godina, on odgovara:“ [...] *right now, we are at the point in time where ships managers and ships owners start to realize that Internet of Things and analytics of Big data is giving them competitive edge for improving their efficiency. So realization makes it that satellite connectivity becomes for vessel the kind of critical infrastructure* [...] *and what you see happening in shipping is that realization will translate in a adoption of much more standardized archichecture on board providing them always with connectivity they need and probably also together with capability to run applications to analize what ever is needed on board and on shore and interact on that. [...]*“ [2].

Komunikacije su tehnologije zasnovane na prijenosu informacija i za takve postoji nekoliko empirijskih zakona koji diktiraju razvoj kapaciteta:

- Buttersov zakon o fotonima govori da količina podataka koja izlazi iz vlakana se udvostručuje svakih 9 mjeseci [3].
- Nielsenov zakon o širini pojasa na internetu govori da se brzina povezanosti krajnjeg korisnika povećava 50% svake godine [4].
- Cooperov zakon o spektralnoj učinkovitosti navodi da maksimalni broj glasovnih razgovora ili ekvivalentnih podatkovnih transakcija koje se mogu provesti u svim korisnim radio spektrima na određenom području udvostručuje se svakih 30 mjeseci [5].
- Edholmov zakon o širini pojasa razmatra bežične, nomadske i fiksne internetske veze i tvrdi: "Tri telekomunikacijske kategorije marširaju gotovo u koracima zaključavanja: njihova stopa podataka povećava se na sličnim eksponencijalnim krivuljama, sporijim stopama prateći brže one s predvidljivim vremenskim kašnjenjem [6].“ Stope rasta nomadskog i bežičnog signala odgovara godišnjim stopama rasta od više od 60%, a ekstrapolacija prema naprijed pokazuje konvergenciju stope nomadskih i bežičnih tehnologija oko 2030. godine.

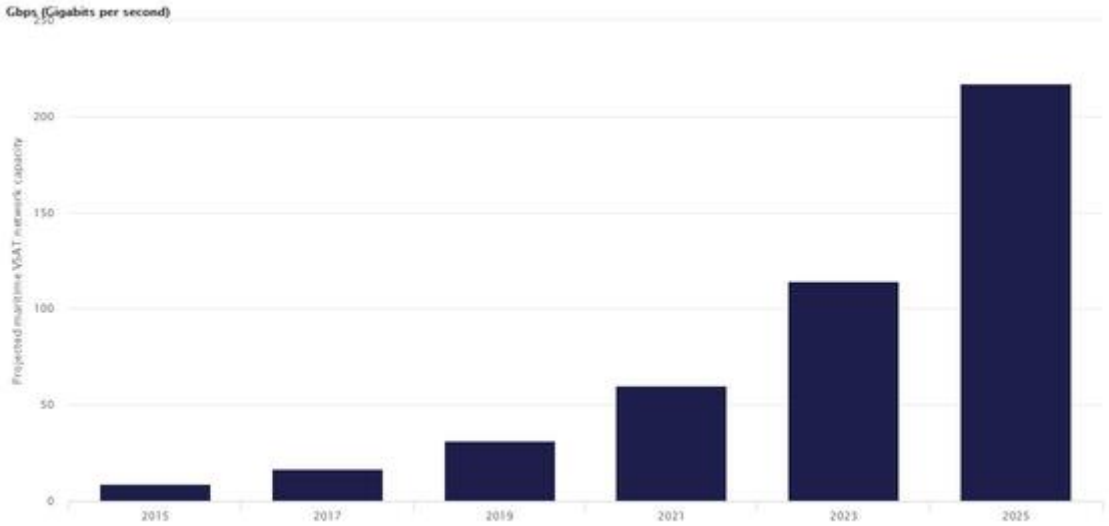
Pojednostavljeno, ovi zakoni govore da bi se trebalo očekivati kontinuirani eksponencijalni rast dostupnih kapaciteta za prijenos podataka brodovima i da će se sadašnja ograničenja propusnosti širiti kako bi se omogućilo Internet stvari (eng. *Internet of Things*) i širok pojas aplikacija zemaljskih mreža da se prošire na sve aktivnosti na moru. Budući da se ovi zakoni ne odnose direktno na pomorske komunikacije, razvoj pomorskih komunikacija može se promatrati kroz broj VSAT (eng. *Very Small Aperture Terminals*) opreme, ključnog nositelja komunikacije za povezivanje broda.

Trenutačno, pomorska industrija pridonosi značajnom porastu broja VSAT opreme na brodovima. Prema podacima COMSYS-a (Slika 1.), broj instalacija VSAT opreme se učetverostručio od 2008. (6001) do 2014. (21922), a predviđa se da će taj broj preći 40000 do 2018.



Slika 1. Broj instalacija VSAT opreme [7]

Također, kapacitet VSAT mreže povećava se zahvaljujući uvođenju novih visokoučinkovitih satelitskih sustava (HTS) s dva do deset puta većim protokom od klasičnih satelita. Ukupni VSAT mrežni kapacitet na moru će do 2025. godine doživjeti barem deseterostruki rast na oko 200 Gbps (Slika 2.), što znači veliko povećanje brzina prijenosa podataka i smanjenje troškova po bitu za povezane brodove. Prema ranije navedenim empirijskim zakonima (Cooperov i Edholmov) tipično je da komunikacijske tehnologije pokazuju eksponencijalni rast.



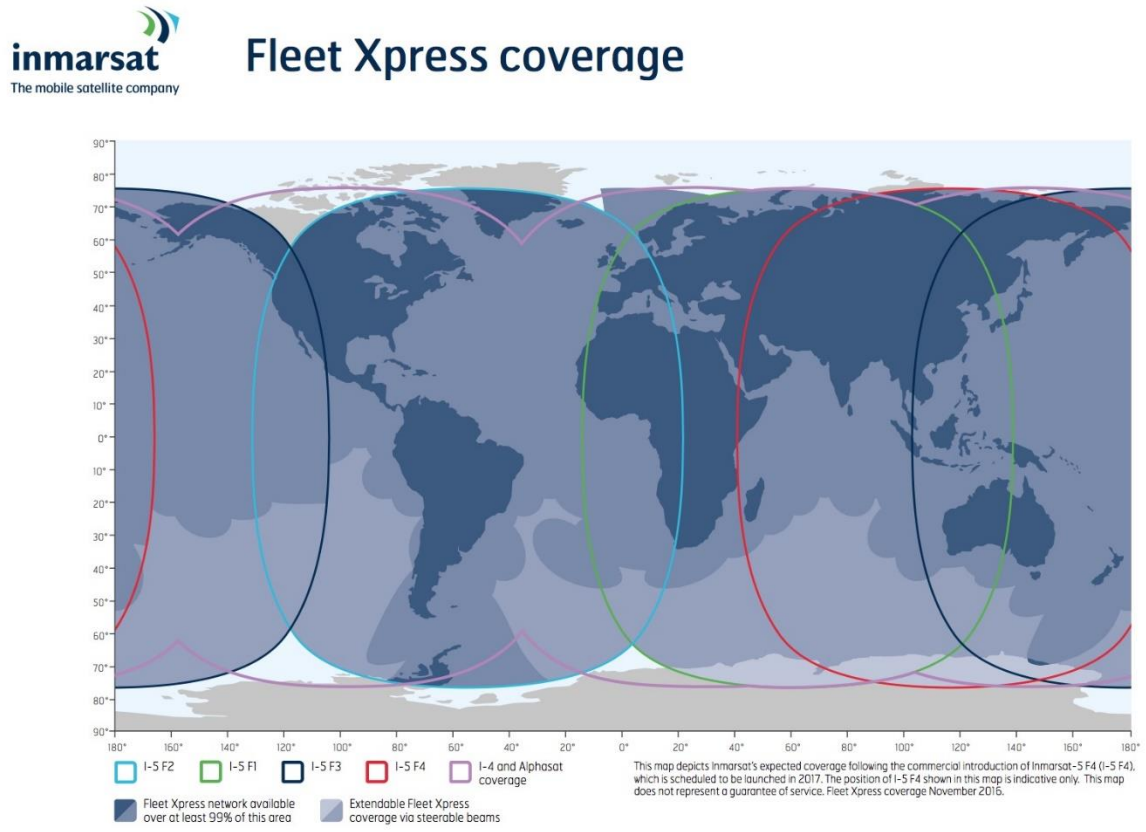
Slika 2. Predviđeni VSAT mrežni kapacitet do 2025. [1]

2.1. Fleet Xpress

Pretpostavljajući da će svi novi sustavi i komunikacijski kapaciteti postati dostupni, ukupan kapacitet i stope korisničkih podataka će stalno rasti dok će troškovi nastaviti padati. Međutim pomorska komunikacija ostaje bežična i oslanja se na dijeljenje ograničenog fizičkog resursa; spektra [7]. Zakon o eksponencijalnom rastu koji se ranije raspravlja to ne ispunjava i kako je pretpostavljao Martin Cooper, neophodno je nastaviti inovacije i tehnološka dostignuća radi daljnjeg povećanja dostupne širine pojasa[5]. Iako će pametnije antene, snažniji sateliti i nove tehnike modema postupno omogućiti bolje korištenje spektra, pomorska ponuda se ne može usporediti sa zemaljskom širokopojasnom mrežom, pri čemu kabeli s optičkim kabelima omogućuju brzinu prijenosa podataka u Gbps rasponu po niskoj cijeni od poduzeća i kućanstva. Također, uzimajući u obzir troškovnu sliku povezanu s pokretanjem i održavanjem satelitskog sustava ili zemaljskog sustava s pomorskom pokrivenošću, postoje ograničenja u pogledu načina na koji operatori mogu jeftino prodati svoje vrijeme emitiranja.

Brodska povezanost će omogućiti razvoj novih brodskih aplikacija i sustava. Kako se te nove aplikacije oslanjaju primarno na komunikaciju, jasno je da će kritičnost komunikacijske opreme povećati. Kako se aplikacije progresivno oslanjaju na komunikaciju, jasno je da će se kritičnost komunikacijske opreme povećati. Ova povišena kritičnost zauzvrat će zahtijevati strože zahtjeve glede dostupnosti i pouzdanosti komunikacijskih sustava koji se koriste za nove aplikacije.

Fleet Xpress, najnovija komunikacijska usluga iz Inmarsata, podiže pomorske komunikacije na potpuno novu razinu, pružajući velike brzine prijenosa podataka koje omogućava Inmarsatova Global Xpress Ka-pojasna tehnologija u kombinaciji s dokazanom pouzdanosti Inmarsatove vodeće FleetBroadand L-pojasne usluge. Fleet Xpress pokreće revoluciju u prijenosu pomorskih podataka. Zajamčena širina pojasa pruža vlasnicima i operaterima brodova poboljšanu poslovnu inteligenciju, performanse, učinkovitost i dobrobit posade te učinkovitiji način poslovanja. Također će poduprijeti pružatelje aplikacija trećih strana da unaprijede postojeće usluge pomorskim korisnicima i razviju mnoštvo inovativnih novih aplikacija koje će dodatno potaknuti operativnu učinkovitost, od praćenja u stvarnom vremenu, daljinske dijagnostike i telemedicine, do sigurnosti i raznih usluga posadi. Fleet Xpress nudi moćnu kombinaciju jedinstvenih prednosti za postavljanje novih standarda u pomorskoj komunikaciji. Fleet Xpress je prva globalna superbrza širokopojasna mreža.



Slika 3. Pokrivenost Fleet Xpress-a [8]

Osnova Fleet Xpress-a je Global Xpress (GX). GX je mreža satelita koja omogućuje globalnu razinu pokrivenosti (Slika 7.). GX isporučuje besprijekornu širokopojasnu vezu velike brzine diljem svijeta od prosinca 2015. GX se sada sastoji od četiri Ka - pojasna komunikacijska

satelita. Prva tri I-5 satelita lansirana su s kozmodroma Bajkonur, a zajedno pružaju pokrivenost dovoljnu za pružanje GX usluga:

- I-5 F1 – lansiran 6. prosinca 2013. kako bi pokrio Europu, Bliskom Istok, Afriku i Aziju
- I-5 F2 - lansiran 1. veljače 2015. kako bi pokrio područje dvaju Amerika i regiju Atlantskog oceana
- I-5 F3 - lansiran 28. kolovoza 2015. za regiju Pacifika [9].

Kao dio Inmarsatovih programskih obveza od 1,6 milijardi USD, četvrti Global Xpress satelit (I-5 F4) lansiran je 15. svibnja 2017. godine iz Cape Canaverala na Floridi, kako bi osigurao dodatne kapacitete. Još je u fazi testiranja te nije operativan.

Sateliti I-5 rade s kombinacijom fiksnih uskih kratkih zraka koji omogućuju Inmarsatu da isporučuje veće brzine preko kompaktnijih terminala, plus upravljive zrake, tako da se dodatni kapacitet može usmjeriti u realnom vremenu tamo gdje je to potrebno. Korisnicima iz pomorskog, ali i ostalih sektora kao npr. zrakoplovnog ili vojnog, djelovanjem u elastičnom Ka – pojasu, dok se s lakoćom integriraju s već dokazanom L - pojasnom mrežom GX omogućuje siguran i pouzdan pristup visokoučinkovitim komunikacijama. Global Xpress predstavlja važan korak u Inmarsatovoj transformaciji od satelitskog operatera do digitalnog pružatelja usluga. Još uvijek inovativni, Inmarsat ide dalje u povezivanju i pokretanju nastajućeg globalnog digitalnog društva. Od pametnih brodova i pametnih gradova do povezanih zrakoplova i povezanih automobila, Inmarsatov cilj je pružiti najbolje mreže i najbolja rješenja za oblikovanje novog digitalnog svijeta.

3. DIGITALNI BLIZANCI

Digitalni blizanac odnosi se na digitalnu repliku fizičke imovine, procesa i sustava koji se mogu koristiti za različite svrhe [10]. Digitalna reprezentacija pruža i elemente i dinamiku djelovanja uređaja kroz Internet stvari. Digitalni blizanci integriraju umjetnu inteligenciju, strojno učenje i analitiku softvera s podacima kako bi stvorili žive digitalne simulacijske modele koji se ažuriraju i mijenjaju kako se mijenja stanje u fizičkim komponentama sustava. U različitim industrijskim sektorima blizanci se koriste za optimizaciju rada i održavanja fizičkih sustava i proizvodnih procesa. Oni su formativna tehnologija za industrijski Internet stvari, gdje fizički objekti mogu živjeti i međusobno komunicirati s drugim strojevima i ljudima virtualno.

Digitalni blizanac se definira kao skup virtualnih informacijskih komponenti koji u potpunosti opisuju potencijalni ili stvarni fizički proizvedeni proizvod s mikro-atomske razine na makro-geometrijsku razinu [11]. Na optimalan način, sve informacije koje se mogu dobiti od pregleda fizičkog proizvedenog proizvoda mogu se dobiti od svog digitalnog dvojnika. Postoji više tipova digitalnih blizanaca.

Prototip digitalnog blizanca (eng. *Digital Twin Prototype*) je tip digitalnog blizanca koji opisuje prototip fizičkog predmeta za upotrebu. Sadrži informacije potrebne za opisati i proizvesti virtualnog blizanca. Potrebne informacije uključuju 3D model, zahtjeve, obrazac materijala koji sadrži specifikacije materijala, plan procesa, račun usluga i plan raspolaganja.

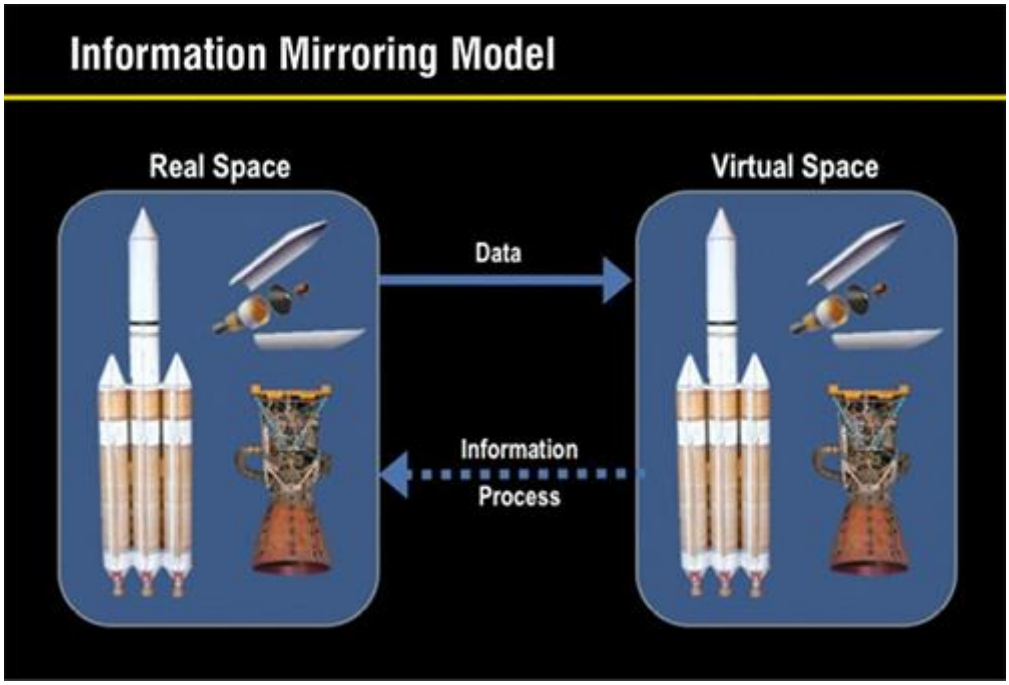
Primjer digitalnog blizanca (eng. *Digital Twin Instance*) je tip digitalnog blizanca koji opisuje određen odgovarajući proizvod i s kojim taj DB staje povezan kroz čitav životni vijek tog proizvoda. Informacije koje ovakav DB sadrži su 3D model s općim dimenzijama i odstupanjima koji opisuje geometriju stvarnog proizvoda i njegovih komponenti, raspored materijala koji navodi sve trenutne i prethodne komponente, plan procesa koji navodi sve operacije koje su izvršene prilikom izrade stvarnog proizvoda kao i sve rezultate testiranja i mjerenja koja su provedena prilikom izrade proizvoda, službeni zapis koji sadrži sve izvršene usluge i operativno stanje koji sadrži informacije uzete od stvarnih podataka sa senzora. Ovakvi primjeri digitalnih blizanaca mogu tvoriti skupinu digitalnih blizanaca (eng. *Digital Twin Aggregate*). To može biti računalni program koji ima pristup svim primjerima digitalnih blizanaca ad-hoc ili proaktivno s ciljem objedinjavanja informacija sa svih pojedinačnih proizvoda.

3.1 Koncept digitalnog blizanca

Koncept digitalnog blizanca nastaje prvotno kao ideja upravljanja životnim ciklusom proizvoda. Iz te ideje se vidi da će ta dva sustava, stvarni i virtualni, ostati povezani kroz cijeli životni vijek proizvoda. Digitalni blizanac je usvojen kao konceptualna osnova u području astronautike i zrakoplovne industrije posljednjih godina. NASA ga je koristila u svojim tehnološkim planovima i prijedlozima za održivo istraživanje svemira, a također ovaj koncept je korišten i prilikom planiranja slijedeće generacije borbenih lovačkih zrakoplova.

Koncept digitalnog blizanca prikazan na slici 8. se sastoji od 3 dijela [12]:

- Fizičkog proizvoda u stvarnom svijetu
- Virtualnog proizvoda u virtualnom svijetu
- Veze podataka i informacija koje povezuju virtualne i stvarne proizvode



Slika 4. Koncept digitalnog blizanca [14]

Količina i kvaliteta informacija o virtualnom i fizičkom proizvodu brzo su napredovali u posljednjem desetljeću. Problem je što dvosmjerna veza između stvarnog i virtualnog predmeta zaostaje. Globalni proizvođači danas rade ili s fizičkim proizvodom ili s virtualnim. Nisu još razvili vezu između dva proizvoda tako da bi mogli raditi s oba istovremeno. Obično se razvije potpuno označen 3D model, a potom se razvija proizvodni proces kojim će se realizirati ovaj model kroz plan procesa i popis materijala koji će se koristiti u proizvodnji.

Sofisticiraniji i napredniji proizvođači potom simuliraju proizvodni proces digitalno. Jedno rješenje za povezati virtualni i fizički proizvod je imati zajedničko spremište (eng. *Unified Repository*). Virtualni razvojni alat i fizički alati za prikupljanje bi popunili UR i time bi se postiglo dvosmjernu vezu između fizičkog i virtualnog proizvoda. U virtualnom području alata identificirale bi se karakteristike kao što su dimenzije, tolerancije, zahtjevi zakretnog momenta, mjerenje tvrdoće itd. te postavilo jedinstvenu oznaku u virtualni moment koji bi poslužio kao rezervirano mjesto podataka za stvarni fizički proizvod. Kada bi proizvod bio spreman za proizvodnju prikupljene bi bile oznake virtualnog proizvoda te stvoren UR. Potom bi te oznake pohranjene s fizičke strane u plan procesa te kako bi taj proces bio izvršen u postrojenju izvješće bi bilo pohranjeno u UR. Konačno, ti podaci bi se ukomponirali u tvorničku simulaciju repliciranja proizvoda. Takva aplikacija umjesto da prikazuje što bi se trebalo dogoditi u tvorničkom procesu izrade proizvoda, prikazivat će što se stvarno događalo korak po korak prilikom izrade proizvoda. Aplikacija će stalno održavati vezu s UR, na način da sve podatke prilikom stvarne proizvodnje pohranjuje u virtualnoj tvornici. To korisniku omogućava da prati u stvarnom vremenu stanje na alatnoj traci te ispita karakteristike proizvoda.

Digitalni blizanci sadrže tri ljudska atributa [12]. Konceptualizacija, uspoređivanje i surađivanje. Zajedno, ti atributi čine kamen temeljac slijedeće generacije rješavanja problema i inovacija.

Sposobnost konceptualizacije digitalnog blizanca omogućuje korisniku da jasno vidi situaciju i eliminira neučinkovite i kontraproduktivne korake te izgradi zajedničku perspektivu korisnika s digitalnim blizancem te vidi informacije s fizičkog kao i virtualnog proizvoda istodobno. Tako korisnik umjesto da proučava izvješća tvorničkog rada i provjerava kako se proizvod kreće kroz pojedinačne faze, uz pomoć simulacije digitalnog blizanca može pratiti napredak fizičkog proizvoda u stvarnom vremenu proizvodnje. Umjesto promatranja niza brojeva prilikom mjerenja tolerancije, može promatrati proizvode poredane u virtualnoj tvornici te simulirajući trendove izrade otkriti problem u nastajanju puno ranije. To omogućuju oznake koje su unesene u UR te korisnik može promatrati te oznake istodobno sa stvarnim parametrima.

Stoga uz sposobnost uspoređivanja digitalnog blizanca korisnik može vidjeti idealne karakteristike, tolerirana odstupanja od idealnih mjerenja te razvojni put proizvoda i trend po kojem se razvija da utvrdi da li proizvodi posjeduju kvalitetu koju bi trebali posjedovati. Ovisno o tome kako je sposobnost uspoređivanja implementirana ona daje rezultate te korisnik može donijeti trenutne odluke o razlikama. Npr. rezultati se mogu očitavati po boji, ako aplikacija daje zelenu boju, proizvod nema nikakva odstupanja, ako je žuto nalazi se u dozvoljenim

granicama, a crveno označava prevelika odstupanja od zadanih karakteristika. Zbog sposobnosti uspoređivanja rezultata korisnik može podesiti buduću proizvodnju.

Suradnjom digitalni blizanci primjerice mogu korisniku ponuditi rješenje jednog problema koji osvane u proizvodnji, a već je prethodno riješen u nekoj drugoj tvornici. To znači da pojedini korisnici diljem svijeta neće samo nadzirati svoje procese već će imati pristup i drugim tvornicama.

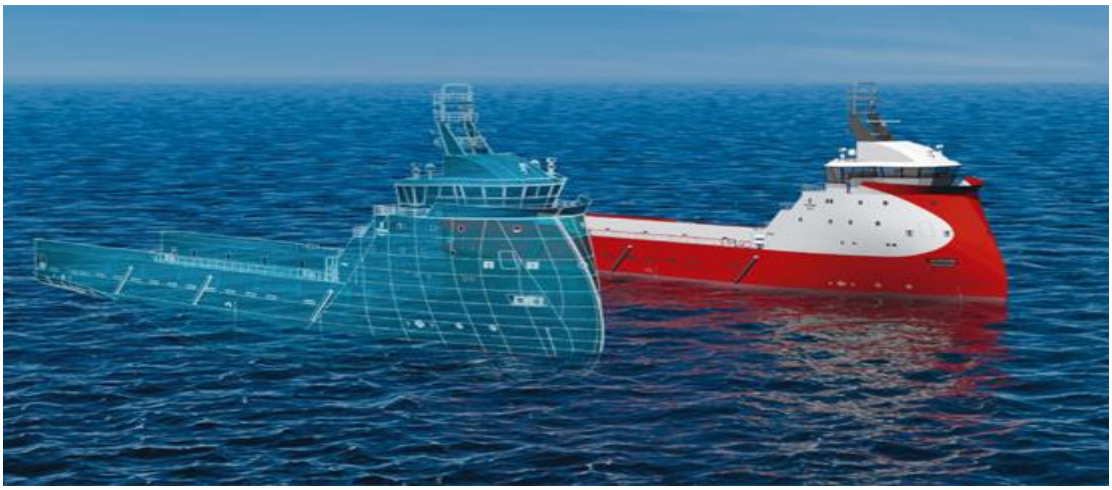
S ovim atributima digitalni blizanci omogućuju korisniku da nadilazi fizičke okvire relativno neučinkovitog upravljanja. Korisnik se sada seli u virtualne okvire gdje lokacija nije bitna, ljudi diljem svijeta mogu imati zajedničku viziju te sudjelovati u usporedbama koje identificiraju razlike između onoga što jest i što bi trebalo biti i surađivati zajedno.

Dok se u prethodnom desetljeću dogodio značajan napredak u mogućnostima prikupljanja i obrade podataka fizičkog proizvoda kao i u stvaranju i prezentaciji virtualnog proizvoda tj. digitalnog blizanca, ostaje problem što način i brzina povezivanja ova dva dijela zaostaje.

3.2 Digitalni blizanci u pomorstvu

Većina kompanija gleda kako proširiti i učiniti svoje poslovanje što raznolikijim, a s time i proširiti svoju ponudu. Koncept digitalnog blizanca je stoga jako koristan jer pruža mogućnost novih usluga koje razne tvrtke mogu pružati svojim klijentima npr. brodograditelj umjesto da je limitiran samo na proizvodnju broda može ponuditi dodatne usluge tijekom životnog vijeka broda koji će njegovim vlasnicima uštediti milijunske iznose. Koncept digitalnog blizanca je u današnjem poslovnom svijetu postao toliki imperativ da je uvršten na Gartnerovu top 10 listu strateških tehnoloških trendova za 2017. godinu [13]. Svaki brodovlasnik koji cilja na pametni brod imat će potrebu za digitalnim blizancem, osobito ako želi postići isplativost.

Brodski kontrolni sustavi su jedna aplikacija za digitalne blizance. Stvarna programska podrška za upravljanje sustavom može se instalirati u digitalni dvostruki brod za virtualnu integraciju, testiranje i provjeru valjanosti. Virtualni brod je simulator koji sadrži svu opremu i strojeve, mreže i upravljačke sustave. Sve je povezano i integrirano u cyber-prostor, baš kao što bi bilo i na stvarnom brodu. Digitalni blizanac virtualnog broda može se testirati u simuliranim uvjetima koji su jednaki onima u stvarnosti. Dakle, digitalni blizanac (Slika 9.) je digitalna kopija stvarnog broda i svih njegovih sustava koji omogućuje bilo koji dio imovine da se može analizirati preko digitalnog sučelja.

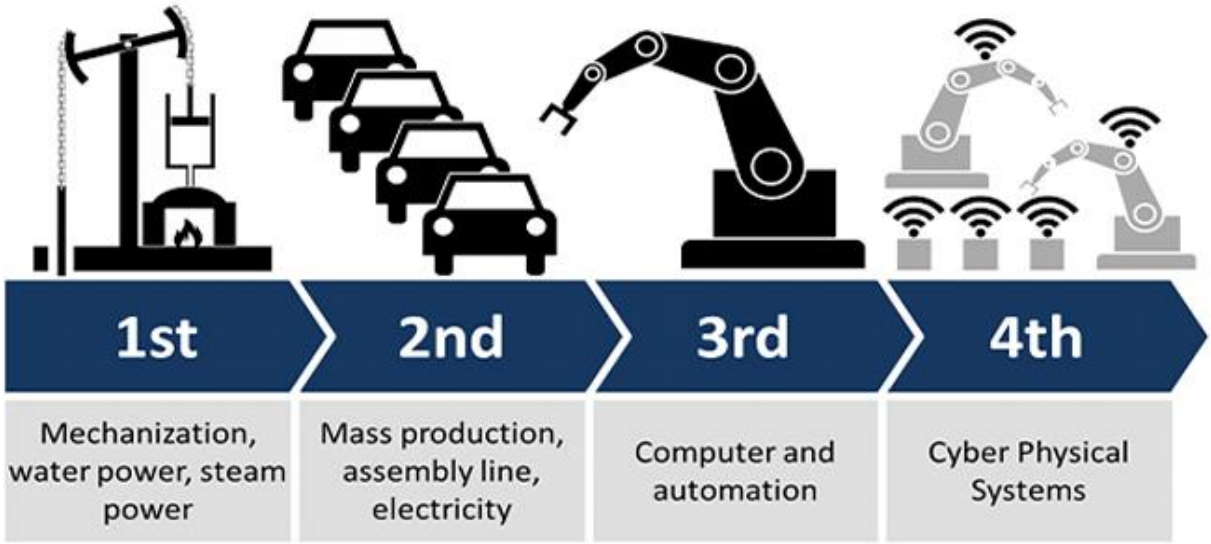


Slika 5. Digitalni blizanac broda [1]

Digitalni blizanac izvodi mnoge aplikacije tokom svog životnog ciklusa kao npr analiziranje podataka, simulacija modela itd. U slijedećem desetljeću, brodski sustavi i povezani digitalni blizanci će biti osmišljeni uz podršku upravljanja informacijama u „oblaku“ i platformi za simulaciju više modela. To će omogućiti različitim dionicima da popunjavaju imovinu digitalnog blizanca s modulima i unaprijed procijeniti kako će sustav funkcionirati kao cjelina. U poslovanju, digitalni blizanac nudi nekoliko mogućnosti za procjenu izvedbi i kritičnosti u gotovo stvarnom vremenu i sugerirajući korektivne radnje zajedno s operativnim podacima senzorske opreme. S vremenom će sve detaljniji virtualni modeli biti neprekidno popunjeni informacijama prikupljenim na brodu, ubrzavajući razvoj industrijskih Big Data i pametnih analitičkih platformi. Virtualne brodske platforme će dovesti do nekoliko novih načina rada i održavanja brodova i flote.

4. KIBERNETIČKO - FIZIČKI SUSTAVI

U današnjem poslovnom svijetu, tvrtke se suočavaju s problemom u rješavanju velikih skupova podataka radi brzog odlučivanja s ciljem poboljšane učinkovitosti. Mnogi proizvođači nisu spremni za nositi se s velikim skupovima podataka zbog nedostatka odgovarajućih alata za analizu tih podataka. Njemačka predvodi transformaciju prema 4. industrijskoj revoluciji (eng. *Industry 4.0*) koja se temelji na proizvodnji i usluzi koja temelji na kibernetičko - fizičkim sustavima (Slika 6.). Na temelju terminologije industrije 4.0, inteligentna analiza podataka i međusobno povezani sustavi kombiniraju se kako bi stvorili potpuno novi aspekt u tvorničkoj transformaciji i upravljanju proizvodnjom. U trenutnom industrijskom okruženju, pružanje vrhunske kvalitete usluge ili proizvoda s najnižim troškovima ključ je uspjeha, a industrijske tvornice pokušavaju postići što bolje izvedbe kako bi povećali svoju zaradu, kao i njihov ugled. Na taj su način dostupni različiti izvori podataka kako bi pružili vrijedne informacije o različitim aspektima tvornice. Kibernetičko – fizički sustavi (eng.*Cyber-physical system*) ili CPS je izraz koji predstavlja integrirane računalne i fizičke sposobnosti poput senzora, komunikacije i djelovanja prema fizičkom svijetu. U primjeni naprednih pojmova kao što je *Industry 4.0* i kibernetičko - fizički sustavi, samo prisutnost povezanosti između strojeva i senzora nije dovoljna. Da bi ove napredne tehnologije mogle djelovati zajedno, točne informacije moraju biti prisutne u pravom trenutku za pravu svrhu. Stoga, 6C sustav (*Connection, Cloud, Cyber, Content, Community, Customization*) i njegova primjena može poboljšati informacijski sustav. [15]



Slika 6. Temelj 4. industrijske revolucije – cyber physical sustavi [16]

4.1 Koncept CPS

CPS je mehanizam koji se nadzire algoritmom računalnih programa, čvrsto integriranih s internetom i svojim korisnicima [17]. U CPS-u, fizička i programska komponenta su duboko isprepletene, svaka operira na svojoj prostornoj i vremenskoj skali, pokazujući više i različite modalitete ponašanja i djeluju međusobno jedna s drugom na bezbroj načina koji se mijenjaju s kontekstom. CPS uključuje transdisciplinarne pristupe, spajajući teoriju kibernetike, mehatroniku, dizajn i procesnu znanost. CPS je također sličan IoT (eng. *Internet of Things*); oba se temelje na sličnoj građi, ali kod CPS je prisutna veća razina kombinacija i koordinacije između fizičkih i računalnih dijelova. CPS nisu tradicionalni ugrađeni sustavi i sustavi za praćenje u realnom vremenu već imaju određene karakteristike koje ih definiraju [18]:

- Kibernetičku sposobnost u svakoj fizičkoj komponenti
- Umreženi po više i ekstremnijim razmjerima
- Dinamičko preoblikovanje/ reorganizacija
- Visoka razina automatizacije
- Operacija mora biti pouzdana i certificirana u nekim slučajevima
- Kibernetičke i fizičke komponente su integrirane za učenje i adaptaciju, jače performanse, samoorganizaciju, automatsku montažu

CPS, kao i svi informacijski i komunikacijski sustavi, karakteriziraju sljedeća temeljna svojstva:

- Funkcionalnost
- Učinkovitost
- Pouzdanost i sigurnost
- Cijena

Ostala svojstva koja utječu na pouzdanost i sigurnost sustava su: upotrebljivost, upravljanje i prilagodljivost. Glavne značajke CPS su:

- Unos i povratne informacije iz/prema fizičkim sustavima – postojanje zaštićenih komunikacijskih kanala
- Upravljanje i kontrolirana distribucija – federativni pristup
- Učinkovitost u stvarnom vremenu
- Široka zemljopisna distribucija bez komponenti za fizičku sigurnost na raznim lokacijama
- Sustavi kontrole vrlo velikih razmjera SoS (eng. *system of systems*)

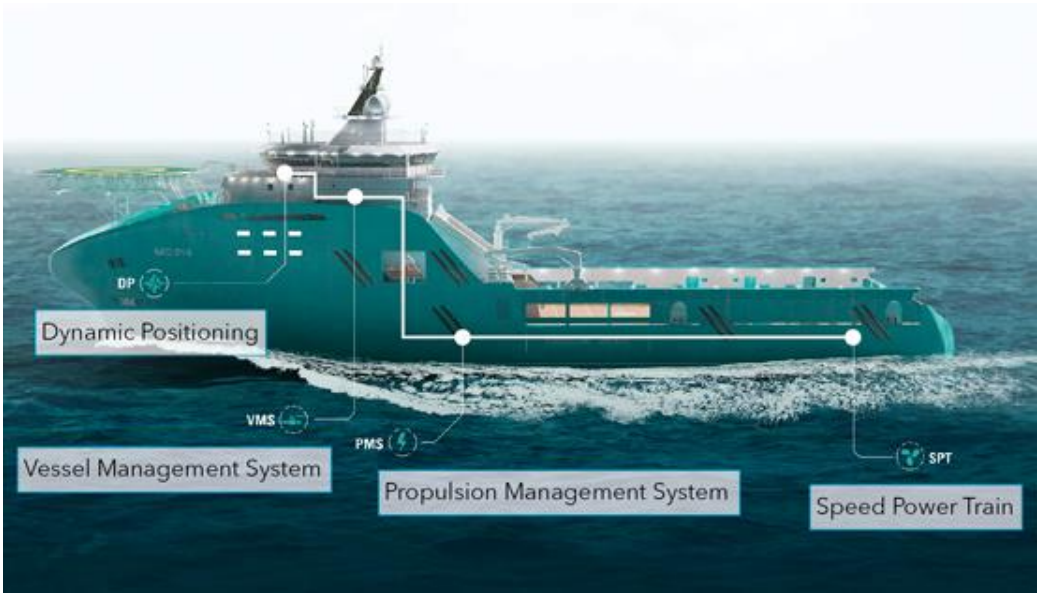
Kibernetičko – fizički sustavi zadržavaju niz prednosti. Oni su učinkoviti i sigurni sustavi, omogućuju pojedinačnim entitetima da rade zajedno kako bi stvorili složene sustave s većim kapacitetima. CPS se mogu primjenjivati u širokom pojasu zanimanja jer omogućuju niz novih prilika. Mogu upravljati ključnom infrastrukturom, pružati siguran i učinkovit transport, mogu raditi s alternativnim izvorima energije, voditi računa o zaštiti okoliša itd.

Velika zastupljenost različitih komponenta predstavlja velike izazove za istraživanja i razvijanja CPS. Moraju se riješiti problemi robusnosti, elastičnosti, pouzdanosti i sigurnosnih pitanja te rekonfiguriranje dinamičkih sustava i to su nova područja istraživanja od velike važnosti [19]. Integriranje različitih tehnologija i znanstvenih domena predstavlja nove i velike temeljne probleme koji su temelj teorijskih razmjera za ovu vrstu sustava. Iz perspektive nadzora hibridni dinamički sustavi izgledaju kao da su u središtu sustava. Primijenjene su opće metode koje uključuju energetske metode kao što su pasivnost i disipasivnost koje se mogu upotrijebiti za značajnu korist u oblikovanju CPS integrirajući komponente, modela prediktivne kontrole koja bi bila uspješna u u nadzoru složenih procesa, teoretske igre i mnoge druge pristupe. Mehanizmi za povratne informacija prožimaju se kako se pojavljuju na svim razinama interakcije. Mehanizmi za povratnu kontrolu (eng. *feedback*) prožimaju se na svim razinama djelovanja. Povratne informacije prisutne su neovisno o modelima koji se koriste kao povratne informacije koje nadilaze model. Iako je kod CPS naglasak na kibernetskim i fizičkim komponentama, treba napomenuti kako bi značajan napredak u primjeni bio ostvaren ako su ljudi uključeni u petlju. U bližoj budućnosti zasad ovo je jedini način kako bi se moglo govoriti o visoko automatiziranim sustavima. Promjenjivi stupnjevi autonomije biti će određeni prema sposobnostima, specifikacijama i zahtjevima sustava.

Razlozi istraživanja CPS su pritisci iz okoliša, rastuća potreba za poboljšanjem energetske učinkovitosti i smanjivanja zagađenja okoliša. Faktor koji ide u prilog istraživanju su smanjenje troškova umrežavanja. Istraživanja CPS prožima čitav set pitanja na koje trenutne tehnologije nemaju odgovor. Kako izgraditi prediktivni, u stvarnom vremenu, umreženi CPS na svim razinama? Kako napraviti i upravljati s visoko pouzdanim, sigurnim, dinamički konfiguriranim sustavima? Kako izbjegnuti kaskadne neuspjehe? Kako formulirati dokaznu osnovu za pouzdane sustave koji vode do jednostavnijih postupaka certificiranja? Zaključno, CPS predstavljaju veoma zahtjevno područje za istraživati, ali potencijalni rezultati su itekako vrijedni truda.

4.2 CPS u pomorstvu

Kibernetičko - fizički sustavi se sastoje od fizičkih komponenti koje se mogu nadzirati, upravljati i optimizirati uz pomoć programske podrške, senzora i aktuatora. Moderni brodovi postaju visoko automatizirani i sve su više zavisni o ovakvim sustavima. Oni danas čine širok raspon sustava (Slika 7.) npr. od onih normalnih brodskih sustava kao što su dinamičko pozicioniranje do onih kritičnih brodskih sustava ključnih za sigurnost broda kao što su gašenje u nuždi (eng. *emergency* shutdown) te zaštitne opreme na dovodu goriva (eng. *blowout preventer*). Brodski sustavi u strojarnici sve više i više se kontroliraju uz pomoć programske podrške koja je opremljena s pametnim senzorima koji omogućuju nadziranje stanja i izvedbe sustava. Npr. kontrolni sustavi brodske propulzije omogućuju besprijekornu integraciju električnih komponenata i konvencionalnih mehaničkih sustava s ciljem optimiziranja učinkovitosti bez ugrožavanja sigurnosti. Navigacijski sustavi se također sve više oslanjaju na napredne programe i senzore kako bi upozorili posadu na prijeteće opasnosti u navigaciji te predložili rješenja kako izbjeći potencijalnu havariju broda i izabrati sigurnu rutu. S obzirom na sveprisutnost upravljačkih sustava na brodu, moguće je sam brod promatrati kao kibernetičko – fizički sustav. Činjenica da su ovi sustavi umreženi doprinosi povećanju ukupne složenosti. Oboje, i normalni i hitni sustavi, ovise o funkcionalnosti i pouzdanosti senzora i programske podrške pa je ključno dokazati da oni rade ispravno. Kao posljedica toga, iako će senzori i programska podrška igrati veliku ulogu i dalje u brodskim sustavima, potrebno je osiguranje treće strane da će oni funkcionirati dovoljno dobro za sigurno i nesmetano upravljanje brodom. Stoga je potrebno provesti testiranja kako bi se utvrdila ispravnost istih [1].



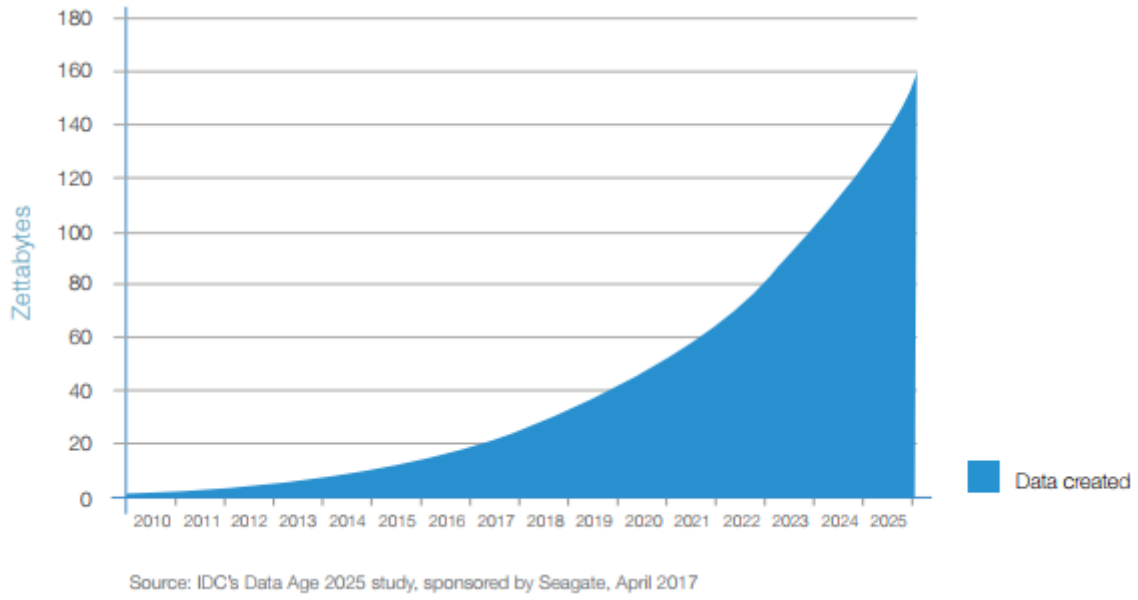
Slika 7. kibernetičko - fizički sustavi na brodovima [1]

Problemi CPS su slične prirode kao i kod automatiziranih sustava. Otežan pristup podacima i nepogodnost za upotrebu izvan sustava za koji su namijenjeni. Za CPS generalna kvaliteta podataka je ipak manji problem nego kod automatiziranih sustava jer kod CPS većina točki za pristup podacima korištene su za aktivnu kontrolu i nadzor opreme i eventualne pogreške kod senzora biti će trenutno otkrivene.

5. SLOŽENI SKUPOVI PODATAKA

Složeni skupovi podataka (eng. *Big data*) predstavlja skupove podataka koji su toliko opsežni i složeni da su tradicionalni aplikacijski softveri za obradu podataka neadekvatni za njihovo rješavanje. Izazovi kod složenih skupovi podataka uključuju prikupljanje, pohranu, analizu, pretraživanje, dijeljenje, prijenos, vizualizaciju, upite, ažuriranje i privatnost podataka. Složeni skupovi podataka se sastoje od 3 dimenzije, odnosno od volumena, raznolikosti i brzine [20]. U posljednje vrijeme, izraz „Big data“ se odnosi na uporabu analitike za predviđanje, analize ponašanja korisnika ili druge određene napredne metode analize podataka koji izlučuju vrijednost iz podataka.

Skupovi podataka sve brže rastu – dijelom zašto što se sve više prikupljaju raznim jeftinim i raznovrsnim internetskim informacijama s uređaja kao što su npr. pametni telefoni, antene za daljinska istraživanja kamera, mikrofona, wifi senzora itd. IDC [21] predviđa da će do 2025. globalna podatkovna zona porasti do 163 zettabita (Slika 8.) što je 10 puta više nego 2016. kada je iznosila 16.1 ZB. Svi ovi podaci sadrže uvid u potencijalne nove poslovne prilike.



Slika 8. Predviđanja rasta globalne podatkovne zone [21]

Složeni skupovi podataka mogu opisati slijedeće karakteristike:

- Volumen (eng. *Volume*) – Opisuje količinu generiranih i pohranjenih podataka. To je važno da bi se uopće odredila vrijednost podataka i stekao potencijalni uvid te da li se podaci mogu smatrati kao složeni skupovi podataka ili ne.

- Raznolikost (eng. *Variety*) – Određuje tip i prirodu podataka. Ova karakteristika pomaže ljudima koji ih analiziraju da učinkovito iskoriste dobiveni uvid.
- Brzina (eng. *Velocity*) – označava brzinu kojom se generiraju i procesuiraju podaci da bi ispunili zahtjeve i izazove prilikom rasta i razvoja.

Uz tri dimenzije, odnosno karakteristike koje opisuju složeni skupovi podataka s vremenom su dodane još dvije da bi ih se točnije definiralo:

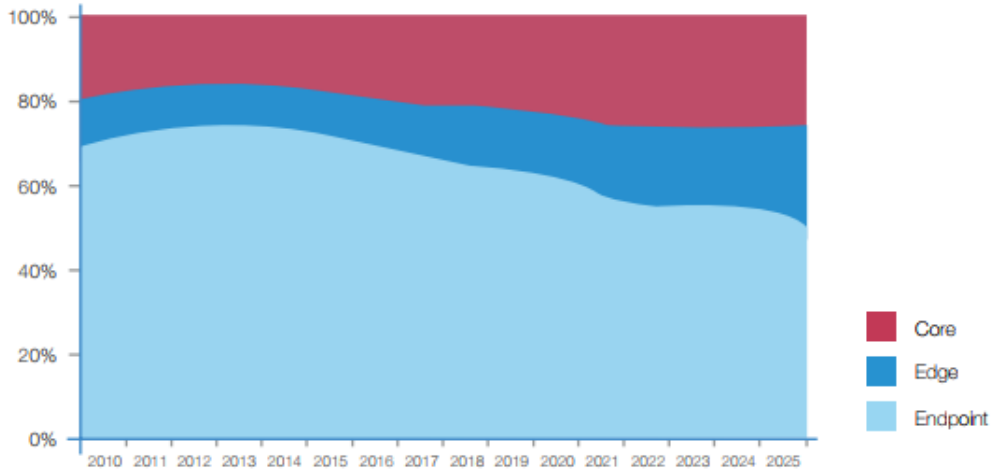
- Promjenljivost (eng. *Variability*) – nedosljednost podataka može sputavati procese upravljanja.
- Istinitost (eng. *Veracity*) – Kvaliteta pohranjenih podataka može jako varirati, što utječe na točnost analize.

Važnost složenih skupova podataka se ne vrti oko toga koliko podataka neki korisnik ima, već kako ih koristi. Korisnik može uzeti podatke s nekog izvora i analizirati ih da bi pronašao rješenja koji mu omogućuju smanjenje troškova, smanjenje vremena, razvoj novih proizvoda i optimiziranje ponude i donošenje pametnih odluka. Kada korisnik kombinira složenih skupova podataka s naprednim metodama analitike, može rješavati zadatke kao što su [22]:

- Određivanje uzroka neuspjeha, problema i nedostataka u gotovo stvarnom vremenu
- Generiranje kupona na prodajnom mjestu temeljenom na kupovnim navikama kupca
- Preračunavanja čitavog portfelja rizika u nekoliko minuta
- Otkrivanje prevarantskih radnji prije nego utječu na korisnikovu organizaciju

Stvaranje i korištenje računalnih podataka se može podijeliti u 3 glavne ere. Hiperprodukcija podataka je posljedica razvoja računala koja seže kroz desetljeća. Prije 1980. godine podaci prebivaju gotovo isključivo u namjenski izgrađenim podatkovnim centrima. 1980. s pojavom osobnih računala dolazi do revolucije u svijetu podataka. Osobna računala te Mooreov zakon omogućili su širu distribuciju podataka i računalnu moć. Podatkovni centri evoluirali su iz samo običnih skladišta podataka u centralizirana čvorišta koji su vršili upravljanje i distribuciju podataka mrežom do krajnjih uređaja. Mreža je bila jako spora, ali rastuća. Na tim uređajima koji su prikazivali podatke korisnici su imali mogućnost pohranjivati te podatke te upravljati s njima za svoje osobne potrebe. Na prijelazu stoljeća sa širenjem bežičnih širokopojasnih i brzih mreža potaknut je prijenos podataka u oblak, odvajanje podataka s određenih fizičkih uređaja i uvod u razdoblje pristupa podacima s bilo kojeg zaslona. Podatkovni centri su se proširili u oblaku uz pomoć popularnih internet servisa kao što su Google, Amazon i drugih. Razvoj računalne moći se nastavio i s usponom drugih uređaja kao što su mobiteli i igračkih konzola. Uređaji kao ovi te tradicionalna osobna računala još

zahtijevaju podatke za funkcioniranje, ali sada je neophodnim podacima olakšan pristup kroz oblak pa s time im je potrebno sve manje prostora za pohranu. Takvo je stanje današnjem vremenu kada ogroman napredak računalnih tehnologija te pohrane i dostupnosti podataka omogućuju potpuno nove aplikacije i lokacije za digitalnu tehnologiju i usluge. Evolucijska uloga podataka u svijetu postaje jasno vidljiva u količini podataka stvorenih i korištenih različitim vrstama računalnih platformi tijekom vremena. Računalne platforme možemo podijeliti u tri razine. Jezgru (eng. *core*) koju tvore određeni podatkovni centri u poduzećima i u oblaku. To uključuje sve vrste oblaka, javni, privatni i hibridni. Ovo također uključuje i npr. operativne centre koji upravljaju mobilnim mrežama ili internet poslužiteljima. Rubne (eng. *edge*) se odnosi na utvrđene uređaje u poduzećima koji nisu dio središnjeg podatkovnog centra. Ovo uključuje sobe poslužitelja, poslužitelje na terenu i manje podatkovne centre koji se nalaze na regionalnoj razini radi bržeg vremena odgovora. Krajnja točka (eng. *endpoint*) se odnosi na sve uređaje na drugoj strani mreže uključujući osobna računala, mobitele, kamere, senzore, umrežene automobile itd. U postotku ovi uređaji generiraju najveći dio podatkovnog prometa (Slika 9.) od 2012. i očekuje se da nastave tako.



Slika 9. Podjela prema količini generiranih podatka između računalnih platformi [21]

U međuvremenu, metode analitike složenih skupova podataka, aplikacije za oblak i zahtjevi za podacima u stvarnom vremenu guraju brži rast distribucije podataka u Core i Edge platformama. Kada se uzme u obzir ocjenjivanje platformi koje generiraju i pohranjuju podatke vidi se da s vremenom dolazi do značajnih promjena. Od 1980. do 2000tih osobna računala i zabava su dominirali stvaranjem i konzumiranjem podataka dok, s razvojem mreže, s vremenom dolazi do opadanja potrebe za pohranom podataka na osobnim računalima. Konačni

ishod će biti da će doći do potpune pohrane na oblaku kojoj će se moći brzo pristupiti s bilo koje lokacije. To će uvelike utjecati i na poslovni svijet, ali i na ljudske živote općenito.

Ipak, najveća komponenta budućeg rasta generiranja podataka će biti mali ugradbeni uređaji kao što su automati, kamere, pametna brojila itd. Danas, broj sustava s ugradbenim uređajima pohranjenim u podatkovnim centrima je manje od jednog po čovjeku, ali se očekuje kroz slijedećih nekoliko godina porast na 4 po čovjeku. Dok se podaci s ugradbenih uređaja teže biti što učinkovitiji u usporedbi s npr. podacima za zabavu itd, broj podataka će biti jako velik, mjeren u *quintillions* po godini. Svi ti podaci su pogonsko gorivo za razvoj aplikacija složenih skupova podataka i metapodataka. Jedan primjer aplikacije o metapodacima je Youtube pretraživač koji prati što korisnik pretražuje i gleda i na osnovu toga daje prijedloge korisniku što bi ga moglo zanimati. Podaci s većine ugradbenih sustava su inače manje vidljivi nego s primjera danog ranije, ali ono svejedno proizvode podatke koji informiraju o njihovom radu, što je jako važno za ispravno funkcioniranje većih sustava čiji su oni dio. Sustavi poput trgovačkih centara, prometnih i mobilnih mreža proizvode ogroman broj neobrađenih podataka koji zauzvrat generiraju metapodatke o sebi. Ti metapodaci nisu samo podaci koji omogućuju kontinuirani rad i poboljšanje sustava nego i pomažu prilikom drugih analiza. Kako postoji puno vrsta uređaja koji generiraju podatke, IDC dijeli globalnu podatkovnu mrežu na 4 glavne skupine:

- Zabava (eng. *Entertainment*) – slikovni i video sadržaji izrađeni i konzumirani u svrhu zabave
- Video materijali (eng. *Non-entertainment image/video*) – slike i video sadržaji za ostale svrhe kao što su nadzorne snimke i reklamni sadržaj.
- Produktivni podaci (eng. *productivity*) – tradicionalni podaci kao datoteke na osobnim računalima i podaci s poslužitelja, metapodaci itd
- Ugradbeni – podaci koje generiraju ugradbeni uređaji te IoT

Do 2025. se očekuje da će podaci s ugradbenih sustava sadržavati 20% svih generiranih podataka. To je zato šta ti podaci će dolaziti sa širokog raspona uređaja i sustava kao što su sigurnosne kamere, pametna brojila, kreditne kartice, pametne infrastrukture, automobila, brodova, zrakoplova itd. Ipak, usprkos tome što podaci imaju velik utjecaj na svakodnevni život, velika većina globalne podatkovne mreže je nakon što se iskoristi odbačena prije nego pohranjena. Razlog tomu je što je većina podataka za jednokratnu upotrebu. Na primjeru ranijeg video sadržaja s Youtubea, ne postoji razlog zašto bi se skladištio pojedinačni sadržaj svakog

ogledanog video uratka već uz pomoć metapodataka Youtube sadržava samo znanje o kojem se video sadržaju radilo. Ovo znanje može biti šire pa recimo sadržavat podatke i o tome da li se cijeli video odgledao ili do kojeg se dijela odgledao npr. ako korisnik napusti video te ga ponovo otvori može nastaviti reproducirati ga tamo gdje je zadnji put stao. Ovakav pristup skladištenja podataka je puno učinkovitiji jer se skladište samo podaci koji imaju potrebnu vrijednost da bi se skladištili. Slično ugradbenim sustavima i IoT uređaji će stvarati veliku količinu podataka bez potrebe za dužim pohranjivanjem poslije analize. Potrebno će biti razviti kriterij po kojem će se podaci sortirati pa onda kako će se pohranjivati i u kojem obliku i koliko dugo. Na taj način će se moći pratiti ključne podatke bez potrebe praćenja svih podataka. Primjer IoT razvrstavanja podataka može biti sigurnosni sustav nadzora na ulici koji bi mogao biti korišten za prevenciju kriminalnih radnji na ulici, borbu protiv terorizma itd. koji bi preko nadzornih kamera identificirao „sumnjiva“ ponašanja ili tražene kriminalce, dok normalno i lica običnih ljudi ne bi pohranjivao i analizirao.

Sve više, podaci će morati odmah biti dostupni kad god i gdje god je to potrebno. Industrije diljem svijeta prolaze kroz digitalnu transformaciju motiviranu ovim zahtjevima. Broj ljudi umreženih diljem svijeta se upetostručio od 2005. do 2015. Tokom istog perioda, upotreba mobilnih podataka je pretekla PC mrežnu upotrebu. Do 2025. godine 75% svjetskog stanovništva će biti umreženo. Mobilni podaci i podaci u stvarnom vremenu najavljuju snažan rast u slijedećim godinama. Pogotovo se očekuje za podatke u stvarnom vremenu da će ostvariti rast od 1.5 puta ukupnog stvaranja podataka. Velika većina IoT tehnologija će koristiti podatke u stvarnom vremenu npr. automatizirana tvornica.

Sve veća distribucija računalne snage, preseljenje u oblak te svakodnevno korištenje IoT uređaja i infrastrukture koja okružuje korisnika, podaci će nastaviti poticati temeljna poboljšanja za kompanije, industrije, procese te svakodnevne živote. Ovi trendovi uzrokuju da ukupna količina podataka na planetu, globalna podatkovna mreža raste eksponencijalno. S tri četvrtine ukupne svjetske populacije koja će uskoro biti umrežena, digitalni podaci će utjecati na živote gotovo svakog ljudskog bića na planeti. Štoviše predviđa se da će do 2025. prosječna osoba komunicirati s umreženim uređajima 4,800 puta na dan odnosno svakih 18 sekundi [21].

5.1 Izazovi i prilike složenih skupova podataka u pomorstvu

Tehnike složenih skupova podataka postaju sve popularnije u pomorstvu zbog velike količine informacija koje se prikupljaju kako bi se bolje obradilo i poboljšalo logistiku, emisije, potrošnju energije i održavanje. Ograničenja uporabe složenih skupova podataka uključuju cijenu i kvalitetu brodskih senzora i sustava za prikupljanje podataka. Novi protokoli mogu pojednostavniti proces prikupljanja i organiziranja podataka, uključujući i one u domeni e-navigacije. Analitika složenih skupova podataka je vodeća inkrementalna vrijednost za brodovlasnike i kompanije tako što sve više utječe na donošenje odluka u svakom aspektu njihovog poslovanja. Što je više podataka prikupljeno, spremljeno i analizirano, brodarske kompanije sve više počinju cijeniti i s time što više ciljano iskorištavati vrijednost tih podataka s ciljem donošenja promišljenih odluka kako bi svoje poslovanje vodili u boljem i učinkovitijem smjeru.

Ključne osobe za ostvarivanje ovih ciljeva su računalni inženjeri (eng. *data scientist*). Njihovi zadaci su da informiraju časnike o potencijalno boljim odlukama te tako osnaže njihovo upravljanje, usmjeravaju akcije na temelju trendova kako bi zauzvrat pomogli u ostvarivanju ciljeva, promicati najbolje prakse u oblasti poslovne inteligencije i upravljanja podacima, transformiraju sposobnost donošenja odluka u kvantificirani postupak vođen podacima, kvantifikaciju i redefiniranje strategije poduzeća i implementaciju modela analitike unutar poduzeća. Računalni inženjeri imaju vještine koje se protežu mnogim različitim područjima kao što su statistika, softversko inženjerstvo, strojno učenje, analiza podataka i rudarenje podataka, vizualizacija podataka i vrlo važne komunikacijske vještine.

Pomorstvo je trenutno na ulazu u 4. tehnološko razdoblje ili 4. revoluciju. To razdoblje se naziva *Shipping 4.0*. Ovo razdoblje uključuje opsežno korištenje novih tehnologija poput kibernetičko - fizičkih sustava, interneta stvari (IoT) te internet usluga (eng. *Internet of Services*). Ove tehnologije pružaju više inteligentne brodske opreme s ugrađenim računalima koji pružaju mnoštvo podataka i informacija obalnim službama za korištenje podataka. Dok novo razdoblje u pomorstvu pruža veliki broj novih mogućnosti također postoji i veliki broj problema koji se ne odnose samo na veličinu setova podataka [23].

Volumen i raznolikost podataka nastavljaju rasti dan za danom sa sve većom primjenom tehnologije senzora u pomorstvu. Podaci se općenito prikupljaju i obrađuju na daljinu s visokim brzinama prijenosa. Zbog toga se pomorstvo danas susreće s mnogim izazovima analitike složenih skupova podataka.

- Prijenos podataka – danas brodovi sadrže veliki broj senzora te glavni uzrok nesigurnosti dolazi zbog prijenosa podataka s tih senzora. Svaki senzor zahtijeva specifičnu komunikacijsku propusnost pa je važno imati odgovarajuću podatkovnu komunikaciju za pojedini senzor za prijenos podataka u bazu podataka. Brzina prijenosa podataka može se ubrzati uz pomoć visoko tehnoloških komunikacijskih sustava.
- Cyber sigurnost – ovo je gorući problem za svaki IT sustav. Sigurnost podatkovne mreže i odgovorno upravljanje podacima će biti od vitalne važnosti za brodove u budućnosti. Cyber napadi na brodske sustave mogu prouzročiti veliku štetu za brod te njegove vlasnike. Više o Cyber sigurnosti u kasnijem dijelu ovoga rada.
- Kvaliteta podataka – nekvalitetni podaci potencijalno mogu biti pogrešno protumačeni. Baza podataka neće biti u stanju voditi računa o svim novim ulazima pa bi podaci trebali biti jasni i točni. Ovaj problem predstavlja veliku brigu za stručnjake.
- Integriranje podataka – trenutni sustavi prikupljanja podataka u pomorskoj industriji nedosljedni su i često nepouzdani. Podatke iz različitih izvora morat će se integrirati za analizu. Npr. potrošnja goriva.
- Vlasništvo nad podacima – vlasništvo omogućuje pristup podacima za čitanje, stvaranje, ažuriranje i brisanje zapisa u bazama podataka, kao i omogućavanje sljedivosti kroz životni ciklus podataka. Pomorstvo se temelji na kompleksnom opskrbnom lancu; s njim su povezani brojni dionici, uključujući vlasnike brodova, operatore, kupce, luke i klasifikacijska društva. Operateri brodova imat će pristup cijelom skupu podataka o strojevima, a društva za klasifikaciju će dobiti pristup podacima u svrhu sigurnosti ili razvrstavanja. Lučke uprave države trebat će pristup podacima tereta i osoblja. Vlasništvo podataka ključno je za pomorstvo, a brodskim operaterima postaje veći izazov za distribuciju vlasništva nad podacima i razini ovlasti u budućnosti.
- Zaštita podataka – podaci će se kretati između pojedinih stranaka zbog različitih interesa. Osjetljivi podaci vjerojatno će se morati dijeliti izvana, stvarajući sigurnosne i privatne prioritete za zaštitu podataka i održavati kvalitetu podataka.

- Usvajanje i upravljanje novim standardima – pomorstvo mora gledati naprijed, usvajanjem analiza složenih skupova podataka kako bi razumjelo skrivene značajke i iskoristilo prednosti korištenja podataka koji su dostupni. Morati će se stvoriti okruženje i svijest dionika kako bi se usvojilo nove tehnologije, alate i procese te također reguliralo standarde.
- Ljudski čimbenici – biti će sve važnije povećati povezanost posade i obalnog osoblja u brodarskim kompanijama. U budućnosti, prijenos podataka između broda i obale i od obale do broda povećat će se kako bi se kretao prema optimalnoj operativnoj učinkovitosti i sigurnosti. Posada i obalno osoblje će morati proći kroz dodatnu obuku kako bi mogli izvršavati ciljeve.
- Poslovni model – pomorstvo se kreće prema značajnim tehnološkim promjenama. To će dovesti do promjene u poslovnom modelu pomorstva; model koji će omogućiti razvoj transparentne industrije povezane s prijenosom znanja i podataka upravljanih sustava. [24]

Rukovođenje sa složenim skupovima podataka na brodu i obali sastoji se od tri dimenzije:

- Volumen i skladištenje podataka
- Kvaliteta podataka
- Analitika podataka

Upravljane volumenom i skladištenjem podataka omogućuje strukturiranje velikih količina podataka na brodu i/ili na obali. Upravljanje strukturom podataka također utječe na cijenu i mogućnosti razmjene podataka između broda i obale. Senzori i sustavi za prikupljanje podataka skupljaju veliku količinu podataka koji se tiču brodske učinkovitosti i operativnih podataka. Neki sustavi, poglavito navigacijski sustavi na mostu i sustavi za praćenje učinkovitosti broda mogu biti opremljeni s više senzora koji skupljaju iste i slične parametre. Isti je slučaj i kod AIS postaja kada više postaja prima istodobno podatke od istog broda. Dakle, u puno slučajeva izmjereni podaci mogu biti suvišni i prilikom upravljanja skladištenjem podataka te situacije bi se trebale identificirati kako bi se smanjili skupovi podataka i riješili suvišnih podataka [43]. Problemi vezani za kvalitetu podataka mogu biti nepouzdani podaci, kontekst specifičnih podataka koji mogu biti nedostupni, a potrebni npr. točna lokacija senzora na brodu, učestalost unosa podataka koji stvaraju problem zbog previsoke, preniske ili previše nepravilne frekvencije uzorkovanja te neproporcionalni podaci koji se ne poklapaju s

promatranim događajem. Inicijalna istraživanja analitike podataka temelje se na raznim empirijskim brodskim izvedbama i navigacijskim modelima. Ove konvencionalne matematičke metode zakazale su prilikom rukovanja s velikim količinama podataka zbog neizvjesnosti modela sustava. Zbog toga se koristi statistička analiza i MI (eng. *machine inteligence*) za rješavanje izazova rukovanja setovima podataka. MI se koristi za klasifikaciju podataka i regresivnu analizu u raznim istraživanjima i industrijskim aplikacijama. Statistička analiza se koristi za određivanje povezanosti između parametara složenih skupova podataka. Kombinacijom ovih metoda mogu se izvlačiti zaključci iz klasificiranih podataka [23].

Izvori velikih setova podataka najčešće dolaze iz brodskih sustava kao što su oni na mostu ili konvencionalne automatizacije, ali i iz vanjskih sustava za praćenje broda, meteoroloških i lučkih informacija itd. Brodski navigacijski sustavi na mostu su obično povezani s digitalnim sučeljem prema standardu IEC 61162 [25]. Ta standardizacija olakšava pristup podacima s navigacijskih instrumenata i opreme. Za prikupljanje podataka koristi se ponekad i VDR (eng. *Voyage data recorder*) kod specijalne navigacijske opreme koja je važna za specifičnu brodsku namjenu poput detektora za izlijevanje nafte i ulja, visoko preciznih inercijskih navigacijskih sustava itd. kojima se ne može pristupiti preko standardiziranih sučelja. VDR ipak ima određena ograničenja koliko može prikupiti podataka. Automatizacijski sustavi na brodu sakupljaju veliku količinu podataka pogotovo kada je riječ o novim kompleksnim brodovima opremljenim najmodernijim sustavima. Postoje dva glavna problema s ovom vrstom podataka, a to su pristup i kvaliteta podataka. Kod starijih brodova i njihovih sustava problem je što su često senzori pokvareni ili isključeni iz sustava, dok moderni brodovi više koriste naprednu opremu s ugrađenim senzorima i upravljačkim sustavima. Korisnik često kod automatiziranih sustava mora provjeravati radi kvalitete podataka da li su senzori pravilno baždareni dok kod modernih sustava (CPS) kvaliteta nije toliki problem jer većina pristupnih točaka podataka su korištene aktivno u kontroli i nadzoru opreme i greške u senzorima se otkrivaju trenutačno. Veliki izvor podataka su također i vanjski nadzor broda. Većina obalnih država koristi AIS mrežu za nadzor plovidbe uz njihove obale. AIS prijamnici pružaju jako važne podatke o kretanju brodova. U plovidbi AIS šalje signale otprilike svakih 10 sekundi, a ti signali sadrže podatke o poziciju, brzini, kursu, smjeru (true heading) i broju okretaja. U dodatku AIS-u, većina obalnih država koristi i VTS (eng. *vessel traffic services*) koji prati pomorski promet preko radara te CCTV sustave u određenim područjima. Ovi podaci nisu dostupni javnosti, a služe za bolje utvrđivanje situacije na terenu.

Prilikom pristupa svim ovim podacima javlja se puno vrsta prepreka. Kod starijih brodova i instrumenata operativni podaci koji se rjeđe koriste mogu biti upitne kvalitete. Uzroci

lošije kvalitete ovih podataka su najčešće neispravnost senzora ili što je neki senzor isključen iz sustava. Većina automatizacijski sustava ne provodi testove ispravnosti na mjernoj opremi pa je upitno da li su podaci iz s tih sustava u potpunosti točni. S obzirom da to znači da ti podaci nisu lako spremni za preuzimanje vlasnik broda mora koristiti posebne uređaje i programe zajedno s dodatnim osobljem kako bi preuzeo podatke. Sve to stvara dodatni trošak vlasniku, a otvara se i pitanje sigurnosti tih podataka. Kako bi se riješile te fundamentalne prepreke za učinkovitiju obradu podataka pokrenuta je inicijativa za razvoj standarda za otvorena sučelja za automatizirane sustave. ISO [26][27] je predložio dva nova standarda za digitalna sučelja i označavanje podataka za brodsku upotrebu. Nedostatak standarda za izradu digitalnih sučelja znači da konfiguracija sučelja je uglavnom različita od broda do broda pa čak i na onim identičnim i to stvara dodatne troškove kako novca tako i vremena. Kako bi se riješile te fundamentalne prepreke za učinkovitiji pristup podacima pokrenuta je inicijativa za razvoj standarda za otvorena sučelja za automatizirane sustave. Ti standardi još nisu završeni i usvojeni na tržištu.

Prednosti korištenja i analiziranja podataka prikazani su na slici 10.



Slika 10. Prednosti korištenja i analiziranja podataka [24]

Održavanje, navigacija i komunikacija kojima upravlja analiza podataka na brodu povezana s onboard i onshore sustavima za podršku odlučivanju povećat će učinkovitost operativnog raspoređivanja. Buduće pomorske usluge temeljene na podacima mogu uključivati:

- Daljinski nadzor – brodovi će se kontinuirano pratiti s udaljenih lokacija. Podaci će se prikupljati samostalno korištenjem udaljenih senzorskih mreža. Potrebna je robusna bežična mreža s visokim prijenosnim kapacitetima za pomorstvo. Podaci senzora u stvarnom vremenu dolaze u bazu podataka i distribuiraju se zainteresiranim stranama dajući im ažurne informacije o tome što se događa na brodu.
- Planiranje plovidbe – brodski operatori moći će provesti planiranje plovidbe nakon analize rute, performansi plovila i meteoroloških podataka. Planiranje plovidbe temeljit će se na izvedbi plovila na istim i različitim rutama. Pouzdana prognoza podataka o vjetru i oceanu bit će potrebna za planiranje putovanja. Analiza podataka pomoći će identificirati najučinkovitiju rutu za putovanje, točno procijenjeno vrijeme dolaska i planiranje alternativnih ruta kako bi se izbjeglo kašnjenje ili poremećaji u plovidbi.
- Inteligentno upravljanje prometom – lučke uprave će imati pristup podacima broda radi sigurnosti. Inteligentni sustavi upravljanja prometom bit će uvedeni kao aplikacije orijentirane na podatke u pomorskoj industriji. Brodski trenutačni položaj, teret i osoblje bit će preneseni u luku kako bi lučke vlasti bile u stanju pratiti zagušenost i poboljšati performanse upravljanja teretom.
- Operativna predviđanja – Operacijske performanse plovila mogu se pratiti u realnom vremenu analizom brodskih podataka. Operatori brodova dobit će sposobnost predviđanja izvedbe plovila na temelju trenutnih uvjeta rada. Ta predvidljivost će pomoći u donošenju odluka o održavanju.
- Energetsko upravljanje – dostava se kreće prema fleksibilnim i alternativnim sustavima energije. Proizvodnja, skladištenje i ponovna uporaba energije postat će dio sustava upravljanja energijom; u stvari, plovila s akumulatorom već su uvedena u industriju. Sustav upravljanja energijom broda bit će izveden na temelju podataka u stvarnom vremenu o zahtjevima opterećenja i dostupnosti snage iz svih izvora. Sustav će distribuirati i uravnotežiti brodsku i obalnu snagu.
- Praćenje zakonodavstva zaštite okoliša: većina se emisija odnosi na vrstu goriva. Brodski operateri moraju se pridržavati propisa o zaštiti okoliša uključujući zahtjev za prebacivanje goriva u područja s kontroliranim emisijama, tj. udio sumpora u gorivu ne smije biti veći od 0,1% nakon i 1. siječnja 2015. Nova regulacija usmjerena na podatke dolazi u EU kako bi pratila emisije CO_2, a

sustav će dati pokazatelje prebacivanja goriva, kao i nadzor trenutnih emisija. Brodski operatori također će moći postaviti KPI za plovilo nakon analize podataka o emisiji.

- Praćenje učinkovitosti i optimizacija broda – automatizacija proširuje sposobnost upravljanja strojevima i optimizacije plovila. Niz mjerenja podataka potrebni su za praćenje performansi plovila i optimiziranje performansi. Pristup povijesnim podacima bitan je za optimizaciju i predviđanje. Optimizacija i učinkovitost plovila mjerit će se kombiniranom analizom podataka na brodu i povijesnim podacima u trenutnom radnom stanju.
- Sigurnost plovidbe i sigurnost broda – upotreba bežičnih senzora i opsežnih satelitskih komunikacijskih sustava će povećati sigurnost plovila. Analiza podataka o senzorima pružit će informacije o manevriranju broda radi izbjegavanja sudara. Ugrađen senzori na strojevima će u stvarnom vremenu podatke o njihovom trenutnom stanju; informacije koje će biti korisne za sigurnost posade. Sigurnost i sigurnost plovila povećat će se usvajanjem inovativne tehnologije.
- Praćenje stanja – to će se poboljšati analizom podataka o imovini. Ovo će biti primjenjivo na strojeve kao što su motori, crpke, kotlovi i kompresori. Senzori će pomoći u praćenju strojeva i davati rano upozorenje o potrebi održavanja. Određuje stanje strojeva i bilježi podatke tijekom rada.
- Sustav održavanja s predviđanjem – to će otkriti potrebu za održavanjem kako bi se izbjegao potencijalni kvar. Potencijalni kvarovi bili bi lakše otkriveni i mjerljivi. Sustav će snimiti sve podatke i ukazati na rizik od neuspjeha usklađivanjem srodnih podataka kao što su podaci motora, potrošnja goriva, radno vrijeme i sl. To će smanjiti troškove kvara na imovini i smanjiti nepredviđene stanke. Sustav se oslanja na praćenje stanja stroja da diktira kada i kakvo će održavanje biti potrebno prije neuspjeha, tako da posada ne bi trebala trošiti dodatno vrijeme na održavanje i planiranje aktivnosti.
- Automatski sustav detekcije – ovaj sustav automatski detektira operativni način rada broda na temelju podataka senzora (mjerač protoka, GPS). Koristeći sustav detekcije automatskog načina, posada ne bi trebala ažurirati operativni način svaki put kada je brod promijenio radno stanje. Operativni profil plovila će se stvoriti analizom podataka u stvarnom vremenu potrošnje goriva, udaljenosti i

brzine. Sustav detekcije automatskog načina rada funkcionirat će bez ljudske intervencije i pružit će sažeti izvještaj o potrošnji goriva za pojedine motore, vrijeme vožnje brodom i emisije u različitim načinima rada. Članovi posade te obalno osoblje bi mogli koristiti ove informacije za mjerenje performansi plovila i KPI. Ovaj sustav pomoći će operatorima brodova u ispunjavanju EU MRV regulacije praćenjem potrošnje goriva i emisija za različite načine plovidbe [24]

Industry 4.0 danas čini ono što se stručnom terminologijom naziva pametnom tvornicom (eng. *smart factory*). Stoga, *Shipping 4.0* se može smatrati kao uvod u doba „pametnih brodova". U okviru modularnih strukturiranih pametnih brodova, kibernetičko - fizički sustavi prate fizičke procese, stvaraju virtualnu kopiju fizičkog svijeta i donose decentralizirane odluke. Preko IoT, CPS međusobno te s ljudima komuniciraju i surađuju u stvarnom vremenu te preko IoS, i unutarnje i međuorganizacijske usluge se nude i koriste od raznih sudionika u lancu vrijednosti (eng. *value chain*). Analitika složenih skupova podataka integrirana s *Shipping* 4.0 i CPS okruženjem sastoji se od 6C sustava:

- *Connection*
- *Cloud*
- *Cyber*
- *Content*
- *Community*
- *Customization*

U ovom slučaju da bi se postigao detaljan uvid u vođenje brodskih sustava i dobio ispravan sadržaj, podaci se trebaju obraditi s naprednim alatima (analitika i algoritmi) da bi se dobila razumljiva informacija. Ako se uzme u obzir postojanje vidljivih i nevidljivih problema u automatiziranom brodu, algoritmi za generiranje podataka moraju biti sposobni za otkrivanje i prepoznavanje nevidljivih problema kao npr. trošenje komponenti sustava na brodu.

6. CYBER SIGURNOST

Cyber napadi postaju sve veća prijetnja brodovima i pomorstvu. Sve opsežnije i kompleksnije tehnologije mogu postati mete hakerskih napada koji ciljaju iskoristiti njihove slabosti. Moderni sustavi nadzora i upravljanja se sve više koriste u današnjim vremenima s ciljem povećanja brodske učinkovitosti. Informacije koje razmjenjuju brod i obalni ured postaju najčešći cilj napada [28].

Obalna strana šalje ključne brodske informacije koje se prenose preko satelitske veze. Tok podataka obično se prenosi kroz industrijske automatizirane sustave upravljanja. Oni su korišteni za nadzor i upravljanje brodom. Npr. operateri kontroliraju brodske motore koji su povezani s PLC-om. Kroz sustav se prenose naredbe operatera, a nazad se vraćaju informacije s višestrukih senzora iz strojarnice ili druge opreme kao što su temperatura, tlak ili vibracije. Postoje i više vrsta tokova podataka na brodovima pa tako postoje i sustavi koji nisu ključni za funkcioniranje broda, ali su važni za posadu kao npr. wifi mreža. Ipak, sve više i više sustava za sigurno funkcioniranje broda postaje zavisno o programskoj podršci i tokovima podataka i kao takvi su podložni napadima treće strane. Široka raznolikost tokova podataka omogućava više vrsta napada i s time nanošenje potencijalno velike štete i ugroze za brod, posadu i teret. Npr. hakeri mogu utjecati na pogon broda, na ispravnost tereta ili koordinirati piratske aktivnosti.

Dakle, uz sve veću uporabu sustava s ugrađenom programskom podrškom na brodovima, cyber sigurnost postaje ključna ne samo zbog zaštite podataka već i zbog sigurnosti broda. Agencije za informacijsku sigurnost izvještavaju da se do 97% napada zapravo sastoji od zavaravanja korisnika putem tehnika socijalnog inženjeringa. Radi toga je potrebno podići svijest posade o cyber sigurnosti, o prijetnjama i protumjerama. Nekoliko izvora je trenutno aktivno kao pomoć pomorcima da nauče o uobičajenim ranjivostima računalnim mrežama i industrijskim sustavima upravljanja, uključujući i upravljačke i informacijske tehnologije. Jedan dobar primjer je BeCyberAwareAtSea.com, globalna inicijativa koja potiče na dijeljenje rezultata dobivenih istraživanjem, sadrži praktične cyber smjernice i obrazovne članke kako bi se pomorcima i ostalima pomoglo razumijevanju izazova koje digitalno doba donosi brodskim i pomorskim operacijama.

Lažiranje IP adresa (eng. *spoofing*), mrežna krađa identiteta (eng. *phishing*), štetni softveri (eng. *malware*) i/ili ucjenjivački (eng. *ransom*) nisu pojmovi koji su do nedavno bili povezani s pomorskim i transportnim sektorom. Ipak, stvarnost se promijenila pa tako i igra. Fizički napadi na brod su sve više prošlost te dolazi doba cyber kriminalaca (cyber piratstvo)

koji preuzimaju ulogu u nanošenju štete pomorskoj industriji. Prema istraživanju iz 2016 godine provedenom od strane IHS Markit & BIMCO [29] 65 od 300 tržišnih igrača prijavilo je cyber napade (Slika 11.). Također, Južna Koreja je prijavila da se 280 plovila moralo vratiti u luku nakon problema s navigacijskim sustavima. Drugi primjeri uključuju napad na luku Oakland.



Slika 11. Priroda cyber napada [29]

„*Smatramo da je industrija krstarenja posebice izložena riziku zbog broja ljudi koji se ukrcavaju na ove brodove i potrebna i koji svi zahtijevaju povezanost. Industrija kontejnerskih brodova također je sektor koji zahtijeva ogromne razine razmjene elektroničkih podataka koji bi mogli ranjivi bez postojanja mjera zaštite mreže*“ – Phil Tinsley, Manager – Maritime security, BIMCO [30]. Pomorski sektor je primarni cilj za cyber napadače jer je ključan za razvoj gospodarstva i globalne trgovine. Na brodarsku industriju otpada gotovo 90 posto svjetske trgovine po volumenu i godišnje pridonosi 360 milijardi dolara ili pet posto ukupne svjetske robne razmjene.

European Network and Information Security Agency ili skraćeno ENISA agencija je Europske unije koja se bavi pitanjima sigurnosti informacija i informacijskih mreža. U analizi cyber sigurnosti u pomorskom sektoru koja je napravljena 2011. naveli su logičke zaključke kako poboljšati zaštitu od cyber napada u pomorskom sektoru [31]. Zaključke su podijelili u tri skupine: kratkoročne, srednje i dugoročne prioritete.

Kratkoročni prioriteti odnose se na:

1. Stimulacija dijaloga i razmjene informacija između svih ključnih i ostalih povezanih dionika u pomorstvu.
2. Podići svijest o važnosti ove teme budući da se cyber sigurnosti u ovome trenu ne pridaje dovoljno pažnje u pomorskom sektoru.

3. Razviti strategiju i pozitivne navike koje zahtijevaju sigurnosni zahtjevi za implementiranje ICT (eng. *Information and communications technology*) u pomorstvu.

Srednji prioriteti se odnose na:

1. Razvijanje odgovarajućih tečajeva za cyber sigurnost.
2. Definirati uloge i odgovornosti prema cyber sigurnosti na Europskoj kao i nacionalnoj razini.
3. Razviti i definirati holistički pristup temeljen na riziku za rješavanje predmeta pomorske cyber sigurnosti.
4. Poduzeti prikladne mjere kako bi se osigurala razmišljanja o cyber sigurnosti u regularnim okvirima koji čine pomorski sektor.

Dugoročni prioriteti se odnose na:

1. Razvijanje standarda i usvajanje propisa koji će osigurati postizanje bolje cyber sigurnosti unutar pomorskog sektora.
2. Razvijanje centara za dijeljenje i analizu informacija na Europskoj i na nacionalnim razinama temeljenih na ISAC (eng. *Information Sharing and Analysis Center*) modelu.
3. Uskladiti međunarodna i Europska pravila u skladu s potrebama pomorske cyber sigurnosti.
4. Poduzeti prikladne mjere kako bi se osigurala razmišljanja o cyber sigurnosti u regularnim okvirima koji čine pomorski sektor.

U pregledu naručenom od strane vlade Ujedinjenog Kraljevstva u vezi predviđanja budućnosti pomorstva koji se odnosi na cyber sigurnost [32] identificirane su tri široke kategorije cyber napada s nizom mogućih utjecaja. Te kategorije definira cilj napada, to mogu biti: imovina i informacije poduzeća, GPS i navigacijski sustavi ili ključni kontrolni sustavi. Neki potencijalni tehnološki razvoji pomorske industrije zaslužuju posebnu pažnju jer se očekuje da će se dogoditi tijekom sljedećih 3-5 godina. To uključuje napredak u komunikaciji, poboljšanje senzora i inteligentne i autonomne sustave upravljanja. Sva tri predstavljaju cyber sigurnosne izazove dok se stvaraju pod postojećim digitalnim tehnologijama, omogućujući širi pristup brodovima i plovilima te olakšavaju iskorištavanje potencijalnih slabosti zbog zlonamjernih dobitaka.

Nacionalna strategija cyber sigurnosti Ujedinjenog Kraljevstva jasno je identificirala pomorsku infrastrukturu i plovila, kao vrstu kibernetičko-fizičkih sustava da budu potencijalno

ranjivi na uplitanje od raznih cyber prijetnji. Napredak u razvoju i tehnologijama novih senzora i inteligentni upravljački sustavi potiču razvoj autonomnih brodova. U širem smislu, ovo je prilika da se nadiđu ograničenja u dizajnu, učinkovitosti i operativnoj sigurnosti broda, ali ovo također podrazumijeva potrebu za najboljim navikama i standardima pridržavanja, uz stroge tehnike izrade, koji uključuju sigurnost s tehničke strane, ali i cyber sigurnost.

Lekcije preuzete iz drugih sektora kao što je automobilski koji se bave sličnim izazovima, potvrđuju da, unatoč rigoroznim sigurnosnim standardima, cyber sigurnost mora biti uključena kroz cijeli inženjerski životni ciklus. Tradicionalni pristup za ispitivanje sigurnosti ne bavi se rastućim kompleksnim dizajnom kibernetičko-fizičkih platformi. Stoga, zabrinutost u vezi cyber sigurnosti dodatno se povećava u smislu autonomnih brodova i daljinski upravljanih brodova kod kojih je povezanost sustava dodatno proširena da bi se omogućilo brodovima da funkcioniraju u autonomnom modu ili da se s njima upravlja daljinski [33]. Ovo implicira da, u principu, bilo tko dovoljno sposoban za neovlašten ulaz u ICT sustav može preuzeti kontrolu nad brodom i uskladiti brodske ciljeve u skladu s vlastitim. Ovakvi upadi mogu imati za cilj izazvati neke akcije koje remete i otežavaju normalno funkcioniranje broda, ali isto tako mogu izazvati i nasukavanja ili sudare te s time prouzročiti značajnu štetu. Uz moguće hakiranje brodskih sustava, brod je također ugrožen mogućim lažiranjem IP adresa ili ometanjem AIS-a, GPS-a ili prijenosa informacija između broda i obalnog kontrolnog centra.

Potencijalne akcije protiv cyber napadača traže eliminaciju svih mogućih slabosti iz ICT sustava kao i implementaciju efektivnih mjera za sprječavanje uljeza za upad u sustav. Očekujući da će potencijalni napadači postajati sve snalažljiviji i vještiji s vremenom, nadzor u cyber sigurnosti mora biti proaktivan i dinamičan te prema tome uvoditi nadopune u sustav. Klasifikacija podataka, šifriranje, identificiranje korisnika, ovjera i odobravanje, zaštita podataka protiv neodobrene upotrebe, zaštita integriteta podataka, zaštita povezanosti itd. su primjeri uobičajenih cyber sigurnosnih metoda za koje se očekuje da će biti potrebno razviti.

7. RAZVOJ NOVIH POMORSKIH SUSTAVA I APLIKACIJA

Povećanje širine pojasa i mrežnih kapaciteta te nove komunikacijske mogućnosti omogućit će prijenos značajnih količina podataka s broda na obalu i obrnuto u stvarnom vremenu. Kombiniranje tokova podataka s više izvora poboljšat će širok raspon performansi (uključujući pametnije korištenje voznog parka, usmjeravanje, trim, potrošnju goriva, upravljanje emisijama) i upravljanje integritetom imovine, zasnovano na nadzoru daljinskog stanja kao i omogućavanje povećane razine automatizacije. Povezanost i dijeljenje podataka brodova će također učiniti pomorstvo transparentnom granom industrije i pomoći u izgradnji povjerenja i suradnje između različitih dionika u industriji na temelju javno dostupnih podataka i informacija budući da će povezanost brodova omogućiti npr. pomorskim vlastima priliku da nadziru usklađenost s postojećim propisima, poboljšaju sigurnost na moru, smanjuju mogućnost nezakonitih radnji i postignu ciljeve zaštite okoliša. Digitalizacija i okretanje novim načinima poslovanja u pomorstvo će uvesti brojne nove poslovne aplikacije koje će bitno promijeniti pomorski svijet. Te aplikacije neće samo promijeniti brodove već i luke. Lukama je također potrebna puno veća efikasnost, smanjivanje kašnjenja (gubitka profita) i povećanje sigurnosti.

7.1 Praćenje stanja komponenti sustava

Aplikacije za praćenje stanja komponenti [7] sustava se temelje na implementaciji senzorskih očitavanja (temperature, tlaka, vibracija itd) prikladnih za otkrivanje načina kvara odabranih komponenti sustava. Očitavanja sa senzora su prikupljena i pohranjena lokalno na brodskom računalu koji ih obrađuje te potom šalje prema kopnenom podatkovnom centru koji te podatke analizira i pohranjuje.

Do sada je raspored održavanja opreme bio uglavnom reaktivan i temeljen na vremenskom rasporedu. Logika preventivnog održavanja se temelji na pretpostavci da svaka komponenta ima neki vremenski rok nakon kojeg se stopa kvarova i lošijih performansi povećava. Međutim, takva logika je nesigurna i više se temelji na slučajnosti nego na nekom ustaljenom pravilu s obzirom da su stope neuspjeha tendencijom više ovisne o nekim drugim faktorima pa i slučajnosti nego vezane za vremenski rok. Zbog toga se zahtijeva održavanje temeljeno na pouzdanosti, gdje se praćenjem stvarnih radnih uvjeta neke komponente donose odluke o radnjama održavanja čime se postiže bolje troškovno i učinkovitije održavanje.

Implementacija aplikacija za praćenje stanja kao alata za potporu odlučivanju prilikom održavanja će omogućiti pametnije i učinkovitije održavanje, ali brodska povezanost će također

omogućiti i daljinsko održavanje i dijagnostiku kvara različitih komponenti sustava na brodu što će osim smanjivanja troškova također će skratiti i vrijeme potrebno da se kvar prepozna i otkloni.

Tijekom životnog ciklusa broda klasifikacijska društva i države članice provode ispitivanja stanja broda i opreme i ta ispitivanja koriste kao temelj za obnovu certifikata. S obzirom da se ta ispitivanja provode ručno ili vizualno prema fiksno određenoj listi i ta ispitivanja se mogu odraditi učinkovitije uz pomoć aplikacija za praćenje stanja. Brodska povezanost može se iskoristiti za prijenos svih potrebnih operativnih podataka na kopno (do država članica ili klasifikacijskog društva) prije ispitivanja čime bi se omogućilo ispitivaču da provede analizu brodske funkcionalnosti prije nego stupi na brod. To bi omogućilo provođenje istraživanja temeljenog na riziku, gdje bi se pozornost mogla usmjeriti na one stavke za koje su nedavni operativni podaci pokazali potencijalne probleme.

7.2 Optimizacija energetske učinkovitosti

Jedan od ključnih ciljeva brodovlasnika je što ekonomičnija i manja potrošnja goriva budući da s time smanjuju glavni dio operativnih troškova. Postoji već niz subjekata na tržištu koji nude rješenja brodovlasnicima kako smanjiti troškove goriva.

- ClassNK – NAPA GREEN proizvod obuhvaća optimizaciju potrošnje goriva kroz brzinu, konfiguraciju motora i preporuke za rutu, kao i podatke o sustavu optimizacije trimova s ugrađenog računala za utovar [34].
- DNV GL je lansirao portal za upravljanje, ECO Insight, koji funkcionira kao nadzorna ploča koja brodovlasniku pruža sve potrebne informacije za upravljanje flotom [35].

Usluge za optimizaciju energetske učinkovitosti pružaju i proizvođači motora kao Rolls Royce i Wartsila, a i brojni drugi subjekti koji pružaju različite vrste analize podataka kao npr. Marorka. Njihov proizvod je sustav za nadzor energije koji je instaliran za prijavu, praćenje i analizu više od 500 izvora podataka, uključujući potrošnju goriva, brzinu, vremensku prognozu te dubinu i gaz broda [36].

Zajedničko svim ovim aplikacijama je da koriste prijenos podataka s brodskih sustava te se na taj način oslanjaju na brodsku povezanost. Napredak u povezivanju broda s kopnom će omogućiti naprednije i preciznije usluge povezane s optimizacijom energetske učinkovitosti.

7.3 Praćenje stanja okoliša

Godišnje emisije štetnih plinova u pomorskoj industriji iznose 1 milijardu tona, što čini 2.5% ukupnih emisija stakleničkih plinova u svijetu. Predviđa se da će emisija štetnih plinova u pomorstvu narasti između 50% do 250% do 2050 godine ovisno o budućem ekonomskom i energetskom razvoju. Zbog toga postoji jak međunarodni pritisak za smanjenjem emisija štetnih plinova (CO_2, NO_x, SO_x) u pomorskom prijevozu [37].

Europska unija u suradnji s međunarodnom brodskom organizacijom (IMO) pokušava naći rješenje za ovaj problem. Europska komisija je odobrila sredstva do 10M € za projekt IMO-a koji se tiče energetske efikasnosti [13]. Plan je za sada pratiti, izvještavati i provjeravati emisije CO_2 velikih brodova u EU lukama. Za to ostvariti EMSA (eng. *European Maritime Safety Agency*) trenutačno razvija novi modul THETIS-MRV [38]. Do 2019. godine sve tvrtke čiji su brodovi posjećivali Europske luke u tom periodu će do 30. lipnja te i svake iduće godine morati imati dokument sukladnosti koji izdaje THETIS-MRV.

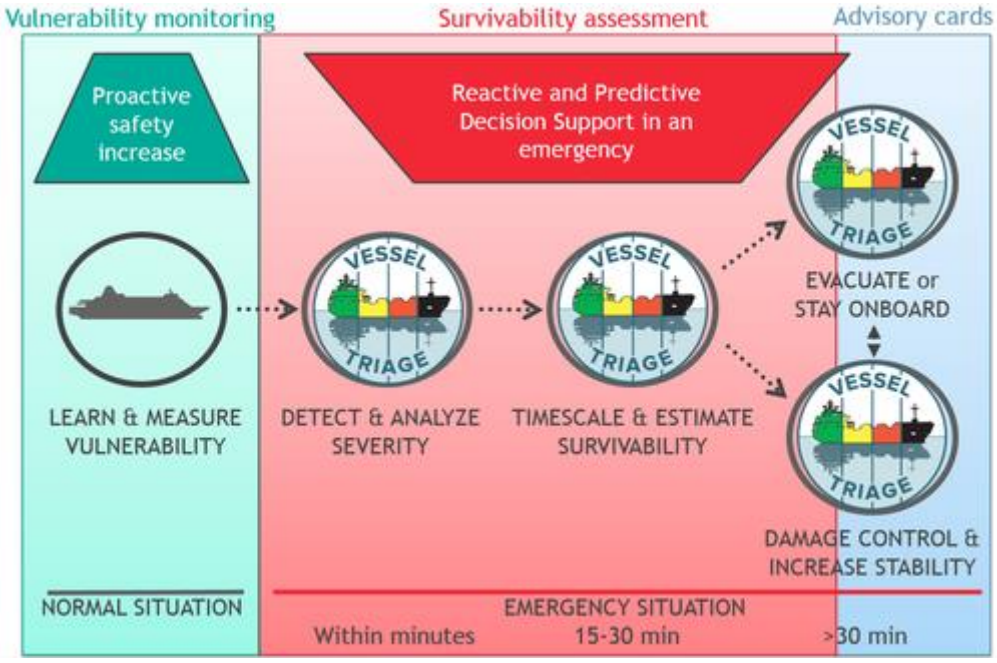
Praćenje stanja okoliša se može iskoristiti i u drugim znanostima kao npr. u meteorologiji. Kada bi brod bio opremljen meteorološkom postajom, podaci koje bi ona očitavala bi se redovito slali na kopno na obradu i na daljnje dijeljenje tih podataka. Kada bi postojao čitav niz umreženih brodova koji bi očitavali meteorološke podatke i prosljeđivali ih mogla bi nastati meteorološka aplikacija za analizu mreže masivnih podataka preko koju bi se koristilo za kalibriranje vremenskih modela i poboljšavanje točnosti vremenskih prognoza [7].

7.4 Sigurnost

Pomorska zajednica ulaže velika sredstva u očuvanju sigurnosti u projektnim zahtjevima u samim brodovima (npr. zahtjevima trupa) i njihovim brodskim sustavima potrebnim za različite sigurnosne svrhe (npr. sustavi za detekciju požara). Ti se zahtjevi obično provjeravaju u društvima za klasifikaciju tijekom procesa građenja. Ipak, tijekom rada sigurnosni aspekti uglavnom su prepušteni zapovjedniku broda i posadi. Međutim, sustavi mogu zakazati, a i ljudi čine pogreške. S obzirom da se smatra da je ljudska pogreška uzrok do 85% svih pomorskih nesreća, paradoksalno je da brodovlasnici, klasifikacijska društva i vlasti ne koriste operativne podatke od plovila za praćenje i poboljšanje sigurnosti[7]. Neke od sigurnosnih aplikacija koje rade na temelju operativnih podataka bile bi:

- Praćenje stanja sigurnosnih sustava – njihov zadatak bi bio utvrditi integritet i status različitih sigurnosnih sustava; možda su neki detektori prigušeni, možda su neka vodonepropusna vrata prečesto otvorena, ili možda ECDIS (eng. *Electronic Chart Display & Information System*) koristi zastarjelu verziju karata.
- Hitna služba – Prilikom SAR (eng. *search & rescue*) operacija značajan napor se ulaže u komunikaciji za utvrditi točan status i položaj plovila. U takvim situacijama službama bi jako koristilo kada bi se podaci prenosili s broda automatski u stvarnom vremenu.
- VDR (eng. *Voyage data recorder*) bi služio kao brodska crna kutija. Ona bi spremala sve bitne podatke vezane uz sigurnost broda kako bi se mogli analizirati nakon nesreće. Također ovaj uređaj bi mogao periodično slati podatke i na kopno stvarajući sigurnosnu kopiju za svaki slučaj ako prilikom nesreće crna kutija bude izgubljena. Ovakva razmišljanja postoje i u zrakoplovnoj industriji.

Neka rješenja se već mogu pronaći na tržištu, pogotovo u području putničke plovidbe gdje se još više pažnje stavlja na sigurnost. Npr. NAPA računalo (Slika 12.) za slučaj nužde daje informacije u stvarnom vremenu o statusu vodonepropusnih vrata i informacije sa senzora za prodor mora kao podršku prilikom donošenja odluka i procesa oporavka u okolnostima nesreće [39].



Slika 12. NAPA računalo za slučaj nužde [39].

Na slici 3. je opisan princip rada ovoga računala. Sastoji se od više modula:

- Savjetodavnog – govori da li je potrebno evakuirati brod ili se može šteta kontrolirati.
- Modula koji prati stanje ranjivosti u normalnoj situaciji.
- Automatska i ručna procjena preživljavanja s predviđanjem poplave u vremenskoj domeni – automatska koristi senzore za razinu poplave na brodu.

7.5 E-navigacija

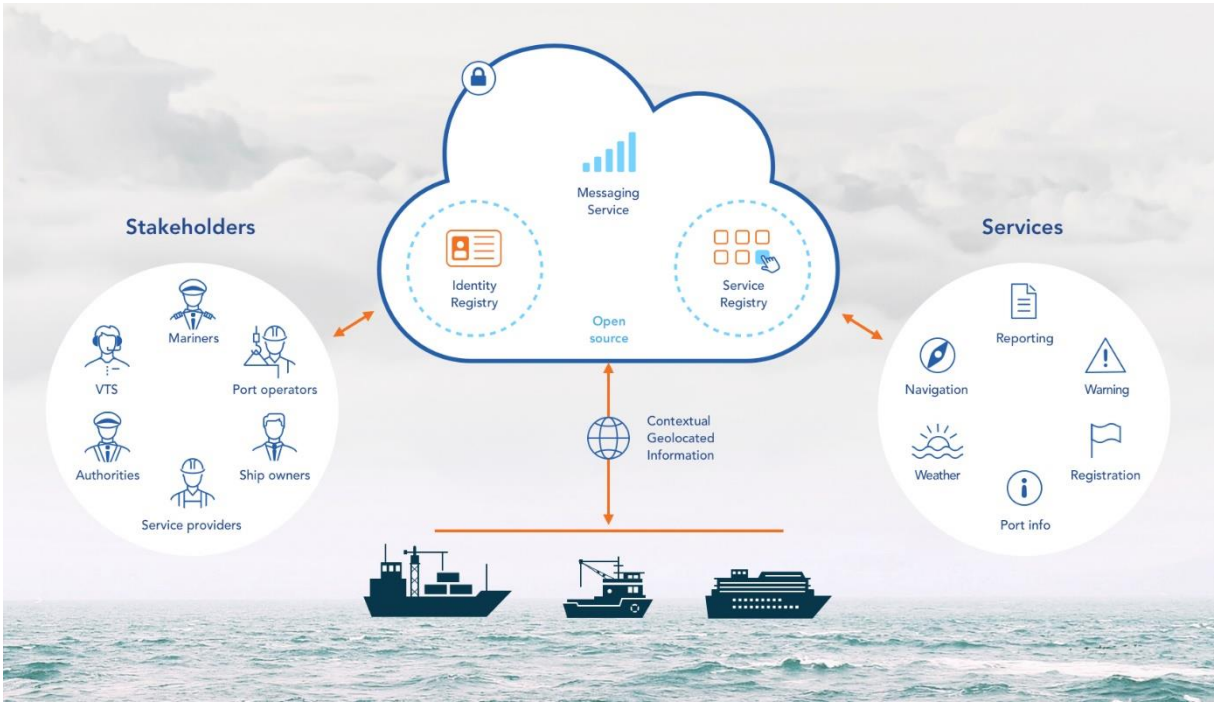
Međunarodna pomorska organizacija definira e-navigaciju kao „*usklađeno prikupljanje, integriranje, razmjenjivanje, prezentiranje i analiziranje podataka o moru na brodu i kopnu elektroničkim sredstvima kako bi se poboljšalo plovidbu od veza do veza i povezane usluge za sigurnost na moru i zaštitu morskog okoliša*“ [41]. Rad koji je organizacija provela tijekom posljednjih godina dovela je do prepoznavanja specifičnih korisničkih potreba i mogućih rješenja e-navigacije.

Plan za implementaciju e-navigacije SIP (eng. *Strategy Implementation Plan*) koji je odobren od strane komiteta za pomorsku sigurnost MSC (eng. *Maritime safety committe*) na 94. sjednici koja se održala u studenom 2014. [42], sadrži listu zadataka koji moraju biti provesti kako bi se riješilo 5 prioritetnih rješenja za e-navigaciju i to:

- Poboljšani, usklađeni i jednostavni dizajn mostova.
- Sredstva za standardizirano i automatsko izvješćivanje.
- Poboljšana pouzdanost, otpornost i integritet opreme za mostove i navigacijske informacije.
- Integraciju i prezentaciju dostupnih informacija u grafičkim prikazima primljenim putem komunikacijske opreme.
- poboljšana komunikacija VTS usluga (ne ograničavajući se samo na VTS stanice).

Očekuje se da će ti zadaci, kada se završe u razdoblju 2015.-2019., pružiti industriji usklađene informacije kako bi započeli projektiranje proizvoda i usluga kako bi se zadovoljila rješenja za e-navigaciju. 3 od 5 zadataka ovih zadataka se direktno odnose na komunikacije te je nedvojbeno da je robusna i pouzdana komunikacija ključna za e-navigaciju te ta inicijativa može samo profitirati uz daljnji razvoj brodskih veza.

Kao rješenje IMO e-navigacijskog koncepta predložen je MC (eng. *Maritime Cloud*). MC je IT digitalni okvir standarda, infrastrukture i upravljanja kako bi se olakšala sigurna interoperabilna razmjena informacija između sudionika u i oko pomorskog prometa(Slika 13.). Tim koji razvija taj projekt je nedavno promijenio ime projekta iz MC u MCP (eng. *Maritime Connectivity Platform*) kako bi bilo što jasnije što to MCP nudi. Objasnio je to Thomas Christensen: „*MCP je dosegao razinu zrelosti gdje smo spremni preuzeti ga iz naših projektnih sfera u operativni način rada. Međutim, prije poduzimanja takvog koraka osjetili smo snažnu potrebu da pojasnimo točno što se nudi i to što se nudi je platforma za povezivanje - a ne oblak pohrane*“ [43]. Unatoč novom imenu, ambicija MCP-a ostaje ista. Trojica partnera(europski EfficientSea2 i STM Validation koje financira EU te korejski SMART-Navigation project koji financira Korejska vlada) imaju za cilj pružiti pomorskom svijetu komunikacijski okvir koji povezuje sve pomorske sudionike kroz korištenje sigurnih identiteta i pouzdanih usluga.



Slika 13.MCP povezuje sve pomorske sudionike s pomorskim informacijskim službama svih vrsta. [44]

Preko MCP se može:

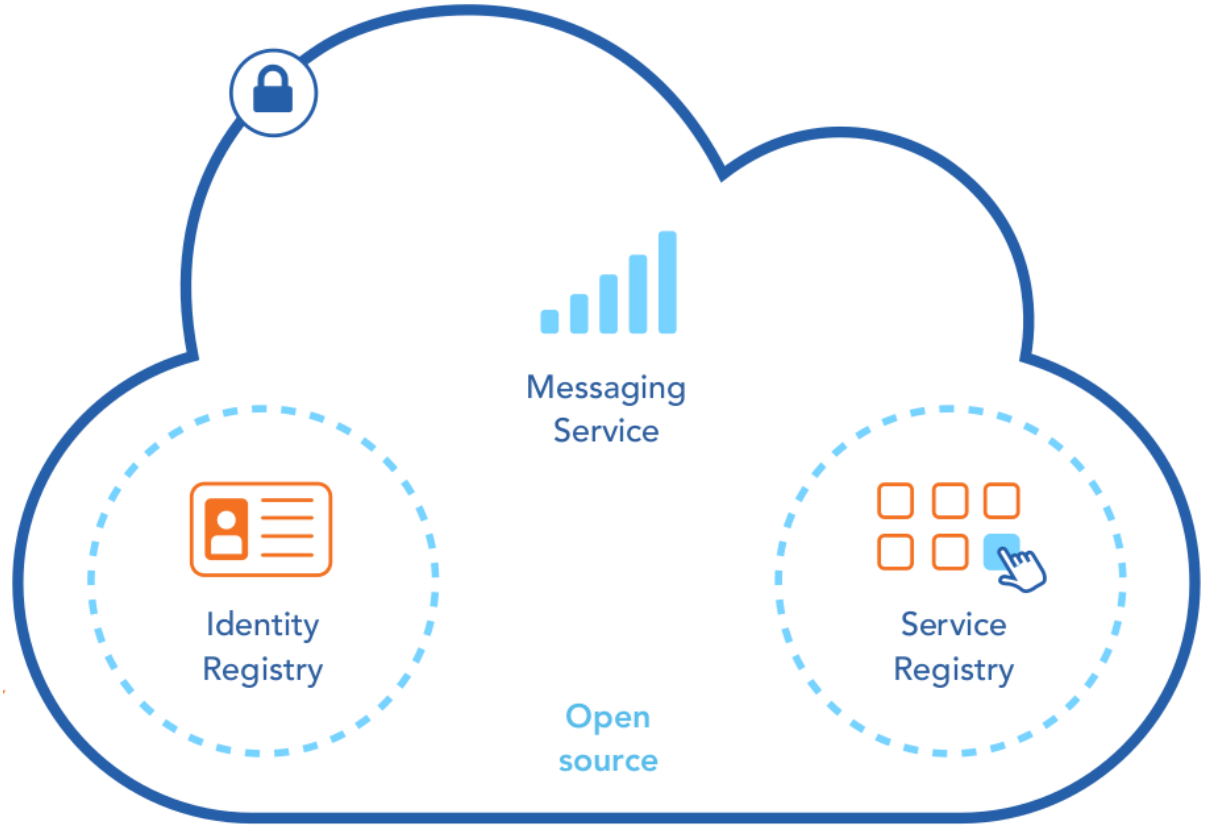
- potrebne se usluge lako mogu registrirati, otkriti i koristiti;
- identitet se može potvrditi i koristiti za digitalno potpisivanje komunikacije; podaci i poruke mogu se izmjenjivati između komponenti povezanih s MCP;

- geografski i organizacijski kontekst, npr. mjesto broda koristi se kao ključni parametar za otkrivanje usluga, provjeru identiteta i razmjenu poruka.

MCP sadrži tri osnovne komponente[44] :

- Registar identiteta: za sigurno i pouzdano upravljanje identitetom. Sadrži relevantne informacije za ovlaštene sudionike, omogućuje provjeru autentičnosti, integriteta i povjerljivosti u procesima prijenosa informacija. On pruža jedinstvenu prijavu na sve usluge.
- Registar usluga: Za registriranje, otkrivanje i korištenje svih relevantnih e-Navigation i e-Maritime usluga, komercijalnih i nekomercijalnih, ovlaštenih i neovlaštenih, besplatno i bez plaćanja. Ekvivalent App Storea na iPhoneu i Google Playa za Android.
- Usluga razmjene poruka: informacijski posrednik koji inteligentno razmjenjuje informacije između komunikacijskih sustava povezanih s platformom, uzimajući u obzir trenutni zemljopisni položaj i komunikacijske veze dostupne primatelju.

Sve su osnovne komponente otvoreni kod (slika 14.)



Slika 14. Otvoreni kod MCP-a [45]

7.6 Autonomija i daljinsko upravljanje

Autonomni brodski sustavi, u principu, ne trebaju nikakvu kontrolnu komunikaciju, ali stalno mora postojati razina nadzora i kontrole, a u slučaju nužde i ručne intervencije (tj. daljinskog upravljanje) s obale. Ključni dio autonomije i daljinskog upravljanja se oslanja na robusnu i pouzdanu komunikacijsku vezu. Prvo, za ostvariti daljinsko upravljanje broda potrebno je ispuniti intenzivne zahtjeve u vezi komunikacijske veze broda. Veza zahtijeva širokopojasni pristup kako bi se uopće moglo prenijeti dovoljnu količinu podataka do operatera koji upravlja brodom i nazad. Drugo, u slučaju da komunikacije zakažu riskira se gubitak nadzora na brodom pa stoga komunikacijski sustav mora biti jako pouzdan. Naposljetku, veza mora imati slabo kašnjenje da se ne bi dogodilo vremensko kašnjenje prilikom izvršavanja neke naredbe što bi se moglo pokazati fatalnim npr. u slučaju izbjegavanja sudara. U slučaju da se dogodi gubitak komunikacija, autonomni brodski sustav upravljanja može primijeniti sigurnosnu logiku kako bi sačuvao brod dok se komunikacija ne obnovi.

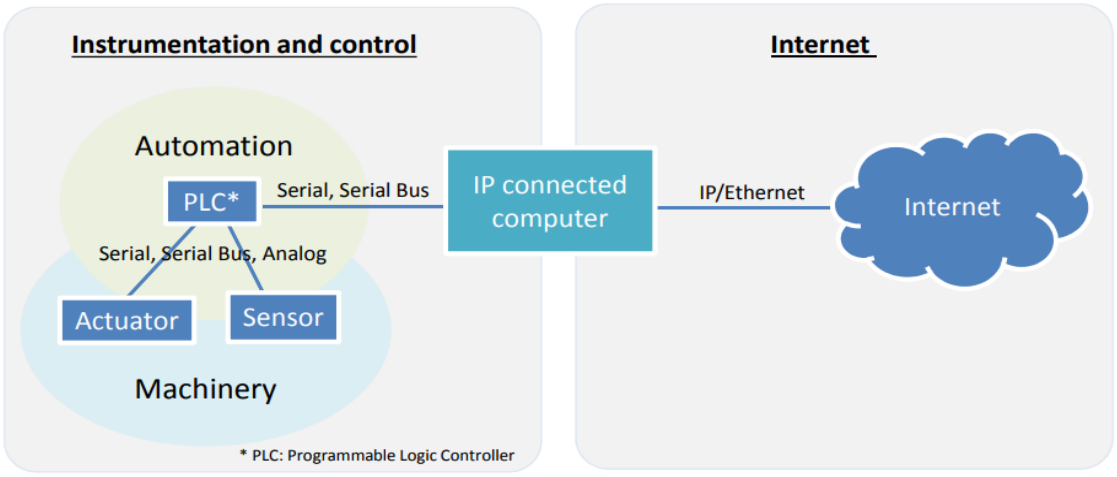
Projekt MUNIN (eng. *Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks*) koji sufinancira Europska komisija je istraživački projekt, koji ima za cilj razvijanje koncepta autonomnog broda, koji se definira kao brod koji je prvenstveno vođen automatiziranim sistemima odlučivanja na brodu, ali je daljinski upravljan od strane pilota na obalnoj upravljačkoj postaji. [46]. Njihovi partneri iz MARINTEK-a vjeruju da će za od 10 do 20 godina oceanima ploviti teretni brodovi dužine 200 m (slika 15.) bez potrebe za posadom [47].



Slika 15. Autonomni teretni brodovi bez posade [47]

7.7 IoT u pomorstvu

Internet stvari (eng. *Internet of Things*) označava povezivanje uređaja putem interneta (Slika 16.). Spajanje uređaja može biti bežično i omogućava nove mogućnosti za međusobnu interakciju ne samo između različitih sustava i donosi nove mogućnosti njihove kontrole, praćenje i pružanje naprednih usluga. Internet stvari postaje veliki posao budućnosti. Prema nedavnoj Gartnerovoj analizi 15 posto kompanija već koristi IoT u svom poslovanju, najčešće logistici. Taj postotak brzo će rasti u sljedećim godinama. Internet stvari omogućuje integraciju ogromne količine uređaja koji imaju ugrađene određene senzore koji više ili manje samostalno komuniciraju jedni s drugima i sa raznim aplikacijama.



Slika 16. Internet stvari [50]

Mogu biti tri vrste komunikacije:

- Komunikacija stvari s ljudima
- Komunikacija između stvari
- Komunikacija između uređaja

Procjenjuje se da će se u bliskoj budućnosti povezati 200 milijardi uređaja. Vrijednost tržišta projicirana je na 80 milijardi dolara [48].

Primjeri gdje se IoT rješenja mogu primijeniti u pomorstvu mogu imati značajan utjecaj na optimizaciju plovidbenih ruta, troškove održavanja i praćenje imovine [49]. Brodovi već godinama koriste visoko frekventne radio uređaje za komuniciranje. Brodovi međusobno komuniciraju zbog izbjegavanja sudara , boljeg planiranja ruti, vremenskih izvješća itd.

Nažalost pri ovim metodama postoji mogućnost ljudske pogreške. Sada, s novim tehnologijama, pozicija broda se može pratiti uživo i sve informacije se mogu slati ostalim brodovima u toj mreži. Zapovjednik i časnici u skladu s tim informacijama mogu donijeti odluke da li pratiti zadanu rutu ili u skladu s dostupnim informacijama promijeniti rutu radi sigurnosti, štednje goriva itd. Na visokoj razini, senzori prate lokaciju broda na moru, ali na manjoj razini oni mogu izvještavati o statusu i temperaturi kontejnera za teret. Svaki kontejner mora biti opremljen sa senzorima temperature, procesorom i te mobilnim odašiljačem. Ukoliko temperature nisu optimalne, posada dobiva informaciju te može reagirati kako bit teret ostao svjež. Remont i održavanje brodova je skupo i troši previše vremena. Prema nekim izvorima gubici iznose između 58000 i 116000$ dnevno kada je brod u remontu. Ericssonov *Maritime ICT Cloud* je primjer IoT rješenja koji su dizajnirani kako bi se mogla nadzirati oprema i pomoglo riješiti probleme u početku. *ICT cloud* spaja brodove na moru s obalnim operaterima, centar za pomoć korisnicima, pružatelje usluga održavanja, partnere te lučke uprave. U isto vrijeme nudi usluge koje se koriste za upravljanje flotom, nadzor brodskih motora i potrošnje goriva, nadzire rute i navigaciju te brine o dobru posade. Ericsson pruža ove usluge preko jednog zajedničkog paketa preko satelitskih komunikacija do aplikacija za podršku te upravlja s *ICT cloudom* za dobro svojih korisnika [51].

Očito je kako IoT donosi brojne prednosti za pomorstvo, međutim neki rizici se trebaju uzeti u obzir. Mora se uzeti u obzir nekoliko područja gdje IoT nailazi na probleme koji trebaju zajedničko rješenje: sigurnost, standardizacija, poslovne orijentacije [52]. Sigurnost predstavlja najveći problem za IoT implementaciju na brodovima. Hakerski napadi, zloćudni virusi i ostale prijetnje predstavljaju veliku opasnost za sve uređaje spojene na internet pa tako i za one koji su na brodu. Što bi se dogodilo kada bi se brodu u oluji srušio sustav? Rapidan rast IoT je doveo do nekontroliranog rasta uređaja spojenih na internet kroz razne platforme više proizvođača. Svaki proizvođač uređaja je napravio svoja vlastita IoT rješenja. Kako industrija raste, potreba za standardizacijom biti će veća. Za uspjeh IoT biti će potrebna komponenta uspješnosti u biznisu. Ključno je definirati koje inicijative donose uspjeh kompanijama. U pomorstvu postoji širok spektar mogućnosti što se tiče poboljšanja profita.

Budući pametni brodovi moraju koristiti IoT. Međutim, za sada spajanje pametnih uređaja na brodu mora biti ipak pod ljudskim nadzorom te s limitiranom razinom autonomije. Ovaj novi ecosystem koji prihvaća nadolazeće tehnološke trendove od brodova do luka i brodogradilišta možemo nazivati Internetom brodova (eng. *Internet of Ships*).

8. ZAKLJUČAK

Današnji svijet prolazi kroz intenzivne promjene. Sve grane industrije prolaze kroz svojevrsnu transformaciju prema novom razdoblju nazvanom Industry 4.0. Za sada pomorstvo se jako sporo mijenja i „odbija“ prihvatiti nove mogućnosti koje današnji stupanj razvoja dopušta. U današnjem svijetu, koji se uslijed globalizacije sve više smanjuje, nova otkrića i pristupi poslovanju postaju krucijalni za preživljavanje tvrtki. Tvrtke koje se okreću novim metodama poslovanja ostvaruju velike profite. Prelaze iz defenzivnog načina poslovanja koji je bio karakterističan za početak desetljeća u ofenzivan način odnosno stavljaju veću pozornost na produktivnost i nove ponude na tržištu, istražuju nova tržišta i modele. Stoga će se i pomorstvo morati okrenuti novim idejama i novim otkrićima, npr. brodogradilištima neće više biti dovoljno samo graditi brodove, oni će sada kroz IoT i ostale tehnologije morati nuditi razne druge usluge klijentima radi preživljavanja i unapređivanja poslovanja kao što su održavanje brodske opreme, remont itd. Brodari će morati prikupljati i analizirati podatke kako bi optimizirali troškove brodova, ali i poboljšali učinkovitost broda i posade. U pomorstvu će se pojaviti neka nova zanimanja kao što su stručnjaci za rudarenje i analizu podataka. Kada sirovi podaci postanu djelotvorne informacije, kapetan će ovisno o meteorološkom izvješću optimizirati rutu kako bi osigurao sigurnost broda te uštedio na potrošnji goriva, brodovi će slati podatke proizvođačima opreme radi preventivnog održavanja te manjeg čekanja na eventualne popravke, vrijeme obrade u lukama će se ubrzati, osiguravateljske kuće će imati informacije o tome kako se imovina koju osiguravaju održava, teret će provesti manje vremena u tranzitu itd. Čitava industrija će ostvariti dobit pretvaranjem sirovih podataka u prave informacije. Veći širokopojasni raspon i bolja povezanost broda s obalnim postajama rješenjima poput Inmarsatova FleetXpressa će omogućiti bolji i brži, čak u stvarnom vremenu transfer podataka. Poboljšanje brodske povezanosti i umrežavanje brodskih sustava te nove tehnologije kao što su CPS i digitalni blizanci utvrđivaju put prema visoko autonomnim brodovima.

Dolaskom takvih brodova pomorstvo ulazi u svoje novo razdoblje *shipping 4.0* te nas uskoro očekuje velika revolucija u pomorstvu, ne samo u tehnologiji nego i u propisima, a s time će biti i potrebna i velika promjena u izobrazbi pomoraca. Otvoren je put novom poslovnom sustavu aplikacija za učinkovitije i sigurnije funkcioniranje broda. Velika pozornost će se morati predati i novoj velikoj opasnosti za brodove, a to su cyber napadi. Piratstvo, iako fizički prisutno još u nekim dijelovima svijeta, uskoro će se obnoviti kao velika prijetnja preko hakiranja brodskih sustava i tereta. S ovim promjenama pomorstvo će postati puno

transparentnija industrija nego dosada što će pomoći u sprječavanju kriminalnih radnji u pomorstvu.

Iz ovoga rada može se predvidjeti kakva će biti bliža, ali i dalja budućnost pomorstva. Analizirana i predstavljena su brojna nova rješenja i njihove prednosti , kao i izazovi i mane. Dok pomorske tvrtke ne krenu ostvarivati značajan profit uvođenjem ovih promjena ne može se očekivati temeljitija promjena u pomorstvu, ali s obzirom da veliki igrači na tržištu, sveučilišta i istraživači diljem svijeta te razna inovacijska društva ulažu velike napore u nova rješenja za očekivati je da će uskoro krenuti vrlo dobri rezultati za one odvažne, a samim time će gurnuti čitavu granu industrije u novo razdoblje te bitno ubrzati promjene.

LITERATURA

[1] https://to2025.dnvgl.com/shipping/digitalization/

[2] https://www.youtube.com/watch?v=GoFp0JWq2ug

[3] http://www.mooreslaw.org/

[4] https://www.nngroup.com/articles/law-of-bandwidth/

[5] http://simplyknowledge.com/popular/biography/martin-cooper

[6] https://spectrum.ieee.org/telecom/wireless/edholms-law-of-bandwidth

[7] https://www.researchgate.net/publication/280830264_Ship_Connectivity

[8] http://navarino.gr/portfolio/fleet-xpress-2/#1459423891462-658456e3-93e7

[9] https://www.inmarsat.com/service/global-xpress/

[10] https://www.youtube.com/watch?v=2dCz3oL2rTw

[11] https://www.researchgate.net/publication/307509727_Origins_of_the_Digital_Twin_Concept

[12] http://innovate.fit.edu/plm/documents/doc_mgr/912/1411.0_Digital_Twin_White_Paper_Dr_Grieves.pdf

[13] https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartners-top-10-technology-trends-2017/

[14] http://3yq5q42rw3z48qnbj46yehrx-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2016/07/InformationMirroringModel.jpg

[15] https://www.researchgate.net/publication/266375284_Recent_Advances_and_Trends_of_Cyber-Physical_Systems_and_Big_Data_Analytics_in_Industrial_Informatics

[16] http://www.wkbtek.com/industry.html

[17] https://www.nsf.gov/pubs/2010/nsf10515/nsf10515.html

[18] http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.472.8858&rep=rep1&type=pdf

[19] http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6960984

[20] https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1926431

[21] https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/Seagate-WP-DataAge2025-March-2017.pdf

[22] https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html#dmimportance

[23] https://www.researchgate.net/publication/312553263_Handling_Big_Data_in_Ship_Performance_and_Navigation_Monitoring

[24] https://ac.els-cdn.com/S1877705817333386/1-s2.0-S1877705817333386-main.pdf?_tid=868ed586-f591-11e7-a1ed-00000aab0f27&acdnat=1515539283_35a741b96edda904910a177274a82957

[25] http://www.iec.ch/

[26] https://www.iso.org/standard/66405.html

[27] https://www.iso.org/standard/66406.html

[28] https://www.youtube.com/watch?v=P0F3OxcDFQg

[29] https://cybersail.org/wp-content/uploads/2017/02/IHS-BIMCO-Survey-Findings.pdf

[30] https://www.maritime-executive.com/features/cyber-attack-whats-at-stake

[31] 2011_ENISA_Analysis_of_cyber_security_aspects_in_the_maritime_sector_1%200.pdf

[32]https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/663895/Futrure_of_the_Sea_-_Cyber_Security_Final.pdf

[33] http://www.rolls-royce.com/~/media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf

[34] https://www.napa.fi/Ship-Operations/ClassNK-NAPA-GREEN-Optimization

[35] https://www.dnvgl.com/services/eco-insight-easy-fleet-performance-management-1175

[36] http://www.marorka.com/products/

[37] https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping_en

[38] http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/01-2016-MTCC-.aspx

[39] http://www.emsa.europa.eu/ship-inspection-support/thetis-mrv/item/2953-information-system-to-support-regulation-eu-2015-57-thetis-mrv.html

[40]https://www.napa.fi/Ship-Operations/Decision-Support

[41] http://www.imo.org/en/OurWork/safety/navigation/pages/enavigation.aspx

[42] http://www.imo.org/fr/MediaCentre/MeetingSummaries/MSC/Pages/MSC-94th-session.aspx

[43] http://efficiensea2.org/the-maritime-cloud-becomes-maritime-connectivity-platform/

[44] http://efficiensea2.org/solution/maritime-connectivity-platform/

[45] http://maritimecloud.net/

[46] http://www.unmanned-ship.org/munin/

[47] https://www.sintef.no/en/latest-news/ships-without-skippers/

[48] https://www.toptal.com/designers/interactive/smart-home-domestic-internet-of-things

[49] https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/the-iiot-at-sea/

[50] http://www.mlit.go.jp/common/001127982.pdf

[51] https://www.ericsson.com/en/press-releases/2015/1/maritime-ict-cloud-enables-ships-to-join-the-networked-society

[52] https://www.rina.org.uk/The_Internet_of_Ships_a_new_design_for_Smart_Ships.html

POPIS SLIKA

Slika 1. Broj instalacija VSAT opreme [7] 3
Slika 2. Predviđeni VSAT mrežni kapacitet do 2025. [1] 4
Slika 3. Pokrivenost Fleet Xpress-a [8] 5
Slika 4. Koncept digitalnog blizanca [14] 8
Slika 5. Digitalni blizanac broda [1] 11
Slika 6. Temelj 4. industrijske revolucije – cyber physical sustavi [16] 12
Slika 7. kibernetičko - fizički sustavi na brodovima [1] 16
Slika 8. Predviđanja rasta globalne podatkovne zone [21] 17
Slika 9. Podjela prema količini generiranih podatka između računalnih platformi [21] 19
Slika 10. Prednosti korištenja i analiziranja podataka [24] 26
Slika 11. Priroda cyber napada [29] 32
Slika 12. NAPA računalo za slučaj nužde [39]. 38
Slika 13.MCP povezuje sve pomorske sudionike s pomorskim informacijskim službama svih vrsta. [44] 40
Slika 14. Otvoreni kod MCP-a [45] 41
Slika 15. Autonomni teretni brodovi bez posade [47] 42
Slika 16. Internet stvari [50] 43

.