

# Razvoj i uloga standardizacije informacijsko-komunikacijskih usluga u logističkim procesima

---

Ivanagić, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2021

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:629606>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-08**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Fakultet prometnih znanosti**

**Razvoj i uloga standardizacije informacijsko-komunikacijskih  
usluga u logističkim procesima**

**Development and impact of Information Communication services  
in logistic processes**

**Studentica: Iva Ivanagić**

**JMBAG: 0135231959**

**Mentor: izv.prof.dr.sc. Goran Vojković**

**Zagreb, rujan 2021.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 11. svibnja 2021.

Zavod: **Zavod za informacijsko komunikacijski promet**  
Predmet: **Telekomunikacijska legislativa i standardizacija**

**DIPLOMSKI ZADATAK br. 6277**

Pristupnik: **Iva Ivanagić (0135231959)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Informacijsko-komunikacijski promet**

Zadatak: **Razvoj i uloga standardizacije informacijsko-komunikacijskih usluga u logističkim procesima**

Opis zadatka:

U ovom diplomskom radu treba obrazložiti strukturu logističkih procesa koja u današnje vrijeme uz korištenje informacijsko komunikacijskih usluga rezultiraju izvršenju optimalnih procesa, lakšoj realizaciji, zadovoljstva od korisničke i korporativne strane. Treba prikazati oblike informacijsko komunikacijskih usluga, te njihovu implementaciju u pojedine elemente logističkih procesa. Kroz uvođenje novih tehnologija u logističke procese treba pojasniti potrebu i praksu njihove standardizacije te protokole koji moraju biti zadovoljeni kako bi sustav mogao uspješno funkcionirati. Automatizacija i razvoj logističkih skladišta i njihovih komponenti, pojasnit će se na primjerima pametnih luka i razvoja standarda pametnih kontejnera, posebno u pomorskom transportu. Posebno treba naglasiti prednosti razvoja industrijskih i drugih standarda u odnosu na postojeća vlasnička rješenja koja su u primjeni.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

  
\_\_\_\_\_  
izv. prof. dr. sc. Goran Vojković

## **Sažetak**

Logistički procesi mogu se poboljšati primjenom i standardizacijom odgovarajućih informacijsko - komunikacijskih tehnologija. Kroz uvođenje novih tehnologija u logističke procese pojasnit će se potreba i praksa njihove standardizacija te protokoli koji moraju biti zadovoljeni kako bi sustav mogao uspješno funkcionirati. Korištenjem komunikacijskih, bežičnih i IoT tehnologija upravljanje logističkim procesima je mnogo učinkovitije, efikasnije i jeftinije. Automatizacija i razvoj logističkih skladišta i njihovih komponenti se mogu koristiti u pomorskom prometu, razvojem pametnih luka te standardizacijom pametnih kontejnera.

**Ključne riječi:** logistički procesi, informacijsko komunikacijske tehnologije, protokol, pametne luke, standardizacija pametnih kontejnera

**Summary :**

Logistics processes can be improved by applying and standardizing appropriate information and communication technologies. Through the introduction of new technologies in logistics processes, the need and practice of their standardization will be clarified, as well as the protocols that must be met in order the system to function successfully. By using communication, wireless and IoT technologies, logistics process management is much more efficient, effective and cheaper. Automation and development of logistics warehouses and their components can be used in maritime transport, development of smart ports and standardization of smart containers.

**Key words:** logistics processes, information and communication technologies, protocol, smart ports, standardization of smart containers

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Logistički procesi .....	3
2.1 Temeljne značajke logističkih procesa.....	3
2.2. Upravljanje logistikom u prometnom sustavu .....	5
2.3 Intermodalni utjecaj u logistici.....	8
3. Razvoj informatičko komunikacijskih tehnologija u logističkim procesima.....	10
3.1 Značajke Informacijsko komunikacijskih tehnologija .....	10
3.2 Primjena informacijsko komunikacijskih tehnologija u odvijanju poslovnih logističkih procesa.....	12
3.3 IoT tehnologija .....	16
3.3.1 Aplikacijski protokoli u logističkim procesima .....	18
3.3.2 Identifikacijske tehnologije korištene u logistici .....	21
3.4 Informacijsko komunikacijske usluge u logističkim procesima .....	23
4. Standardizacija pametnih luka i kontejnera .....	24
4.1. Koncept pametnih luka.....	26
4.1.1 Primjena informacijsko komunikacijske tehnologije u pametnim lukama .....	27
4.1.2 Bežična i satelitska komunikacijska mreža .....	30
4.1.3 Navigacijski i sustavi praćenja .....	31
4.2. Pametni kontejneri.....	39
4.3. Standardizacija pametnih kontejnera u pomorskom prometu .....	44
5. Zaključak.....	48
Literatura .....	50
Popis kratica .....	54
Popis slika .....	56
Popis tablica .....	58

# 1.Uvod

Logistika predstavlja lanac opskrbe u procesu planiranja i organizacije dopreme toka materijala i proizvoda od dobavljača do kupca optimalnim i efikasnim putem. Primjenom ICT tehnologija u logističkim procesima unapređuje se brzina dostave konačnih proizvoda na krajnje odredište, umanjuje se vrijeme putovanja i sama cijena finalnog proizvoda. Također, kvaliteta logističkih procesa postaje standardizirana te se uvelike olakšavaju brojni logistički procesi koji su u ranijim fazama razvoja bili otežani. Svima zajedno se unapređuje i konačno zadovoljstvo kupaca, ali i dobavljača jer primjenom ICT tehnologija svi zajedno ostvaruju snažniji sinergijski odnos u ukupnom proizvodno – logističkom procesu da bi se proizvod dostavio do krajnjih kupaca po znatno nižoj cijeni i manjim operativnim troškovima poslovanja za dobavljače.

Svrha diplomskog radu jest prikazati razvoj i primjenu logističkih procesa u pomorskom prometu, ali i implementaciju ICT tehnologija u tim logističkim procesima sa specifičnim naglaskom na aplikativne primjere pametnih luka i pametnih kontejnera. Potrebno je uvidjeti kolika je učinkovitost ICT tehnologije u ostvarenju optimalnih logističkih procesa u pomorskom prometu. Prema tome, rad je podijeljen na poglavlja:

1.Uvod

2.Logistički procesi

3.Razvoj i primjena informacijsko komunikacijskih tehnologija u logističkim procesima

4.Standardizacija pametnih luka i kontejnera

5.Zaključak

U drugom poglavlju su opisani logistika i temeljni logistički procesi, te upravljanje istima u cjelokupnosti prometnog značaja. Logistika koristi mnoge različite grane prometnog sustava kako bi ostvarila pozitivne rezultate, objasniti će se i utjecaj intermodalnosti pomorskog i informacijsko komunikacijskog prometa na logističke procese. Pomorski promet u prijevozu dobara je najznačajniji radi njegovog ogromnog prijenosnog kapaciteta, primjerice na jedan tanker može se utovariti više tisuća kontejnera za razliku od vlaka, aviona ili kamiona. Pomorski promet se odvija sigurno te integracijom informacijsko komunikacijskih usluga u

infrastrukturu ili samog kontejnera, svi sudionici opskrbnog lanca su upućeni o stvarno vremenskoj lokaciji i uvjetima dobara u bilo kojem trenutku.

U trećem poglavlju će se obrazložiti temeljne značajke informacijsko komunikacijskih tehnologija, kao što je IoT tehnologija, komunikacijska i bežična tehnologija koje optimiziraju logističke procese i povezuju sve sudionike unutar procesa prijevoza dobara od proizvođača do konzumenta. Kako bi ICT tehnologija mogla biti kompatibilna u logistici razjašnjeni su protokoli i standardi kojima se utvrđuju pravila razmjene informacija između elemenata sustava. Elektronička razmjena podataka je dana kao primjer obavljanja poslovnih procesa unutar logistike, identifikacijske tehnologije i aplikacijski protokoli su primjeri informacijsko komunikacijskih rješenja kojima se realiziraju logistički procesi.

U četvrtom poglavlju, pomorska logistička središta su primjeri aplikativnog implementiranja informacijsko komunikacijskih tehnologija. Kroz primjere pametnih standardiziranih luka i njihovom načinu upravljanja prikazan je koncept modernih sustava. Rješenja pametnih kontejnera karika su koja je nedostajala u potpunoj digitalizaciji lanca opskrbe. Opskrbni lanci postali su pouzdaniji, sigurniji, otporniji i u potpunosti povezani. Pametni kontejner nudi preglednost od vrata do vrata, što omogućuje logističkom lancu izvrsnost i održivost.



## **2. Logistički procesi**

Logistika kao aktivnost se očituje kroz skup planiranih, koordiniranih, reguliranih i kontroliranih nematerijalnih aktivnosti (funkcija, procesa, mjera, poslova, operacija, radnji) kojima se funkcionalno i djelotvorno povezuju svi djelomični procesi u svladavanju prostornih i vremenskih transformacija materijala, dobara, informacija od pošiljatelja (mjesta isporuke), preko točke razdiobe do primatelja, ali s ciljem minimalnih uloženi potencijala i resursa na maksimalno zadovoljstvo zahtjeva tržišta, [1].

Najjednostavnije rečeno logistika povezuje planiranje i nabavu dobara, njegovo skladištenje, zatim povezivanje s tržištem koje bi mogli predočiti kroz službu za korisnike. Nakon zahtjeva tržišta koji su postavljeni, ista roba se prevozi različitim granama do prodajnog mjesta ili izravno do krajnjeg korisnika.

Kroz diplomski rad će se moći raspoznati intermodalna ovisnost logistike o ostalim modovima prometa, kao što je primjerice pomorski promet. Pomorski sustav i prijevoz morem ima neizostavne poveznice s logistikom. Povijest takvog odnosa obilježavaju stotine godina stari pomorski putovi koji su se uglavnom odvijali zbog istraživanja novog svijeta i otkrivanja novih zemalja, a kasnije su se u pomorskom prijevozu razvile trgovačke aktivnosti, gdje se često morskim putem prevozila roba s jednog kraja svijeta na drugi.

### **2.1 Temeljne značajke logističkih procesa**

Kako bi sustav funkcionirao na očekivani način, te kako bi zadovoljstvo između ponude i potražnje bilo ostvareno, u nositelje logističkih proces ubrajamo transport, skladištenje, zalihe, čovjeka, informacije i komunikacije te integraciju između elemenata.

Transport predstavlja svako kretanje ljudi ili dobara od jedne točke do druge. Postoje različiti moduli transporta koji uključuju cestu, vodu, zrak, željeznicu, kablove i cjevovode, dok pod elemente transporta podrazumijevamo infrastrukturu (ceste, željeznice, skladišta, morske luke), prijevozna sredstva i operaciju prijevoza.

Skladištenje je važan element, koji najčešće zadaje najviše problema, te uz veliku konzumaciju vremena pri planiranju, troškovi skladištenja su relativno veliki u odnosu na ukupne troškove

organizacije. Isto tako predstavlja vrlo odgovoran zadatak jer se nepravilnim skladištenjem se ugrožava status robe kojim se automatski povećavaju troškovi poslovanja. Tradicionalno skladištenje iziskuje puno veći broj zaposlenika, a s time i vrijeme koje je potrebno za popisivanje robe te samog skladištenja što ne rezultira pozitivno na ukupne troškove organizacije.

Distribucija označava djelotvoran proces prijenosa dobara od mjesta proizvodnje do mjesta koji je dostupan konzumentu, uz minimalne troškove. Osnovna svrha distribucije kao djelatnosti je omogućiti dostupnost proizvoda ili usluga kupcima, u odgovarajućoj količini i asortimanu, u odgovarajućem vremenu i na odgovarajućem mjestu. Za percepciju kupaca o proizvodu ili usluzi, distribucija je najvažnija faza opskrbnog lanca, jer ona predstavlja vezu prema kupcima, preko koje oni doživljavaju i ocjenjuju funkcioniranje opskrbnog lanca u cjelini. Osim tokova roba prema kupcima, distribucija obuhvaća i tokove povrata roba, kao i tokove otpadnog materijala. U operativnom smislu, distribucija je sustav sastavljen od različitih, ali međusobno povezanih elemenata kao što su: narudžba, isporuka, skladištenje, upravljanje zalihama, manipulacije, prijevoz, informacijski sustav itd. Svaki od navedenih elemenata ima svoju strukturu, unutar koje se odvijaju različite djelatnosti, procesi i radnje koje omogućuju dostupnost roba ili usluga kupcima, bilo da se radi o daljnjoj preradi ili krajnjoj potrošnji, [2].

Zalihe su materijali koji se koriste kako bi olakšali proizvodnju ili zadovoljili potražnju potrošača. Zalihe su vlastiti materijali koji se koriste u poslovanju, odnosno koji su namijenjeni unutarnjoj potrošnji ili prodaji, a uključuju sirovine, poluproizvode, materijale u radu i gotove proizvode. Prema tome, zalihe se mogu podijeliti prema fazi u kojoj se nalaze tijekom proizvodnog procesa:

- zalihe sirovina (repromaterijala),
- zalihe nedovršene proizvodnje (materijali unutar proizvodnog procesa),
- zalihe gotovih proizvoda.

Manipulacije u logistici predstavljaju rukovanje materijalom. To je područje logistike koje se bavi kretanjem, mirovanjem, zaštitom i kontrolom materijala kroz procese proizvodnje, distribucije, potrošnje i odlaganja. Odnosi se na procese unutar poduzeća (intralogistika), a u fokusu su tehnički sustavi i oprema transporta, skladištenja i pakiranja za ostvarivanje fizičkog tijeka materijala. Kretanjem materijala ostvaruje se vremenska i prostorna korisnost, što znači da je materijal na pravom mjestu u pravo vrijeme. Skladištenje (mirovanje) materijala osigurava pričuve zaliha između operacija, omogućuje učinkovito korištenje ljudi i opreme,[2].

Suvremeni logistički sustavi su nezamislivi bez informatičke podrške. Organizacijske jedinice poduzeća moraju biti povezane s drugima što omogućuje raspolaganje brojnim i kvalitetnim informacijama koje na kraju utječu na donošenje učinkovitijih poslovnih usluga.

Prema članku kojeg su napisali znanstvenici Dubey i Sunayana Jain, logistički sustavi postaju sve značajniji u posljednjih nekoliko godina jer predstavljaju jedan od temelja u dizajnu i kontroli proizvodnih sustava i modeliranju lanaca opskrbe. Informacijska logistika (eng. *Information Logistics*) bavi se protokom informacija između ljudi i strojeva unutar ili između bilo kojeg broja organizacija koje zauzvrat tvore mrežu koja stvara vrijednost,[3]. IL je usko povezan s upravljanjem informacijama, informacijskim operacijama i informacijskom tehnologijom. Općenito, logistika je dio procesa lanca opskrbe koji planira, provodi i kontrolira učinkovit, učinkovit naprijed i obrnuti protok i skladištenje robe, usluga i povezanih informacija između točaka podrijetla do točke potrošnje kako bi se zadovoljili zahtjevi kupaca.

Pomorski promet je bio i ostao okosnica globalne trgovine, a takav status je imao i otkad su Egipćani, Grci, Rimljani, Arapi, Indijanci, Kinezi, Europljani počeli ploviti i improvizirati metode jedrenja s jedrilicama i dugim čamcima, zmajevim čamcima, parobrodima i slično. Pomorski prijevoz ima zavidnu potražnju čija je glavna svrha potpora trgovini, poslovanju i trgovini - bilo globalnoj ili domaćoj, bilo teretu ili ljudima.

## **2.2. Upravljanje logistikom u prometnom sustavu**

Glavno obilježje logističkih sustava je povezanost procesa kretanja logističkog prijevoza proizvoda od mjesta nastanka do mjesta prodaje, procesa cijelog njihovog kretanja putem transporta do konačnog odredišta te procesa skladištenja istih proizvoda do prodaje, koji tada postaju jedna jedinstvena logistička mreža, u kojoj su povezani samo kretanje transportnog objekta, trošenje energije, rad ljudskog kapitala te protok informacija koji su mrežno povezani i usmjereni prema konačnom odredištu.

Podsustave logističkih sustava čine sljedeći složeni dinamički podsustavi, kao integralni dio jednog logističkog sustava, što se vidi na Slici 1. [4]:

**Megalogistika** – čine ju svjetski i planetarni logistički fenomeni koji nastaju i transformiraju se na području cijele planete, a sve je značajnija tendencija njezina širenja u profitnim i neprofitnim tvrtkama.

**Globalna logistika** – predstavlja proces fokusiranja logističkih umijeća, resursa i potencijala na mogućnosti koje nudi globalno tržište, na osnovi kombiniranja nacionalnih i međunarodnih

logističkih aktivnosti, normizacije (ISO) i poslovanja iz baza u konkretnim zemljama, zadovoljenjem potreba i zahtjeva svakog konkretnoga ili pojedinačnoga tržišta, uz poštovanje načela efikasnosti i efektivnosti, ali bez obveze da svaka globalna logistička tvrtka bude nazočna na svakom tržištu svijeta.

**Makro – mikro logistika** - je usmjerena na prilagođivanje robnih i inih tokova, strukturi i značajkama krajnjih korisnika robe i usluga unutar narodnoga gospodarstva, pa obuhvaća logističke fenomene funkcionalnih granskih logistika, dok se s mikro aspekta logistika može promatrati i kao jedna od poslovnih (pod)funkcija unutar tvrtki, a odnosi se na logističke fenomene kojima se žele ostvariti ciljevi tvrtki za efikasno i efektivno obavljanje logističkih aktivnosti.

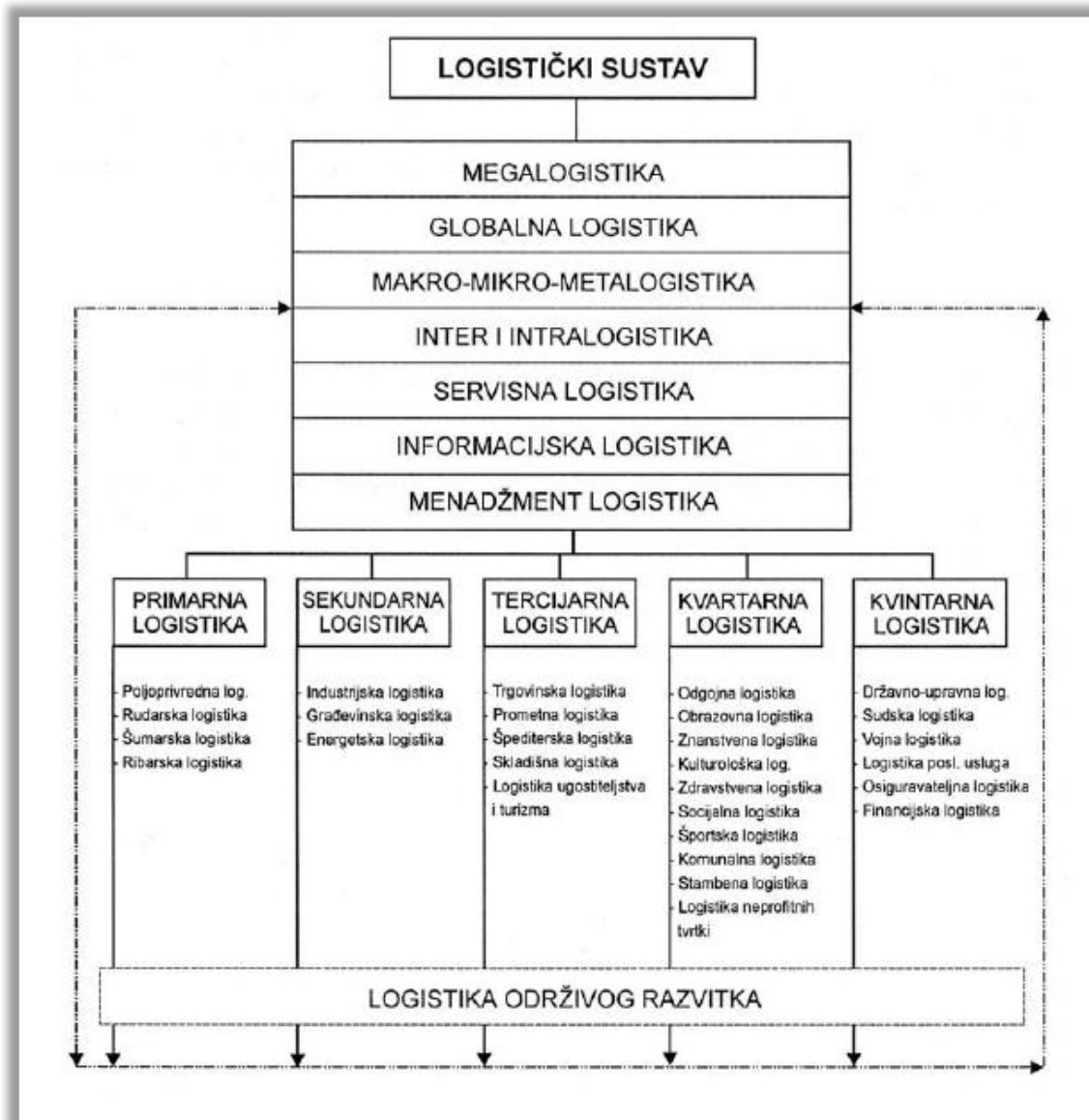
**Inter i intralogistika** - Inter kompanijski odnosi u razvijanju logističkih aktivnosti unutar logističkoga sustava i logističkih podsustava, logistički su fenomeni relativno novijeg datuma s naglašenim razvojnim značajkama. Intralogistika kao znanost i intralogistika kao aktivnost zasniva se na razvijanju logističkih procesa i logističkih fenomena važnih za efikasno i efektivno obavljanje inter i intra zadataka pojedinih poslovnih funkcija, a to ima posljedice na ukupnu, posebno na tržišnu strategiju i politiku poslovnih pothvata.

**Servisna logistika** - Servisna logistika kao znanost i servisna logistika kao aktivnost može se definirati kao sustav logističkih fenomena kojima je osnovno značenje dizajniranje servisnih aktivnosti na načelima efikasnosti i efektivnosti, označujući skup koordiniranih, integriranih i kontroliranih logističkih aktivnosti, koje osiguravaju pružanje obećane kvalitete krajnjim korisnicima (jamstava, otklanjanja kvarova, zamjena dijelova i drugih post prodajnih aktivnosti), integriranjem potrošačevog probitka i oskudnih resursa, radi maksimiziranja dobiti i potrošačeva probitka u dugoročnom razdoblju.

**Informacijska logistika** - Informacijska logistika može se definirati kao sustav logističkih fenomena, označujući skup koordiniranih, integriranih i kontroliranih logističkih aktivnosti, koje osiguravaju sustavno i efikasno prikupljanje brojnih primarnih i sekundarnih podataka, pospješuju njihovu obradu, uporabu i razmjenu s drugim aktivnim sudionicima u logističkome lancu, potičući tvrtke da se efikasno koriste potencijalima suvremene računalne i telekomunikacijske tehnologije, tehnologije marketing informacijskoga sustava.

**Menadžment logistika** - Menadžment logistika može se definirati kao sustav logističkih fenomena, označujući skup koordiniranih, integriranih i kontroliranih logističkih aktivnosti, koje osiguravaju razvitak efikasnoga sustava menadžmenta tvrtke na osnovi koordinacije i

kontrole zemljopisno disperziranih menadžment aktivnosti, povećavajući efikasnost odluka menadžmenta na svim razinama, istodobno osiguravajući potrebnu fleksibilnost u prilagođavanju tržišnim uvjetima i promjenama u globalnome okruženju.



Slika 1: Podsustavi logistike

Izvor: [4]

## 2.3 Intermodalni utjecaj u logistici

Intermodalni transport je sustav u kojem se upotrebljavaju barem dvije različite transportne grane u izvršavanju procesa prijevoza robe i dobara. U današnje vrijeme se koriste različiti modovi poput cestovnog, željezničkog, pomorskog, ali i informacijsko - komunikacijskog prometa. Informacijsko - komunikacijski promet djeluje efikasnijim prijenosom informacija koji se može uvidjeti kroz spajanje potražnje i ponude, praćenja pošiljke u svakom zahtijevanom trenutku, ali isto tako kroz olakšavanje unutarnjih procesa poput automatiziranog istovara i utovara kontejnera s broda na kamion. U diplomskom radu bit će prezentirana i važnost pomorskog prometa koji sve više upravo utjecajem novih tehnologija zaokružuje logističke procese.

Procjenjuje se da se 89,5% globalne trgovine odvija morskim putem. Prema podacima UNCTAD -a (eng. *United Nations Conference on Trade and Development*), u 2019. godini, iako su rast pomorske trgovine i rast lučkog prometa pali, svjetska pomorska trgovina dosegla je obujam od 11 milijardi tona s predviđenim rastom od +2,6 % u 2019. i godišnji prosječni rast od +3,4% za razdoblje 2019.-2024 (UNCTAD, 2020.) [5]. Procjenjuje se da je 2019. u kontejnerskim lukama diljem svijeta obrađeno 793,26 milijuna TEU -a (eng. *Twenty-foot equivalent Unit*), a do sada je u svijetu 6,145 aktivnih brodova koji prevoze 23,657,724 TEU -a.

Svi u svijetu imaju koristi od dostave, ali malo ljudi to shvaća. Brodovi danas dostavljaju hranu, tehnologiju, lijekove i uspomene. Kako svjetsko stanovništvo nastavlja rasti, osobito u zemljama u razvoju, jeftin i učinkovit pomorski promet ima bitnu ulogu u rastu i održivom razvoju. Dostava pomaže u osiguravanju ravnomjernije raspodjele prednosti trgovine roba. Nijedna zemlja nije u potpunosti samodostatna i svaka se zemlja oslanja na pomorsku trgovinu da bi prodala ono što ima i kupila ono što joj treba, [6]. Veći dio onoga što koristimo i konzumiramo u svakodnevnom životu se prevozi morem, u obliku sirovina, komponenti ili gotovih proizvoda.

Pomorski promet okosnica je globalne trgovine i globalnog gospodarstva. Poslovi i sredstva za život milijardi ljudi u zemljama u razvoju i životni standard u industrijski i razvijenom svijetu ovise o brodovima i pomorstvu. Pomorska industrija imala je važnu ulogu u dramatičnim poboljšanjima globalnog životnog standarda koji su milijune ljudi izvukli iz akutnog siromaštva posljednjih godina. To će biti jednako važno za postizanje Agende za održivi razvoj do 2030.

godine, plana koji su prošle godine usvojili svi globalni čelnici za ljude, mir, prosperitet planeta i partnerstvo.

Praksu logistike putem mora u suvremenom pomorskom sustavu obilježile su velike trgovačke kuće, poput Glencore, Cargilla, Noble Group, ADM – a i drugih. Danas takve trgovačke kuće vrše nadzor nad velikim dijelom pomorske trgovine i odgovorne su za snažan razvoj pomorske logistike jer upravo one iniciraju logističku distribuciju robe putem pomorskog prijevoza. Stoga je u pomorskom sustavu najvažnija odrednica distribucije proizvoda, ali i prijevoza putnika s jednog kraja svijeta na drugi, gdje je pomorski promet uvelike ovisan o logističkim sustavima bez kojega ne bi bilo moguće vršiti transfer dobara i putnika između udaljenih krajeva svijeta.

### **3. Razvoj informatičko komunikacijskih tehnologija u logističkim procesima**

Za ostvarivanje međusobnog povezivanja opskrbnih lanaca, informacijska povezanost je bitna unutar same poslovne jedinice kao i u suradnji s njenim partnerima. Nadalje se moraju podržati procesi unutarnje logistike odgovarajućim informacijsko - komunikacijskim sustavima.

Cilj ovog poglavlja je predstaviti mnoge informacijsko komunikacijske sustave koji se koriste u logistici radi olakšanja procesa utjecajem na performance, kvalitetu i troškove.

#### **3.1 Značajke Informacijsko komunikacijskih tehnologija**

Informacijske i komunikacijske tehnologije, ICT (eng. *Information and Communication Technology*) širi je izraz za informacijsku tehnologiju (IT), koji se odnosi na sve komunikacijske tehnologije, uključujući internet, bežične mreže, mobitele, računala, softver, međuopreme, videokonferencije, društvene mreže i druge medijske aplikacije i usluge koje korisnicima omogućuju pristup, preuzimanje, pohranu, prijenos i upravljanje informacijama u digitalnom obliku, [7].

Informacijsko komunikacijske tehnologije su temelj 21. stoljeća, primjenjuju se u svakoj grani gospodarstva, području znanosti. Sastavni elementi su IT oprema, infrastruktura i informacijsko komunikacijske usluge. Prema Bošnjaku Informacijsko komunikacijske usluge su specificirani skup mogućnosti prijenosa i/ ili procesiranja informacija koje su dostupne, prilagođene i raspoložive korisnicima na mrežnim završecima.

Kontinuiranim razvojem IT -a, energetska poduzeća postupno su razvila veliki broj distribuiranih komunikacijskih sustava i različitih aplikacijskih sustava. Ti sustavi obično usvajaju različite hardverske platforme, različite tehnologije baza podataka i različite komunikacijske protokole. Korisnici se moraju prebacivati između različitih sustava tijekom rada usluga, koji često uzrokuju probleme kao što su interoperabilnost između mrežnih protokola i upravljačkih informacija. Kako bi se riješili gore navedeni problemi potrebno je postići visok stupanj razmjene informacija između različitih sastavnih jedinica i podsustava, odnosno standardizacija odvijanja prijenosa informacija je ključna, [8].



Prvo je potrebno da se standardiziraju sučelje i proizvod, dok bi standardizacija aplikacija i poslovnih slučajeva samo otežala razvoj pametne mreže i mnogih drugih inovacija. Zatim se trebaju ustanoviti zajednički zahtjevi, međutim standardizacijski detalji ne bi trebali biti uključeni. Na temelju gore navedenih zahtjeva, međunarodna organizacija IEC (eng. *International Electrotechnical Commission*) osnovala je radnu skupinu koja donosi strategiju uvođenja pametnih mreža; studija donosi tehničke standarde koji moraju biti izvršeni kako bi pametna mreža krenula u funkciju te iznosi komunikacijske standarde pametnih mreža. Komunikacijski protokoli predstavljaju jednoznačan skup određenih pravila po kojima se odvija razmjena informacija između entiteta u mreži, uključene su informacije sintakse, semantike i pravila razmjene informacije.

Neki od komunikacijskih protokola koji se uvode u nove distribucijske i pametne mreže su:

IEC60870- Komunikacijski protokol prikazuje sučelje za razmjenu informacija između RTU (eng. Remote Terminal Unit) daljinsko uređajne jedinice i dispečerskog sustava. Kontinuiranim razvojem softverske i hardverske tehnologije, daljinski protokol se konstantno mijenja. Kako bi se poboljšala komunikacijska sposobnost u stvarnom vremenu, razvio se IEC60870-5-101 koji je usvojio tri sloja, fizički, podatkovni i aplikacijski sloj. Aplikacijski sloj izravno se preslikava na sloj podatkovne veze u svrhu poboljšanja stvarnovremenskih informacija. Protokol omogućava skupu komunikacijskih datoteka jednostavno slanje poruka između primarne stanice i daljinsko uređajne jedinice. Protokol za daljinsko upravljanje IEC60870-5-104 koristi referentni model ISO-OSI za međusobno povezivanje otvorenih sustava, ali koristi fizički, podatkovni sloj, mrežni, transportni i aplikacijski sloj.[8]

IEC 61850- Komunikacijski standard definira redoslijed prijenosa informacija, format informacija, čime se osigurava dosljednost razumijevanja značenja prenesenih informacija između pošiljatelja i primatelja. Svrha protokola je postići interoperabilnost između terminalnih komponenti različitih proizvođača, s kojim postiže sljedeće aspekte standardizacije:

- 1.) preporučena rješenja za upravljanje sustavom i projektima
- 2.) specifične modele u području električne energije
- 3.) usluge elektroenergetskog sustava
- 4.) konfiguriranje komponenti uz pomoć pravilnog jezika
- 5.) ispitivanje i dosljednost, [8].

Primjena ICT-a u logistici, a slijedom toga i cjelokupna integracija logističkih procesa, predstavljaju trendove koji zajedničkom sinergijom omogućuju značajan napredak u poslovnim procesima. S toga, poradi značajnog stupnja učinkovitosti, u primijeni su i u ostalim gospodarskim granama koje u kontekstu logističkih procesa u pomorskom prometu, mogu biti klasificirani unutar sljedećih vrsta primjene, [9]:

- planiranje prijevoza,
- odabir prijevoznika i vrste prijevoza,
- definiranje operativnih dobitaka,
- planiranje i upravljanje događajima – osigurava nesmetano odvijanje procesa,
- praćenje različitih aktivnosti u realnom vremenu.

Pregledom navedenih razmatranja, dolazimo i do određenih zaključaka. Zbog spajanja nekoliko čimbenika, industrija linijskog brodarstva u posljednjih je nekoliko godina u dramatičnoj tranziciji. Logistički procesi imaju sve važniju ulogu i to prvenstveno u onoj mjeri u kojoj potpune logističke usluge zamjenjuju transportne usluge od luke do luke, izolirane transportne transakcije ustupaju mjesto dugoročnim partnerstvima u upravljanju lancem opskrbe. Središnju ulogu u procesu logističke integracije ima korištenje ICT resursa.

ICT postaje kritičan atribut u svakoj transportnoj i logističkoj tvrtki za upravljanje integriranim opskrbnim lancem. Pretpostavlja se da je strateška važnost poboljšati integraciju lanca opskrbe i smanjiti neučinkovitost lanca isporukom putem pravovremenih, točnih i relevantnih informacija o otpremi samom pošiljatelju, primatelju i drugim partnerima u opskrbnom lancu. Također, ICT omogućuje racionalizaciju troškova kroz prilagodbu poslovnih procedura, a u slučaju logističkih usluga, nudi mogućnost izgradnje distribucijskih centara u neposrednoj blizini samih klijenata.

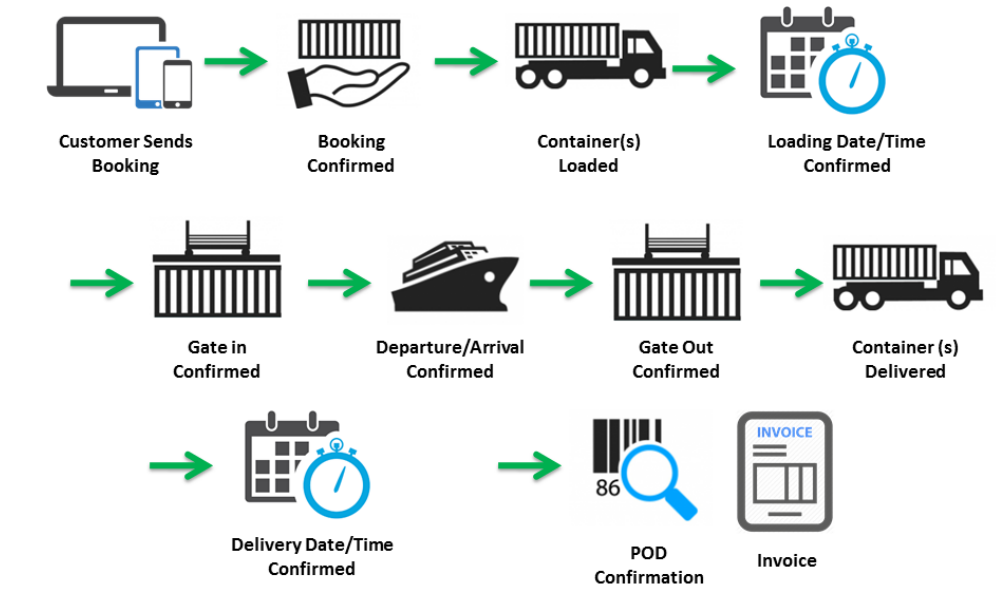
### **3.2 Primjena informacijsko komunikacijskih tehnologija u odvijanju poslovnih logističkih procesa**

Složenost logističkih procesa i veliki broj uključenih strana zahtijeva snažne napore za informacije i komunikaciju, kao i za kontrolu i dokumentaciju. Za kontrolu logističkih procesa, obrađuju se ogromne količine podataka. Kao primjer mogu biti podaci kod pošiljke odnosno podaci o adresama pošiljatelja, primatelja, brodarka i prijevoznika; podaci o robi poput težine,

obujma, veličine, posebne dostave i zahtjevi rukovanja koji se odnose na hlađenje, krhkost, očuvanje itd. te informacije o cijeni, datumu isporuke. Tradicionalno takvi podaci su razmijenjivani usmeno ili pismenim formama ili u novija vremena faksom. Kako razmjena informacija tradicionalnim putem sporo traje te uvećava troškove, razvijena je elektronska razmjena podataka. U tu svrhu podaci bi trebali biti dostupni u standardiziranom formatu što omogućuje svim uključenim stranama čitanje i obradu podataka bez daljnjeg prevođenja odnosno prekida. Pretvorba u ovom slučaju znači usklađivanje podatkovno-tehnološke strukture rečenice (sintakse) s obzirom na naziv, numeričke znakove, slijed i duljinu polja u skupovima podataka.

Pravi primjer korištenja informatičke potpore u logističkim djelatnostima jest EDIFACT (eng. *Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport*), koji je proizašao kao UN-ov projekt prije 30-ak godina. "EDI X12" brine oko razmjene strukturiranih (narudžbe, dispečerski savjeti, cjenik, plaćanje) poruka. EDIFACT se koristi u Europskim i Azijskim organizacijama, dok EDI X12 se koristi u Sjevernoj Americi. Uz smanjenost administrativnih troškova i bržu komunikaciju između klijenta i pružatelja usluga, EDI komunikacija pospješuje vrijednosti proizvoda/usluga kroz različiti skup informacija (poboljšana uslužna djelatnost) i pridonosi strateškim prednostima dobivenim kroz integraciju kao i postupcima procesuiranja korporativnih informacija.[10]

Eucon Shipping and Transport Ltd. dio je kontejnerskog odjeljenja Irish Continental Group, najveće irske broderske tvrtke i pruža kontejnerske, otpremne i transportne usluge nudeći usluge od kontinentalne Europe do Irske i obrnuto. Eucon je razvio EDI sustave za pružanje informacija klijentima, partnerima i dobavljačima putem različitih EDI poruka što je prikazano na Slici 2.. Eucon nudi i dnevna, tjedna izvješća koja pružaju pregled vaših trenutnih rezervacija i kretanja kontejnera. [11]



Slika 2: Primjena EDI komunikacije u EUCON-u

Izvor: [11]

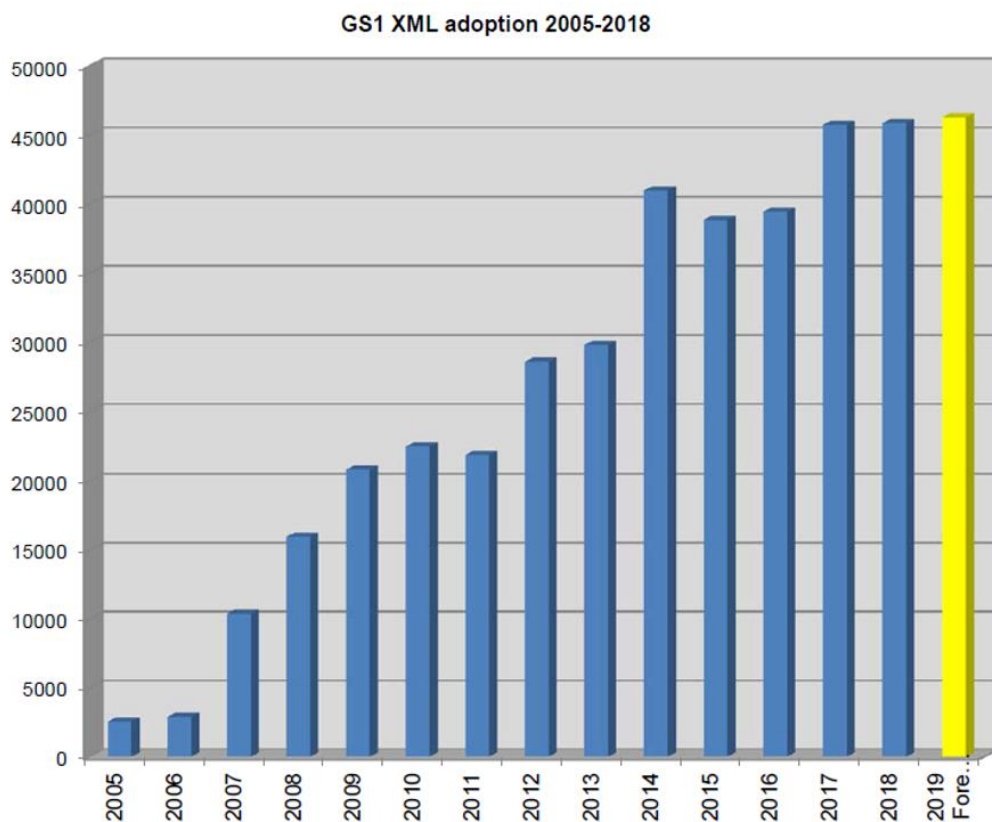
Podaci se prenose iz aplikacije procesiranja pošiljatelja prema primatelju bez mogućnosti promjene ili modifikacije istih. Strukturirani podaci koji se prenose putem EDI sustava određeni su s obzirom na sintaksu i semantiku kako bi se omogućila komunikacija između strana. Dostupni su različiti standardi za stvaranje sintakse i semantike tj. jedinstven jezik, koji mogu biti podijeljeni na otvorene i ograničene zaštićene standarde. Otvoreni standardi se koriste uz iznimku ograničenja prema sektoru ili zemlji u svakoj poslovnoj organizaciji, dok ograničeni ili vlasnički standardi služe samo za razmjenu informacija između poslovne organizacije i partnera.

Najpoznatiji EDI standardi su:

- EANCOM - skup standardiziranih poruka; podskup UN/EDIFACT -a i sadrži samo poruke koje se koriste u poslovnim aplikacijama.
- GS1 XML - (eng. *eXtensible Markup Language*), jezik koji se koristi za automatsku razmjenu poslovnih informacija između računalnih sistema putem Interneta. Jedan od

dva standarda koje GS1 preporučuje za elektroničke poslovne poruke. GS1 XML ne zamjenjuje GS1 EANCOM, već pruža drugi tehnološki standard koji podržava razmjenu transakcijskih podataka te se u zadnjih dvadestetak godina adaptira u sve više tvrtka što je prikazano na slici 3. Pojedinačne industrije će diktirati korištenje bilo kojeg standarda. Korištenje GS1 XML specifikacije pruža standardiziranu i predvidljivu strukturu za elektroničke poslovne poruke, omogućujući trgovinskim partnerima da brzo, učinkovito i točno komuniciraju poslovne podatke, bez obzira na njihov interni hardver ili softver.

- ANSI ASC X12-Odbor za akreditirane standarde (ASC) Američkog nacionalnog instituta za standarde (ANSI) 1997. godine usvojen je u skladu s jedinstvenim standardima za međupoduzetničku elektroničku razmjenu poslovnih transakcija. X12 jedan je od najpopularnijih EDI standarda za razmjenu poruka i koristi se gotovo univerzalno u svim industrijama za različite slučajeve uporabe. To je također osnova za druge EDI standarde. Postoji više od 320 X12 transakcijskih standarda koji se neprestano ažuriraju, čineći X12 jednim od najcjelovitijih EDI standarda koji se danas koristi, [12].



*Slika 3: Adaptacija GS1 XML standarda*

Izvor [12]

GS1 sustav je skup standarda koji jedinstvenim identificiranjem proizvoda, otpremnih jedinica, lokacija imovine i usluga omogućuju djelotvorno upravljanje globalnim, multiindustrijskim lancima dobavljača, [13]. GS1 sustav olakšava procese elektroničkog poslovanja, uključujući i potpuno praćenje pošiljki.

Prednosti korištenja GS1 standarda su:

- Lakše upravljanje međunarodnim opskrbnim lancem
- Osigurane točnije informacije o logističkim jedinicama, trgovinskim jedinicama, uslugama i lokacijama
- Smanjenje napora ručnog unosa
- Omogućuje bolju sljedivost robe i pošiljaka
- Smanjenje troškova usklađenosti trgovinskog partnera, [14].

Razvojem sustava elektronskog poslovanja dolazi do pojave novih industrija. U tom slučaju, konkurencija nije više samo aspekt koji se nalazi između ponuda pojedinih gospodarskih subjekata, već predstavlja sve važniji faktor koji se nalazi između specijaliziranih organizacija. Isto tako, pojavom Interneta kao nezaobilazne komponente u procesu poslovanja, moguće je ugrožavanje sigurnosti kako klijenta tako i same organizacije, [10].

### 3.3 IoT tehnologija

U logistici se uvođenje automatizacije i povezanosti elemenata prikazalo kao vrlo efikasno rješenje, kao primjerice provođenje i umrežavanje IoT (eng. *Internet of Things*) referentnih modela za obavljanje M2M (eng. *Machine to Machine*) komunikacije. IoT se može definirati kao sustav međusobno povezanih uređaja (poput senzora) koji imaju jedinstvene identifikatore i mogućnost prijenosa podataka preko mreže bez potrebe za interakcijom čovjek-čovjek ili čovjek-računalo.

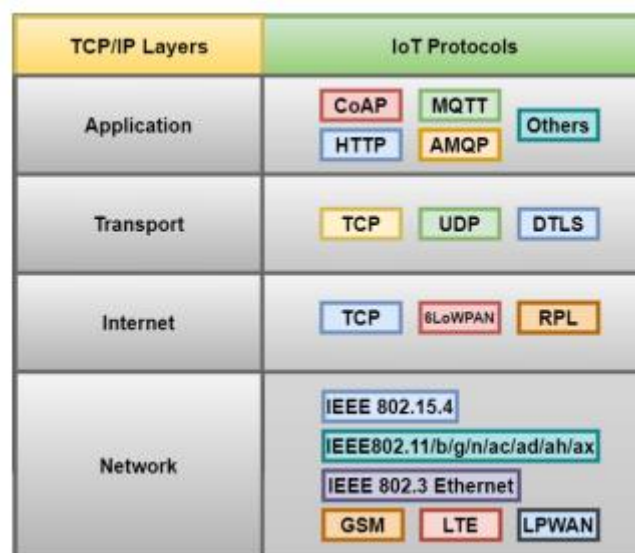
OSI (eng. *Open System Interconnection*) referentni je model koji definira sedam protokolskih razina, od najvišeg sloja primjene ili aplikacije do najnižeg fizičkog sloja. Slojevi OSI referentnog modela su:

1. Fizički sloj
2. Sloj podatkovneveze
3. Sloj mreže
4. Sloj transporta

5. Sloj sesije
6. Sloj prezentacije
7. Sloj primjene, [15].

Prva tri sloja su mrežno ovisni i orijentirani na protokole kojima se uz pomoć telekomunikacijske mreže povezuju dva računalna sustava. Transportni sloj predstavlja posrednika između viših i nižih slojeva s time da aplikacijsko orijentiranim slojevima omogućuje mrežno- neovisne usluge. Gornje tri razine su aplikacijsko ovisne i sadrže protokole koji omogućuju interakciju aplikacijskih procesa krajnjih korisnika.

Uz OSI referentni model egzistira i norma umrežavanja kroz TCP / IP protokol koji uključuje transportne i aplikacijske protokole što se može vidjeti na slici omogućavajući da dva protokolna entiteta rezidentna u različitim udaljenim krajnjim sustavima mogu razmjenivati jedinice poruke na transparentan način što je prikazano na slici 4.



Slika 4: TCP/IP slojevi u skladu s IoT protokolima

Izvor: [16]

IoT mreže primjenjuju nekoliko radio tehnologija poput RFID (eng. *Radio-frequency Identification*), WLAN (eng. *Wireless Local Area Network*) (IEEE 802.11 (eng. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*), WPAN (eng. *Wireless Personal Area Network*) (IEEE 802.15) i WMAN (eng. *Wireless Metropolitan Area Network*) (IEEE 802.16) itd. za komunikaciju na nižoj razini. Komunikacijski protokoli niže razine uključuju LoRaWAN (eng. *Long Range Wide Area Network*), SigFox u niskoj brzini prijenosa podataka (km) (bps-kbps),

mobilno/4G/5G na dugom dometu (km)-velika brzina prijenosa podataka (Mbps), Zigbee, Zwave u srednjem rasponu (m) -srednji podaci brzina (kbps), WiFi u srednjem rasponu (m)-velika brzina prijenosa podataka (Mbps), i NFC (eng. *Near Field Communication*) kratkog dometa (cm) -srednja brzina prijenosa podataka (kbps). Bez obzira na to koja se radio tehnologija koristi za implementaciju IoT mrežu, sve neovisne krajnje uređaje za generiranje podataka moraju svoje podatke učiniti dostupnima internetu za daljnje korištenje, [16]

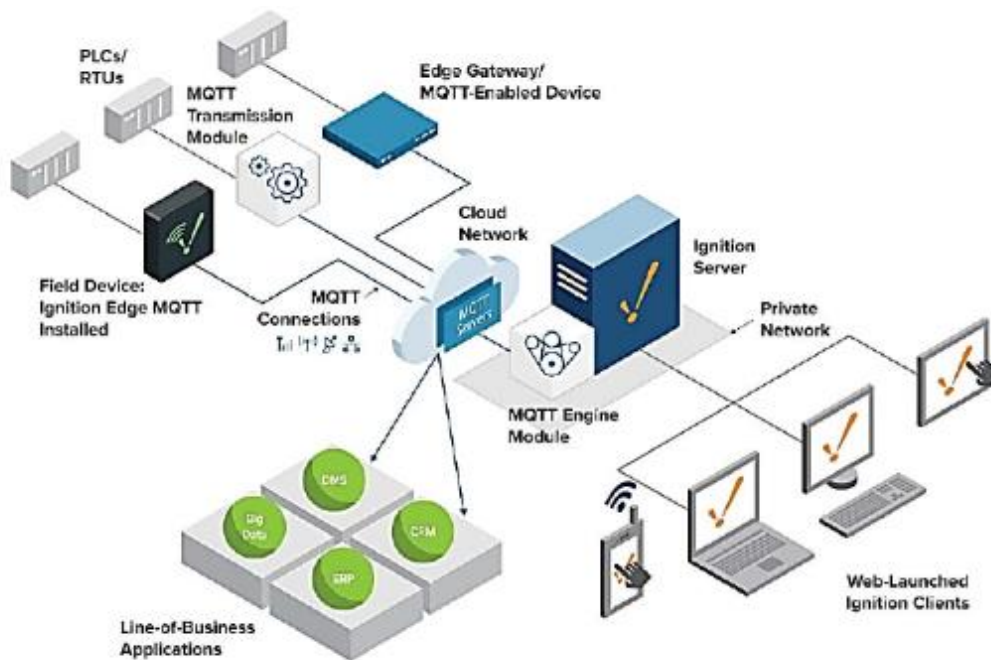
Fizička segregacija između razine automatizacije i razine upravljanja sve se više uklanja upotrebom tehnologije sabirnice polja zasnovane na Ethernetu. Korištenje mobilnih korisničkih sučelja ili integracija mobilnih transportnih sustava kao što su dizalice, automatizirana vozila (AGV) ili viličari zahtijeva upotrebu bežičnih komunikacijskih tehnologija, često temeljenih na IP protokolima. Internet stvari je podijeljen na pristupne protokole i na transmisijske protokole. Pristupni protokol u ovom slučaju je Zigbee koji je odgovoran za komunikaciju u donjim slojevima OSI referentnog modela, dok transmisijski protokol zasnovan na TCP/IP protokolu je MQTT protokol.

### **3.3.1 Aplikacijski protokoli u logističkim procesima**

Internet stvari (IoT) čini uređaje i jednostavne objekte sposobnim da slušaju, razmišljaju što ih čini pametnima, uz to mogu komunicirati jedni s drugima te obavljati procese koji u konačnici stvaraju sustav, što se može vidjeti kroz M2M komunikaciju. Kako bi M2M komunikaciju u logističkom skladištu ili u luci prilikom istovara ili utovara kontejnera mogla izvršavati posao, potreban je protokol MQTT (eng. *Message queqing telemtry transport protocol*) koji održava efektivnost sustava.

MQTT je otvoreni OASIS (eng. *Open Document Format for Office Applications*) i ISO (eng. *International Organization for Standardization*) protokol zasnovan na stroj prema stroju prijenosu poruka i jedno je od najpopularnijih rješenja za objavljivanje i pretplatu. Dizajn je bio orijentiran na prikupljanje podataka iz distribuiranih izvora podataka, [16]. Koncept se temelji na konceptu centraliziranog objavljivanja/pretplate i treba mu najmanje jedan posrednik prikazano na slici 5. Podaci se obrađuju takozvanim temama.





Slika 5: Arhitektura MQTT slozaja

Izvor:[17]

Za razliku od većine protokola aplikacijskog sloja ne koristi se zahtjev/odgovor arhitektura, ali je jedinstveno predstavljen s Izdavač/Pretplatnik (eng. *Publish/Subscribe*) arhitekturom i radi na zadanom TCP/IP portu 1883. MQTT specijaliziran je za okruženja niske propusnosti i velike latencije; to je idealan protokol za stroj-stroj (M2M) komunikacija jer troši manje energije. Temeljena arhitekturu Izdavač/Pretplatnik koja se u osnovi sastoji od TRI ključna elementa kao što su klijenti MQTT, posrednik (broker) i korisnik.

MQTT klijent je program ili uređaj koji koristi MQTT protokol. Klijent je odgovoran za otvaranje mreže odnosno povezivanje s poslužiteljem, stvaranje poruka za objavljivanje, objavljivanje aplikacijskih poruka na poslužitelju, pretplata na potražnju poruka aplikacije koje želi primiti, otkazivanje pretplate radi uklanjanja zahtjeva za poruke aplikacije i zatvaranje mrežne veze s poslužiteljem. Primjena poruka se odnosi na podatke koje prenosi MQTT protokol preko mreže za server. Sve aplikacijske poruke koju transportira MQTT sadrži podatke o korisnom opterećenju, QoS (eng. *Quality of Service*) svojstvima.

MQTT poslužitelj je program ili uređaj koji se temelji na MQTT-u koji djeluje kao poštanski ured između izdavača i pretplatnika. MQTT posrednik odgovoran je za prihvaćanje mrežnih veza od klijenata, prihvaćanje poruka aplikacija koje su objavili klijenti, obradu pretplate i odjave zahtjeva klijenata, slanje aplikacijskih poruka klijentima prema svojim pretplatnicima i

zatvaranju mrežne veze od klijenta. MQTT je dvosmjerni komunikacijski protokol, koji učinkovito pomaže u razmjeni podataka, upravljanju upravljačkih uređaja. Obično zahtijeva fiksno zaglavlje od 2-bajtna s malim korisnim opterećenjima poruka do maksimalne veličine od 256 MB. [18]

CoAP (eng. *Constrained Application Protocol*) koji je donesen od strane radne grupe IETF (eng. *Internet Engineering Task Force*) organizacije. Cilj mu je pružiti REST baziran okvir optimiziran za ograničene IP mreže i uređaje koji se nosi s ograničenim veličinama paketa, niskom energijom uređaja i nepouzdanim kanalima. CoAP nije izravna kompresija HTTP-a (eng. *HyperText Transfer Protocol*), ali je podskup REST -a uobičajen za HTTP posebno dizajniran za M2M aplikacije koje nude značajke kao što su ugrađeno otkrivanje, podrška za multicast i asinkrona razmjena poruka. Model interakcije CoAP je sličan klijent/poslužiteljskom modelu HTTP -a koji koristi naredbe kao što su naredbe GET, POST, PUT i DELETE za pružanje interakcija usmjerenih na resurse i komunikacija stroj-stroj rezultira CoAP-om implementacija koja djeluje i kao klijent i kao poslužitelj, [18].

Tablica 1: Karakteristike MQTT i CoAP protokola

Izvor: Izrada autorice prema [19]

	<b>MQTT</b>	<b>CoAP</b>
<b>KOMUNIKACIJA</b>	Protokol korišten za prosljeđivanje informacija između <b>više</b> različitih klijenta. Nema osiguranja u razjašnjenju poruka ili meta podataka kako bi klijenti mogli razumjeti poruku. Mora se poznavati format slanja poruka kako bi se	Protokol koji se koristi između prijenosa informacija klijent- server ili od servera prema više klijenata. Osigurana podrška za sadržaj, kako bi se otkrio način komunikacije između uređaja.

	komunikacija izvršila.	
<b>TRANSPORT</b>	Koristi se TCP ili je pokriven NAT koji pomaže kod virtualizacije IP adrese te njegovoj sigurnosti i smanjenju IP adrese. TCP je pouzdaniji od UDP.	Koristi UDP protokol koji je brži no nije toliko pouzdan koliko TCP.
<b>PROTOKOLI</b>	Protokol poruka koji se koristi u aplikacijskom sloju TCP/IP protokola, te podržava i IPv4/6.	Kreiran za UDP/IP protokol, s time da IPv6 omogućava slanje poruka prema više adresa (multicasting).
<b>SIGURNOST</b>	MQTT posrednici imaju 45re3 t56autentifikacijsku provjeru kroz korisničko ime i zaporku. TCP konekcija je osigurana SSL/TLS enkripcijom.	Koristi se DTLS (sigurnosni prokol za datagrame).

### 3.3.2 Identifikacijske tehnologije korištene u logistici

Kako bi se omogućilo brzo i jednostavno čitanje te prijenos opisanog standardiziranog formata podataka, potrebni su tehnički sustavi identifikacije. Cilj je prenijeti zadatke

prepoznavanja i identifikacije od ljudi automatiziranim tehničkim sustavima koji rade s vrlo visokom ili potpunom točnošću. Potrebno je brzo i točno prikupiti podatke kako bi što prije bili poslani na obrađivanje s centralno pohranjenim podacima u svrhu kontinuirano generiranja istih. Zauzvrat, obrađeni podaci bi trebali biti dostupni svim stranama u logističkom lancu u najkraćem mogućem roku. Tvrtke su razvile mnoge pristupe praćenju i upravljanju kretanjem robe. Identifikacija materijala ključna je u tri glavna logistička procesa:

1. praćenje i rukovanje materijala tijekom logističkih procesa,
2. komponente za praćenje i konsolidaciju ili pakete iz više strana, uključujući pružatelje logistike trećih strana (3PL); 3PL su tvrtke koje pružaju jednu ili više različitih usluga (javno skladištenje, transport, distribucija..)
3. nadzor i rukovanje materijala na prodajnom mjestu (POS) u maloprodajnom okruženju.

Tehnologija Barkoda prevodi identifikacijski broj u strojno čitljiv grafički prikaz prikazi. Tumači se pomoću optičkog uređaja za čitanje koji bilježi sliku, izdvaja informacije i pretvara ih u korisne podatke (tj. jedinstveni identifikacijski broj). Poboljšava brzinu i točnost čitanja oznaka i identificiranja stavki te smanjuje stopu pogrešaka. Tehnologija podržava prikupljanje narudžbi, praćenje narudžbi i materijala te postupak utovara/istovara.[20]

Kako bi se unaprijedila identifikacija u logistici počinje se koristiti radiofrekvencijska identifikacija koja ne zahtijeva vidljivost ili poravnavanje, prenosi se radio valovima i radi bez linije vidljivosti.

RFID sustavi se sastoje od uređaja za čitanje koji se naziva čitač, i malog radiofrekvencijskog transpondera zvanog RF tag. RF tag je elektronički programiran s jedinstvenim podacima koji ima karakteristiku čitanja na daljinu. Postoje dvije tehnologije sustava RFID oznaka: prvi se naziva aktivnim sustavom oznaka, a drugi se naziva pasivnim oznakama sustava. Aktivne oznake rade na baterije, skuplje su i koriste veće frekvencije, dok pasivna oznaka koristi niže frekvencije i nema unutarnji izvor napajanja. Budući da su RFID informacije statične i moraju se programirati u oznaku, ne mogu se koristiti izravno za mjerenje ili dijagnostičke podatke.[20]

RFID tehnologija omogućuje tvrtkama nadzor i upravljanje kvalitete proizvoda. Poznavajući stanje zaliha, rokove isporuke ili gdje se nalaze artikli u tranzitu ili transportu, tvrtke korištenjem tehnologije radiovalova povećavaju vidljivost proizvoda i transparentnost procesa, pri čemu se koristi integrirano i automatizirano prikupljanje podataka. Povećan utrošak implementacije navedene tehnologije RFID oznaka nadoknađuje senekoliko prednosti; npr. Istovremeno čitanje svake stavke na paleti; brži proces skeniranja; snimanje podataka senzora

(npr. vlage, temperatura); te poboljšane sposobnosti odziva i sljedivosti. Učinkovita uporaba zahtijeva znatnu količinu ulaganja u infrastrukturu za podršku uvođenju i provedbi kontinuiranog praćenja RFID oznake.

### **3.4 Informacijsko komunikacijske usluge u logističkim procesima**

Informacijsko komunikacijske usluge su neopipljivi, heterogeni procesi koji se simultano stvaraju prema potrebama korisnika. Kako je korisnik zadnji element u opskrbnom lancu, ali i najvažniji, stoga putem Interneta u današnje vrijeme korisnik može biti dio logističkog procesa.

Primjerice kod usluge dohvata, korisnik pregledava Internetski sadžaj te se uputi na jednu od online trgovina, gdje različitim filterima i sortiranjem može brzo i učinkovito pronaći traženi proizvod. Nakon odabira, te potvrde košarice, korisnik se preusmjerava na plaćanje koje je omogućeno različitim načinima od plaćanja poduzećem, PayPalom itd., nakon završetka plaćanja korisnik dobiva broj, QR kod kojim može pratiti lokaciju i stanje svoje pošiljke od skladišta pa sve do samih korisničkih vrata.

Prema dosadašnjoj razradi se spominjala EDI komunikacija koja predstavlja skupinu usluga rukovanja porukama pomoću koje se olakšava poslovanje među sudionicima opskrbnog lanca. Formatiranim porukama se prenose narudžbe kupaca, poruka je prilagođena te se nalog ne mora naknadno ispravljati od strane proizvođača već direktno dolazi do skladišta koje može krenuti s pripremom narudžbe.

U svrhu uspješnog poslovanja i obavljanja logističkih procesa, klasificiraju se sljedeće informacijsko komunikacijske usluge:

1. Podatkovne usluge (upravljanje podacima, Cloud)
2. Usluge sigurnosti (zaštita podatka /informacija)
3. Računalne usluge (osiguranje prilagodljivog okruženja, pristup zajedničkim resursima neovisno o pristupnom uređaju)
4. Komunikacijske usluge (prijenos između krajnjih korisnika i poslužitelja)
5. Aplikacijske usluge(e-mail, intranet portali), [41].

Kao primjer interakcijske usluge logističke tvrtke Maersk, obrazložiti ćemo aplikativno rješenje naziva Kapetan Petar. Kako je prijevoz dragocjenog tereta od jednog kraja svijeta na drugi vrlo izazovan, Maerskovo aplikativno rješenje omogućuje praćenje kontejnera ali i informacije unutar kontejnera.

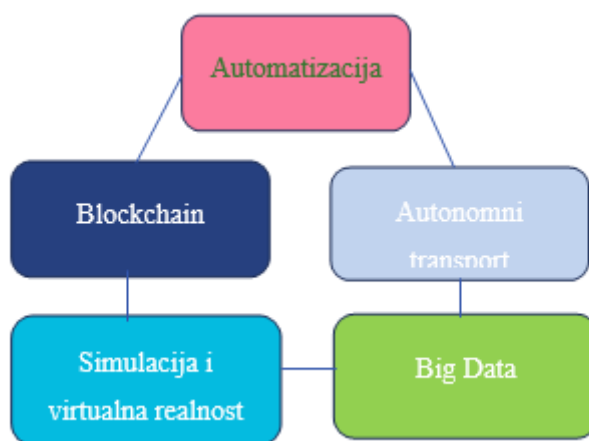
## 4. Standardizacija pametnih luka i kontejnera

Pomorski transport predstavlja jednu od značajnijih oblika prijevoza današnjice. Uz stalno promjenjive klimatske uvjete, luke su još jedan dio globalnog mehanizma koji prolazi kroz tu stalnu transformaciju. Iza toga stoji stvaranje takozvanih *Pametnih luka*. Pametne luke su koncipirane na uporabi tehnologija pomoću kojih se transformiraju i izvršavaju različite javne usluge u potpuno interaktivne sustave, kako bi se zadovoljile potrebe korisnika luke, s većom učinkovitošću, transparentnošću, a u konačnici i vrijednošću, [21].

Lučki i logistički sektor već su u određenoj mjeri koristili nove tehnologije, ali je pet inovacija nedavno privuklo značajnu pozornost u ovom sektoru: automatizacija, autonomni transport, veliki podaci, simulacije i virtualna stvarnost te *Blockchain*.

Stoga, opravdano je očekivati da će u sljedećih godina luke i logistika doživjeti značajnije promjene, jer automatizacija postaje dominantna, a operacije usmjeravaju u stvarnom vremenu široki raspon senzora i inteligentnog softvera.

U nastavku slijedi prikaz pet ICT inovacija s najvećim utjecajem na luke i njihovu logistiku, slika 6.



Slika 6: 5 ICT inovacija s najvećim utjecajem na luke i njihovu logistiku

Izvor: Izrada autorice prema [22]

**Automatizacija:** Automatizacija logistike i robotski rad, u primjeni su putem računalnog softvera, automatiziranih strojeva i opreme za povećanje učinkovitosti logističkih operacija. Prema Adamu Robinsonu 2013., postoji šest glavnih prednosti u primjeni logističke automatizacije u sustavu upravljanja transportom, [22]:

- smanjenje pogrešaka,
- dostupnost izbora načina prijevoza i tarife vozarine u stvarnom vremenu,
- povećana službi za korisnike,
- pristup podacima i analizi tereta u stvarnom vremenu,
- organizacijska kontrola,
- stabilnost i kontrola.

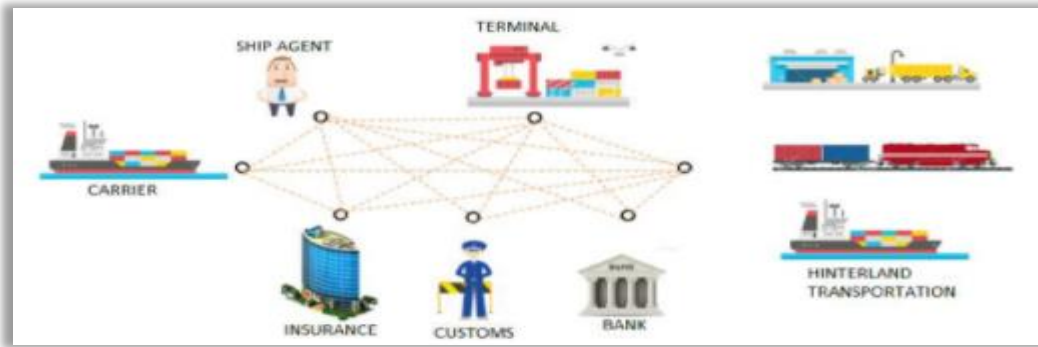
**Autonomni transport:** Razvoj autonomnih prijevoznih sredstava, kopnom, zrakom i morem nedavno je privukao značajnu pozornost i imao je implikacije na luke i logistička poduzeća. Unutar luka već postoje posebni autonomni kamioni za premještanje kontejnera. Ulaganje u vozila bez vozača ima prednosti. Sigurniji prijevoz u središtu je pažnje jer istraživanja pokazuju da do 90% prometnih nesreća nastaje zbog ljudskog faktora.

**Big Data (Tehnologija velikih podataka):** Neke luke u jugoistočnoj Aziji, poput Singapura, već su koristile tehnike velikih podataka za stvaranje inteligentnih inspeksijskih sustava. Ovi pametni sustavi pregledavaju i procjenjuju povijest i pozadinu uvoznika, vezano za vrstu tereta, kako bi se identificirali oni za koje se sumnja da su kroz prošle poslovne aktivnosti svrstani u kategoriju problematičnih, a sve u cilju kako bi se osigurao brz i nesmetan protok robe bez utjecaja na sigurnosne ciljeve.

**Simulacija i virtualna realnost:** Dostupnost širokog raspona aplikacija za velike podatke dovest će do stvaranja mogućnosti da lučki operatori i logistika, te davatelji usluga iskoriste prednosti simulacijskog softvera. U tom smislu, različite lučke operacije mogle bi se modelirati u cilju analize operativnih tokova, pri identificiranju mogućih prepreka i procjeni različitih scenarija projektiranja i propusnosti.

Simulacija će imati važniju ulogu u trenutku kada se automatizirana oprema i robotski strojevi koriste u lučkim i logističkim sektorima. To pomaže u razumijevanju utjecaja ovog tehnološkog razvoja, i to prvenstveno u smislu kako ih integrirati u terminalne procese i operacije. Za učinkovitu sinkronizaciju lučkih i logističkih aktivnosti putem simulacije, tehnologija koja će odigrati značajnu ulogu jest virtualna stvarnost (VR).

**Blockchain:** Očekuje se da će blockchain tehnologija podržati lučke usluge i logistiku, te da će povećati učinkovitost u procesu lanca opskrbe. Međutim, postoje izazovi za implementaciju *blockchaina*, poput stvaranja svijesti dionika logistike o prednostima *blockchain* tehnologije. Nadalje, informacijski sustav *blockchain* mora se jasno razumjeti prije njegove implementacije u lučkim i logističkim subjektima kako je prikazano na slici 7.



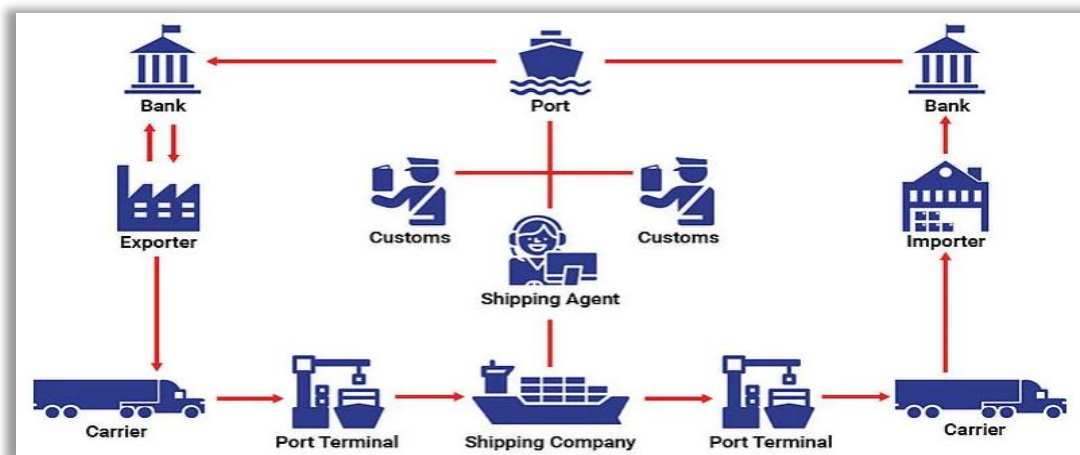
Slika 7: Tipičan protok informacija blockchain-a u prijevoznom sustavu

Izvor:[23]

#### 4.1. Koncept pametnih luka

Predmetna vrsta tehnologije, obuhvaća instalaciju kamera na ulazu u luku kako bi se zabilježile registarske tablice vozila koja dolaze i odlaze, nadziralo redove kamiona na ulazima terminala s ciljem olakšanog planiranja u kretanju istih unutar lučkog prometa, što doprinosi višoj razni sustava u predviđanju i sigurnosnih upozorenja. U tom smislu, povećava se komercijalni povrat odnosno učinkovitost pomorskog prometa i njegovog upravljanja koje posljedično utječe na konačnu cijenu proizvoda i usluga. Jedna od značajnijih prednosti pametnih luka jest povezanost cjelovitog pomorskog ekosustava putem institucionalne transformacije koja se prvenstveno odnosi na proces upravljanja istom, ali što će također obuhvatiti javnu upravu, trgovačku mornaricu, carinu, financijske institucije, špeditere čiji će rad biti pojednostavljen i automatiziran što je predstavljeno na slici 8.





Slika 8: Ekosustav pomorskog prometa

Izvor:[24]

Digitalna transformacija koja između ostalog uvodi optimizaciju ukrcaja, iskrcaja, i skladištenja, također izrazito je korisna u detekciji različitih rizika u pomorskom transport kao što su primjerice vremenske neprilike koje mogu prouzročiti katastrofalne posljedice.

Uvođenje novih tehnologija u različite pomorske luke diljem svijeta predstavlja futuristički koncept, zahvaljujući mnogobrojnim inicijativama, projektima i programerima koji su već uvelike pridonijeli razvojem tehnoloških mjera za raznovrsna pomorska područja. Prema ekspertima, luke će biti jedine koje će u bliskoj budućnosti ostvarivati visoku potražnju uz održavanje optimalnih troškova, [5].

Kontejnerski terminal morske luke je složen logistički sustav koji se sastoji od mnogih elemenata. Budući da izgradnja kontejnerskog terminala uključuje veliku količinu vremena i troškova, potrebno je pažljivo dizajnirati kontejnerski terminal kako bi se potrebna produktivnost mogla postići uz minimalne moguće troškove.

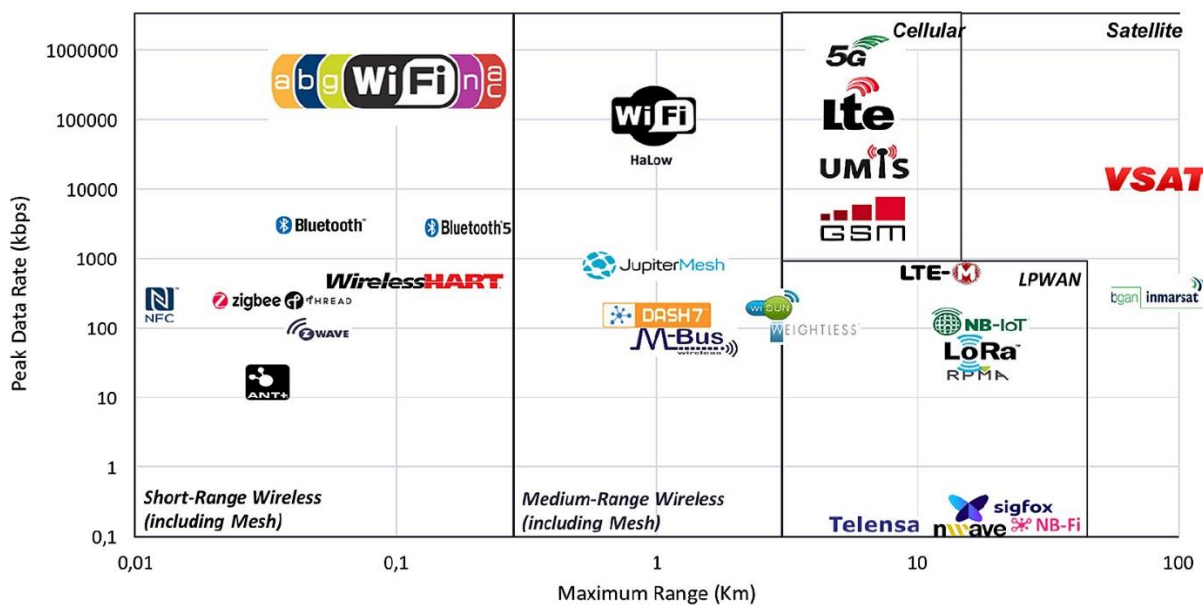
#### 4.1.1 Primjena informacijsko komunikacijske tehnologije u pametnim lukama

Pomorsku industriju regulira Međunarodna pomorska organizacija (IMO) koja je odgovorna za sigurnost, sigurnost i učinkovitost brodarstva i sprječavanje zagađenja mora. Tehnologija i inovacije, poput Interneta stvari (IoT) se kaže da su pokretačka snaga iza produktivnost pametnih luka. Operacije u luci i integraciju različitih infrastruktura uključuju

različite tehnologije poput LAN, WAN, WLAN, RFID i Zigbee tehnologija koje zajedno učinkovito razmjenjuju informacije te idu u korist klijentima i logističkim poslužiteljima.

Suvremene informacijske i komunikacijske tehnologije, poput Interneta stvari (IoT), povezivanjem "fizičkog svijeta" s "virtualnim svijetom", mogu pomoći lukama u suočavanju s izazovima poput poboljšanja učinkovitosti i stjecanjem svijesti u svom radu. Doista, lučke aktivnosti obuhvaćaju divlje raznolikosti slučajeva korištenja koji mogu imati koristi od usvajanja IoT-a. Među tim slučajevima uporabe, a ne iscrpno: praćenje imovine, kontinuirano mjerenje uvjeta okoliša i potrošnje energije i na kraju daljinska pomoć u radu.

Interoperabilnost je potrebna kako bi se ponudio ujednačen pristup podacima među širokim spektrom IoT bežičnih protokola. Slika prikazuje glavne protokole prema njihovoj teoretskoj maksimalnoj brzini i rasponu podataka. To proizlazi iz obično ograničene prirode prijenosnih ugrađenih uređaja s optimiziranim faktorom oblika i kompromisom trajanja baterije. Odabir bežične tehnologije ovisi o slučaju upotrebe i na kraju proizlazi iz višedimenzionalnog kompromisa koji pokriva različite aspekte (npr. Skalabilnost, raspon, pokrivenost, implementaciju, trajanje baterije, kvalitetu usluge, upload i download sadržaja, dužinu korisnog tereta, kašnjenje, isplativost za licencirane protokole i protokole koji koriste frekvencije pod licenciranim spektrom).[25]



Slika 8: Područje pokrivanja tehnologije

Izvor:[25]

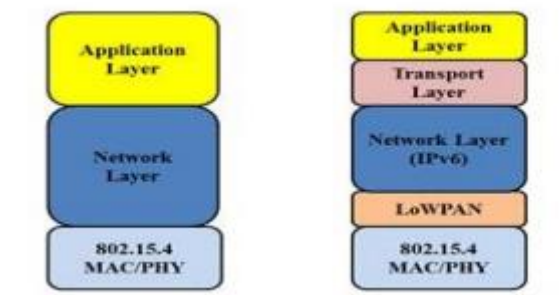
Širokopojasne mreže malih snaga LPWAN (eng. *Low Power Wide Area Network*)

Sigfox je bežična tehnologija male snage koja omogućuje komunikaciju između raznovrsnih niskoenergetskih objekata, npr kao senzora i M2M aplikacije. Omogućuje prijenos male količine podataka u rasponu do 50 kilometara. SigFox koristi tehnologiju UNB (eng. *Ultra Narrow Band*). Ova tehnologija dizajnirana je samo za podnošenje malih brzina prijenosa podataka od 10 do 1, 000 bita u sekundi, a može raditi na maloj bateriji. NFC (eng. *Near Field Communication*) tehnologija se koristi u pametnim mjeračima, monitorima pacijenata, poljoprivrede, sigurnosnih uređaja, ulične rasvjete i zaštite okoliša senzori. SigFox podržava početak topologije mreže.[26]

Stanična (eng. *Cellular*) tehnologija odlično pristaje aplikacijama kojima je potrebna velika propusnost podatka i izvor energije IoT -a aplikacija koja zahtijeva rad na većim udaljenostima. Iskorištava prednosti GSM/3G/4G stanične komunikacije kojima može pružiti pouzdanu vezu velike brzine internet. Međutim, potrebna mu je velika potrošnja energije te stoga nije prikladan za M2M ili lokalnu mrežu komunikacija[26].

### Bežične mreže kratkog dometa

6LoWPAN je prvi i najčešće korišteni standard u IoT komunikacijskim protokolima, budući da je standardni IP protokol za umrežavanje. Može se izravno povezati s drugom IP mrežom bez posredničkih entiteta poput prijevodnih pristupnika ili posrednika. Ovaj standard je izradila IETF organizacija, standardna komunikacija internetskog protokola (IP) preko bežičnih mreža IEEE802.15.4 male snage koja koristi IPv6, čime se želi podržati različita duljina adresa. Također je niska cijena, niska potrošnja energije. 6LoWPAN podržava različite vrste topologija poput topologije mreža i zvijezda. 6LoWPAN predlaže sloj prilagodbe između MAC sloja i mrežnog sloja (IPv6) kako bi se upravljala interoperabilnošću između IEEE 802.15.4 i IPv6. Najkonkurentnija alternativa 6LoWPAN -u je ZigBee kako se može vidjeti na slici . Protokoli koriste isti protokol IEEE 802.15.4 na fizičkom sloju prikazani na slici 10.:



Slika 9: Složaj Zigbee i 6LoWPAN protokola

Izvor:[26]

**ZigBee** je IEEE standard 802.15.4 (tehnički standard koji definira rad WPAN-ova niske brzine) koji se temelji na specifikaciji za komunikacijske protokole na visokoj razini koji se koriste za stvaranje osobnih mreža malog područja, rade na 2,4 GHz ciljanim aplikacijama koje zahtijevaju relativno rijetku razmjenu podataka pri niskim stopama na ograničenim područjima i unutar dometa od 100 m.

Tehnologija koju definira ZigBee jednostavnija je i jeftinija od ostalih WPAN -ova kao što su Bluetooth i WiFi. ZigBee je jeftin, bežične mreže niske snage, usmjeren na široki razvoj uređaja s dugim vijekom trajanja baterije u aplikacijama za bežično upravljanje i nadzor. Isto tako Zigbee podupire različite topologije mreža kao što su zvjezdasta, stablasta ili miješana. Njihovi uređaji imaju nisku latenciju, što označava brži odziv mreže, komunikacija se odvija gotovo u stvarnom vremenu.

**BLE** je poznat i kao Bluetooth smart koji je značajan protokol za IoT aplikaciju. Dizajniran je i poboljšana za kratki domet, nisku propusnost i nisku latenciju kroz korištenje IoT aplikacija. Prednosti BLE klasičnog u odnosu na Bluetooth uključuju manju potrošnju energije, manje vrijeme postavljanja te podržava topologiju zvjezdane mreže s neograničenim brojem čvorova.

**Z-Wave** je MAC (eng. *Media Access Control*) protokol male snage koji je razvio Zensys, koristi bežičnu kućnu automatizaciju za povezivanje 30-50 čvorova i posebno se koristio za IoT komunikaciju za pametnu kuću i male komercijalne domene. Ova tehnologija je dizajnirana za male pakete podataka na relativno niskoj razini brzine do 100 kbps i 30 metara točka do točke komunikacija. Stoga je prikladan za male poruke u IoT aplikacije, poput kontrole svjetla, kontrole energije. Z-Wave ovisi o dvije vrste uređaja (kontroleru i podređeni čvor -rob). Podređeni čvorovi su jeftini uređaji koji ne mogu stvarati poruke. Može samo odgovarati i izvršavati naredbe koje šalju upravljački uređaji. Z-Wave podržava mrežnu topologiju mreže,[26].

#### 4.1.2 Bežična i satelitska komunikacijska mreža

Komunikacijski sustavi dostupni i korišteni u pomorstvu pokrivaju kopnene mreže (HF/VHF/UHF radio, zemaljske linije, optička vlakna) i satelitski komunikacijski sustavi; dostupnost tehnologija je omogućilo korištenje interneta, web -processa i mogućnost protoka

informacija u stvarnom vremenu. Izbor i dostupnost različite vrste komunikacija ovise o zemljopisnoj lokaciji. Pametne luke mogu iskoristiti mobilnu i bežičnu povezanost za uspješniju komunikaciju, produktivnost. To uključuje pružanje 3G/4G širokopojasne mobilne telekomunikacijske tehnologije za pristup plovilima koji su unutar luke i u neposrednoj blizini. Wi-Fi usluge u luci i pokretanje nove mobilne aplikacije za lučku zajednicu i pripadnicima javnosti s ograničenim pristupom informacijama dodatno će poboljšati iskustvo putnika i poslovanje luke.

#### **4.1.3 Navigacijski i sustavi praćenja**

Globalni navigacijski satelitski sustav (GNSS) je navigacijski sustav satelita koji pruža autonomno geo-prostorno pozicioniranje s globalnom pokrivenošću. Omogućuje malim elektroničkim prijemnicima određivanje položaja (zemljopisna dužina, širina i nadmorska visina) unutar nekoliko metara pomoću vremenskih signala koje prenose navigacijski sateliti. GNSS tehnologija je okosnica upravljanja prometom te modernizacija na kontejnerskim terminalima u lukama. Jedno od najvažnijih svojstava sustava s omogućenim GNSS -om je mogućnost praćenja kontejnera, dolasci i njihovo pristajanje u luku. Putem aplikacije na terminalnom uređaju uz pomoć GNSS mogu se prikupiti informacije o lokaciji, brzini, ubrzanju i vremenu vožnje. Bazirano na podacima o specifičnom teretu, težini vozila i unaprijed definiranom referentnom profilu, može se izračunati točna potrošnja goriva, čime se integriraju parametri određene rute. Logistička tvrtka i kapetan će automatski primiti te mjerne podatke putem određenog poslužitelja. Korištenjem GNSS tehnologije smanjuju se emisije i štedi se gorivo, što će opet pomoći u smanjenju ukupnih troškova za pružatelje logističkih usluga.

Primjeri aplikacija praćenja plovila na moru tijekom plovidbe su LRIT (eng. *Long Range Identification and Tracking*) sustavi i AIT (eng. *Automatic Identification System*)

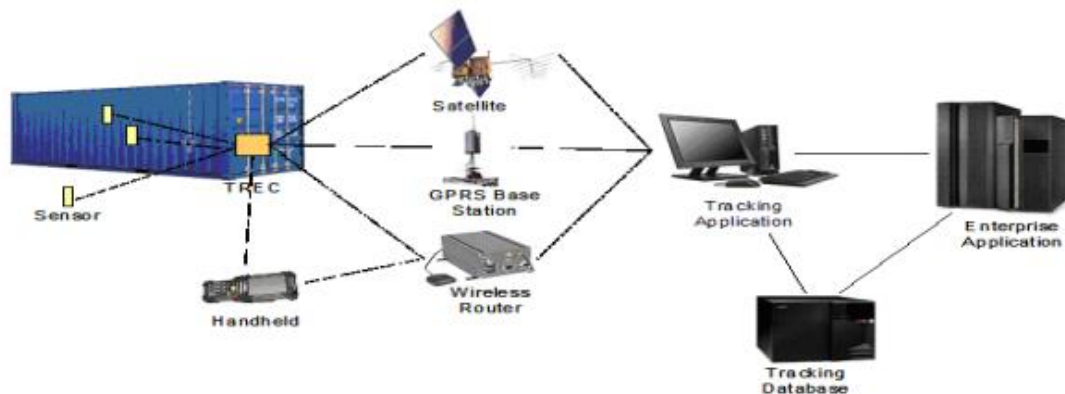
Sustav automatske identifikacije (AIS) u obliku brodskog transpondera odgovoran je za sigurnost. Sastoji se od transponder jedinice uključujući GPS, VHF odašiljač/prijamnik i zaslon/terminal. Uređaj emitira poruku unutar VHF područja u redovitim razmacima koji sadrže njegovu identifikaciju, položaj, brzinu, plus niz detaljnih stavki o brodu i teretu koji prenosi. [27]

Sustav LRIT definiran je od Međunarodne pomorske organizacije (IMO), dizajniran za prikupljanje i širenje informacija o položaju plovila primljene od Brodovi država članica IMO -a koje podliježu Međunarodnoj konvenciji o zaštiti života na moru (SOLAS). LRIT se sastoji

od brodskog LRIT -a opreme za prijenos informacija, davatelja komunikacijskih usluga, aplikacije davatelja usluga, podatkovnog centra LRIT, uključujući sve povezane sustave za nadzor plovila, LRIT -ov plan distribucije podataka i međunarodni LRIT razmjena podataka. Određeni aspekti ocjenjuju se performanse LRIT sustava ili revidirao koordinator LRIT -a koji djeluje u ime svih ugovorne vlade. Inmarsat-C oprema već instalirana na većini plovila često se koristi za usklađenost s LRIT -om [5]. Slika.2 prikazuje sustav praćenja plovila LRIT

RFID se koristi u podršci identifikacije i praćenju imovine obično povezane s operacijama unutar objekta, koji automatiziraju procese, poboljšavaju operativnu produktivnost i korištenje opreme kao i sigurnost ljudi i imovine i sigurnost kontejnera. RFID tehnologija može se učinkovito koristiti u kontejnerskim lukama za poboljšanje sigurnosti i regulacije kontejnera, poboljšana kvaliteta, identifikacija kontejnera, lokaciju i praćenje te kontrolu pristupa. Ljudske pogreške se mogu smanjiti za do 70% i vrijeme završetka lučkih operacija može se smanjiti za najviše 50%., [28].

Kao primjer korištenja RFID, GPS i mobilnih tehnologija u praćenju kontejnera navest će se luak Chennai u Indiji što je prikazano na slici 11.



Slika 10: RFID tehnologija kod kontejnera

Izvor:[27]

Pomoću RFID i GPS tehnologija prate kretanje kontejnera koji su locirani 16 km od istoimene luke. RFID ispitivači, antene i GPS prijemnik su smješteni na okvire, kad kontejner stigne na skladište luke, vagan je i uz pomoć terminalnog uređaja operator dizalice unosi podatke u sustav. Zatim, kontejner se povezuje s pasivnom RFID oznakom s brojem kontejnera te je montiran na vrhu. Podaci iz oznake se ažuriraju putem informacija o zemljopisnoj širini i dužini od strane GPS-a te se uz pomoć GPRS-a prenose u bazu podatak središnjeg poslužitelja, nakon ažuriranja lokacija kontejnera je vidljiva putem Web aplikacije

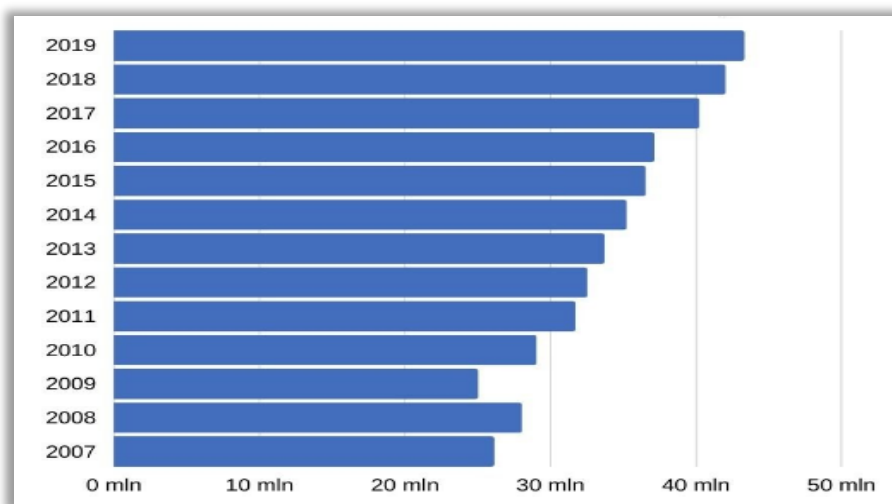
Tvrtke IBM i Maresk logistika su razvile sustav kojim će pratiti kontejnere diljem cijelog svijeta. Rješenje Secure Trade Lane (STL) koristi uređaje koji se zovu TREC (eng. *Tamper-Resistant Embedded Controllers*), male inteligentne bežične nadzorne kutije bežične veze montirane na kontejnere. TREC-ovi prikupljaju podatke o automatskim događajima u kontejneru uključujući fizičku lokaciju na temelju GPS -a i stanje spremnika (temperatura, vlaga, ubrzanje, status vrata, itd.). Komunikacijom putem satelita, staničnog sustava (GPRS/3G) ili bežične osobne mreža (WPAN) na temelju ZigBee3 /IEEE 802.15.4.

Informacijski sustav pošiljke (STL) osigurava da informacije koje pruža TREC budu dostupne ovlaštenim akterima u lancu opskrbe. STL platforma omogućuje pristup praćenju u stvarnom vremenu i praćenje kontejnera svakog sudionika sa ovlaštenim pristupom.

Osim RFID -a, optičko prepoznavanje znakova (OCR) jedna je od mnogih tehnologija koja puža identifikaciju imovine i automatizaciju procesa u lukama i terminalima. Ključna prednost je što omogućuje automatizirana identifikaciju „*hands free*“ i lociranje imovine, ali i snimanje objekata koji se nalaze u vidokrugu u to vrijeme. OCR skenira identifikacijske brojeve dok je kamion u pokretu, na temelju skupa senzora. Automatski osvjetljuje, snima fotografije uz pomoć kamere, izdvaja identifikacijske brojeve, klasificira vrstu kontejnera, provjerava rezultate, a zatim ih šalje u sustav za automatizaciju i upravljanje lukama ili lokalni terminalni operacijski sustav.[27]

U nastavku, izdvojit ćemo najpoznatije pametne (Smart) svjetske luke.

**Luka Shanghai (Kina):** Shanghai je 2010. godine prestigao Singapur koju je do tog trenutka krasio epitet najveće svjetske luke za kontejnere. Luka Shanghai sastoji se od riječne luke i dubokomorske luke. Dubinski dio, odnosno luka Yangshan, obuhvaća u onom tehnološkom smislu ‘pametnost’, odnosno tehnološku automatizaciju velikih razmjera. Kako bi se svako poslovanje moglo uspješno realizirati, luka je infrastrukturom i povezanošću uspjela realizirati zadovoljstvo kako kod robnog, tako i kod putničkog prijevoza.



Slika 11: Kontejnerski promet 2007-2019

Izvor: [29]

Slika 12. prikazuje trinaestogodišnji rast (2007. – 2019.) kontejnerskog prometa luke. Izuzetno je važna 2018. godina u kojoj je po prvi puta luka prešla magičan broj od 40 milijuna TEU-a s nastavkom u rastu istog u preostalim promatranim godinama.

O važnosti same luke ide u prilog i činjenica da luka Shanghai izvozi i uvozi više od jedne četvrtine cjelokupnog teretnog prometa Kine. Također, kroz luku prolazi 99 posto vanjske trgovine grada Shangaia. Osim toga, odgovarajući raspored luke omogućuje mu primanje najvećih kontejnerskih brodova na svijetu. U luci je prisutno iznimno veliki broj snažnih (tonskih) dizala, uz što se pridodaju one nešto manje fiksne, pokretne i plutajuće dizalice. Luka ima najmanje 125 pristaništa i 19 terminala. Terminal za kruzere odnosno brodove za krstarenje ima kapacitet za rukovanje s milijun putnika svake godine (Enterprise Insights, 2019.).[30]

**Luka Yangshan:** Luka Yangshan, najprometnija je kontejnerska luka na svijetu. Luka ima najveći automatizirani kontejnerski terminal, postavljajući visoku ljestvicu za slična čvorišta za prekrcaj tereta. Novi, automatizirani terminal Yangshan ne samo da povećava učinkovitost cijele luke, već također smanjuje emisiju ugljičnog dioksida za 10%. Kao rezultat toga, cijela luka može upravljati s više od 40 milijuna TEU godišnje i ekološki je prihvatljiva.





*Slika 12: Luka Shangai*

Izvor: [29]

Otvaranjem novog terminala, Kina pokazuje svojevrsan model kako bi zapravo luke u budućnosti mogle izgledati. Automatizirani terminal prikazan na slici 13. zamjenjuje radnu snagu u ponavljajućim aktivnostima. Sustav prikuplja i obrađuje podatke, a zatim šalje odgovarajuće upute strojevima. Strojevi izvršavaju narudžbe bez ljudske intervencije. Cijeli rad nadzire niz visoko kvalificiranog osoblja. Zahvaljujući daljinskom upravljanju, inteligentni terminali imaju bolje performanse i niže operativne troškove u odnosu na one tradicionalne , [29].

**Luka Rotterdam:** Rotterdamska luka najveća je luka u Europi, slika 14. Svoj vodeći položaj u EU -u i u svijetu duguje iznimnoj pristupačnosti, čak i najvećim morskim plovilima. Osim toga, lučka infrastruktura omogućuje distribuciju svih vrsta tereta. U 2018. godini zabilježena je visoka razina ulaganja u luku Rotterdam. Njegova je bruto vrijednost porasla za 91 posto u odnosu na 2017. do 408,2 milijuna eura, što je najveća vrijednost od izgradnje Maasvlakte.

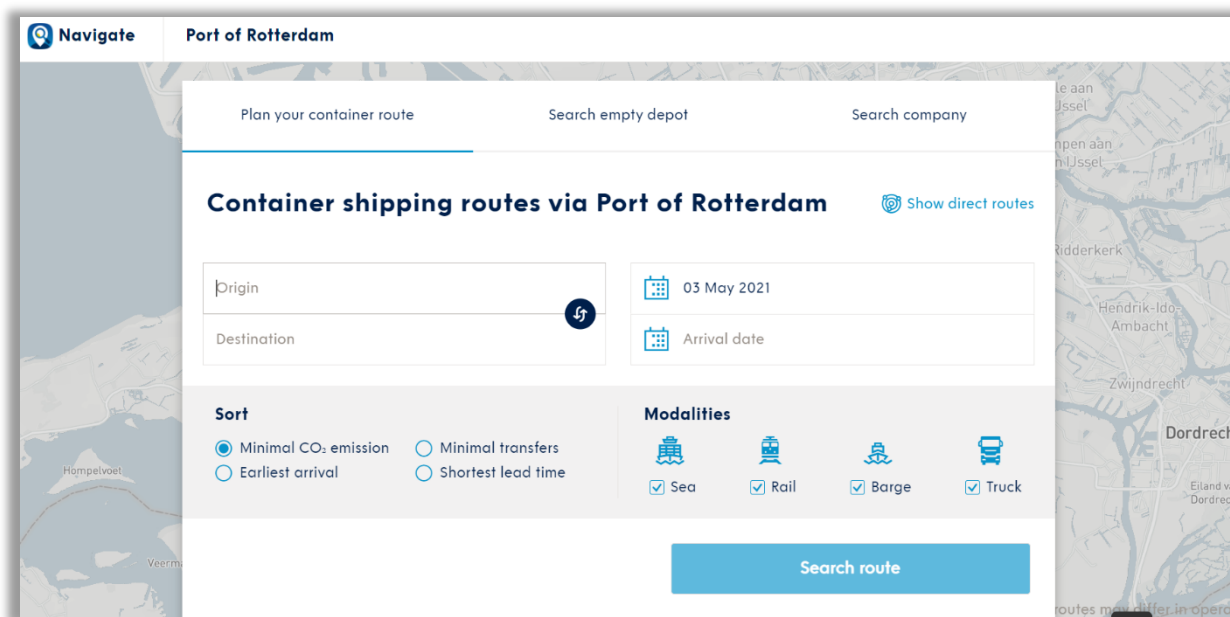
Vlasti luke Rotterdam, uključene su u borbu protiv klimatskih promjena i namjeravaju igrati vodeću ulogu u globalnoj energetskej tranziciji. Smanjenje emisija CO<sub>2</sub> kroz učinkovito korištenje resursa, važni su zadaci za upravljačko tijelo luke. Također, poduzimaju se značajne mjere za usklađivanje luke s Pariškim klimatskim sporazumom , [29].



*Slika 13: Prikaz pametne luke Rotterdam*

Izvor:[29]

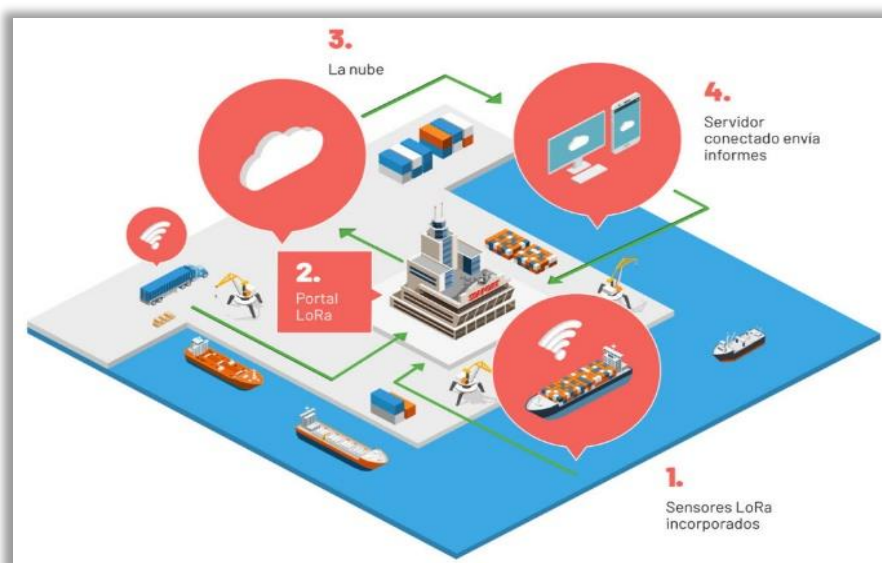
Izuzetno zanimljiv alat jest sustav Navigate, koji digitalno povezuje luku Rotterdam s različitim lukama svijeta. Sustav pomaže u potrazi za prikladnijim i vremenski učinkovitijim željezničkim, cestovnim ili morskim vezama koje su dostupne određenoj luci i iz njega što je prikazano na slici 15.



Slika 14: Navigante platforma

Izvor: [31]

**Luka Barcelona:** Pomorska luka u Barceloni je treća po TEU volumenu u Španjolskoj. Iz ekonomske perspektive, luka je najbolje poslovala 2018. godine sa više od 53 milijuna funti profita što je više za 8% u usporedbi sa prijašnjom godinom. Trenutno se smatra najkorištenijom lukom u domeni lučkih djelatnosti za kineske potrebe, s obzirom da je Kina bila najveći investitor infrastrukture luke. Značajan iskorak luke Barcelona u svjetskom kontekstu jest uvođenje novih informacijsko komunikacijskih usluga u logističke procese, ali i lučke djelatnosti. Tako je 2018. godine tehnološka kompanija koja se bavi lancima opskrbe Kerlink and Datalong projicirala testiranje LoRaWAN IoT tehnologije, slika 16.. LoRaWAN predstavlja bežičnu platforma koja skuplja podatke putem umreženih senzora i antena. Ne oslanja svoju preciznost na satelitsku potporu kao GPS, već o pozicijama antena. Testiranje navedene tehnologije je prikazalo da LoRaWAN ima manju točnost od GPS no ima značajno malu potrošnju energije. Korištenje nove tehnologije ne zahtjeva operatera, te je cijena izvedbe mnogo niža od GPS sustava.[32]



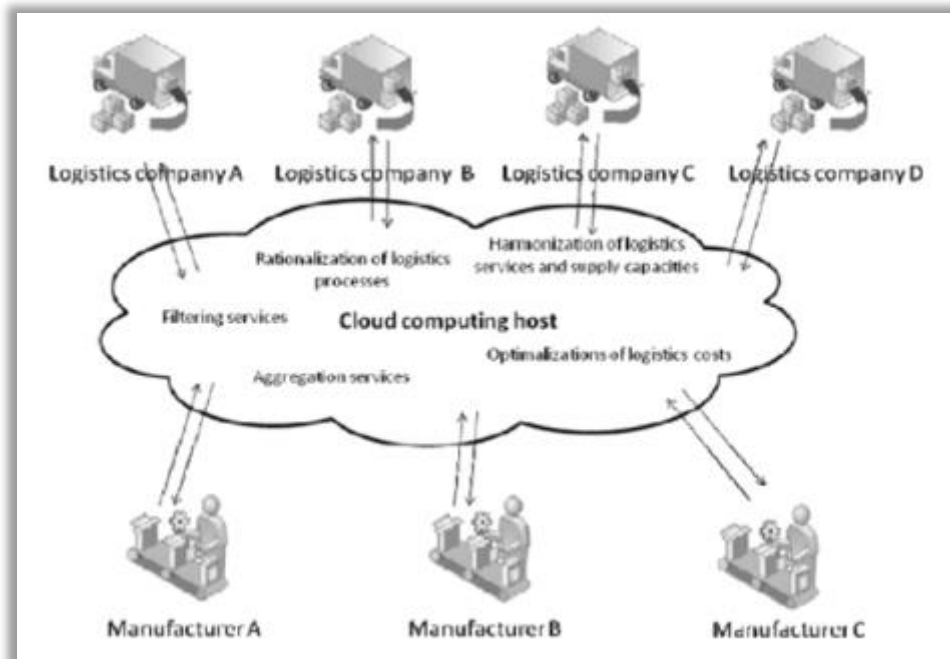
Slika 15: LoRAWAN tehnologija

Izvor: [32]

Na slici 16. prikazan je grafički prikaz aplikacije LoRa tehnologije, koja se sastoji se od 4 sloja IoT (eng. Internet of things). Slojevi su terminalni uređaji, mreža, aplikacija i sadržaj. Uz razvoj LoRaWAN tehnologije i njene primjene u logističkim procesima, u drugoj polovici 2018. godine, luka Barcelona lansirala je projekt PierNext, definiran kao znanstveno digitalna centrala, koja se obazire na otvorenoj suradnji između svih lučkih partnera. Opći cilj odnosi se na posluživanje i skupljanje inovativnih ekosistema. Zbog iste svrhe, kreiran je i OpenPort, kao inicijativa kojom se želi podići razina konkurentnosti putem otvorenih inovacije i međusobne suradnje između lučkog okruženja i startup ekosistema, [32].

Uz pametne luke, vrlo često se u kontekstu spominje i SMART model. Isti predstavlja tehnološko orijentirani model lanca opskrbe. Ideja ovog modela polazi od pretpostavke da inteligencija jedne tvrtke ne podrazumijeva nužno inteligenciju cjelovitog sustava. Zapravo, tvrtke kroz suradnju trebaju racionalizirati svoje logističke procese, ostvariti uštede troškova. Trenutno tvrtke ne surađuju u potpunoj izmijeni podataka s obzirom da se njima vrlo često upravlja (ljubomorno) kao "obiteljskim poduzećima". Time se ograničava njihova sposobnost da dobiju potencijalne mogućnosti koje nudi suradnja s drugim akterima koji djeluju na tržištu. Iz tog razloga, postoji potreba za stvaranjem elektroničke platforme koja će omogućiti suradnju, posebno kako bi se dobio pristup podacima o logističkim uslugama i kapacitetima opskrbe.

Jedno od rješenja za te probleme je računalstvo u oblaku s web semantičkim uslugama temeljenim na internetskoj mreži, čime se izbjegavaju kapitalni izdaci vezani oko dobave hardvera, softvera i usluge plaćanjem pružatelju usluga treće strane čiji je koncept prikazan u sljedećem prikazu.



Slika 16: Smart model

Izvor: [33]

Tvrtkama kojima je osigurana elektronička platforma, prikupljaju relevantne informacije od različitih subjekata (npr. pružatelja logističkih usluga), koje se potom filtriraju te agregiraju na poslužitelju što je prikazano na slici 17.

Zahvaljujući korištenju računalstva u oblaku, bit će moguć bolji i jeftiniji pristup sustavima globalnih logističkih mreža (kao što su DHL, UPS, FedEx) i drugih dobavljača na određenom tržištu (npr. članovi platforme moći će optimizirati svoje troškove prijevoza).

## 4.2. Pametni kontejneri

Kontejnerizacija je revolucionirala pomorski promet počevši od 1970-ih. "Generalni teret" uključuje robu upakiranu u kutije, palete i bačve. Kada se teret prevozi na više načina, on je intermodalni ili komodalni. U ovom poglavlju će biti riječi o teorijskim odrednicama pomorskog prometa, njegovim vrstama i obilježjima, infrastrukturi i suprastrukturi pomorskog prometa, poremećajima u ovom prometu te standardizaciji i složenosti pomorske luke.

Pametni kontejneri odraz su svojevrsnih inovacija digitalnog doba u domeni prijevoza, odnosno isporuke različitih dobara u brodskom prijevozu. Zahvaljujući podržanoj IoT tehnologiji koja se temelji na internetskoj povezanosti, pametni kontejneri pružaju veću vidljivost dionicima za vrijeme trajanja određene plovidbene rute, ali isto tako olakšavaju različiti vid kontrole regulatornim agencijama kojima su u određenim trenucima potrebne detaljne informacije o pošiljkama prije nego što stignu do određenih odredišta.

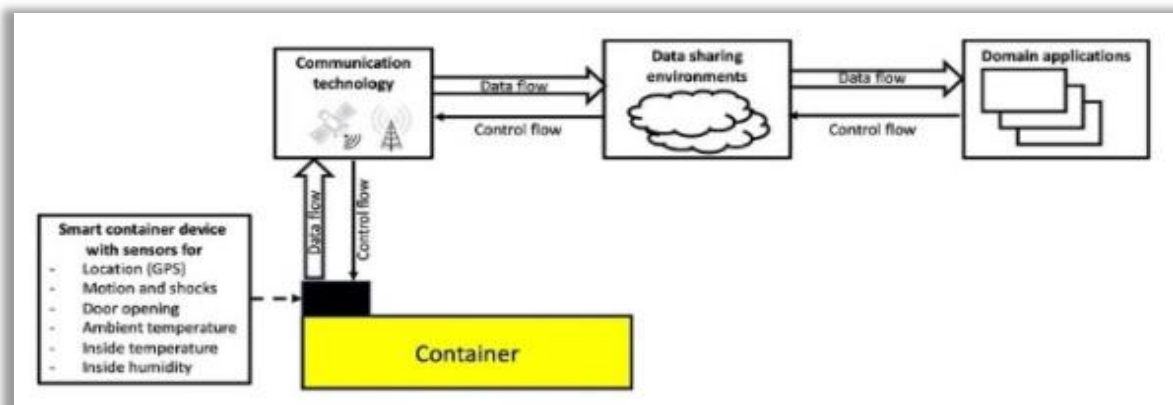
Prednosti navedenog oblika tehnologije predstavlja njezina potpuna kompatibilnost s različitim oblicima inovacija poput block chain-a, big date ili različitih podatkovnih kanala, što će zasigurno u još većoj mjeri olakšati i pojednostaviti poslovanje trgovačkoj zajednici i što će posljedično omogućiti iskorištenost većeg potencijala u pomorskom prometu. Slijedom navedenog, u nastavku bit će obuhvaćen detaljan uvid u različite prednosti korištenja pametnih kontejnera, kao i različiti mogući slučajevi uporabe predmetne tehnologije.

Prihvaćajući ogroman potencijal koji nudi suvremena tehnologija, pomorska se industrija također mijenja, a samim time i drži korak sa najnovijim tehnološkim dostignućima. Pametni kontejneri u određenom smislu vode pomorsku industriju u budućnost.

Baš kao i pametni telefoni, i pametni kontejneri prerastaju u tehnološki nadograđene oblike velikih spremnika koji sve većem broju dionika pružaju značajna i napredna svojstva u odnosu na klasičnu verziju istih. Svaki klasičan kontejner može postati u tehnološkom kontekstu pametan kontejner. Sve što je potrebno učiniti jest ugraditi uređaje povezane s internetom i međusobno povezane senzore koji prikupljaju i prenose podatke iz istog. Ugrađeni senzori djeluju kao tradicionalni zapisivači podataka čije informacije (u stvarnom vremenu) možete vidjeti bilo gdje i u bilo koje vrijeme u svijetu, [34]

Rješenja pametnih kontejnera karika su koja je nedostajala u potpunoj digitalizaciji lanca opskrbe. Opskrbni lanci postali su pouzdaniji, sigurniji, otporniji i u potpunosti povezani. Pametni kontejner nudi preglednost od vrata do vrata, što omogućuje logistički lanac izvrsnost i održivost. Zahvaljujući pametnim kontejnerima, računalni prikaz lanca opskrbe postat će sinkroniziran s fizičkim svijetom, pružajući sljedeća svojstva:

- brzina i točnost u donošenju odluka,
- automatizacija kao sastavni dio transporta i logistike,
- besprijeekorna suradnja među dionicima,
- bolja predvidljivost opskrbnog lanca.



Slika 17: Koncept pametnog kontejnera

Izvor: [35]

Nastavno navedenom, pametni kontejneri temelje se na nekoliko tehničkih stupova – karakteristika što je i prikazano u slici 18., [35]:

- aktivnom pametnom uređaju (koji može slati podatke vlastitim napajanjem) pričvršćenom na spremniku,
- platformi zasnovanoj na oblaku (eng. Cloud-u) koja prikuplja podatke, obrađuje ih i dijeli s različitim dionicima,
- integracija fizičkih podataka u različite platforme.

Pametni kontejneri mogu usporediti planirano s izvršenim putovanjem i generirati upozorenja u stvarnom vremenu u slučaju bilo kakvog jaza i potom izbjegavajući potencijalne probleme, što je slikovito prikazano na slici 19.



Slika 18: Prednosti pametnih kontejnera

Izvor: [36]

Korištenje pametnih kontejnera u lancu opskrbe donosi prednosti na mnogo načina kao što je prikazano na slici 14. Ostvarenje učinkovitosti vremena i troškove, transparentnost operativnih kretanja i događaja te gotovo u stvarnom vremenu izvješćivanje o takvim događajima omogućuje brodarskim prijevoznicima da reagira na opasnosti koje prouzrokuju gubitke u vremenu i novcu a sve u cilju kako bi mogli brzo reagirati na ublažavanje takvih posljedica. Osim povećanja produktivnosti, učinkovitiji transport dovest će do boljeg korištenje resursa, omogućujući prelazak na prihvatljivije načine prijevoza što se pozitivno odražava i na sam okoliš.

Kao što je prethodno navedeno, pametni kontejneri pružaju brojne benefite svim uključenim dionicima što će biti i opisano u nastavku, [36]:

**Prijevoznici:** Tijekom bilo kojeg putovanja uključeni su mnogi prijevoznici, što uz određeni raspored kontejnera na brodu, vrlo često imaju ograničenu kontrolu oko istih. Pametne tehnologije, omogućit će bolju kontrolu nad brodskim teretom koji se nalazi unutar samih kontejnera.



***Pružatelji logističkih usluga:*** Pružatelji logističkih usluga dobivanjem pravovremenih i točnih podataka koje prenose pametni kontejneri, imaju mogućnost poduzimanja radnji u cilju smanjenja rizika od oštećenja tereta unutar kontejnera.

***Pošiljatelji i primatelji:*** Postupak pošiljke uključuje slanje robe od pošiljatelja do primatelja. Vlasnik tereta jest dionik koji zahtijeva potpunije i pravovremene informacije o pošiljci. Predmetni vlasnici vrlo često imaju ograničenu količinu informacija o pošiljci tijekom procesa prijevoza. Stoga, vlasnik tereta nije u mogućnosti preuzeti sve radnje u slučaju pojave bilo kojeg incidenta koji negativno utječe na poslovanje. Slijedom navedenog, dostupni podaci pametnog kontejnera mogu smanjiti gubitak tereta, troškove pakiranja, naplatu kazni, pravne troškove, takse osiguranja, oštećenje robe, broj zaostalih narudžbi, otkazanih narudžbi i broj isporučenih neispravnih proizvoda.

***Posada plovila:*** Pametni kontejneri mogu odigrati važnu ulogu u poboljšanju operacija na plovilima kao što primjerice omogućuju informacije o temperaturi hladnjaka koji osiguravanju da motori rade ispravno što je presudno pri određenim teretom.

***Vlasnici kontejnera:*** Vlasnici kontejnera i leasing tvrtke žele imati valjanu potvrdu svojih kontejnera koji se nalaze u skladištu što općenito doprinosi učinkovitoj kontroli njihovog kontejnerskog inventara.

***Operateri skladišta:*** Operater skladišta odgovoran je oko svakodnevnog izvještavanja o točnom broju kontejnera koji se nalaze na određenoj relaciji. Predmetni je postupak sklon pogreškama s obzirom se ručno izvodi. Rješenja pametnih kontejnera mogu otkloniti pogreške nastale ljudskim faktorom u tom kontekstu.

***Operateri unutarnjih i morskih terminala:*** Terminali imaju važnu ulogu u kretanju kontejnerskog tereta od pošiljatelja do primatelja. Kontejneri su po definiciji intermodalni, a terminali su mjesto gdje se nalaze isti nalaze na putu do svog krajnjeg odredišta. Rješenja pametnih kontejnera omogućit će operaterima terminala da učinkovito i u realnom vremenu definiraju točnu lokaciju svakog kontejnera.

***Prekogračna regulatorna tijela (carina, sanitet, itd.):*** Ovisno o prikupljenim podacima, rješenja koje nude pametni kontejneri odnose se na točne podatke oko određenog stanja, sastava ili njegove specifičnosti i prije njegovog dolaska.

***Lučke uprave:*** Lučka uprava odgovorna je za osiguravanje odgovarajuće infrastrukture unutar luke kao što su ceste, mostovi, željezničke pruge, depoi ili terminali. Iste imaju obvezu planiranja održavanje infrastrukture kroz moguća poboljšanja. U tu svrhu trebaju pouzdane

podatke o stvarnim korištenje infrastrukture (na primjer, broj kontejnera koji se prevoze na određenoj cesti unutar određenog razdoblja).

**Banke i osiguravajuća društva:** Institucije povezane s bankarstvom i osiguravajućim društvima, u velikoj su mjeri uključene u proces logistike, u konkretnom slučaju u planiranju i praćenju usklađenosti ugovora.

### **4.3. Standardizacija pametnih kontejnera u pomorskom prometu**

Pametni kontejneri koji koriste standarde IoT povezivanja uvest će novu eru učinkovitosti te inovacija u globalnoj trgovini. Dostupnost rješenja pametnih kontejnera pružit kupaca i prijevoznicima diljem svijeta relevantne podatke o samom kontejneru (sadržaj), njegovom statusu i trenutnu lokaciju bilo da se isti nalazi na moru ili na kopnu.

Usvajanje globalnih multi - modalnih standarda predstavlja dobitna kombinaciju, prvenstveno iz razloga što isti jamče kvalitetnu inter operabilnost. Također, standardi omogućuju dionicima u logističkom lancu da realiziraju najveću korist temeljenu na benefitima koje pružaju pametni kontejneri, pružajući razmjenu podataka uz povezane troškove. Na temelju standarda rješenja, povećava se sposobnost suradnje, što opet povećava i učinkovitost. Nadalje, podaci temeljeni na standardima razmjene, smanjuju troškove razvoja i implementacije te skraćuju vrijeme za plasiranje IoT rješenja na tržištu pružatelja usluga. To se odražava i na krajnjim kupcima u ostvarivanju maksimalne vrijednost bez obzira na brodaru s kojim su ugovorili određenu uslugu transporta, [37].

Nadalje, standardi pametnih kontejnera ubrzat će integraciju podataka pametnih kontejnera na različite platforme, pojednostavljujući upotrebu podataka kao dodatni izvor, odnosno mogućnost pri donošenju odluka u poboljšanju rada. Osim toga, korištenjem standardnih podataka pametnog kontejnera osigurat će održavanje komunikacije između uključenih strana unutar opskrbnog lanca, gdje sudionici neće biti ograničeni unutar vlastitih podataka, odnosno unaprijed postavljenih formata i obrasca poruka, [36].

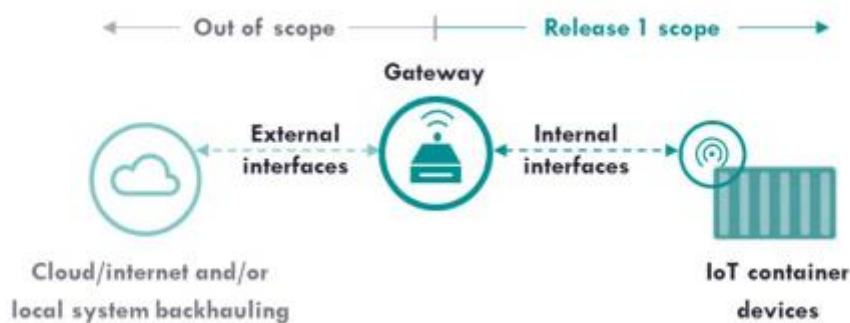
U svrhu standardizacije pametnih kontejnera, razvijena je DCSA (eng. *Digital Container Shipping Association*) neutralna, neprofitna grupacija osnovana od strane velikih prekooceanskih organizacija. S misijom vođenja industrije prema sustavnoj suradnji, DCSA pokreće inicijative da usluge kontejnerskog prijevoza učine transparentnim, pouzdanim, lakim za korištenje, sigurnim i ekološki prihvatljivim. DCSA -ini standardi otvorenog koda razvijeni

su na temelju doprinosa prijevoznika članica DCSA -e, dionika u industriji i tehnoloških stručnjaka iz drugih industrija. Prijevoznici članovi DCSA-e uključuju: MSC, Maersk, CMA CGM, Hapag-Lloyd, ONE, Evergreen, Yang Ming, [38].

Standardi razvijeni od DSCA organizacije usredotočeni su na pomoćnu mrežnu infrastrukturu u obliku IoT pristupnika ili gateway-a koji su raspoređeni na način da omogućuju povezivanje IoT kontejnerskih terminala. U tom kontekstu, pristupnici su posrednici za povezivanje između više IoT kontejnerskih uređaja, IoT cloud platformi i lokalnih sustava.

DSCA standardi za pristupno povezivanje pokrivaju tri glavna aspekta, [39]:

- Lokacije putovanja kontejnera i funkcionalnost pristupnika; putovanje IoT kontejnera uključuje različite lokacije poput luka, skladišta kontejnera, te svaka lokacija ima posebne karakteristike koje rezultiraju različitim zahtjevima za radio sučelja i omogućavanje kontinuiteta bežične komunikacije. Standardi predstavljaju logičku diferencijaciju pristupnika na temelju očekivanih lokacija te njihove implementacije potrebnih IoT funkcionalnosti.
- Tipovi pristupnika; predstavljaju različite podržavajuće mrežne infrastrukture koje se raspoređuju tijekom putovanja kontejnera.
- Sučelja za fizičku povezanost; DSCA kategorizira fizičku povezanost kroz dva slučaja koji su prikazani na slici 20 :
  - Unutarnja radijska sučelja ; konekcija između pristupnika i kontejnera
  - Vanjska sučelja; konekcija između pristupnika i cloud/Interneta ili druge lokalne infrastrukture



Slika 19: Sučelja za fizičku povezanost

Izvor : [39]

Najpoznatiji standardi za unutarnja radijska sučelja su LoRaWan , Bluetooth i stanične tehnologije. Stanični protokoli se kontinuirano razvijaju, primjerice pojavom 5G neke zemlje namjeravaju ukiniti 2G i 3G mreže. Najšire implementirani i dalje su 2G i 3G mreža jer mnoštvo luka, podržava istoimene te kako bi i one ne razvijene države mogle sudjelovati u procesu opskrbe.

3GPP, glavna organizacija koja razvija mobilne standarde, nedavno je objavila nove širokopojasne mreže male snage te uskopojasne protokole kao dio LTE asortimana. Protokoli su optimizirani za IoT aplikacije te neki od njih su LTE-M i NB-IoT protokoli.

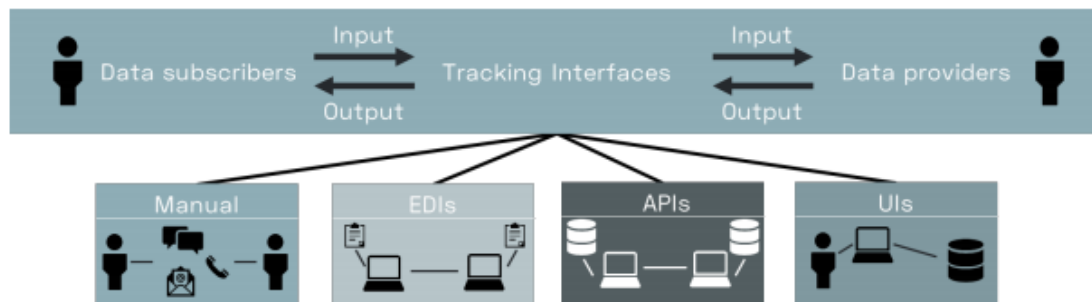
LTE-M omogućava dvosmjernu komunikaciju na velikim udaljenostima uz male snage, dok NB-IoT protokol je specijalno kreiran za propagaciju u ograničenom okruženju IoT uređaja. Nije u potpunosti kompatibilan s postojećim 3GPP protokolima kao LTE-M, međutim osmišljen je za postizanje izvrsnih performansi kod implementacije 2G i 4G mreže.

U kolovozu, 2021 godine. DCSA je objavila verziju 2.1 Track and Trace Interface Standard kojim se žele standardizirati temeljne informacije koje se pružaju na cijeloj domeni nosača broda putem praćenja i sučelja za praćenje. Fokus je osigurati dogovor unutar industrije o zajedničkim zahtjevima i standarde koje industrija mora slijediti kako bi pojednostavila međuoperacijske funkcionalnosti i razmjenu podataka između strana u industriji. Ovaj sporazum treba dodatno podržati prema slučajevima upotrebe ili određenim predmetnim područjima. Što znači da de bi trebalo biti važno da li je sučelje izrađeno putem EDI poruka, interaktivnih aplikacijskih tehnologija ili ručne razmjene podataka, elementi sučelje moraju ostati dosljedni bez obzira na usvojenu tehnologiju.

Prilikom definiranja tehnološko-agnostičkog standarda sučelja, sučelje opisuje sve razmjene informacija između bilo koje dvije strane. Za praćenje primarne su stranke:

- Pošiljatelj ili primatelj (pošiljatelj ili primatelj) robe koju želi održavati podatke o robi koja se prevozi.
- Glavna strana ugovornica kretanja robe, koja iz DCSA -e s gledišta, je prekomorski nosač.

Mnoge druge strane mogu biti uključene u kretanje robe, poput prijevoznika, tereta, špediteri, dovoznici i operatori teglenica, iako DCSA razmatra preoceanske prijevoznike kao glavninu koja djeluje kao davatelj podataka o praćenju strane zainteresirane za te podatke. Standard DCSA sučelja za Track and Trace 2.1 namijenjen je opisivanju standarda za razmjenu informacija u obliku ulaza i izlaza. Slika 21. prikazuje kako ovo sučelje međusobno se poigrava s različitim tehnološkim elementima.



Slika 20: Standard Track and Trace 2.1

Izvor: [40]

S porastom novih tehnologija, standardi i horizontalne suradnje između konkurenata od iznimne su važnosti. Standard predstavlja koncept, odnosno svojevrsni sporazum unutar određene poslovne mreže temeljen na opće prihvatljivim uvjetima od strane različitih aktera koji dijele zajednički objekt interesa.

## 5. Zaključak

Važnost i doprinos komunikacije koju informacijsko komunikacijska tehnologija (ICT) predstavlja u današnjem društvu je ogromna, budući da utječe u nesmetanom i poboljšanom tijeku života ljudi, ali i u različitim sferama gospodarskih aktivnosti, prvenstveno iz razloga jer ICT objedinjava različiti spektar postupaka putem kojih se vrši mnogobrojna obrada informacija koja se potom putem suvremenih softverskih rješenja analizira, interpretira, distribuira te u konačnici pohranjuje. U svome neprestanom tehnološkom napretku, što se dobrim dijelom može prepoznati i u vrijeme pandemijskog razdoblja, ICT imao je također za cilj olakšati komunikaciju koja je dobrim dijelom bila usmjerena ka većoj socijalizaciji te u konačnici kvalitetnijem razvoju odnosa na daljinu.

Pomorski je prijevoz još od davnina predstavljao izuzetno značajan vid distribucije robe i dobara u najudaljenije destinacije svijeta. Metalni je kontejner u pomorskom prijevozu također predstavljao pravu revoluciju što je kasnije na temelju neprestanog razvoja i usavršavanja obilježio neprestani rast kao jedan od izuzetno cijenjenih i poželjnih oblika prijevoza. Razvoj tehnologije nije zaobišao ni lučko poslovanje koje je kroz godine doprinijelo u simplificiranju značajnog broja operacija unutar lučkog terminala. Razvoj različitih oblika tehnologija, predstavljalo je glavnu sponu koja je potom omogućila nadogradnju informacijskog sustava u različitim logističkim procesima unutar određenog lučkog terminala. Nadograđenost sustava, prvenstveno u onom logističkom smislu, omogućila je brži protok te izmjenu informacija, smanjeni rizik od nastanka određenih pogrešaka, kvalitetniji nadzor tereta unutar kontejnera te lokaciju u realnom vremenu svakog plovnog objekta. Kao odgovor unaprijeđenoj razini poslovanja, ali i što boljem cjelokupnom opsegu poslovanja, potrebna je i cjelovita integracija s lukama, koje nije zaobišla implementacija najsuvremenijih ICT dostignuća. Naprotiv, luke su u sve većoj mjeri postojale ogledan primjer svih benefita suvremenih tehnoloških rješenja, čime su zaslužile naziv *pametnih luka* koje putem pametnih kontejnera, satelitskog sustava, clouda, IoT tehnologije te putem *Gateway* točke u svakom su trenutku u logističkom kontekstu mogle uspješno asimilirati logističke procese pomorskog sustava. Na temelju obuhvaćene tematike, možemo zaključiti da je razvoj i uloga informacijsko komunikacijskih tehnologija u značajnoj mjeri doprinosi osuvremenjivanju logističkih procesa unutar samih luka, što je svakako indikativan podatak s obzirom da se iz godine u godinu bilježi rast u pomorskom prijevozu kontejnera, a posljedično tomu, svakako doprinosi i većoj protočnosti, sigurnosti i manjoj mogućnosti pogrešaka. Usklađivanje više prometnih grana se može postići jedino standardizacijom odnosno utvrđivanjem pravila po kojima će sustavi komunicirati i uspješno

obavljati poslove. Nakon određivanja pravila, uvažavanja prednosti i nedostataka, implementacija novog sustava će rezultirati uspješno, kao na primjeru M2M komunikacije putem koje se logistički procesi automatizirano obavljaju u pametnim lukama te samim time optimiziraju troškove svih sudionika i smanjuje trajanje cijele aktivnosti. Iako razvoj i uloga informacijsko komunikacijskih usluga u logističkim procesima doprinosi iznimno značajnim unapređenjima, postoji negativna strana koja se odnosi na izuzetno skup proces koji mogu implementirati samo velike luke. Uzevši u obzir sve bitne činjenice obuhvaćene u samom radu, ne može se odbaciti glavna hipoteza koja je bila postavljena na samom početku diplomskog rada. Prema tome, može se zaključiti kako implementacija ICT tehnologije u logističke procese pomorskog sustava unapređuje kvalitetu logističke usluge te se ostvaruje veća brzina dopreme, kao i niži operativni troškovi. Slijedom navedenog, ne mogu se odbaciti ni dvije pomoćne hipoteze. Usluge u logističkim procesima doprinose optimizaciji ukupnih procesa dopreme proizvoda od dobavljača do konačnih kupaca uz što se može nadovezati i na sljedeću tvrdnju te konstatirati kako je korištenjem ICT tehnologije u logistici prometnog prometa moguće unaprijediti radnu učinkovitost i ubrzati poslovne procese.

U današnjem turbulentnom i nadasve izazovnom poslovnom okruženju, postaje imperativom neprestanog ulaganja u najnovija tehnološka dostignuća s obzirom da putem istih postoji realna mogućnost parirati konkurentima i to ne samo u pomorskom već i u ostalim alternativnim oblicima prometa.

## Literatura

- [1] Zelenika R, Skeneder H.: Upravljanje logističkim mrežama (2007.)
- [2] Segetlija Z.: Distribucija, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet Osijek, 2006.
- [3] Zelenika R.: Logistički sustavi Ekonomski fakultet Sveučilišta, Rijeka (2005)
- [4] Zelenika R., Pupovac D.: Suvremeno promišljanje osnovnih fenomena logističkog sustava, Ekonomski pregled, (2001.) Vol. 52, No. 3 – 4, str. 362
- [5] Službena stranica organizacije UNCTAD: Review Maritime Transport, dostupno na [Review of Maritime Transport 2020 | UNCTAD](#) [pristupljeno 20.08.2021]
- [6] Manaadiar H.: Difference between Maritime, Shipping, Freight, Logistics and Supply Chain, (2020.), dostupno na [Difference between Maritime, Shipping, Freight, Logistics and Supply Chain \(shippingandfreightresource.com\)](#) [pristupljeno 20.08.2021]
- [7] AIMS: dostupno na [Information and Communication Technologies \(ICT\) | AIMS \(fao.org\)](#) [pristupljeno 25.08.2021]
- [8] Ting Yang: 10- ICT technologies standards and protocols for active distribution network; (2019.), dostupno na : [ICT technologies standards and protocols for active distribution network - ScienceDirect](#) [pristupljeno 20.08.2021]
- [9] Jujnovic I.: "The Influence of Information Technology on Integration of Logistics Processes," Business Logistics in Modern Management, Josip Juraj Strossmayer u Osijeku Ekonomski fakultet, (2011), vol. 11, str. 293-307
- [10] Ivaković Č., Stanković R., Šafran M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2010.
- [11] Eucon portal. Preuzeto sa: [EDI – Electronic Data Interchange - EUCON](#) [pristupljeno 30.08.2021]
- [12] The Manufacturer portal. Preuzeto sa: [Will XML format become the EDI standard? - The Manufacturer](#) [pristupljeno 30.08.2021]
- [13] GS1.hr.org (2021): GS1 standardi, dostupno na <https://www.gs1hr.org/hr/gs1-standardi>, [pristupljeno 30.07.2021]



- [14] GS1 Logistics Interoperability Model Application Standard; GS1.hr.org (2021): GS1 standardi, dostupno na <https://www.gs1hr.org/hr/gs1-standardi>, [pristupljeno 30.07.2021]
- [15] Bošnjak, I. Telekomunikacijski promet 2; Sveučilište u Zagrebu, Fakultete prometnih znanosti,2001.
- [16] Mishra B., Kertesz A.: The use of MQTT in M2M and IoT Systems: A survey 2020. Dostupno na : [The Use of MQTT in M2M and IoT Systems: A Survey \(core.ac.uk\)](#) [pristupljeno 03.09.2021]
- [17] Sun X., Gao L., Liang Y.: Research on Big Data Acquisition and Application of Cold Chain Logistics Based on Artificial Intelligence and Energy Internet of Things; 2018. Dostupno na: [\(PDF\) Research on Big Data Acquisition and Application of Cold Chain Logistics Based on Artificial Intelligence and Energy Internet of Things \(researchgate.net\)](#)
- [18] Deshmukh R., Bhalerao D.: An Implementation of MQTT through the Application of Warehouse Management System for Climacteric Fruits and Vegetables; 2017. Dostupno na: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8321204> [pristupljeno 03.09.2021]
- [19] Jovanovic M.: Understanding the IoT Protocols, dostupno na: [Welcome to Mat's Cloud: Understanding the IoT Protocols: MQTT, CoAP, ZigBee \(matscloud.blogspot.com\)](#) [pristupljeno 16.08.202].
- [20] Wood L., Pahl J., Reiners T.: Manufacturing and Logistics Information Systems, 2015. Dostupno na: [\(PDF\) Manufacturing and Logistics Information Systems \(researchgate.net\)](#) [pristupljeno 16.08.202].
- [21] Imarest : Technology in shipping - The impact of technological change on the shipping industry, Clyde & Co, 2017., dostupno na <https://www.imarest.org/policy-news/thought-leadership/1010-technology-in-shipping/file>, [pristupljeno 16.08.202].
- [22] Onthemosway : Digitalisation and ICT innovations – a focus on port logistics, dostupno na: <https://www.onthemosway.eu/digitalisation-and-ict-innovations-a-focus-on-port-logistics/?cn-reloaded=1>, [pristupljeno 14.08.2021]
- [23] Digitalisation and ICT innovations-a focus on port logistics, dostupno na: [Digitalisation and ICT innovations – a focus on port logistics - On The MoS Way](#) [pristupljeno 14.08.2021]

- [24] APC portal : Smart Port: Using Smart Technology to Increase a Port's Efficiency, dostupno na <https://www.adv-polymer.com/blog/smart-port/>, [pristupljeno 16.08.2021]
- [25] Bracke,V. Sebrechts,M. Moons, B., De Turck,F. Design and evaluation of a scalable Internet of things for smart ports [Design and evaluation of a scalable Internet of Things backend for smart ports - Bracke - 2021 - Software: Practice and Experience - Wiley Online Library](#)
- [26] Al-Sarawi, Anbar,M., Alieyan,K. AlzubaidI M.: Internet of Things (IoT ) Communication Protocols:Review, dostupan na: [IEEE Xplore Full-Text PDF:](#) [pristupljeno 16.08.2021]
- [27] Attia Tarek M.: Importance of Communication and Information Technology and Its Application in the Development and Integration of Performance in Seaports, dostupno na: [Importance of communication and information technology and its applications in the development and integration of performance in seaports | Attia | Renewable Energy and Sustainable Development \(aast.edu\)](#) [pristupljeno 16.08.2021]
- [28] Banks J., Pachano M., Thompson L., Hanny D: RFID Applied, John Wiley & Sons, Hoboken – New Jersey, 2007
- [29] Shiphub portal: The Port of Shanghai (2009), dostupno na <https://www.shiphub.co/port-of-shanghai/> , pristupljeno [16.08.2021]
- [30] Enterprise Insights: Where digital transformation sets sail: The five smartest ports in the world(2009.), dostupno na: <https://enterpriseiotinsights.com/20190104/channels/fundamentals/five-smartest-ports-in-the-world> , [pristupljeno 16.08.2021]
- [31] Službena stranica luke Rotterdam. Dostupna na : [Navigate | Port of Rotterdam](#) [pristupljeno 16.08.2021]
- [32] PierNext portal. Dostupno na : [LoRaWAN, The IoT Network Serving Ports - PierNext \(portdebarcelona.cat\)](#) [pristupljeno 16.08.2021]
- [33] Evangelista P: The role of ICT in the logistic integration process of shipping lines, Pomorski zbornik 0 (2002) 1, str. 61-78,
- [34] Xchange portal : How Smart Containers Make Container Logistics Smart, dostupno na: <https://container-xchange.com/blog/smart-containers/>, [pristupljeno 16.08.2021]

- [35] Maritime Executive : Standardized Container IoT is Key for "Smart" Supply Chains, dostupno na <https://www.maritime-executive.com/editorials/standardized-iot-for-containers-is-the-key-for-smart-supply-chains-1>, [pristupljeno 03.09.2021]
- [36] UNECE portal: Smart Containers., Real-time Smart Container data for supply chain excellence, dostupno na [https://unece.org/DAM/cefact/GuidanceMaterials/WhitePapers/WP-SmartContainers\\_Eng.pdf](https://unece.org/DAM/cefact/GuidanceMaterials/WhitePapers/WP-SmartContainers_Eng.pdf), [pristupljeno 16.08.2021]
- [37] Becha H., Bottin F., Lind M., Simha A.: Standardisation in container shipping is key to boosting economies of scale - mportance of data collaboration between shipping lines, Technical Report, svibanj 2020, dostupno: [\(PDF\) Standardisation in container shipping is key to boosting economies of scale - importance of data collaboration between shipping lines \(researchgate.net\)](#) pristupljeno [16.08.2021]
- [38] DCSA službena stranica. Preuzeto sa: [Digital Container Shipping Association \(DCSA\)](#) [pristupljeno 30.08.2021]
- [39] DCSA:IoT container Standards, IoT Standard for Gateway Connectivity Interfaces, dostupno na: [IoT Gateway Connectivity Interface - DCSA](#) [pristupljeno 03.09.2021]
- [40] DCSA Interface Standard for Track and Trace. Dostupno na: [DCSA Interface Standard for Track and Trace 2.1](#) [pristupljeno 30.08.2021]
- [41] Peraković D., Husnjak S.: Projektiranje informacijsko komunikacijskih usluga; Autorizirana predavanja s Fakulteta prometnih znanosti, 2021., [pristupljeno 30.08.2021]

## Popis kratica

AIT (Automated Identification Technology) tehnologija automatske identifikacije

AGV (Automated Guided Vehicle) automatski vođeno vozilo

AIS (Automatic Identification System) Sustav automatske identifikacije

CoAP (Constrained Application Protocol)

EDI (Electronic Data Interchange) Elektonička razmjena podataka

EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport)

GPS (Global Positioning System) Globalni pozicijski sustavi

GPRS (General Packet Radio Service)

GNSS (Global Navigation Satellite System)

GS1 (Global system of standards) Globalni sustav standarda

HF (High frequency) visoka frekvencija

HTTP (Hypertext Transfer Protocol)

ICT (Information Communication Technology) Informacijsko komunikacijska tehnologija

IL (Information Logistics) Informacijska logistika

ISO (International Standard Organization) Međunarodna organizacija za standardizaciju

IoT (Internet of Things) Internet stvari

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) Svjetska organizacija za unaprjeđenje tehnologija

IETF (Internet Engineering Task Force)

IMO (International Maritime Organization) Svjetska pomorska organizacija

LAN (Local Area Network) lokalna mreža

LRIT (Long Range Identification and Tracking)

LORAWAN (Low power wide-area network)

M2M (Machine to Machine) stroj- stroj komunikacija

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

OSI (Open Systems Interconnection)

OTLS (Optimised Transport Logistics System)

OCR (Optical character recognition)

PAN (Private area Network)

RFID (Radio frequency Identification) radio frekvencijska tehnologija

SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea) Međunarodna konvencija o zaštiti života na moru

SSL/TLS (Secure Socket Layer/ Transport Layer Security)

TEU (Twentyfoot equivalent unit)

TREC (Tamper Resistant Embedded Controllers)

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

UDP (User datagram protocol)

UHF (Ultra High frequency)

UNCTAD /United Nations Conference on Trade and Development)

UNECE (United Nations Economic Commission for Europe)

VHF (Very High Frequency)

XML (extensible Markup language)

## Popis slika

Slika 1:Podsustavi logistike .....	7
Slika 2: Primjena EDI komunikacije u EUCON-u.....	14
Slika 3:Adaptacija GS1 XML standarda .....	15
Slika 4: TCP/IP slojevi u skladu s IoT protokolima.....	17
Slika 5: Arhitektura MQTT složaja.....	19
Slika 6: 5 ICT inovacija s najvećim utjecajem na luke i njihovu logistiku.....	24
Slika 7: Tipičan protok informacija blockchain-a u prijevoznom sustavu.....	26
Slika 8: Područje pokrivanja tehnologije .....	28
Slika 9: Složaj Zigbee i 6LoWPAN protokola.....	29
Slika 10: RFID tehnologija kod kontejnera.....	32
Slika 11: Kontojnerski promet 2007-2019 .....	34
Slika 12: Luka Shangai .....	35
Slika 13: Prikaz pametne luke Rotterdam .....	36
Slika 14: Navigante platforma.....	37
Slika 15: LoRAWAN tehnologija .....	38
Slika 16: Smart model .....	39
Slika 17: Koncept pametnog kontejnera .....	41
Slika 18: Prednosti pametnih kontejnera.....	42

Slika 19: Sučelja za fizičku povezanost .....	46
Slika 20: Standard Track and Trace 2.1 .....	47

## **Popis tablica**

Tablica 1: Karakteristike MQTT i CoAP protokola.....	20
--	----





Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

### IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ diplomski rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.  
Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.  
Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj  
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.  
Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada  
pod naslovom Razvoj i uloga standardizacije informacijsko-komunikacijskih usluga u  
logističkim procesima  
na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 9.9.2021

Student/ica:

Iva Ivanagić  
(potpis)