

Informacijski sustavi za praćenje kontejnera

Jardas Bičak, Matej

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:414566>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-21**



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

Repository / Repozitorij:

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



uniri DIGITALNA
KNJIŽNICA



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

MATEJ JARDAS BIČAK

INFORMACIJSKI SUSTAVI ZA PRAĆENJE KONTEJNERA

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**INFORMACIJSKI SUSTAVI ZA PRAĆENJE KONTEJNERA
CONTAINER TRACKING INFORMATION SYSTEMS**

**DIPLOMSKI RAD
MASTER THESIS**

Kolegij: Poslovni informacijski sustavi

Mentor: prof. dr. sc. Edvard Tijan

Komentor: izv. prof. dr. sc. Saša Aksentijević

Student: Matej Jardas Bičak

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112080731

Rijeka, rujan 2024.

Student: Matej Jardas Bičak
Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu
JMBAG: 0112080731

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom
INFORMACIJSKI SUSTAVI ZA PRAĆENJE KONTEJNERA
(naslov diplomskog rada)

izradio samostalno pod mentorstvom

(prof. dr. sc. Edvard Tijan)

i komentorstvom

(izv. prof. dr. sc. Saša Aksentijević)

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

Student

Matej Jardas Bičak
(potpis)

Ime i prezime studenta

Matej Jardas Bičak

Student: Matej Jardas Bičak

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112080731

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG DIPLOMSKOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor diplomskog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa diplomskim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog diplomskog rada kao autorskog djela pod uvjetima Creative Commons licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student – autor


(potpis)

SAŽETAK

Kontejnerski prijevoz predstavlja pomorski segment intermodalnoga transportnog sustava u okviru kojeg se roba prevozi u standardiziranim kontejnerima. Kontejnerizacija je ključni pokretač svjetske trgovine. Zbog krađe, piratstva, oštećenja uzrokovanih vremenskim nepogodama ili prometnim nesrećama izgubi se velik broj kontejnera. Gužve u transportu i sigurnosno-carinski nadzori uzrokuju zakašnjenja u dostavi. Kako bi se umanjili troškovi i optimizirala učinkovitost logističkog lanca, neophodno je dobivati informacije o statusu kontejnera u stvarnom vremenu. Pri tome je ključna implementacija suvremenih tehnologija u sustave za praćenje kontejnera. U radu su analizirana tri bitna elementa kontejnerizacije: kontejner kao sredstvo za objedinjavanje tereta, kontejnerski brod i kontejnerski terminal. Prikazana je primjena informacijskih sustava na kontejnerskim terminalima. Napravljena je analiza informacijsko-komunikacijskih tehnologija u primjeni u sustavima za praćenje kontejnera te su istražene neke od aplikacija za praćenje kontejnera.

Ključne riječi: kontejnerizacija, informacijski sustavi, informacijska tehnologija, praćenje kontejnera.

SUMMARY

Container transport represents a segment of the intermodal transport system where goods are transported in standardized containers. Containerization is a key driver of world trade. Many containers are lost due to theft, piracy, or damage caused by weather or traffic accidents. Congestion in transport, as well as security and customs controls cause delivery delays. In order to reduce costs and optimize the efficiency of the logistics chain, it is necessary to obtain information about the status of containers in real time. To achieve this, implementing modern technologies in container tracking systems is crucial. The paper analysed three essential elements of containerization: the container as a means of unifying cargo, the container ship, and the container terminal. The paper shows the use of information systems in container terminals. Usage of information and communication technologies in container tracking systems was analysed, and some application for container tracking was explored.

Keywords: containerization, information systems, information technology, tracking containers.

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	II
SUMMARY.....	II
SADRŽAJ	III
1. UVOD	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA.....	1
1.2. RADNA HIPOTEZA	1
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	2
1.4. ZNANSTVENE METODE	2
1.5. STRUKTURA RADA.....	3
2. KONTEJNERIZACIJA	4
2.1. POVIJEST KONTEJNERSKOG BRODARSTVA.....	4
2.1.1. <i>Izum intermodalnog kontejnera.....</i>	<i>5</i>
2.1.2. <i>Razvoj kontejnerizacije i njezina važnost za globalnu trgovinu.....</i>	<i>7</i>
2.2. KONTEJNERSKI STANDARDI	10
2.2.1. <i>ISO standardi.....</i>	<i>10</i>
2.2.2. <i>Vrste kontejnera.....</i>	<i>11</i>
2.3. KONTEJNERSKI BRODOVI	13
2.3.1. <i>Vrste kontejnerskih brodova prema generacijama razvoja.....</i>	<i>14</i>
2.3.2. <i>Kategorije kontejnerskih brodova</i>	<i>16</i>
2.4. KONTEJNERSKI TERMINALI	17
3. INFORMACIJSKI SUSTAVI.....	18
3.1. RAZVOJ INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA U POMORSTVU.....	19
3.1.1. <i>Prva generacija (1980-ih): transformacija u postupke bez papira</i>	<i>20</i>

3.1.2. <i>Druga generacija (1990-e do 2000-e): transformacija u automatizirane postupke</i>	22
3.1.3. <i>Treća generacija (2010. – danas): transformacija u pametne postupke</i>	23
3.2. PRIMJENA INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH SUSTAVA NA KONTEJNERSKIM TERMINALIMA.....	25
3.2.1. <i>Terminalski operativni sustav</i>	27
3.2.2. <i>Sustav kontrole ulaza na terminal i izlaza s terminala</i>	28
3.2.3. <i>Informacijski sustav lučke zajednice</i>	32
3.2.4. <i>Sustav za poslovne funkcije</i>	34
3.2.5. <i>Razvojni sustav</i>	37
3.2.6. <i>Optičko prepoznavanje znakova</i>	37
3.2.7. <i>Sustav za kontrolu opreme</i>	38
3.2.8. <i>Sustav za praćenje i kontrolu opreme</i>	38
3.2.9. <i>Sustav za dizajniranje i analizu informacijsko-komunikacijskih tehnologija</i> 40	
3.2.10. <i>Pomoćni sustav za upravljanje praznim odlagalištima i postajama za popravak kontejnera</i>	41
4. PRAĆENJE KONTEJNERA.....	42
4.1. REFERENTNI KODOVI ZA PRAĆENJE KONTEJNERA	43
4.1.1. <i>Identifikacijski broj kontejnera</i>	43
4.1.2. <i>Broj rezervacije</i>	44
4.1.3. <i>Broj teretnice</i>	45
4.1.4. <i>Dekodiranje kodova</i>	46
4.2. TEHNOLOGIJE PRAĆENJA KONTEJNERA	47
4.2.1. <i>Tradicionalni sustavi za praćenje kontejnera</i>	50
4.2.1.1. <i>Crtični kôd</i>	50
4.2.2.2. <i>EDI</i>	54
4.2.2.3. <i>Optičko prepoznavanje znakova</i>	59

4.2.2.4. RFID	61
4.2.3. GPS.....	65
4.2.4. <i>Internet stvari</i>	69
4.2.4.1. Pametni brodski kontejner	71
4.2.4.2. Standardizacija pametnih kontejnera	74
4.2.4. <i>Lanac blokova</i>	75
4.2.5. <i>Velika količina podataka</i>	78
4.2.6. <i>API</i>	80
5. APLIKACIJE ZA PRAĆENJE KONTEJNERA	84
5.1. SOFTVER ZA PRAĆENJE BRODOVA	84
5.2. SOFTVER NAMIJENJEN DISTRIBUTERIMA AUTODIJELOVA	87
5. ZAKLJUČAK.....	91
LITERATURA	93
KAZALO POKRATA	100
POPIS GRAFIKONA	106
POPIS SLIKA.....	106

1. UVOD

1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Informacijska tehnologija obuhvaća širok raspon tehnologija i sustava te djelatnosti i opreme koji se koriste za pohranjivanje, prikupljanje, obradu, razmjenu, prikaz, kontrolu i prijenos podataka. Važna je za sve tvrtke svih veličina, bez obzira na to kojim se područjem poslovanja bave. Informacijska tehnologija uključuje računala, komponente, softver, računalne mreže i komunikacijske sustave.

Razvoj informacijskih tehnologija i njihova implementacija u kontejnerski prijevoz neophodni su za pouzdano i učinkovito poslovanje. Od svojeg polazišta do konačnog odredišta kontejner će napraviti dug put kroz opskrbni lanac. Glavni problem u njegovu transportu jest upravljanje poteškoćama uzrokovanim nepredvidivim događajima u uvjetima stalnog povećanja kontejnerskog prometa. Bez obzira na uzrok tih poteškoća rezultat je isti: kašnjenja u isporuci, a time i dodatni troškovi. Danas, zahvaljujući digitalizaciji kontejnerskog prijevoza, kontejneri prenose podatke o svojoj lokaciji i statusu u stvarnom vremenu. To je kapitalna informacija za predviđanje posljedica bilo kakvog prekida u procesu transporta kontejnera.

Na temelju problema istraživanja utvrđen je predmet istraživanja: analizirati informacijske tehnologije koje omogućuju praćenje kontejnera u stvarnom vremenu. Objasniti važnost implementacije informacijske tehnologije – IT (engl. *Information Technology*) u sve vrste kontejnerskog transporta i u manipulacijama kontejnerima na kontejnerskim terminalima. Istražiti koje su prednosti sustava praćenja kontejnera u stvarnom vremenu.

Problem i predmet istraživanja pokrivaju najvažnije objekte istraživanja: IT sustave za praćenje kontejnera u transportu, na kontejnerskim terminalima te na koji način funkcionira praćenje kontejnera.

1.2. RADNA HIPOTEZA

Na temelju definiranih problema, predmeta i objekta istraživanja određuje se radna hipoteza: Uz konstantan tehnološki razvitak transportne tehnologije, kontejnerskih brodova i kontejnerskih terminala, također je neophodno stalno pratiti, analizirati i implementirati digitalne tehnologije u sustave praćenja kontejnera kako bi se unaprijedilo poslovanje i povećala produktivnost.

Tako postavljena radna hipoteza ukazuje na više pomoćnih hipoteza (kr. P. H.):

- P.H.1: Proučavanjem povijesti kontejnerizacije i značajki svakoga bitnog elementa kontejnerizacije može se zaključiti važnost kontejnerskog prijevoza u međunarodnoj trgovini.
- P.H.2: Spoznajama o bitnim značajkama informacijskih tehnologija moguće je odrediti prednosti i nedostatke pojedinih sustava za praćenje kontejnera.
- P.H.3.: Poznavanje prednosti i nedostataka pojedinih tehnologija olakšava odabir aplikacija za praćenje kontejnera.

1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Cilj je ovog rada analizirati najbitnije značajke informacijske i komunikacijske tehnologije kojima se unaprjeđuju ukrcajno-prekrcajne manipulacije kontejnerima na terminalima te proučiti prednosti sustava praćenja kontejnera u stvarnom vremenu.

Svrha rada jest definirati pravac u kojem će se razvijati informacijsko-komunikacijska tehnologija – ICT (engl. *Information and Communication Technology*) u kontejnerskom prijevozu ponajprije u vezi sa sustavima za praćenje kontejnera.

Kako bi se adekvatno definirali i utvrdili rezultati definiranih problema, predmeta i objekta istraživanja određenih radnom hipotezom i pomoćnim hipotezama te postigli ciljevi i svrha istraživanja, potrebno je odgovoriti na mnoga pitanja od kojih su najvažnija sljedeća:

- Koji su bitni elementi kontejnerizacije i kakav je utjecaj kontejnerskih brodova na pomorsku trgovinu?
- Što su informacijski sustavi i koja je njihova primjena na kontejnerskim terminalima?
- Koje tehnologije omogućuju praćenje kontejnera?
- Koje su prednosti i nedostaci praćenja kontejnera?
- Koje su aplikacije za praćenje kontejnera?

1.4. ZNANSTVENE METODE

Prilikom istraživanja korištene su sljedeće znanstvene metode: metode analize i sinteze, metoda generalizacije i apstrakcije, metoda deskripcije, metoda kompilacije i komparativna metoda.

1.5. STRUKTURA RADA

U prvom dijelu, odnosno Uvodu, navedeni su problem, predmet i objekt istraživanja, radna hipoteza, svrha i ciljevi istraživanja, znanstvene metode i obrazložena je struktura rada.

Naslov drugog dijela rada jest Kontejnerizacija, u kojem su analizirani povijesni razvoj i glavne značajke kontejnerizacije. Naslov trećeg dijela rada jest Informacijski sustavi. Tu su definirani informacijski sustavi i njihove komponente te su istraženi informacijski sustavi kontejnerskih terminala. U četvrtom dijelu rada, pod naslovom Praćenje kontejnera, elaborirani su referentni kodovi neophodni za praćenje kontejnera i analizirane su tehnologije koje to omogućuju. Peto poglavlje obrađuje aplikacije za praćenje kontejnera. U posljednjem dijelu, odnosno Zaključku, dana je sinteza rezultata istraživanja kojima je dokazana postavljena radna hipoteza.

2. KONTEJNERIZACIJA

Kontejnerizacija je način otpreme tereta u standardiziranim, zapečaćenim i prenosivim spremnicima (kontejnerima) čiji se sadržaj ne mora istovariti u svakoj točki prijevoza, za razliku od pojedinačnoga generalnog tereta, koji je potrebno prekrcati pri svakoj promjeni načina prijevoza.

Kontejnerizacija je revolucionirala pomorski prijevoz, čineći prijevoz robe širom svijeta jednostavnijim i učinkovitijim. Koncept kontejnerizacije uključuje korištenje standardiziranih kontejnera za pakiranje i isporuku različitih tereta, pojednostavljuje logističke procese i smanjuje transportne troškove.

U ovom poglavlju istražit će se povijest kontejnerskog brodarstva, objasniti će se kontejnerski standardi i analizirati će se kontejnerski brodovi, a u posljednjem potpoglavlju obradit će se kontejnerski terminali.

2.1. POVIJEST KONTEJNERSKOG BRODARSTVA

Ovo potpoglavlje istražuje razvoj kontejnerizacije i njezin utjecaj na globalnu trgovinu.

Ideja o korištenju kontejnera za prijevoz tereta datira s početkom 20. stoljeća, kada su željezničke tvrtke počele koristiti drvene kutije za transport i zaštitu krhkih predmeta tijekom tranzita, međutim, tek je izum kontejnera za intermodalni transport Malcoma McLeana sredinom 1950-ih revolucionirao globalnu trgovinu, omogućujući jednostavan prekrcaj kontejnera između kamiona, vlakova i brodova bez istovara tereta¹.

Ta je inovacija u potpunosti transformirala globalnu trgovinu: značajno je povećana učinkovitost i smanjeni su troškovi rada povezani s ukrcajem i iskrcajem tereta u svakoj fazi prijevoza. Danas se 90 % generalnog tereta širom svijeta prevozi putem kontejnera, što značajno olakšava međunarodnu trgovinu².

¹ Inbound Logistics, Containerization of Shipping Containers: Definition, Types, and Process, 9./2023. <https://www.inboundlogistics.com/articles/containerized-cargo/> (30. 5. 2024.)

² Ibidem

2.1.1. Izum intermodalnog kontejnera

Kontejnerizacija svoj početak duguje Malcomu McLeanu, američkom prometnom poduzetniku. Pedesetih godina prošlog stoljeća bio je pionir u razvoju prvih standardiziranih kontejnera, koji su kasnije postali osnova globalnog brodarstva i svjetske trgovine.

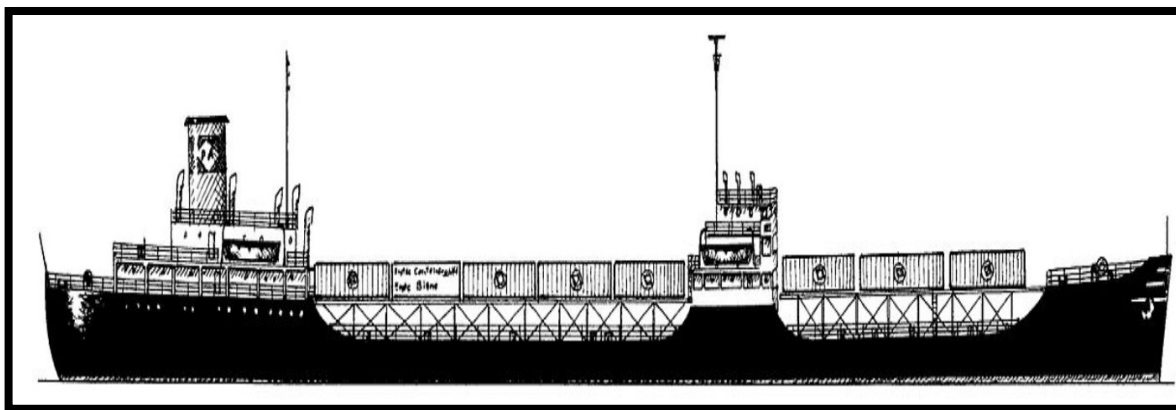
McLean je već 1952. započeo istraživati kako umanjiti troškove prijevoza tereta te ubrzati njegovo kretanje u prometnom lancu. Uvidio je da bi standardizacijom kontejnera ubrzao prekrcaj tereta s cestovnoga prijevoznog sredstva na brod i obrnuto. Nakon brojnih testova 1956. godine uspio je patentirati prvi intermodalni kontejner³.

Prije McLeanovih inovacija roba se mukotrpno utovarivala i iskrcavala na brodove komad po komad. Njegova vizija stvorila je intermodalni sustav, u okviru kojeg su se kontejneri mogli prevoziti različitim načinima prijevoza bez prekrcaja tereta. Time su smanjena oštećenja i krađe tereta te troškovi i vrijeme povezani s ručnim prekrcajem. Korištenjem zaključanih kontejnera teret se prevezio zapečaćen. Kontejneri su se mogli više puta koristiti u svim fazama prijevoza, a od naručitelja do primatelja tereta pratio ih je samo jedan prijevozni dokument.

McLeanova prvobitna zamisao bila je ukrcaj kamionskih prikolica na brodove. Tako bi se teoretski umanjile vozarine jer bi se smanjile manipulacije prekrcaja tereta. Ta zamisao imala je ipak velik nedostatak: prikolice bi zauzimale veliku količinu brodskeg prostora, umanjujući moguće uštede. Godine 1956. McLean prodaje svoju prijevozničku tvrtku te uskoro kupuje Pantlantic Tanker Company. Tu je tvrtku kasnije preimenovao u Sea-Land Shipping. Uvidio je da tankeri prevoze teret samo u zatvorenim tankovima, a da su im gornje palube prazne. Kako bi iskoristio taj prostor, na gornje palube ugradio je čelične palube i tako modificirane tankere prenamijenio je u prve kontejnerske brodove na svijetu. Dana 26. travnja 1956. preuređeni tanker iz Drugoga svjetskog rata pod nazivom Ideal X isplovio je iz Newarka (New Jersey) za Houston (Texas) s 58 kontejnera na brodu (slika 1.). To putovanje bilo je prekretnica u razvoju suvremenoga kontejnerskog prijevoza.⁴

³ Inbox, History of the Shipping Container, 24. 2. 2020. <https://inboxprojects.com/history-shipping-container/1472> (13. 7. 2024.)

⁴ History of Container Shipping, COSTAMARE INC.. https://www.costamare.com/industry_shipping_container_history (31. 5. 2024.)



Slika 1. Ideal X, modificirani T2 tanker iz Drugoga svjetskog rata

Izvor: https://www.wikidata.org/wiki/Q951927#/media/File:Ideal_X.jpg (31. 5. 2024.)

Godine 1957. McLean u svoju flotu uvodi Gateway City, brod koji je izvorno izgrađen kao tradicionalni brod za prijevoz rasutog tereta. Gateway City bio je prvi brod opremljen sustavom vodilica u skladištima. Time je uveo standarde koji se i danas koriste u suvremenom prijevozu kontejnera. Vertikalnim strukturama vodilica u skladištima omogućen je ukrcaj kontejnera ispod glavne palube, a kontejneri su na taj način bili osigurani od pomicanja u plovidbi. Uvođenjem sustava ćelija s vodilicama ubrzan je i prekrcaj kontejnera.

Osim što je bio pionir razvoja standardiziranoga intermodalnog kontejnera i prvih kontejnerskih brodova, McLean je također uvidio da uz kontejnere i brodove bitne elemente kontejnerizacije čine i kontejnerske luke s adekvatnim prijevozno-prekrcajnim sredstvima te pristup cestovnim prometnicama i željeznici. Svi bitni elementi kontejnerizacije moraju biti dobro razvijeni kako bi se izvukla najveća moguća učinkovitost kontejnerizacije. To je značilo potrebu za razvojem specijaliziranih kontejnerskih terminala s novim lučkim dizalicama, a istovremeno više nije bilo potrebe za mnogobrojnom radnom snagom.

Godine 1962. Lučka uprava New Yorka i New Jerseyja otvorila je prvu kontejnersku luku na svijetu, Elizabeth Marine Terminal, a 1966. brod Fairland je na liniji New Jersey – Rotterdam otišao na prvo putovanje preko Atlantika s 236 ukrcanih kontejnera. Putovanje je trajalo četiri tjedna kraće u odnosu na uobičajeno trajanje putovanja na toj ruti⁵.

⁵ Ibidem

2.1.2. Razvoj kontejnerizacije i njezina važnost za globalnu trgovinu

Pojavom prvih kontejnerskih brodova i razvojem kontejnerskih luka kontejnerski promet započeo je s postupnim rastom, ali tek će krajem 1960-ih, izbijanjem Vijetnamskog rata, doći do povećanog porasta kontejnerskog prijevoza, i to ponajviše zbog potrebe brze dostave vojne opreme američkoj vojsci stacioniranoj u Vijetnamu. Kontejnerski prijevoz počeo se širiti iz SAD-a na brodske rute između SAD-a, Europe i Japana krajem 1960-ih i početkom 1970-ih⁶.

Zemlje nerazvijenih ekonomija kasnile su s razvitkom kontejnerizacije ponajviše jer nisu mogle investirati u početne visoke troškove modernizacije svojih luka i stoga što nisu imale dovoljno velik obujam kontejnerskog prometa. U zemljama u razvoju s manjkom kapitala i viškom jeftine radne snage kapitalni troškovi modernizacija luka bili su relativno visoki, a ušteda u troškovima rada niska.

Do 2008. pomorski kontejnerski promet imao je prosječni rast od 10,5 % godišnje. Taj porast povezan je s rastom međunarodne trgovine uz usvajanje kontejnerizacije kao najisplativijeg načina pomorskog i kopnenog prijevoza. Godišnji rast kontejnerskog prometa bio je stalan za svaku promatranu godinu, sve do financijske krize 2009. – 2010. Između 2008. i 2009. godine bilježi se pad godišnjeg prometa na globalnoj razini od 49 milijuna jedinica ekvivalenta dvadeset stopa – TEU-a (engl. *Twenty-foot Equivalent Unit*) (-8,5 %). Nakon toga godišnji porast prometa i dalje se nastavlja, ali na nižoj razini, da bi 2019. godine dosegnuo 811 milijuna TEU-a. Godine 2020. pandemija bolesti COVID-19 i s njom povezana gospodarska kriza rezultirali su drugim padom godišnjega kontejnerskog protoka (-1,5 %)⁷ (grafikon 1.).

Na temelju toga kontejnerizaciju je moguće podijeliti na sljedeće razvojne faze: ⁸

- uvod u kontejnerizaciju (1958. – 1970): kontejnerizacija je bila na počecima razvoja i neprihvaćena u globalnom brodarstvu. Ulaganja su bila rijetka jer je neprovjerena

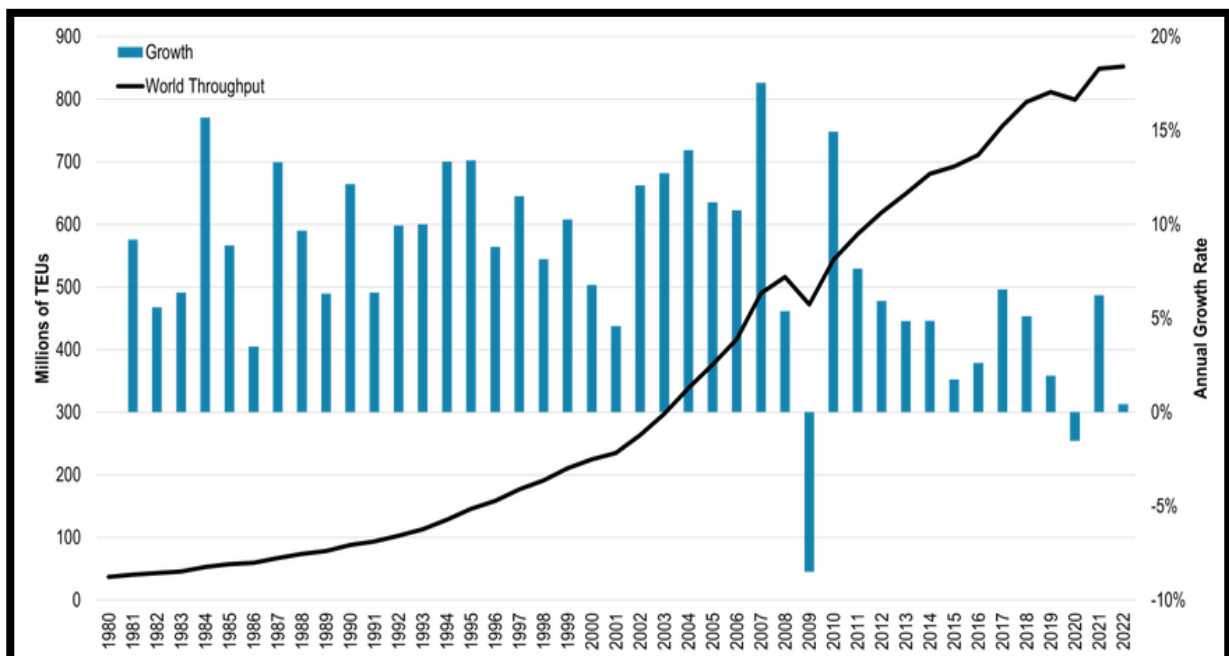
⁶ The Geography of Transport Systems, The Dawn of Containerization: 1970
<https://transportgeography.org/contents/chapter1/the-setting-of-global-transportation-systems/dawn-containerization/> (13. 7. 2024.)

⁷ Rodrigue J., World Chapter 5 – Transportation Modes > 5.6 – Intermodal Transportation and Containerization > World Container Throughput, 1980-2021, Sixth Edition
2024.<https://transportgeography.org/contents/chapter5/intermodal-transportation-containerization/world-container-throughput/> (2. 6. 2024.)

⁸ Ibidem

tehnologija bila povezana s visokim rizikom za ulaganja;

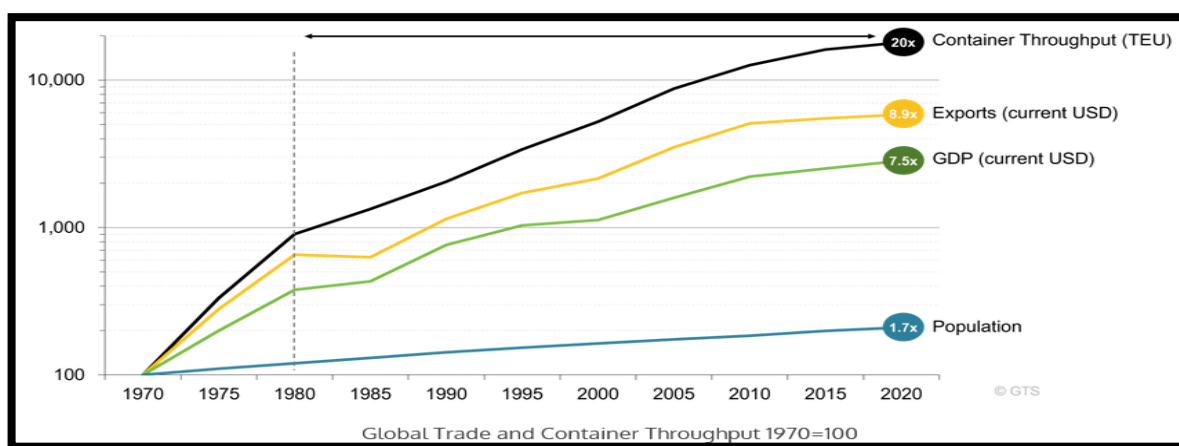
- usvajanje kontejnerizacije (1970. – 1990.): kontejnerski prijevoz postao je prihvaćen u svjetskoj trgovini, a ubrzana su ulaganja u intermodalne objekte. To je uključivalo izgradnju i prenamjenu kontejnerskih lučkih terminala te uvođenje celularnih kontejnerskih brodova ili *box* brodova (brodovi namijenjeni samo za kontejnerski prijevoz). Čimbenik rizika u ulaganja postao je manji problem te su ulaganja povećana;
- globalni porast kontejnerizacije (1990. – 2008.): kontejnerizacija je počela ozbiljno utjecati na globalnu trgovinu i proizvodne strategije izvoznika, osobito ulaskom Kine u globalno gospodarstvo. Povećava se kapacitet kontejnerskih brodova. Osim toga, kontejnerizacija se počela šire prihvaćati i u kopnenom i riječnom transportu;
- sazrijevanje kontejnerizacije (2008. – 2019.): sazrijevanje kontejnerskog prometa povezano je sa sazrijevanjem globalne ekonomije. Godišnji porasti kontejnerskog prometa manji su, ali i su i dalje stalni;
- vrhunac kontejnerizacije (2020. –): pandemija bolesti COVID-19 predstavljala je promjenu pravila u globalnoj trgovini sa značajnim poremećajima u opskrbnim lancima. Nakon malog pada 2020. godine količine su se oporavile 2021. (+6,3 %), dijelom zbog odgođene potražnje, promjena u obrascima potrošnje i značajnih državnih poticaja.



Grafikon 1. World Container Throughput 1980-2022

Izvor: Rodrigue J., adapted from Drewry Shipping Consultants and own elaboration – 2024.
<https://transportgeography.org/contents/chapter5/intermodal-transportation-containerization/world-container-throughput/>

Stopa rasta kontejnerizacije daleko premašuje rast vrijednosti izvoza i BDP-a. Kako se svjetska trgovina razvijala, sve njezine komponente, uključujući BDP i izvoz, bile su povezane s većom razinom prometa kontejnera. Između 1980. i 2020. globalni kontejnerski promet povećao se 20 puta, dok su se izvoz i BDP povećali za 8,9, odnosno 7,5 puta. Do 1980. godine rast lučkog kontejnerskog prometa bio je ujednačen s rastom vrijednosti izvoza, a kasnije je uočeno odstupanje. Kontejnerski promet počeo je rasti kao podrška izvozno orijentiranim strategijama prvenstveno azijskih gospodarstva⁹ (grafikon 2.).



Grafikon 2. Globalni protok kontejnera i BDP-a te rast broja stanovnika na svjetskoj razini od 1970. do 2020. godine

Izvor: Port Economics, Management and Policy https://i0.wp.com/porteconomicsmanagement.org/wp-content/uploads/trade_container_throughput.png?resize=1536%2C720&ssl=1 (2. 6. 2024.)

Rast kontejnerskog prijevoza povezan je s još nekoliko čimbenika: dok je dodatni promet koji proizlazi iz rasta izvoza najistaknutiji čimbenik, neuravnoteženi tokovi (prazni kontejneri) i konfiguracija brodskih mreža koje se oslanjaju na pretovarna čvorišta (dvostruko brojanje) također su pridonijeli dodatnom rastu kontejnerskog prometa i povećanim lučkim manipulacijama. Broj prekranih kontejnera povećao se s oko 11 % ukupnog tereta pretovarenog u kontejnerskim lukama 1980. godine na oko 30 % 2015. godine; to je također

⁹ Notteboom T., Pallis A., Rodrigue J., Port Economics, Management and Policy – 2022. <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part1/maritime-shipping-and-international-trade/global-trade-container-throughput/> (2. 6. 2024.)

značajan čimbenik rasta kontejnerskog prometa¹⁰.

2.2. KONTEJNERSKI STANDARDI

Kontejneri namijenjeni intermodalnom prijevozu tereta proizvedeni su prema normama Međunarodne organizacije za standardizaciju – ISO (International Organization for Standardization). Pogodni su za sve vrste prijevoza: pomorski, riječni, cestovni, željeznički i zračni.

Najčešće korišteni kontejneri u pomorskom prijevozu dužine su od 20 i 40 stopa, širine 8 stopa i visine 8,6 stopa.

Jedinica ekvivalenta dvadeset stopa opće je prihvaćena jedinica kapaciteta koja se koristi za određivanje kapaciteta kontejnerskih brodova i kontejnerskih terminala.

2.2.1. ISO standardi

Najveći problem u početku razvoja kontejnerizacija bila je standardizacija kontejnera. U prvim godinama kontejnerizacije svaki brodar koristio je kontejnere različitih dimenzija uvjetovanih propisima države pripadnosti i svaka vrsta kontejnera imala je različite dizajne kutnih okova što je zahtijevalo postavljanje različite opreme na dizalice.

Nakon dugotrajnih pregovora svih zainteresiranih strana, prvenstveno europskih i američkih transportnih poduzeća, dolazi do kompromisa nakon što je McLean dao suglasnost da se patenti tvrtke Sea-Land mogu slobodno koristiti u cijelom svijetu bez naknade. Ugradnja istih kutnih spojeva omogućila je prekrcaj tako standardiziranih kontejnera bez potrebe za promjenom opreme na dizalicama. Više nije bilo potrebe za ugradnjom dizalica na brodove, a luke su mogle investirati u lučku opremu određenu ISO standardom. Takav koncept kontejnerizacije ubrzo je globalno prihvatila i Međunarodna pomorska organizacija, IMO.

ISO federacija nacionalnih normiranih tijela, čiji je član i Republika Hrvatska, standardizirala je dimenzije kontejnera i označila ih je transportnim kontejnerima serije 1.

¹⁰ Ibidem

Godine 1968. ISO 668 standardom određene su dimenzije kontejnera koje se koriste i danas. ISO je definirao teretni transportni kontejner kako slijedi¹¹:

- mora biti trajan i prema tome dovoljno čvrst da bude prikladan za ponovnu upotrebu;
- mora biti posebno dizajniran tako da olakša prijevoz robe jednim ili više načina prijevoza, bez prekrcaja;
- mora biti opremljen uređajima koji omogućuju jednostavno rukovanje njime, posebno prijenos s jednog načina prijevoza na drugi;
- mora biti dizajniran tako da se lako puni i prazni te
- mora imati unutarnji volumen od najmanje 1 m³ (35,3 ft³).

Najvažnije ISO norme koje su globalno standardizirale kontejnerske dimenzije jesu:

- ISO 668: taj je standard najvažniji jer uspostavlja klasifikaciju svih vanjskih dimenzijama kontejnera serije 1;
- ISO 1161: kutni okovi – specifikacije: taj je standard iznimno važan jer sva naprezanja kontejnera prolaze kroz kutne okove;
- ISO 1496-1: teretni kontejneri serije 1: specifikacije i testiranja – dio 1: cilj je tog standarda definirati prirodu svakog testa te modalitete provedbe;
- ISO 3874: rukovanje i osiguranje: taj standard specificira metode rukovanja kontejnerom i njegova podizanja te
- ISO 6346: kodiranje, identifikacija i označavanje: pruža informacije o različitim oznakama koje se moraju nalaziti na kontejneru.

Osnova je svih navedenih normi ta da se jamči da će kontejner izdržati sva ekstremna okruženja tijekom transporta i manipulacija dizalicama te da je prikladan za sve vrste transporta.

2.2.2. Vrste kontejnera

Postoji više vrsta kontejnera koji se koriste u prijevozu, a svaka je vrsta dizajnirana za

¹¹ ISO, Series 1 freight containers —Classification, dimensions and ratings, Seventh edition 2020-01, pg. 1
URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/76912/7354663676144f8ab1a7b57cb573b0a6/ISO-668-2020.pdf> (4. 6. 2024.)

ukrcaj različitih vrsta tereta¹²:

- kontejneri opće namjene:
 - nazivaju se i kontejneri za suhi teret ili sanduk kontejneri (engl. *Dry Box*);
 - zatvoreni su i otporni na vremenske uvjete;
 - najčešće korišteni kontejneri, pogodni su za prijevoz generalnog tereta, suhe i industrijske robe;
- hladnjače (rashladni kontejner):
 - opremljeni su sustavima za kontrolu temperature;
 - koriste se za prijevoz kvarljive robe, poput voća, povrća, lijekova i određenih kemikalija;
- kontejneri s ravnim nosačima (engl. *Flat Rack*):
 - imaju sklopive stranice sprijeda i straga te nemaju krov, što omogućuje prijevoz glomaznog tereta i tereta nepravilnog oblika, poput strojeva, vozila i velike opreme;
- kontejneri s otvorenim vrhom (engl. *Open Top*):
 - slični su *Dry Box* kontejnerima, ali s gornjim dijelom koji se može ukloniti;
 - koriste se za utovar tereta s gornje strane, što ih čini idealnima za visoke ili glomazne predmete;
- kontejneri cisterne:
 - dizajnirani su za prijevoz tekućeg ili plinovitog tereta, kao što su kemikalije, goriva i prehrambeni proizvodi;
- ventilirani kontejneri:
 - imaju male otvore ili sustave ventilacije;
 - koriste se za robu koja zahtijeva cirkulaciju zraka, poput određenih poljoprivrednih proizvoda;
- izolirani toplinski kontejneri:
 - koriste se za prijevoz tereta koji zahtijeva kontrolu temperature, ali ne nužno i hlađenje;

¹² Shipping Container Types: A Guide, Types of containers, 1/2024 <https://www.dcsa.org/newsroom/shipping-container-types-a-guide> (13. 7. 2024.)

- pružaju zaštitu od ekstremnih temperaturnih promjena;
- otvoreni bočni kontejneri:
- imaju potpuno pristupna bočna vrata, što omogućuje lak ukrcaj i iskrcaj tereta po boku;
- kontejneri s ravnom platformom (engl. *Flatbed Container*):
- jednostavni kontejneri bez stranica i krova;
 - koriste se za prijevoz teškog, glomaznog ili nezgrapno oblikovanog tereta.

Guide to shipping container types

	 Dry container	 Reefer container	 Tank container	 Flat rack container	 Open top container	 Open side container	 Half height container	 Double door container	 Hard top container
Size									
20ft	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
40ft	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓
40ft HC	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓
45ft HC	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Unique feature	 Standard shipping	 Thermal control	 Liquid shipping	 Machinery shipping	 Top loading	 Side opening	 Heavy shipping	 Double access	 Detachable roof

Please note that this infographic provides an overview of commonly used container types in the shipping industry. It is not an exhaustive compilation, and variations may exist based on specific shipping companies or regions.

Slika 2. Vrste brodskih kontejnera

Izvor: dcsa https://images.prismic.io/dcsa-website/ZehOH__jD4D4xSuZ_container-shipping-types-breakdo.jpg?auto=format%2Ccompress&fit=max&w=3840 (3. 6. 2024.)

ISO kontejneri dolaze u različitim oblicima i veličinama. Vrsta i veličina robe odredit će odabir vrste kontejnera za prijevoz. Za sve vrste tereta moguće je odabrati prikladan kontejner, neovisno o težini i gustoći tereta, agregatnom stanju (kruti, tekući ili plinoviti teret) ili termalnoj osjetljivosti.

2.3. KONTEJNERSKI BRODOVI

Kontejnerski brod vrsta je teretnog broda koji sav svoj teret prevozi u kontejnerima u sklopu tehnike nazvane kontejnerizacija, što je uobičajeno sredstvo intermodalnog prijevoza

tereta. Jedna od glavnih prednosti kontejnerskih brodova jest njihova sposobnost učinkovitog prijevoza velikih količina tereta. Zbog velikog kapaciteta mogu primiti tisuće kontejnera, omogućujući ekonomiju razmjera i smanjujući troškove prijevoza po jedinici.

2.3.1. Vrste kontejnerskih brodova prema generacijama razvoja

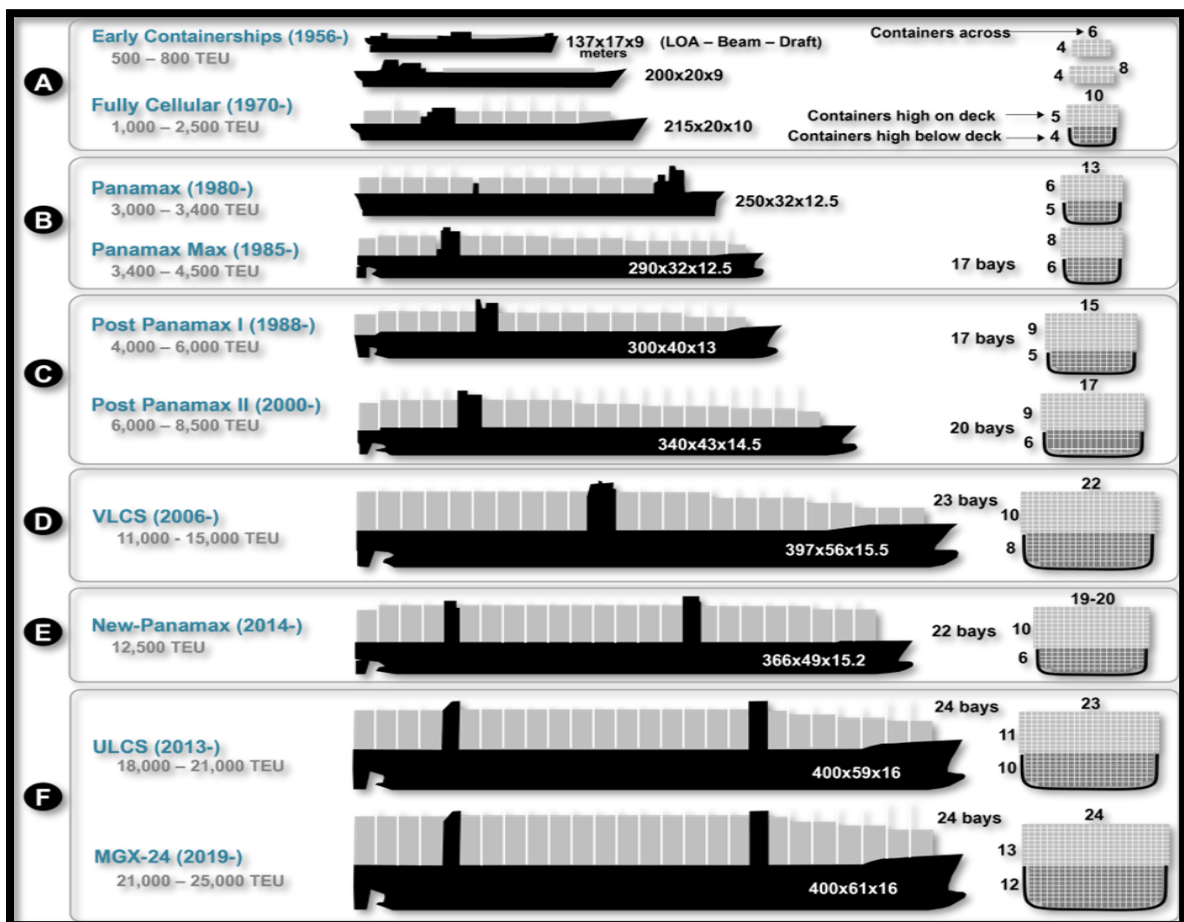
Od prvog McLeanova kontejnerskog broda Ideal X sredinom 1950-ih kapacitet kontejnerskih brodova konstantno je rastao. Njihove promjene dizajna pratile su potrebe tržišta. U izgradnji kontejnerskih brodova primjenjivale su se nove tehnologije. Svaka promjena dizajna značila je povećanje dimenzija kontejnerskih brodova, a svaka takva promjena predstavljala je novu generaciju brodova. Svaka nova generacija definirala je novu klasu kontejnerskih brodova. Definicija klase jest funkcija gaza i povezanih kapaciteta u TEU-ima te veličine broda.

Na temelju slike 3. može se uočiti šest bitnih promjena dizajna, odnosno šest generacija brodova:

- prva generacija kontejnerskih brodova bila je sastavljena od modificiranih brodova za rasuti teret ili tankera koji su mogli prevesti do 1000 TEU-a. Početkom 1970-ih, razvojem kontejnerizacije, započela je izgradnja prvih potpuno celularnih kontejnerskih brodova FCC (engl. *Fully Cellular Container Ship*) u potpunosti namijenjenih prijevozu kontejnera;
- tijekom 1980-ih ekonomija razmjera ubrzano je potaknula izgradnju većih kontejnerskih brodova. Što je veći broj kontejnera koji se prevoze, niži su troškovi po TEU-u¹³. Ograničenjem veličine Panamskog kanala razvijeni su brodovi Panamax standarda kapaciteta do 3400 TEU-a. Daljnjim razvojem Panamax standarda 1985. dosegnuti su kapaciteti Panamax Max standarda od približno 4000 TEU-a;
- nakon što je Panamax klasa dosegla svoje maksimalne kapacitete, počeli su se dizajnirati prvi brodovi koji su bili širi od širine Panamskog kanala. Post Panamax generacija I kapaciteta do 4500 TEU-a uvedena je 1988. godine, a do 1996. godine uvedeni su puni Post-Panamax II kontejnerski brodovi kapaciteta od 6600 TEU-a;

¹³ Rodrigue J., *Evolution of Containerships, The Geography of Transport Systems, SIXTH EDITION, 2024.* <https://transportgeography.org/contents/chapter5/maritime-transportation/evolution-containerships-classes/> (13. 7. 2024.)

- prve vrlo velike kontejnerske brodove (engl. *Very Large Container Ship*, VLCS) s kapacitetom u rasponu od 11.000 do 14.500 TEU (Emma Maersk – E klasa) uveo je Maersk 2006 godine. Ta klasa bila je posebno zahtjevna za lučku infrastrukturu jer je gaz tih brodova premašivao dužinu od 15 metara i širinu od 22 kontejnera poprečno¹⁴;
- nova Panamax (engl. *New-Panamax*) klasa kapaciteta do 12.500 TEU-a počela se razvijati 2014. kako bi omogućila plovidbu nakon proširenja Panamskog kanala 2016. godine;
- daljnjim razvojem kontejnerskih brodova 2013. godine razvijeni su ultra veliki kontejnerski brodovi (engl. *Ultra Large Container Ship*, ULCV) od 18.000 do 21.000 TEU-a. Dodatnim povećanjem kapaciteta 2019. godine dizajnirani su brodovi s do 24 *baya* po dužini i s mogućnošću ukrcaja 24 kontejnera, kapaciteta do 25.000 TEU-a. Tom generacijom brodova dosegnuta su ograničenja plovidbe Sueskim kanalom.



Slika 3. Generacije kontejnerskih brodova

Izvor: The Geography of Transport Systems <https://transportgeography.org/contents/chapter5/maritime-transportation/evolution-containerships-classes/> (4. 6. 2024.)

¹⁴ Ibidem

Svakom sljedećom generacijom kontejnerskih brodova smanjivao se broj luka koje su ih mogle primiti. Pomorske brodarske tvrtke naručivale su sve veće brodove kako bi imale koristi od ekonomije razmjera. Time je ujedno stvaran pritisak na luke i sustave unutarnjeg transporta da osiguraju znatna kapitalna ulaganja kako bi mogli prihvatiti sve veće kontejnerske brodove.

2.3.2. Kategorije kontejnerskih brodova

Prihvatanje kontejnerizacije kao najprikladnijeg načina prijevoza više vrsta tereta koji zahtijeva posebnu brigu tijekom transporta, npr. učvršćivanje kontejnera ili održavanje temperature rashladnih kontejnera, zahtijevalo je projektiranje posebnih tipova brodova.

Kontejneri se mogu prevoziti morem sljedećim kategorijama brodova¹⁵:

- namjenskim brodovima za prijevoz kontejnera
- polukontejnerskim brodovima
- brodovima za prijevoz klasičnog generalnog tereta i
- brodovima mješovitog tipa.

Uz prethodno navedenu podjelu te generacijsku podjelu (potpoglavlje 2.2.1.) koristi se još nekoliko različitih kategorija kontejnerskih brodova:

- podjela na temelju načina rukovanja kontejnerima:
 - LoLo brodovi (engl. *Lift-On Lift-Off*): kontejneri se prekrcaju uz pomoć dizalica ili druge opreme za rukovanje teretom na brodu ili lučkim dizalicama;
 - RoRo brodovi (engl. *Roll On/Roll Off*): prekrcaju kontejnere horizontalnom tehnologijom ukrcaja uz pomoć vozila ili viličara;
- podjela na temelju opsega usluga:
 - brodovi matice:
 - najčešće veći brodovi, često kapaciteta iznad 10.000 TEU-a, koji plove samo između većih kontejnerskih terminala;
 - često ne mogu uploviti u manje luke zbog velikoga gaza ili su ograničeni veličinom;

¹⁵ Tehnologija prijevoza kontejnera morem – prezentacija s kolegija Tehnologija prijevoza morem, PFRI, V. semestar, 2021./2022. god.

- uglavnom nemaju svoje dizalice jer tiču velike lučke terminale opremljene dizalicama;
- *Feeder* brodovi:
 - općenito plove na kraćim udaljenostima, bilo između manjih luka ili između manjih i velikih luka, prevozeći kontejnere do i od brodova matica;
 - opremljeni su dizalicama zbog ticanja manjih luka bez obalnih dizalica.

2.4. KONTEJNERSKI TERMINALI

Kontejnerski terminali, zajedno s kontejnerskim lukama u cjelini, ključni su dio mreže opskrbnog lanca. Omogućuju otpremu tereta krajnjim potrošačima i djeluju kao važno distribucijsko čvorište. Imaju ključnu ulogu u rastu i razvoju zemlje te pridonose gospodarskim, političkim i trgovinskim odnosima diljem svijeta. Glavna je funkcija kontejnerskog terminala omogućiti prijenos brodskih kontejnera i tereta između brodova i drugih načina prijevoza, kao što su kamioni, vlakovi ili tegljenice pri riječnom transportu.

Terminal je određeno područje unutar luke. U većim lukama može biti više različitih kontejnerskih terminala, od kojih je svaki namijenjen rukovanju određenim vrstama robe i materijala. Postoje zasebni terminali za plin, naftu, građevinski materijal ili vozila. Aktivnosti na terminalima uključuju privremeno skladištenje, održavanje i popravak kontejnera, a ponekad i konsolidaciju te dekonsolidaciju tereta. Terminali smješteni u morskim lukama nazivaju se pomorskim terminalima, a oni gdje se prekrcaj obavlja između željeznice i cestovnih vozila nazivaju se unutarnjim kontejnerskim terminalom. Nalaze se uglavnom u velikim gradovima ili u njihovoj blizini i dobro su prometno povezani s pomorskim terminalima.

U novije vrijeme raste korištenje automatiziranih procesa. Automatizacija luka uključuje korištenje robota i automatiziranih prijevozno-prekrcajnih sredstava. Danas je samo otprilike 4 % svjetskih luka automatizirano, odnosno ukupno samo 53 kontejnerska terminala. Međutim, automatizacija je u stalnom porastu jer lučke operacije čini jednostavnijima i učinkovitijima¹⁶.

¹⁶ Munroe A., What is a container terminal? Types & top terminal operators [2024], X-change, 30. 11. 2022. <https://www.container-xchange.com/blog/container-terminals/> (5. 6. 2024.)

3. INFORMACIJSKI SUSTAVI

Općenito, sustav je skup elemenata (prirodnih, organskih, tehničkih, apstraktnih, misaonih i dr.) povezanih u funkcionalnu cjelinu; ukupnost načela, pravila, propisa, postupaka kojima se uređuje neko područje (školski, politički, ekonomski, prometni sustav)¹⁷.

Iako se često informacije i podaci poistovjećuju, u njihovu definiranju postoje razlike. Podatak je pojedinačna jedinica koja nema nikakvo specifično značenje. Informacija je skupina podataka koji zajedno imaju logično značenje. Podaci ne ovise o informacijama, ali informacije ovise o podacima. Sami neobrađeni podaci nisu dovoljni za donošenje odluka. Podaci dobivaju smisao i značaj samo ako postaju informacije. Informacije se predstavljaju podacima, simbolima i slovima. Decimalni sustav i binarni sustav dva su načina predstavljanja informacija. Binarni sklopovi računala dizajnirani su za rad u dva stanja (0,1). Informacije su umrežene kroz topologiju mreže. Raspored svih povezanih uređaja, koji daje virtualni oblik ili strukturu mreži, poznat je kao mrežna topologija¹⁸.

Informacijski sustav (engl. *Information System*, IS) jest međusobno povezan skup postupaka (komponenti) za prikupljanje, pohranu, obradu i prijenos podataka te za pružanje informacija značajnih za neku organizaciju, ustanovu, društvo ili državu. Učinkovito upravljanje IS-om i njegovo održavanje zahtijeva osoblje obrazovano za rad u sustavu i odgovarajuću opremu. Za učinkovitost današnjih informacijskih sustava važna je implementacija suvremene informacijsko-komunikacijske tehnologije. Poslovne tvrtke i druge organizacije oslanjaju se na informacijske sustave za upravljanje i potporu pri obavljanju poslovnih procesa te za interakciju sa svojim kupcima i dobavljačima. Osnovne su komponente takva informacijskog sustava sljedeće: sustav za obradu transakcija, upravljački izvještajni sustav ili upravljački informacijski sustav, sustav za potporu odlučivanju i sustav uredskog poslovanja¹⁹.

IT se može općenito definirati kao integracija računala s telekomunikacijskom opremom

¹⁷ sustav. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/sustav> (7. 6. 2024.)

¹⁸ MSG, MIS - Understanding Information Systems, <https://managementstudyguide.com/information-systems.htm> (8. 6. 2024.)

¹⁹ informacijski sustav. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/informacijski-sustav> (7. 6. 2024.)

za pohranjivanje, dohvaćanje i pohranjivanje podataka te manipuliranje njima. IT uvelike poboljšava učinkovitost gospodarstva, omogućuje prednost u rješavanju društvenih pitanja te čini informacijski sustav pristupačnim i prilagođenim korisniku²⁰.

Glavne komponente informacijskih sustava jesu: računalni hardver, računalni softver, mrežni resursi, baze podataka te ljudski resursi i postupci.

Informacijski sustavi prošli su veliku evoluciju, od ručnog vođenja evidencije do današnjih sustava trenutačne pohrane u oblaku. Slično tome, informacijska tehnologija doživljava stalne promjene sa sve bržim procesorom i stalnim smanjenjem veličine uređaja za pohranu.

Poslovne tvrtke i druge organizacije (npr. lučke organizacije) oslanjaju se na informacijske sustave za obavljanje svojih poslova te upravljanje njima i međusobno djelovanje sa svojim klijentima. Informacijsko-komunikacijski sustavi za upravljanje lukama dizajnirani su tako da olakšaju planiranje lučkih operacija i upravljanje njima.

3.1. RAZVOJ INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA U POMORSTVU

Nekada se prekrcaj roba (kontejnera) vodio samo s pomoću papirnatih dokumenata i planova tereta. Dokumenti su se ispisivali ručno olovkom ili mehaničkim pisaćim strojem. Pohranjivali bi se u metalnim spremnicima ili u drvenim ormarima. Dokumenti su se označavali T-karticama. T-kartice su se popunjavale tako da bi ključne informacije bile ispisane na gornjem vidljivom rubu. Taj važan ispis (npr. naziv broda) tako bi pomogao u pronalaženju potrebnog dokumenta. Ovisno o veličini kartice određivala se količina informacija. Koristile su se za izradu različitih popisa, primjerice popisa inventara u planiranju proizvodnje ili raspoređivanju zaposlenika.

Za protok tekstualnih informacija brod – brod ili kopno – brod koristila se telegrafija. Telegrafiju kasnije zamjenjuje radiotelex. Glasovne informacije prenosile su se SSB (engl.

²⁰ MSG, Information Systems vs Information Technology <https://managementstudyguide.com/information-system-and-information-technology.htm> (8. 6. 2024.)

Single-sideband modulation) i VHF (engl. *Very high frequency*) radioprijemnicima. Takva radiokomunikacija bila je geografski ograničena jer nije mogla pokriti cijeli svijet. Na kopnu glasovne komunikacije prenosile su se klasičnim fiksnim telefonom. Pojava prvih satelita omogućuje globalni prijenos informacija. Satelitskim telefonima uspostavlja se neograničena mogućnost govornih komunikacija, uključujući i komunikaciju s brodovima.

Razvitkom kompjuterizacije početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća nastaju prva računala za planiranje prekrcajnih aktivnosti na kontejnerskim terminalima. Danas informacijske i komunikacijske tehnologije imaju veliki značaj za lučke transportne sustave jer omogućuju pristup širokom spektru informacija i njihovo dijeljenje između svih dionika lučke zajednice u stvarnom vremenu.

Digitalna transformacija pomogla je svim tvrtkama da ostanu konkurentne u tržišnom okruženju koje se stalno mijenja pružajući učinkovitija rješenja za potrebe svojih klijenata te im je istovremeno omogućila da ostanu ispred svojih konkurenata iskorištavanjem novih prilika koje dolaze s digitalnim tehnologijama.²¹ Digitalna transformacija uključuje integraciju digitalne tehnologije u sva poslovna područja, uključujući strategiju, operacije, marketing i korisničku službu te je dio uspjeha svake moderne organizacije.²²

Digitalna transformacija bila je od iznimne važnosti u razvoju luka i logistike. Od početka kontejnerizacije 1960-ih, kao važan dio svjetskih opskrbnih lanaca, kontejnerski terminali stalno su bili obuhvaćeni usvajanjem informacijsko-komunikacijskih tehnologija.

Razlikuju se tri glavne generacije digitalnih transformacija morskih luka: postupci bez papira, automatizirani postupci i pametni postupci.

3.1.1. Prva generacija (1980-ih): transformacija u postupke bez papira

Počevši od 1960-ih kontejnerizacija i intermodalni transport potpuno su promijenili postojeće transportne sustave u integrirane transportne sustave. Zbog presudne uloge luka, koje

²¹ What is digital transformation?, The Enterprisers project, <https://enterpriseproject.com/what-is-digital-transformation/> (14. 8. 2024.)

²² 11 Most Mind-Blowing Examples of Digital Transformations You Need to See!, Quixy Editorial Team 6/2024 <https://quixy.com/blog/examples-of-digital-transformation/> (14. 8. 2024.)

postaju intermodalna logistička čvorišta, nije bilo dovoljno usredotočiti se samo na tokove tereta, već je bilo potrebno osigurati učinkovite tokove informacija.

Razvoj sustava elektroničke razmjene podataka (engl. *Electronic Data Interchange*, EDI) 1960-ih i 1970-ih omogućio je prvu digitalnu transformaciju u pomorstvu. Međutim, prošlo je dugo razdoblje standardizacije prije nego što su lučke zajednice uspjele u potpunosti iskoristiti nove mogućnosti EDI-ja. Godine 1983. razvijen je prvi sustav lučke zajednice (engl. *Port Community System*, PCS) koji se temelji na EDI-ju te koji je omogućio elektroničku razmjenu dokumenata između svih dionika uključenih u lučke operacije. U kasnim 1980-ima važni papirnati dokumenti poput teretnice transformirani su u elektroničke dokumente. Krajem 1980-ih javljaju se prvi komercijalni operativni sustavi terminala (engl. *Terminal Operating System*, TOS) koji su bili temelj za podatkovno vođeno planiranje i automatizaciju kontejnerskih terminala.²³

Procesi logističkih lanaca i luka uvijek ovise o učinkovitom protoku informacija u cjelokupnoj poslovnoj mreži. Luke su najprije implementirale unutarnje IT sustave i aplikacije za pružanje osnovnih IT funkcionalnosti za podršku operacijama poput priveza brodova i slaganja kontejnera na slagalištima kontejnera. Velik napredak u sustavima za integrirano upravljanje poslovnim procesima (engl. *Enterprise Resource Planning*, ERP) tijekom 1980-ih potaknuo je njihovu integraciju s TOS-om. Tom integracijom podataka iz različitih poslovnih aktivnosti poboljšani su planiranje i upravljanje na kontejnerskim terminalima.²⁴

Budući da učinkoviti lučki procesi ovise o učinkovitosti svih uključenih organizacija u logističkom lancu, uvidjela se potreba za međuorganizacijskim sustavima. Preduvjet za implementaciju takvih sustava bili su zajednički tehnički standardi. Usvajanje EDI-ja koji se temelji na pravilima Ujedinjenih naroda za elektroničku razmjenu podataka za administraciju, trgovinu i transport (engl. *the United Nations rules for Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport*, UN/EDIFACT) imalo je snažan utjecaj na ukupnu učinkovitost logističkih lanaca. Poboljšane su komunikacija i suradnja između organizacija, smanjena je količina papira, kao i troškovi poslovanja. Razvoj sustava EDI usmjeren na potrebe

²³ Heilig L., Schwarze S., Voss S., An Analysis of Digital Transformation in the History and Future of Modern Ports, DOI: 10.24251/HICSS.2017.160, 1/2017 <https://core.ac.uk/download/pdf/77239623.pdf> (18. 8. 2024.)

²⁴ Ibidem

lučke zajednice u obliku PCS-a započeo je ranih 1980-ih. Dostupnost i kvaliteta PCS-a bili su važni čimbenici rasta konkurentnosti luka. Uvođenje sustava EDI zahtijevalo je velika ulaganja u odgovarajuću IT infrastrukturu te je trebalo uskladiti interne IT sustave s novim standardima.²⁵

Poslovni procesi unutar integriranih transportnih sustava izvodili su se potpuno autonomno što znači da je svaki dionik logističkog lanca bio uključen u obavljanje svojih zadataka. Glavna promjena u prvoj generaciji bila je smanjenje obrade papirnatih dokumenata i stvaranje međuorganizacijskih poslovnih procesa.

Nedostatak vanjskih informacija, na promjer trenutačnog stanja u lukama i trenutačnog stanja tereta još je uvijek bio izvor neučinkovitosti. Eventualne greške, koje su se mogle pojaviti u prethodnom poslovnom procesu od strane drugih dionika, nisu bile vidljive. Nedostatak ukupne kontrole i vidljivosti mogao je rezultirati pogreškama, a time i kašnjenjem u povezanim procesima opskrbnog lanca.

3.1.2. Druga generacija (1990-e do 2000-e): transformacija u automatizirane postupke

U 1990-ima i 2000-ima nova IT/IS rješenja pružila su važan temelj za uvođenje automatizacije kontejnerskih terminala. Početkom 1990-ih laserska tehnologija započinje se primjenjivati u prijevozno-prekrcajnim operacijama terminala. Pružanje funkcija kao što su lociranje, otkrivanje udaljenosti, sprječavanje sudara i otkrivanje oštećenja smatra se ključnom tehnologijom koja je omogućila automatizaciju kontejnerskih terminala. Automatizacija kontejnerskih terminala zahtijevala je besprijekornu integraciju između automatiziranih prijevozno-prekrcajnih sredstva i TOS-a.²⁶

Tehnologija automatske identifikacije i pozicioniranja (engl. *Automatic Identification System*, AIS) uvedena je sredinom 1990-ih u sustave za praćenja broskog prometa engl. *Vessel Traffic Services*, VTS). AIS među ostalim služi i kao sredstvo za sprječavanje sudara.

²⁵ Ibidem

²⁶ Ibidem

Za bolje iskorištavanje kapaciteta sve većih kapaciteta kontejnerskih brodova sredinom 1990-ih osnovani su prvi strateški globalni savezi u linijskom prijevozu. To je zahtijevalo usklađivanje usluga te IT/IS integraciju među svim članovima tih organizacija.

Prva rješenja za sve ozbiljnije probleme povezane s prometom uvedena su početkom 21. stoljeća. Godine 2002. u lukama Los Angeles / Long Beach razvijen je prvi sustav zakazivanja termina za kamione (engl. *Transportation Assistance System*, TAS) u cilju smanjenja čekanja kamiona na ulazima na terminale. Kamioni su se počeli opremiti radiofrekvencijskim (engl. *Radio-Frequency Identification*, RFID) oznakama za identifikacijske provjere vozila ili kontejnera.²⁷

3.1.3. Treća generacija (2010. – danas): transformacija u pametne postupke

Treća generacija transformacija odvija se u vremenu²⁸:

- kada aktualni trendovi i nove tehnologije u IT sektoru omogućuju poboljšano prikupljanje, pohranu, obradu i analizu različitih i velikih izvora podataka
- kada je podrška odlučivanju usmjerena na luke postala ključna za rješavanje neučinkovitosti i uskih grla na ukupnoj razini luke
- kada korisnici lučkih usluga sve više zahtijevaju informacijske usluge s dodanom vrijednošću kako bi dobili bolji uvid u povezane procese kako bi unaprijedili svoje poslovanje te
- kada protok informacija između različitih luka postaje sve važniji za uspostavljanje uspješnih partnerstava.

Većina dionika u pomorskoj industriji započinje s implementacijom IT tehnologija poput interneta stvari, velikih podataka, prediktivne analitike, mobilnog računarstva ili računarstva u oblaku. U luci Hamburg 2010. godine lučka uprava pokrenula je projekt smartPORT logistics u cilju poboljšanja prometa i protoka tereta unutar lučkog područja. Ulaganjem u suvremene informacijske sustave i lučku infrastrukturu glavna ideja bila je integritati različite centre za upravljanje prometom (cestovni, pomorski i željeznički) u glavno lučko prometno središte, koje

²⁷ Ibidem

²⁸ Ibidem

omogućuje upravljanje i stalnu interakciju sa svim dionicima koji su aktivno uključeni u prometne aktivnosti, a sve to na temelju podataka u stvarnom vremenu. Upravljanje prometom omogućuje usmjeravanje prometnih tokova ovisno o trenutnoj prometnoj situaciji u luci.²⁹

Primjena usavršene senzorske tehnologije na lučke infrastrukture omogućila je bolju prilagodljivost i ekološki prihvatljivo korištenje infrastrukture, na primjer usklađivanje tokova riječnog i cestovnog prometa kroz upravljanje pokretnim mostovima ili upravljanje cestovnom rasvjetom. Velik broj podataka prikupljenih preko senzora povezanih s primjerice vremenskim ili ekološkim uvjetima obrađuje se u izoliranim sustavima, a potom se prenosi središnjem informacijskom sustavu za istraživanje i distribuciju. Središnji informacijski sustav koji se temelji na oblaku olakšat će integraciju i osigurati potrebne resurse za sve računalne zahtjeve.³⁰

Još jedan veliki korak prema inteligentnoj kontroli prometa predstavlja korištenje mobilnih tehnologija. Preko integriranih mobilnih pristupnih točaka i mobilnih *web*-aplikacija razvijenih za uspostavu komunikacijskih veza s vozačima kamiona i dispečerima pruža se pomoć vozaču na temelju individualnog položaja kamiona u luci. Isto tako, razvijene su aplikacije koje povezuju vozače s dispečerima.

Dok su prva i druga generacija digitalnih transformacija bile uglavnom usmjerene na poboljšanje protoka informacija unutar lučke zajednice te na automatizaciju kontejnerskih terminala i na trgovinu i interakciju na lokalnoj ili globalnoj razini, trenutna treća generacija uglavnom se usredotočuje na upravljanje lučkim operacijama i lučkom infrastrukturom poboljšanim iskorištavanjem dostupnih izvora podataka i kontinuiranom interakcijom lučke zajednice u stvarnom vremenu.³¹

Međutim, osnovno prikupljanje i širenje informacija naprednim tehnologijama ne može se nazvati pametnim. Pametni postupci i procedure jesu poslovni procesi koji su u stanju bolje iskoristiti raspoložive resurse za povećanu učinkovitost lučkih operacija i poboljšanu razinu usluga korisnicima. Stoga se strategija uspostave pametnih luka ne treba temeljiti samo na implementaciji novih inovativnih tehnologija, uključujući umjetnu inteligenciju (engl. *Artificial*

²⁹ Ibidem

³⁰ Ibidem

³¹ Ibidem

Intelligence, AI), velike količine podataka (engl. *Big Data*), internet stvari (engl. *Internet of Things*, IoT) i lance blokova (engl. *Blockchain*), već i na njihovoj integraciji s postojećim IT-ima i IS-ima.

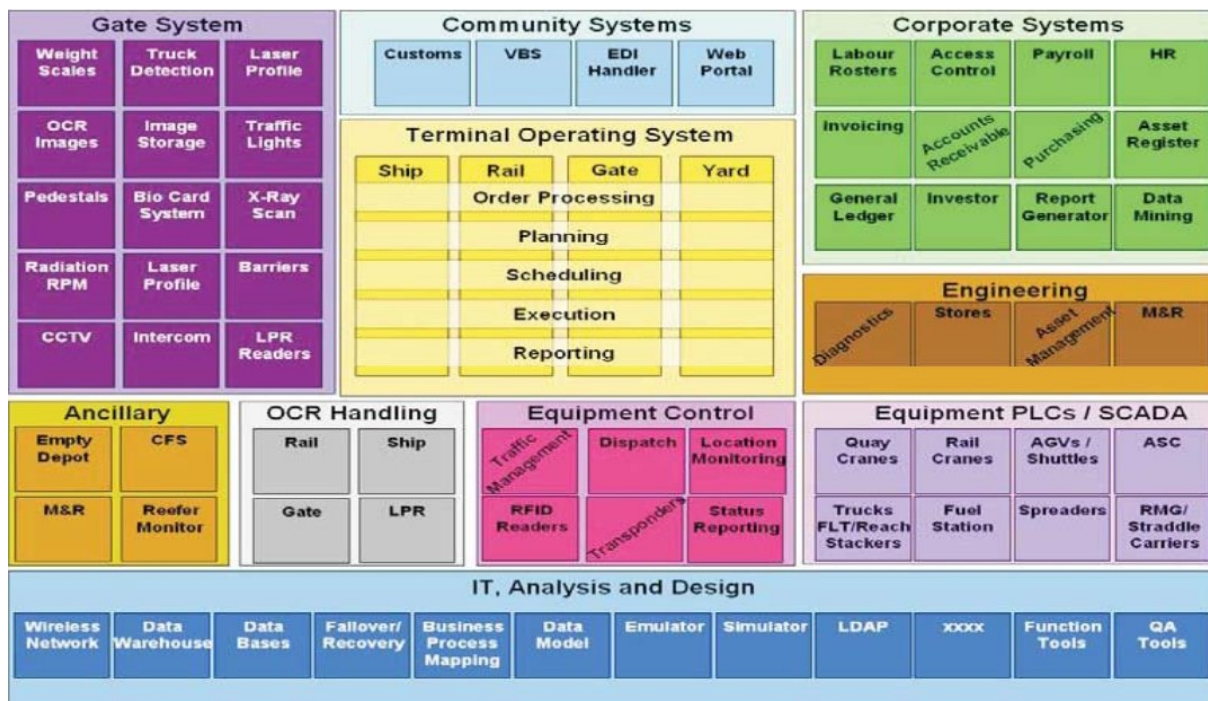
3.2. PRIMJENA INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH SUSTAVA NA KONTEJNERSKIM TERMINALIMA

Operator kontejnerskog terminala ima ključnu ulogu u učinkovitom funkcioniranju transportnih i logističkih operacija na kontejnerskom terminalu. Zadužen je za upravljanje svim aktivnostima terminala, što uključuje sljedeće³²:

- manevriranje brodova između sidrišta i vezova na operativnoj obali
- pristajanje i odvezivanje brodova
- postavljanje dizalica na operativnim obalama
- ukrcaj i iskrcaj kontejnera
- premještanje kontejnera između obale i slagališta kontejnera
- upravljanje slagalištem kontejnera
- prijevoz kontejnera između ulaza i slagališta kontejnerskog terminala i
- ukrcaj, iskrcaj, skladištenje i prijenos robe i materijala.

Pri planiranju, koordiniranju i kontroli svih navedenih aktivnosti operator kontejnerskog terminala u svojem radu koristi više informacijsko-komunikacijskih sustava (slika 4.).

³² CHAPTER 10: Facility of Terminal Operator, Handling Methods, Type of Equipment, <https://asean.org/wp-content/uploads/2023/02/Chapter10-Facility-of-Terminal-OperatorHandling-MethodsTypeofEquipment.pdf> (31. 8. 2024.)



Slika 4. Računalna mapa operatora kontejnerskog terminala

Izvor: E. Tijan, B. Hlača i A. Agatić, Evolucija informacijsko-komunikacijskih tehnologija na kontejnerskim terminalima, Pomorstvo, vol. 24, br. 1, str. 33, 2010. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/54924>.

Informacijsko-komunikacijski sustavi koji se koriste za upravljanje kontejnerskim terminalima jesu³³:

1. *Terminal Operating System (TOS)*
2. *Gate System*
3. *Community System*
4. *Corporate System* (sustav za poslovne funkcije)
5. *Engineering*
6. *OCR Handling System*
7. *Equipment control system (ECS)* (sustav za kontrolu opreme)
8. *Equipment PLC's/SCADA (System Control and Data Acquisition)*
9. *Information Technologies-Analysis and Design* i
10. *Ancillary System.*

³³ E. Tijan, A. Agatić, B. Hlača: Evolucija informacijsko-komunikacijskih tehnologija na kontejnerskim terminalima, Pomorstvo vol. 24, br. 1, str. 31-32, 2010. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/54924>

3.2.1. Terminalski operativni sustav

Terminalski operativni sustav (engl. *Terminal Operating System*, TOS) najvažniji je IT sustav kontejnerskih terminala. Njegova je primarna svrha praćenje kretanja i slaganja kontejnera, odnosno nadgledanje ukrcajno-iskrcajnih manipulacija kontejnera.

Osnovne funkcije TOS-a jesu u praćenju³⁴:

- statusa kontejnera: veličina, težina, tip, posebne upute i sadržaj kontejnera:
 - poznavanje tih važnih čimbenika neophodno je pri odabiru načina slaganja kontejnera na slagalištima ili ukrcaju kontejnera na brodove;
- resursa: slobodne operativne površine i površine za slaganje kontejnera, lokacija opreme:
 - praćenje resursa kontejnerskih terminala važno je pri planiranju svih aktivnosti na kontejnerskim terminalima;
 - učinkovitim raspodjelom resursa postiže se najveća moguća produktivnosti i brzina prekrcaja kontejnera;
- ograničenja: karakteristike operativne površine, potrebna oprema:
 - na temelju faktora kao što su npr. veličina i gaz broda, dimenzije operativne obale, dubina pristaništa, površina slagališta ili vrsta tereta potrebno je osigurati učinkovito korištenje terminalske infrastrukture i resursa;
- procesa: optimalno slaganje kontejnera, prioriteta u prekrcaju:
 - slične vrste tereta, odredišta ili datuma otpreme potrebno je grupirati za lakši i brži prekrcaj brodova;
 - optimalnim slaganjem povećava se učinkovitost luke te se skraćuje vrijeme čekanja.

Da bi TOS sustavi funkcionirali učinkovito i nadzirali protok proizvoda na terminalu i oko njega, neophodno je u njih integrirati druge tehnologije kao što su³⁵:

- internet
- EDI obrada, odnosno razmjena elektroničkih poslovnih dokumenata

³⁴ Ibidem

³⁵ Realtime Business Solutions, Terminal Operating System (TOS), <https://rbs-tops.com/glossary/terminal-operating-system-tos/> (10. 6. 2024.)

- prijenosna računala
- bežična lokalna računalna mreža (engl. *Local Area Network*, LAN),
- RFID, odnosno tehnologija koja koristi radiovalove visoke frekvencije za razmjenu informacija između prijenosnih uređaja (služi npr. za praćenje kontejnera)
- diferencijska usluga globalnog sustava za određivanje položaja (engl. *Differential Global Positioning System*, DGPS), poboljšana verzija GPS-a.

TOS omogućuje kontejnerskom terminalu pravovremeno i najekonomičnije korištenje svih resursa, uključujući kontejnere, radnu snagu i opremu i upravljanje njima. Kompleti kompjuteriziranih postupaka omogućuju učinkovito upravljanje vezovima, brodovima, prijevozno-prekrcajnim sredstvima, cestovnim vozilima i željeznicom. Olakšavaju slaganje kontejnera na slagalištima, sigurnosne kontrole, vaganje kontejnera te izvršavanje radnih uputa.

Dobivanje informacija u stvarnom vremenu presudno je pri donošenju odluka o izvođenju svih operacija na kontejnerskom terminalu, olakšavajući upravi da donese odgovarajuću odluku na temelju preciznih informacija.

3.2.2. Sustav kontrole ulaza na terminal i izlaza s terminala

Zbog kontinuiranog rasta kontejnerskog transporta, što je dovelo do uvođenja brodova od preko 24.000 TEU-a³⁶, kontejnerski terminali morali su se širiti kako bi pratili potrebe za prihvatom sve veće količine kontejnera. Pri tome je najveće poteškoće uzrokovala propusnost vozila na terminal i s terminala. Slaba prohodnost na ulazima uzrokovala bi velike gužve pa je dolazilo do kašnjenja prekrcaja, što bi povećalo troškove.

Nakon 11. rujna 2001. povećan je obim sigurnosnih provjera na ulazima kontejnerskih terminala što je dodatno smanjilo propusnost ulazaka i izlazaka. Provedeno je mnogo mjera za identificiranje visoko rizičnih kontejnera. Sigurnost globalnog lanca opskrbe, koja se odnosi na praćenje tereta od proizvođača do kupaca, postala je važna stavka u globalnom prometu. U lukama koje su se pridružile Inicijativi o sigurnosti kontejnera (engl. *Container Security*

³⁶ The Top 20 Largest and Biggest Container Ships in the World in 2024, GoComet, 6./2024., <https://www.gocomet.com/blog/top-20-largest-container-ships-in-the-world/> (19. 8. 2024.)

Initiative, CSI) kontejneri koji idu u SAD moraju biti skenirani prije utovara na brodove u lukama ukrcaja prije dolaska u SAD³⁷.

Sustav kontrole ulaza na terminal i izlaza s terminala (engl. *Gate System*) korisnicima omogućuje da automatski identificiraju ISO kontejnere dok se prevoze kamionom preko kontrolirane pristupne točke. Sustav također uključuje čitač registarskih tablica za kamione, snimanje fotografija i videozapisa za kontrolu oštećenja kontejnera te identifikaciju oznaka opasnih tereta IMDG (engl. *International Maritime Dangerous Goods*). *Gate System* softveri dizajnirani su za integraciju s TOS-om i ostalim terminalnim upravljačkim sustavima. Čitanja ISO kodova, slike i drugi podaci mogu se prenijeti u stvarnom vremenu iz svakog dnevnika ulaza kamiona na terminale ili na nekim drugim pristupnim točkama. Pri tome se mogu koristiti različiti komunikacijski protokoli, uključujući i *Web Service*. Suvremeni sustavi kontrole ulaza na terminal i izlaza s terminala omogućuju potpunu točnost čitanja podataka i 24/7 ažuriranja u najekstremnijim vremenskim uvjetima. Oni pomažu pri planiranju, praćenju i nadziranju kretanja kontejnera na terminalu, od dolaska do odlaska, uključujući rezervaciju, rukovanje dokumentima i izdavanje računa³⁸.

Sustav kontrole ulaza na terminal i izlaza s terminala uključuje sljedeće: čitanje ISO kodova kontejnera, snimanje fotografija i videozapisa za kontrolu oštećenja, identifikaciju oznaka opasnih tereta IMDG, čitanje registarskih tablica za kamione i identifikaciju vozača i čitanje serijskog broja RFID kontejnerske plombe.

Optički čitači kodova automatski identificiraju kodove sa slika visoke razlučivosti i pretvaraju te podatke u strojno čitljiv sadržaj. Očitavanje kodova moguće je sa stražnje strane te bočnih strana kontejnera. Na taj način omogućuje se optimalno očitavanje u slučaju da na jednoj strani kontejnera postoje oštećeni kodovi. Točno se bilježe vlasnički kôd, serijski broj i kontrolna znamenka i to po danu i po noći te u svim vremenskim uvjetima. Suvremeni OCR čitači mogu se programirati tako da identificiraju i ostale oznake, primjerice veličinu i vrstu

³⁷ CSI: Container Security Initiative, US Customs and Border Protection 3/2024 <https://www.cbp.gov/border-security/ports-entry/cargo-security/csi/csi-brief> (15. 7. 2024.)

³⁸ Chao S., Lin Y., Emerald Insight, Gate automation system evaluation: A case of a container number recognition system in port terminals, 03.2017., <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MABR-09-2016-0022/full/html> (10. 6. 2024.)

kontejnera. Moguće je obraditi bilo koju kombinaciju znakova na kontejneru u slučaju da se kamioni ili vlakovi kreću brzinama do oko 50 km/h³⁹.

Suvremeni sustav kontrole ulaza na terminal i izlaza s terminala automatski otkriva oštećena područja kontejnera. Ulaskom kamiona u luku sustav izvještava o mjestu i području oštećenja u stvarnom vremenu. Snimljeni zapisi mogu biti arhivirani i za kasniji pregled. Hardverski uređaji koji snimaju oštećenja jesu robusni 3D skeneri koji pružaju vrlo detaljne informacije o oštećenjima kontejnera. Uređaj koristi elektro-optičke laserske mjerne sustave za inspekciju oštećenja (slika 5.).

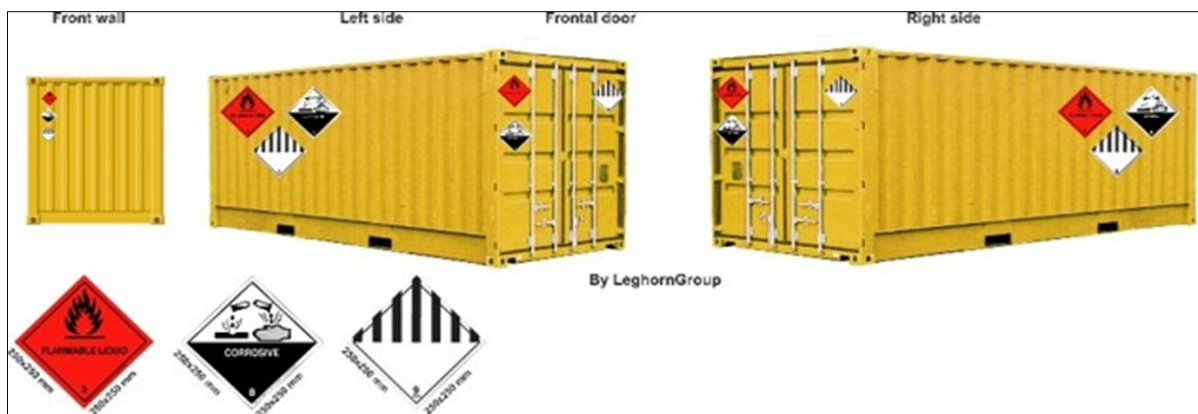


Slika 5. Automatska kontrola oštećenja

Izvor: Orbita <https://tmeicports.com/es/soluciones/gate-suite/gate-dmg-3d/> 1. 7. 2024.

Gate IMDG moduli koji identificiraju oznake opasnih tereta na naljepnicama postavljenima na kontejnerima mogu otkriti te identificirati i one kontejnere s više IMDG naljepnica te očitati IMDG klasu i potklasu kojoj svaka oznaka pripada. Znakovi opasnog tereta uobičajeno se postavljaju na stražnju stranu kontejnera, a suvremeni Gate IMDG sustavi mogu otkriti naljepnice s obje strane kontejnera (slika 6.).

³⁹ Automatic Container Codes, ISO Shipping Container Reading,, <https://disnetwork.co.uk/service/iso-shipping-container-reading/> (19. 8. 2024.)



Slika 6 Kontejnere sa više IMDG oznaka

Izvor: Leghorn Group <https://www.leghorngroup.com/hazard-class-labels-adr-imo/> 01.7.2024

Čitanje registarskih tablica za kamione i identifikacija vozača: na temelju RFID sustava automatski se prikupljaju i provjeravaju podaci o kamionu i vozaču. Kamioni moraju biti registrirani (s podacima tvrtke i vozača) te moraju imati posebnu RFID oznaku (engl. *tag*) kako bi imali pristup terminalu. RFID oznake obično se postavljaju na vjetrobransko staklo kamiona. Očitavaju se dok kamioni dolaze u domet čitača oznaka. Ti čitači obično su ugrađeni u portale OCR kamera na ulazima na terminal. Dobiveni RFID podaci povezuju se s podacima OCR portala, povezujući točne OCR podatke s ispravnim kamionom.

Registarske oznake kamiona mogu se očitati i s pomoću OCR tehnologije. Čitač fotografira prednju stranu kamiona u visokoj razlučivosti, otkriva registarsku pločicu i čita je s najvećom mogućom točnošću. Točnost očitavanja brojeva registarske pločice OCR tehnologijom manje je pouzdana od očitavanja oznaka na kontejneru jer se registarska pločica nalazi samo na jednom mjestu, dok se brojevi kontejnera ponavljaju.

Uz identifikaciju kontejnera kao što su njegov broj, vrsta, veličina, stanje, težina te podaci o vlasniku i putovanju važno je identificirati i vozilo i vozača koji prevoze taj kontejner. Mnogi moderni terminali opremljeni su uređajima (Gate Kiosk) na kojima vozači provlače ID kartice kroz prozor bez potrebe za izlaskom iz kabine, čime se štedi vrijeme potrebno za identifikaciju.

GateKiosk (slika 7.) jest modularno prilagodljiva upravljačka kućica koja nudi širok raspon sučelja za vozača prilikom ulaska na terminal ili izlaska s terminala. To uključuje radne naloge, komunikaciju između vozača i osoblja terminala, ispis dokumenata i druge funkcije uključene u postupak prijema i izlaska iz terminala. Vozač kamiona zaustavi se na slobodnoj traci uz kiosk. Svoj dolazak prijavljuje provlačenjem ID kartice na kiosku. Vizualno sučelje vodi vozača kroz postupak utovara.



Slika. 7 Gate Kiosk

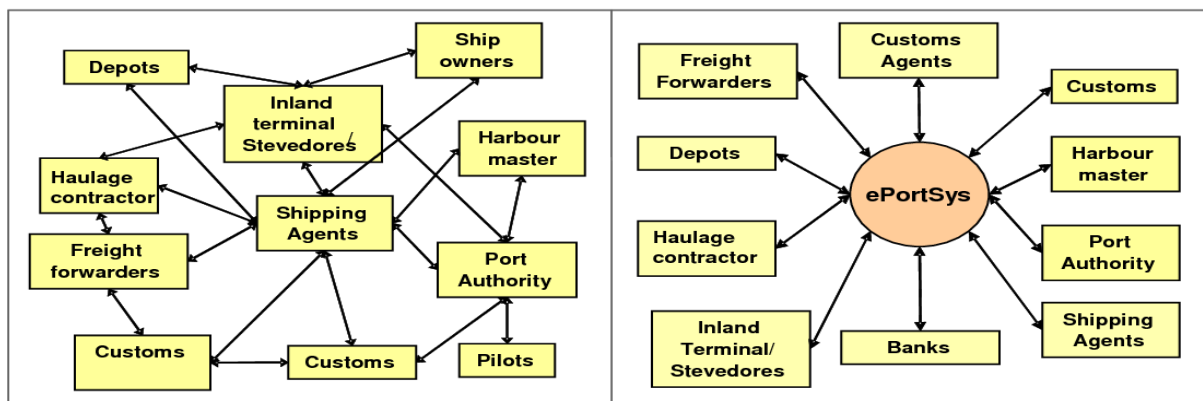
Izvor: https://wpassets.porttechnology.org/wp-content/uploads/2019/06/25172537/Seayard_Terminal_1280_800_84_s_c1.jpg
(1. 7. 2024.)

Nakon punjenja kontejnera vrata kontejnera mogu se zaključati RFID plombom s kodiranim čipovima. RFID čitač montiran na ulazu u kontejnerski terminal dizajniran je:

- da očita serijski broj RFID plombe
- da očita datum, vrijeme, naziv kioska i broj linije kojom je kamion (kontejner) ušao u luku
- da prepozna ako jedan kontejner ima dvije plombe ili ako se na jednom kamionu nalaze dva kontejnera
- da prepozna oštećenje plombe, odnosno je li kontejner otvaran za vrijeme transporta (zaštita od krađe) i
- da sustav automatski generira datoteke dnevnika (upisuje promjene).

3.2.3. Informacijski sustav lučke zajednice

Informacijski sustav lučke zajednice (engl. *Port Community System*, PCS) odnosi se na otvorenu platformu koja povezuje više sustava, omogućujući tako sigurnu razmjenu informacija između različitih organizacija koje čine lučku zajednicu. To je zajednička platforma koju organiziraju i koriste javni i privatni subjekti, a kojom se smanjuje cirkulacija papirnatih dokumenata, što dovodi do pojednostavljivanja lučkih operacija.



Slika 8. Lučke komunikacije prije uvođenja PCS-a i nakon implementacije PCS-a

Izvor: Rodon, J. Ramis-Pujol, J. Exploring the Intricacies of Integrating with a Port Community System (2006) <https://aisel.aisnet.org/bled2006/9> (11. 6. 2024.)

Dionike i korisnike PCS sustava možemo podijeliti na dvije skupine: dionici koji kontroliraju unesene podatke te komercijalni korisnici i davatelji usluga. Nadzorni dio aplikacije čine agencije koje kontroliraju unesene podatke, a to su⁴⁰:

- lučka kapetanija
- lučka uprava
- granična policija
- fitosanitarne i veterinarske inspekcije
- sanitarna inspekcija i
- carinarnica.

Komercijalni korisnici koji pružaju podatke jesu:

- koncesionari zbrinjavanja otpada
- pružatelji usluga priveza, peljarenja i tegljenja
- brodske agencije
- špediteri
- koncesionari teretnih terminala i
- tvrtke za kopneni prijevoz.

⁴⁰ Torlak I. et al.: Analysis of Port Community System Introduction in Croatian Seaports - Case Study Split, 9.2020, p. 333.

PCS pruža mnoštvo pogodnosti za sve uključene strane. Povećava brzinu i učinkovitost lučkih procesa kroz smanjenje i automatizaciju papirologije. Eliminirajući nepotrebne papire, PCS svojim fleksibilnim i brzim sustavom elektroničke razmjene dokumenata u stvarnom vremenu poboljšava učinkovitost u lučkim procesima, a time omogućuje smanjenje troškova i otpornije opskrbe lance. Takva razmjena informacija omogućuje optimizaciju upravljanja i automatizaciju lučkih i logističkih procesa, a time poboljšava položaj pomorskih subjekata.

PCS nudi razne funkcionalnosti, uključujući praćenje kretanja i nadzor kontejnera, *e-booking* kontejnera ili prostora za generalne i rasute terete, dostavljanje podataka o teretu *e-manifestom*, izdavanje naloga za isporuku kopnenim prijevoznicima, *e-prijavu* tereta te *e-podmirenje* svih računa: manipulativnih troškova, logističkih naknada i ležarina.

PCS uključuje i implementiranje AIS sustava za automatsko lociranje brodova koji omogućuje očitavanje pozicije broda, kursa, brzine, vremena dolaska u luku i drugih informacija obližnjim brodovima i lučkim obalnim ili nadzornim stanicama.

Luka Ploče prva je u Republici Hrvatskoj implementirala PCS, a Luka Rijeka dovršila ga je u siječnju 2022. godine. Pri potpisivanju ugovora o izradi i isporuci PCS-a luke Rijeka u opisu projekta bilo je navedeno da će projektiranje i izgradnja jedinstvenoga standardiziranoga informatičkog sustava lučke zajednice biti kompatibilni sa sustavom CIMIS (Hrvatski integrirani pomorski informacijski sustav) te da će se implementacijom PCS-a poboljšati efikasnost komunikacije između članova lučke zajednice. Ujedno će se izbjeći višestruki unos informacija, optimizirat će se distribucija i pravodobni prijem informacija te će se osigurati podaci od neovlaštenog dostupa⁴¹.

3.2.4. Sustav za poslovne funkcije

Sustav za poslovne funkcije (engl. *Corporate System*, CS) pomaže korporacijama da odrede organizacijsku strategiju poslovanja analiziranjem dobivenih podataka. Temeljne

⁴¹ Lučka uprava Rijeka, Novi investicijski ciklus, Veliki infrastrukturni projekti, 10.2019.
<https://www.hgk.hr/documents/03jaksicnovi-investicijski-ciklus2-10-20195d9dbeb9d1540.pdf> (11. 6. 2024.)

poslovne funkcije jesu: istraživanje i razvoj proizvoda, nabava, proizvodnja, prodaja, ljudski potencijali (zaposlenici), računovodstvo i financije te uprava (menadžment)⁴².

Podaci korišteni za izradu CS-a među ostalim sadrže izvješća poput⁴³:

- prihoda, rashoda i zaliha
- financijskih izvješća i bilance poslovanja
- izvješća o produktivnosti zaposlenika i njihovoj operativnoj sposobnosti
- izvješća o strategiji o tome kako bi konkurentna organizacija mogla djelovati te
- izvješća o kretanjima na tržištu i očekivanoj stopi rasta u tekućoj godini.

Informacijski sustavi u poslovnim sustavima podupiru i informacijski opslužuju poslovne procese i operacije, poslovno odlučivanje te razvoj i implementaciju natjecateljskih i konkurentnih poslovnih strategija⁴⁴.

Razvitkom informacijskih tehnologija informacijski sustavi povezuju se s poslovnim procesima pa su tako nastali informacijski sustavi za poslovne funkcije. Informatizacijom čitavog niza poslovnih aktivnosti, koje su tradicionalno obavljali ljudi, omogućuje se povećanje efikasnosti, prihoda i dobiti organizacije.

Prvi sustav koji podržava poslovne procese i tokove informacija te pruža izvješćivanje i analizu podataka za poboljšanje poslovnih performansi bio je sustav ERP, a njegovim proširenjem nastaju softveri za upravljanje odnosima s kupcima (engl. *Customer Relationships Management*, CRM) i upravljanje lancem opskrbe (engl. *Supply Chain Management*, SCM).

Pomorska industrija, koju karakterizira velika složenost poslovanja u međunarodnim okvirima, zahtijeva učinkovita softverska rješenja za upravljanje. Primjeri modula ERP sustava koji se koriste u pomorstvu jesu: upravljanje posadom, upravljanje *charterom*, upravljanje nabavom, financijsko računovodstvo itd. ERP sustavi posebno dizajnirani za pomorsku

⁴² Štefanić N. , Osnove menadžmenta, FSB U Zagrebu, 2012.
https://www.fsb.unizg.hr/atlantiss/upload/newsboard/03_04_2012__16719_Osnove_menadzmenta_-_Prof_Stefanic.pdf (17. 7. 2024.)

⁴³ CFI, What is Corporate Performance Management (CPM)?
<https://corporatefinanceinstitute.com/resources/management/corporate-performance-management-cpm/> (16. 6. 2024.)

⁴⁴ Poslovni informacijski sustavi.indb, Element d.o.o. <https://element.hr/wp-content/uploads/2020/06/unutra-13646.pdf> (28. 7. 2024.)

industriju mogu znatno poboljšati operativnu učinkovitost i profitabilnost dovodeći sve poslovne funkcije pomorske tvrtke na jednu platformu. Uz ERP sustav pomorske tvrtke mogu pristupiti podacima u stvarnom vremenu iz različitih odjela tvrtke.

Pomorska industrija podliježe brojnim propisima i standardima čije nepridržavanje može rezultirati velikim kaznama i nanijeti štetu ugledu tvrtke. ERP sustav pomaže tvrtkama u održavanju usklađenosti pružanjem značajki kao što su revizijska izvješća, izvješćivanje o usklađenosti i administrativno upravljanje. Na taj način sve su aktivnosti dokumentirane i lako dostupne, čime se olakšava usklađenost s regulatornim zahtjevima⁴⁵.

ERP moduli posvećeni upravljanju prijevozom omogućuju bolje planiranje rute za brodove te olakšavaju upravljanje voznim parkom.

Kadrovske službe za upravljanje posadom na brodovima i zaposlenicima na kopnu često koriste ERP modul u kojem postoje osobni podaci o zaposlenicima kao što su spol, dob, nacionalnost te podaci o radnom iskustvu i minulom radu. Moguće je pratiti platne liste i ocjene rada za sve zaposlenike.

Sustavi planiranog održavanja (engl. *Planned Maintenance System*, PMS) tehničkim odjelima omogućuju promatranje i održavanje bilo kojega industrijskog ili pomorskog postrojenja. Ti programi upućuju na vremenske intervale održavanja pojedinih dijelova brodova ili prijevozno-prekrcajnih sredstava kontejnerskih terminala te pomažu izračunati potrebnu količinu rezervnih dijelova⁴⁶.

Sustavi nabave prate na brodovima zalihe goriva, motornog ulja, vode, hrane za posadu te opreme na palubi ili u stroju. U slučaju da su zalihe pri kraju, sustav obavještava da se zalihe moraju odmah naručiti.

⁴⁵ Desphande A., Advantages of Implementing ERP System in Marine Industry, Focus 6./2023. <https://www.focussoftnet.com/blogs/advantages-of-implementing-erp-in-marine-industry> (28. 7. 2024.)

⁴⁶ Planned maintenance system for technical ship management – Ship Manager Technical, <https://www.dnv.com/services/planned-maintenance-system-for-technical-ship-management-shipmanager-technical-1509/> (28.7.2024)

3.2.5. Razvojni sustav

Razvojni sustav (engl. *Engineering System*) jest sustav za razvijanje i praćenje tehnoloških inovacija na prekrcajnim sredstvima i dijagnosticiranje kvarova⁴⁷.

Osnovna ideja razvojnog sustava je da se analiziraju prijašnja poboljšanja opreme za rukovanje kontejnerima na kontejnerskim terminalima kako bi se identificirali budući smjerovi koji se mogu koristiti za osmišljavanje i razvijanje inovacija. To podrazumijeva što bržu primjenu novih inovativnih tehnoloških mogućnosti u razvoju prijevozno-prekrcajnih sredstava kontejnerskih terminala. To je tehnika korištenja znanja iz različitih grana tehnike i znanosti u cilju uvođenja tehnoloških inovacija u sve faze planiranja razvoja nove prekrcajne opreme.

Na primjer, razvoj senzorske i navigacijske tehnologije omogućio je fizičko uklanjanje vozača/operatora iz prijevozno-prekrcajnih sredstava na kontejnerskim terminalima. Tim vozilima može se u potpunosti upravljati automatizirano putem kombinacije robotiziranih i daljinsko upravljanih radnih faza i to bez ljudskih grešaka. Implementacija novih tehnologija mora biti dobro analizirana kako bi se razmotrila njihova isplativost.

Pronalaženje novih tehnologija često predstavlja problem vezano za njihovu isplativost. Novi proizvodi s nedokazanom komercijalnom održivošću, poput umjetne opće inteligencije, pametnih robota ili pametnog radnog prostora često su komercijalno neisplativi.

Glavni svrha razvojnog sustava je predložiti novi model, koji istovremeno smanjuje trošak i zagađivanje okoliša.

3.2.6. Optičko prepoznavanje znakova

OCR Handling, odnosno sustav manipulacije i praćenja kontejnera temelji se na optičkom sustavu čitanja (engl. *Optical Character Reading, OCR*) tagova u svrhu pripreme kontejnera za prekrcaj⁴⁸. Primjena OCR-a djelomično je analizirana u potpoglavlju 3.1.2. Sustav kontrole ulaza na terminal i izlaza s terminala, a u potpoglavlju 4.2.2.3. pod naslovom Optičko prepoznavanje znakova OCR analizirana je OCR tehnologija.

⁴⁷ E. Tijan, A. Agatić, B. Hlača: Evolucija informacijsko-komunikacijskih tehnologija na kontejnerskim terminalima, Pregledni članak, Časopis Pomorstvo, str. 32.

⁴⁸ Ibidem

OCR sustavi obično se sastoje od pet osnovnih integriranih elemenata⁴⁹:

1. detekcije prisutnosti i pokretanja
2. snimanja slika
3. OCR softverskih algoritama za prepoznavanje uzoraka
4. aplikacije za upravljanje iznimkama i
5. elektroničke integracije podataka i komunikacija s drugim sustavima.

OCR sustav može biti integriran s drugim sustavima:

- *Gate* sustavima
- sustavima za vaganje kontejnera na dizalicama ili na ukrcajnim mjestima za kamione
- sustavima za praćenje položaja
- RFID sustavima te
- sustavima za očitavanje registarskih tablica vozila, identifikaciju vozača i sigurnosnim sustavima kontrole pristupa.

3.2.7. Sustav za kontrolu opreme

Sustav za kontrolu opreme definiran je kao softver koji nadgleda i kontrolira sve radnje i procese na razini opreme, bilo za jednu CHE (engl. *Container Handling Equipment*) jedinicu ili skupinu od više njih. ECS sustav ostvaruje povezanost između aplikacija s bazama podataka i opreme kontejnerskog terminala. ECS je u pravilu integriran s TOS-om. Omogućuje rad više poslužitelja. Posjedovanjem više poslužitelja sustav osigurava nesmetan rad ako dođe do kvara na jednom od njih. Time se isto omogućuje da ako se jedan poslužitelj izvadi iz mreže radi planiranog održavanja, to neće imati nikakav utjecaj na lučke operacije kontejnerskog terminala⁵⁰.

ECS podrazumijeva upravljanje i kontrolu prijevozno prekrcajnih sredstava kako bi se ona pripremila za ukrcaj i iskrcaj kontejnera te uključuje obavljanje početnih provjera opreme

⁴⁹ Pema, <https://www.pema.org/wp-content/uploads/2022/09/PEMA-IP4-OCR-in-Ports-and-Terminals.pdf> (21. 6. 2024.)

⁵⁰ KoneCranes, TEAMS Equipment Control System (ECS) <https://www.konecranes.com/port-equipment-services/operational-software-services/equipment-control-systems> (21. 6. 2024.)

koja je dostupna za rad, aktivaciju radnih redova za brodove ili praćenje rada opreme na slagaljštima. ECS podržava komunikaciju između širokog spektra opreme, npr. pokretnih mostnih dizalica, nosača kontejnera ili obalnih dizalica i dizalica na kontejnerskim skladištima. Sama oprema može biti autonomna, poluautonomna ili se njome može upravljati ručno.

3.2.8. Sustav za praćenje i kontrolu opreme

Računalni sustav za nadgledanje, sakupljanje i obrađivanje podataka u stvarnom vremenu (engl. *Supervisory Control and Data Acquisition*, SCADA) susreće se i na automatiziranim kontejnerskim terminalima. PLC (hardver) kontroler (engl. *Programmable Logic Controller*) izravno komunicira s uređajima kao što su senzori, ventili, pumpe i motori. Korisnici pristupaju podacima putem sučelja čovjek – stroj (engl. *Human-Machine Interface*, HMI) na SCADA softveru⁵¹.

SCADA sustav alarmima obavještava operatora o pojavljivanju pogreške ili kvara na opremi. Operator pauzira radnju i pregledava podatke sustava SCADA putem HMI-ja kako bi utvrdio uzrok problema. SCADA sustav ima sposobnost obavijestiti operatora o problemu i pomaže mu da ga riješi. SCADA sustavi mogu biti integrirani s ERP-ovima.

SCADA se može primijeniti u svim vrstama transporta, kao što su cestovni, željeznički, zračni ili pomorski prijevoz. Na primjer, SCADA se može koristiti za upravljanje prometom za praćenje i kontrolu prometnih signala, znakova i kamera kako bi se optimizirao protok prometa i poboljšala sigurnost. Također može koordinirati s hitnim službama, sustavima naplate cestarine i informacijama o vremenu. U željezničkom prometu SCADA može nadzirati i kontrolirati vlakove, tračnice, signale, skretnice i električno napajanje. U prijevozu putnika pruža informacije u stvarnom vremenu i putnicima i zaposlenicima. U zračnom prometu može nadzirati i kontrolirati zračne luke, zračni promet i navigacijske sustave. Također pomaže u upravljanju rukovanjem prtljagom, sigurnošću ili rasvjetom. U pomorskom transportu SCADA može nadzirati i kontrolirati luke, ustave (engl. *locks*), mostove i kretanje brodova⁵².

⁵¹ UpKeep, What is the difference between PLC and SCADA? <https://upkeep.com/learning/plc-vs-scada/> (1. 7. 2024.)

⁵² How can SCADA improve transportation system performance?, Systems Engineering, <https://www.linkedin.com/advice/0/how-can-scada-improve-transportation-system> (29. 7. 2024.)

SCADA sustavi važni su za lučke organizacije jer pomažu u održavanju učinkovitosti. Obradeni podaci zaposlenicima omogućuju da pravovremeno analiziraju pogreške i da donesu odluke kojima bi se ublažili ili u potpunosti spriječili zastoji. Omogućuju potpunu kontrolu svih skladišnih i prometnih procesa.

Na brodovima omogućuju nadzor mjerenja tankova, kontrolu pumpi i ventila i nadzor rada motora. Bilo koji brodski uređaj može se povezati u sustav, uključujući autopilot, GPS ili brodske dizalice.

3.2.9. Sustav za dizajniranje i analizu informacijsko-komunikacijskih tehnologija

Sustav za dizajniranje i analizu informacijsko-komunikacijskih tehnologija (engl. *Information Technologies-Analysis and Design*) jest sustav kojim se istražuju svi poslovni, sistemski, softverski i hardverski sustavi kako bi se analizirala podrška postojećim sustavima. Analizom postojećih sustava identificiraju se njihovi problemi. Na temelju rezultata provedenih analiza daju se preporuke za provedbu novih IT rješenja kako bi se dizajnirao novi sustav ili kako bi se zamijenio postojeći. Cilj je analize postojećih sustava i dizajna novih postizanje veće učinkovitosti u poslovanju.

Informacijska tehnologija postala je važan dio brzog i točnog prijenosa i obrade goleme količine podataka koje se obrađuju u međunarodnim prometnim tvrtkama i lučkim organizacijama. Pravilno upravljanje sustavima koji obrađuju te informacije i prenose ih onima koji upravljaju lučkim operacijama od ključne je važnosti za učinkovit transport kontejnera. Sustavi za praćenje kontejnera imaju visok prioritet među operativnim računalnim aplikacijama u lukama i na kontejnerskim terminalima. Zbog važnosti informacijske tehnologije i njezine uloge u poboljšanju operativnih sustava u rukovanju teretom neophodna su stalna istraživanja u području usavršavanja i moderniziranja svih sustava koji se koriste po kontejnerskim terminalima⁵³.

⁵³ Kia M., Shayan E., Ghotb F., The Important of Information Technology in Port Terminal Operations 4/2000 https://www.researchgate.net/publication/235254714_The_Important_of_Information_Technology_in_Port_Terminal_Operations (29. 7. 2024.)

3.2.10. Pomoćni sustav za upravljanje praznim odlagalištima i postajama za popravak kontejnera

Kontejnerska odlagališta zauzimaju važno mjesto u globalnom lancu opskrbe. Prazni kontejneri koji pripadaju lizing ili brodarskim kompanijama pohranjuju se na slagalištima kontejnera, a veći terminali imaju posebne depoe za slaganje praznih kontejnera.

Odlagališta kontejnera namijenjena su za ukrcaj robe u kontejnere koja će se zatim utovariti na brod. Osim što je mjesto pretovara, to je i stanica za održavanje kontejnera. Na njima se obavlja sljedeće⁵⁴:

- popravak i čišćenje kontejnera, inspekcija kontejnera prije utovara (obuhvaća vanjsku i unutarnju provjeru stanja kontejnera)
- fumigacija
- mjerenje prisutnosti štetnih plinova u unutrašnjosti kontejnera i
- provjera i održavanje instalacija kontejnera hladnjača.

Kontejnerska odlagališta mogu djelovati kao produženi dio luke poput satelitskog terminala zbog velike fleksibilnosti s radnim vremenom i pristupom. Povoljnije su mjesto za spremanje kontejnera u odnosu na lučke kontejnerske terminale. Kada je na terminalima velika gužva, prazni kontejneri slažu se u odlagališta praznih kontejnera te se mogu odvesti na lučki terminal izvan radnog vremena luke. ICD-i (engl. *Inland Container Depot*) uobičajeno su smješteni blizu luka ili u njihovu zaleđu, kao što je na primjer ICD u Kukuljanovu.

⁵⁴ DR Depots Rotterdam, <https://dr-depots.com/services/> (25. 6. 2024.)

4. PRAĆENJE KONTEJNERA

Nakon što naručitelj i prijevoznik sklope ugovor o prijevozu stvari morem, kontejner bi se trebao ukrcati na brod te bi po uvjetima ugovora trebao stići u određenu luku. Pritom često dolazi do kašnjenja isporuka koje mogu prouzrokovati štrajkovi lučkih radnika, vremenske neprilike ili kvarovi na infrastrukturi. Uz to, kontejnerski prijevoz često podrazumijeva dugačka putovanja i mnoštvo korisnika prijevoza uključenih u manipulacije kontejnerima. Teret u kontejnerima može biti ukraden ili oštećen u pomorskim nesrećama. Pri tome dolazi do promjene očekivanog vremena polaska (engl. *Expected Time of Departure*, ETD) a na temelju toga i do promjene očekivanog vremena dolaska (engl. *Expected Time of Arrival*, ETA) u luke odredišta. Praćenje kontejnera u stvarnom vremenu od iznimne je važnosti za pošiljatelje, uvoznike, brodare, logističke tvrtke i druge subjekte uključene u prijevoz kontejnera.

Softveri za praćenje kontejnera omogućuju točno informiranje o poziciji kontejnera i statusu kontejnera u realnom vremenu te pružaju informacije o ETD-u i ETA-u. Time je olakšan protok robe unutar logističkog lanca i lakše je predvidjeti dostavu kontejnera, a poboljšana je i optimizacija svih resursa u logističkom procesu. Ujedno je olakšano upravljanje rizicima povezanima s identificiranjem neovlaštenih aktivnosti i zagušenjima prometa koja uzrokuju kašnjenja, a umanjeni su i rizici od gubitka, krađe ili oštećenja tereta.

Mogućnost praćenja kontejnera ključna je za osiguravanje pravodobnih isporuka, minimiziranje gubitka tereta i optimiziranje cijeloga opskrbnog lanca. Međutim, da bi praćenje bilo moguće, važan element koji olakšava praćenje jest uvođenje digitalnih standarda. Status pošiljaka dijele i ažuriraju mnogi sudionici u prijevozu i oni ne moraju nužno koristiti iste sustave ili platforme. Iako podaci mogu biti dostupni na jednoj platformi, ako nisu usklađeni ili standardizirani, neće se moći prebacivati s jedne platforme na drugu. Tada na scenu stupaju digitalni standardi. Usklađivanjem podataka, u smislu terminologije, procesa i definicija, prevladavaju se komunikacijske blokade. Tada se informacije o teretu mogu neometano razmjenjivati radi poboljšane vidljivosti, informiranog donošenja odluka i boljega korisničkog iskustva⁵⁵.

⁵⁵ DCSA, Article, How to Track Containers: A Comprehensive Guide | DCSA, | 9. 2023., <https://www.dcsa.org/newsroom/how-to-track-containers> (13. 6. 2024.)

4.1. REFERENTNI KODOVI ZA PRAĆENJE KONTEJNERA

Najvažniji aspekt praćenja kontejnera jest broj koji se koristi za identifikaciju određenog kontejnera.

Postoji više načina praćenja kontejnera, a najčešći je preko *web*-mjestâ brodara. Da bi se kontejner mogao pratiti ovom metodom, potrebno je poznavati njegov referentni broj. Taj se broj unosi u sustav praćenja kako bi se dobila trenutna pozicija traženog kontejnera. Referentni broj može biti jedan od sljedeća tri jedinstvena identifikatora za praćenje brodskih kontejnera:

- identifikacijski broj kontejnera
- teretnica (engl. *Bill of Lading*, B/L) te
- broj rezervacije.

4.1.1. Identifikacijski broj kontejnera

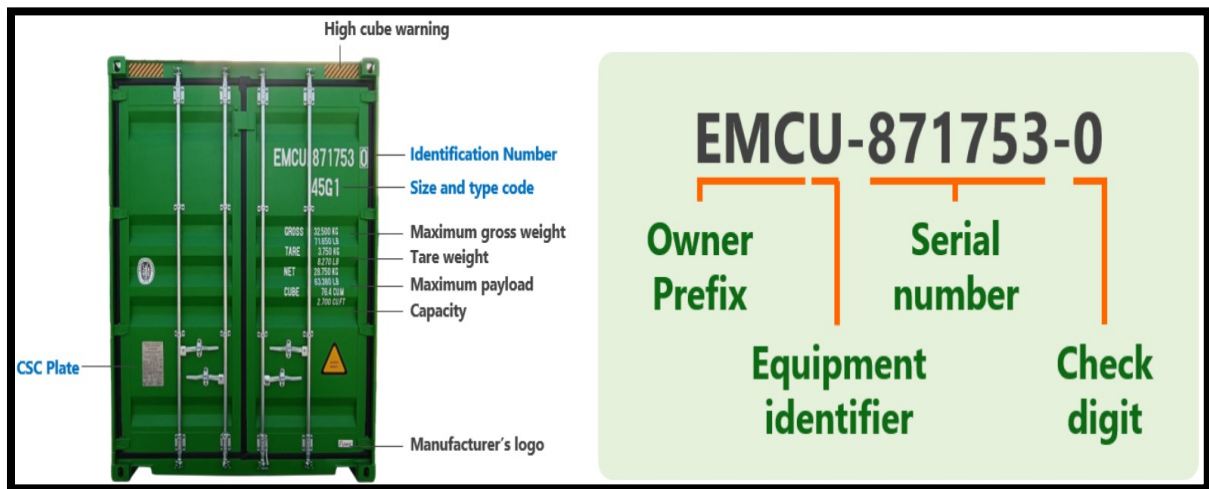
Međunarodna agencija BIC (Bureau International des Containers et du Transport Intermodal) koju je imenovao ISO izdaje jedinstvene vlasničke kodove koji su pohranjeni u registru prefiksa kontejnera. Ti alfanumerički kodovi slijede globalnu standardizaciju praćenja i označavanja ISO 6346 i osnova su za praćenje kretanja robe u logistici i upravljanje njime. Identifikacijski broj kontejnera omogućuje precizan nadzor praćenja pojedinog kontejnera, smanjujući pogreške i povećavajući učinkovitost logističkog lanca.

Identifikacijski broj kontejnera uključuje četiri slova i sedam arapskih brojki, podijeljenih na vlasnički (engl. *Owner Prefix*) i serijski broj (engl. *Serial Number*). Prva tri slova prefiksa označavaju operatora (brodara ili lizing tvrtku). Četvrto slovo identificira kategoriju opreme (engl. *Equipment Identifier*):

- U – za sve teretne kontejnere
- J – za odvojivu teretnu opremu i
- Z – za prikolice i šasijske.

Identifikator kategorije opreme pomaže u određivanju specifične vrste kontejnera, bilo da se radi o standardnim teretnim jedinicama, odvojivoj opremi ili prikolicama, što je ključno za odabir rješenja o rukovanju i skladištenju. Zadnjih sedam znamenki služi za identifikaciju

svakog kontejnera unutar pojedinog vlasnika. Taj se niz sastoji se od šest znamenki serijskog broja, a posljednja je kontrolna znamenka koja određuje točnost cijelog broja (slika 9.).



Slika 9. Identifikacijske oznake kontejnera

Izvor: EVERGREEN, Container Markings, https://www.evergreen-line.com/container/jsp/CNTR_ContainerMarkings.jsp (13. 6. 2024.)

Primjer: EMCU-871753-0

EMC: šifra vlasnika

U: Identifikator kategorije opreme (standardni teretni kontejner)

871753: Serijski broj

0: Kontrolna znamenka

4.1.2. Broj rezervacije

Broj rezervacije jedinstveni je identifikacijski kôd koji brodar ili špediter dodjeljuje određenoj pošiljci ili rezervaciji. Računalni sustav brodara generira broj rezervacije i dodjeljuje ga pošiljatelju. Svaki brodar ima svoj sustav rezerviranja teretnog prostora na brodu koji uključuje jedinstveni broj rezervacije kao referencu za praćenje u stvarnom vremenu i upravljanje pošiljkom tijekom cjelokupnog procesa prijevoza.

Rezervacija tereta sadrži informacije koje uključuju podatke o pošiljatelju i primatelju, polazištu, odredištu i specifičnostima rezervirane usluge prijevoza. Ima važnu ulogu u logističkim operacijama jer omogućuje svim dionicima praćenje statusa i tijekom pošiljki te tako olakšava koordinaciju između različitih strana uključenih u opskrbni lanac. Pomaže u

koordiniranju svih sekvenci prijevoza: u ukrcaju i iskrcaju tereta, planiranju i odabiru načina prijevoza i rješavanju bilo kakvih posebnih zahtjeva. Pružanjem zajedničke referentne točke broj registracije pojednostavljuje komunikaciju, rukovanje informacijama i dokumentacijom povezanom s teretom te tako pridonosi učinkovitosti i transparentnosti cjelokupnoga logističkog procesa. Broj rezervacije upisuje se na sve isprave, uključujući teretnice i fakture, povezujući svu dokumentaciju koja se odnosi na određenu pošiljku⁵⁶.

Kombinacija slova i brojki pojednostavljuje identifikaciju i praćenje određene pošiljke tijekom svih procesa logistike i otpreme. Brojevi rezervacije imaju različite formate i strukturu ovisno o prijevozniku ili pružatelju logističkih usluga.

Uzorak broja rezervacije može izgledati ovako: MSC1234568. U ovom primjeru MSC predstavlja inicijale brodske tvrtke MSC (Mediterranean Shipping Company), a 12345678 jest jedinstveni alfanumerički niz dodijeljen nekoj konkretnoj rezervaciji. Prema tome komponente broja rezervacije sastoje se od sljedećeg⁵⁷:

- prefiksa: uobičajeno se sastoji od kombinacije slova i predstavlja pomorsku tvrtku ili špeditera
- numeričkog niza, koji jedinstveno identificira određenu rezervaciju:
 - duljina numeričkog niza može varirati, ali općenito se kreće od 6 do 10 znamenki, primjerice 123456 ili 0001234567 i
 - ponekad je u numerički niz uključen i kontrolni broj koji se izračunava s posebnim algoritmom na temelju prethodnih znamenki.

4.1.3. Broj teretnice

Teretnica je isprava kojom brodar potvrđuje da je radi prijevoza na brod primio teret. Osim što predstavlja potvrdu o primitku tereta, teretnica je pisani dokaz o postojanju ugovora o prijevozu i vrijednosni papir koji simbolizira u njoj opisanu robu; njome se brodar obvezuje

⁵⁶ Sinay, Understanding shipping identification codes, 6.2024, <https://sinay.ai/en/understanding-shipping-identification-codes/> (14. 6. 2024.)

⁵⁷ Ibidem

prevesti teret u navedenoj količini, stanju i uvjetima te ga isporučiti na određitu zakonitom imatelju teretnice⁵⁸. Ima jedinstveni broj koji se može koristiti za praćenje.

Teretnica je osnovni dokument u pomorstvu, a svakoj teretnici dodijeljen je jedinstveni identifikacijski broj. Taj broj olakšava praćenje pošiljke, provjeru i upravljanje kontejnerom tijekom svih procesa prijevoza te služi kao dokaz sklopljenog ugovora između pošiljatelja i prijevoznika. Povijesno gledano koncept teretnice može se pratiti još od srednjeg vijeka kada se koristio za bilježenje primitka robe na brodovima. Tijekom stoljeća razvio se u standardizirani dokument neophodan za modernu logistiku, zakonski je usklađen, točno dokumentira teret i olakšava rukovanje robom u globalnim opskrbnim lancima.

Identifikacijski broj teretnice sastoji se od kombinacije slova i brojki koje jedinstveno identificiraju pošiljku. Poput brojeva rezervacije, brojevi teretnica često se razlikuju u formatu i za razliku od jedinstvenoga identifikacijskog broja kontejnera nemaju standardizirani format. Opis identifikacijskog broja za rezervaciju općenito se može primijeniti i za identifikacijski broj teretnice.

Neke tvrtke održavaju baze podataka o prethodnim pošiljkama, kojima se može pristupiti s pomoću broja teretnice, što je korisno za uvid u obrasce i poslovanje tvrtke.

4.1.4. Dekodiranje kodova

Korisnik aplikacije za praćenje kontejnera mora točno interpretirati razne kodove, a u tome mu pomažu metode za dekodiranje kodova. Dostupni su različiti alati i resursi koji olakšavaju dekodiranje identifikacijskih brojeva kontejnera, rezervacija i teretnica⁵⁹:

➤ *online* baze podataka:

- BIC baza podataka pruža opsežan registar kodova prijevoznika i dostupna je na internetu za brzu referencu i provjeru;

⁵⁸ Teretnica. *Pomorski leksikon (1990), mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2024. <https://pomorski.lzmk.hr/clanak/teretnica-isprava> (13. 6. 2024.)

⁵⁹ Sinay, Understanding shipping identification codes, 06.2024, <https://sinay.ai/en/understanding-shipping-identification-codes/> (14. 6. 2024.)

- *web*-mjesto brodarskih tvrtki nude *online* alate za praćenje s pomoću kojih korisnici mogu unijeti kodove rezervacije, kontejnera ili teretnice kako bi dobili detaljne informacije o isporuci;
- mobilne aplikacije:
 - BoxTech globalna je baza podataka koja pruža detaljne informacije o kontejnerima, uključujući status, specifikacije i vlasništvo;
- industrijske publikacije:
 - knjige i priručnici o logistici uključuju dijelove za dekodiranje i pružaju detaljna objašnjenja i primjere;
- *online* forumi i zajednice:
 - platforme poput LinkedIna, Reddita i specijalizirani forumi omogućuju uvide i savjete o dekodiranju kodova.

Svi navedeni resursi pružaju potrebnu podršku u praćenju pošiljaka i provjeri informacija o teretu te osiguravanju usklađenost.

Identifikacijski kodovi za otpremu osiguravaju besprijekorno praćenje, upravljanje i koordinaciju tereta širom svijeta svojim jedinstvenim identifikatorima pojednostavljaju transportne procese i potiču učinkovitu komunikaciju između svih dionika uključenih u transport tereta. S obzirom na količinu kontejnera koji su u optjecaju diljem svijeta, za prijevoz oko 2 milijarde tona tereta godišnje svakom kontejneru koji se koristi za prijevoz i skladištenje tereta dodjeljuju se jedinstveni identifikatori⁶⁰.

4.2. TEHNOLOGIJE PRAĆENJA KONTEJNERA

Loši uvjeti transporta uzrokuju oštećenja ili kvarenje proizvoda. Nedostatak pravodobnih informacija menadžerskim timovima otežava odabir u donošenju upravljačkih odluka, a to onda pridonosi nezadovoljstvu kupaca. Zahtjevi za poboljšanje sustava za praćenje neprestano se povećavaju, a kako bi se odgovorilo na te zahtjeve, neophodna je implementacija novih ICT tehnologija kojima će se pronaći nova rješenja za optimizaciju opskrbnog lanca.

Do prije nekoliko desetljeća koristili su se samo papirnati dokumenti i telefonski pozivi

⁶⁰ Ibidem

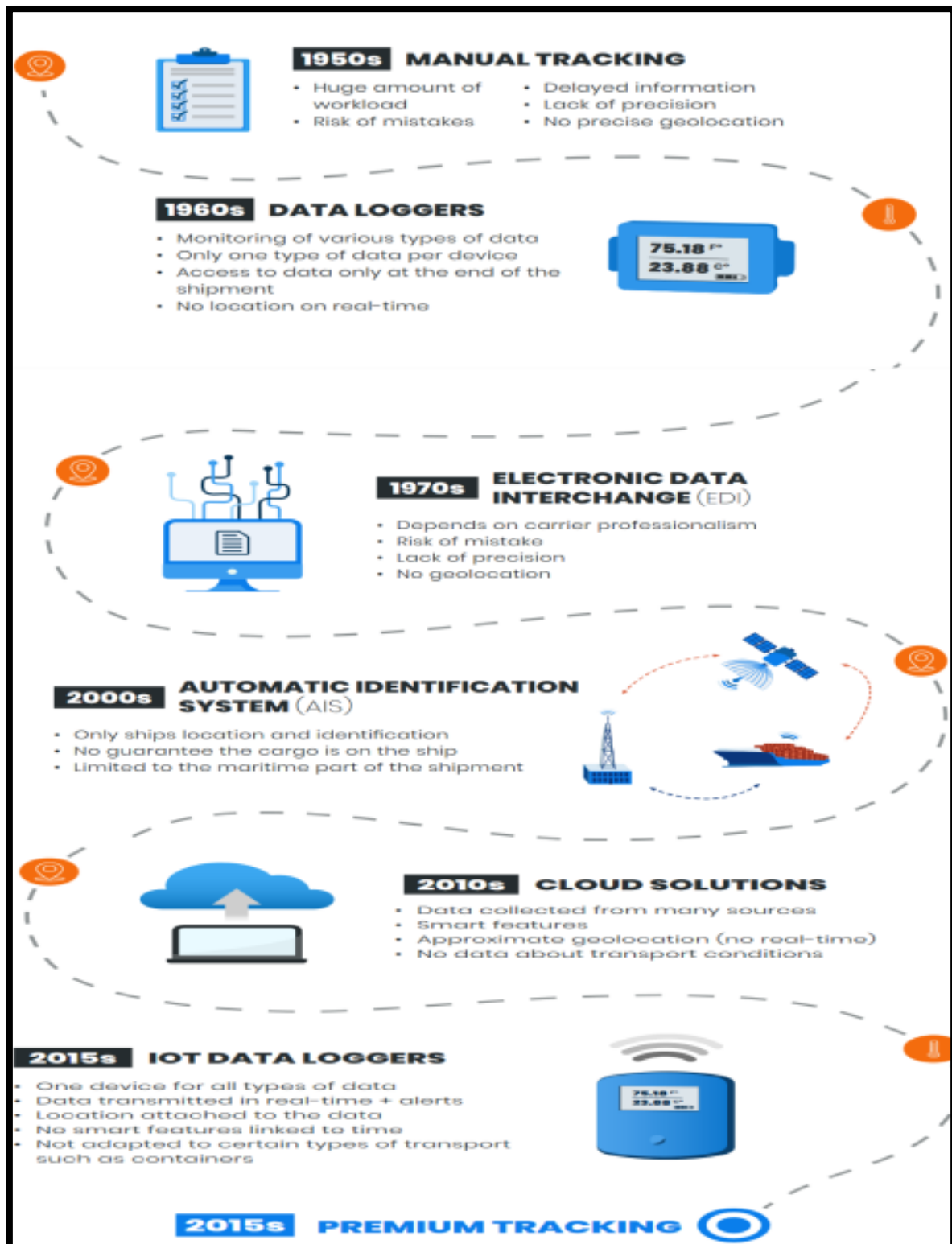
za međusobnu komunikaciju o statusu tereta. Pojave novih tehnologija zahtijevale su njihovu integraciju u prijevoz kontejnera i sustave za praćenje kako bi se išlo ukorak s ostalim industrijama.

Povijesni razvoj tehnologija za zapisivanje podataka u praćenju kontejnera prikazan je na slici 10.:

- 1950-e: za praćenje kontejnera koristili su se papirnati dokumenti. Rukovanje velikom količinom dokumenata bio je intenzivan posao koji je zahtijevao veliku količinu radne snage. Takav način poslovanja bio je podložan pogreškama i bio je neprecizan. Važne informacije o kretanju tereta kroz logističke lance kasnile su, a u slučaju izvanrednih događaja nije bilo moguće odrediti preciznu geolokaciju;
- 1960-e: pojavljuju se prvi elektronički zapisivači podataka (engl. *data loggers*). Mogli su pratiti više vrsta podataka, no svaki uređaj mogao je pratiti samo jednu vrstu podataka. Očitavanje podataka nije bilo dostupno u stvarnom vremenu, već samo na kraju prijevoza;
- 1970-e: pojavljuje se sustav za elektroničku razmjenu podataka, EDI. EDI sustavi značajno su olakšali razmjenu podataka, međutim nisu bili široko prihvaćeni među svim dionicima logističkog lanca, a ujedno su bili podložni pogreškama i nisu omogućavali razmjenu podataka u stvarnom vremenu;
- 2000-e: automatski identifikacijski sustavi AIS omogućuju identifikaciju brodova (naziv broda, brzinu, kurs itd.). AIS je sustav za praćenje brodova i pomorskog prometa kratkog dometa. Prijem signala može biti između 20 i čak do 350 nautičkih milja u slučaju odgovarajućih atmosferskih uvjeta. Međutim, smatra se da prosječan radijus prijema iznosi 40 Nm⁶¹. Ne može pružiti podatke o teretu;
- 2010-e: računalstvo u oblaku omogućuje pristup podacima koji više nisu smješteni samo na računalima. Podaci se mogu prikupiti iz više izvora, omogućuju pametne funkcije i dobivanje približnih geolokacija, ali nisu dostupni podaci o uvjetima transporta;
- 2015-e: pojavljuju se IoT zapisivači podataka čiji senzori očitavaju više podataka, primjerice temperaturu i vlažnost. Očitani podaci prenose se u stvarnom vremenu i omogućuju geolociranje, a u slučaju očitavanja nedopuštenih vrijednosti pojavljuju se

⁶¹ AIS (Automatic Identification System) overview, NATO Shipping Centre, 2021. <https://shipping.nato.int/nsc/operations/news/2021/ais-automatic-identification-system-overview> (31. 8. 2024.)

alarmi. Daljnjim razvojem IoT zapisivača podataka omogućuju se pametne funkcije i njihova implementacija u kontejnerskom transportu.



Slika 10. Povijesni razvoj tehnologija za praćenje kontejnera

Izvor: TRAXENS, Free ebook, Visibility ebook <https://www.traxens.com/ebooks/freight-forwarders-visibility-guide-upgrading-your-services-with-premium-freight-tracking> (13. 6. 2024.)

Praćenje kontejnera doživjelo je snažnu preobrazbu integracijom naprednih informacijsko-komunikacijskih tehnologija. Nove tehnologije transformirale su *online* praćenje kontejnera. Od tradicionalnih metoda do GPS praćenja, IoT senzora i lanca blokova ili rješenja s primjenom umjetne inteligencije, usvajanje novih inovativnih tehnologija značajno je unaprijedilo logistiku. Omogućena je vidljivost tereta u svim procesima transporta u stvarnom vremenu. Optimizirana je učinkovitost i poboljšana je sigurnost u prijevozu kontejnera.

Stalni napredak tehnologija doveo je do rješenja koja omogućuju visoku razinu preciznosti i pouzdanosti u praćenju tereta na globalnoj razini. Ta je transformacija izravan odgovor na povećanu potražnju dionika u pomorstvu i logističkom sektoru za točnim informacijama o njihovim pošiljkama u stvarnom vremenu.

Kako tehnologije napreduju za očekivati je da će se praćenje kontejnera i dalje razvijati, potičući poboljšanja u upravljanju opskrbnim lancem i globalnoj trgovini.

4.2.1. Tradicionalni sustavi za praćenje kontejnera

Praćenje kontejnera u začecima kontejnerizacije uvelike se oslanjalo na ručno ispisivanje velikog broja dokumenata. Desetljećima su se pošiljatelji oslanjali na ručno praćenje i telefonsku komunikaciju kako bi dobili obavijesti o lokaciji i statusu njihovih kontejnera. Sva dokumentacija rađena je na papiru, a podaci su se unosili ručno. Takvo dokumentiranje o statusu kontejnera pri njegovu kretanju kroz transportni lanac, od pošiljatelja do primatelja i korištenjem više vrsta prijevoza, bio je radno intenzivan proces, sklon pogreškama. Budući da nije bilo ažuriranja u stvarnom vremenu, između događaja koji se dogodio s pošiljkom i pristigle obavijesti o novom statusu kontejnera prošlo bi puno vremena.

Konstantnim povećanjem kontejnerskog prijevoza u posljednjih nekoliko desetljeća drastično se povećao kapacitet kontejnerskih brodova, a to je zahtijevalo povećanje kontejnerskih terminala ili njihovu reorganizaciju te je posljedično raslo i opterećenje na tradicionalne sustave za praćenje kontejnera što je opet povećavalo napore u pronalaženju novih rješenja. Implementacija novih tehnoloških rješenja u sustave za praćenje kontejnera i općenito u sve procese prijevoza nametala se kao obaveza kako bi se opstalo u poslovanju.

4.2.1.1. Crtični kôd

Crtični kôd ili bar-kôd (engl. *barcode*) jest oblik označavanja proizvoda nizom crnih i bijelih linija koje su strojno lako čitljive. Nakon ispisa i označavanja proizvoda oznake se

optički očitavaju (skeniraju) preko čitača crtičnog koda. Koriste se u procesu identifikacije proizvoda, vozila, vagona, paketa, robe ili otpremnih kontejnera u procesu bilo kakvog kretanja/prolaska kroz određeno područje. Koriste se svugdje gdje treba nešto brzo prepoznati, a najčešći slučajevi primjene crtičnih kodova jesu na proizvodima u prodavaonicama. Crtični kodovi najosnovnija su i najjeftinija metoda označavanja proizvoda.

Uvođenje crtičnih kodova bilo je revolucijski korak koji je iz temelja promijenio fizičke distribucijske sustave. Danas je iznimna rijetkost pronaći proizvod koji nema crtični kôd, a prednost crtičnih kodova jest što su čitači optičkih crtičnih kodova povoljni i ne zahtijevaju velike financijske izdatke. Međutim, crtični kodovi imaju sljedeće nedostatke:

- mogu se očitavati samo iz vidnog polja;
- lako ih je falsificirati i
- oznake crtičnog koda lako se oštete (s mogućnošću oštećenja papirnatih naljepnica, crtični kodovi mogu biti nečitljivi i neučinkoviti).

Kod crtičnih kodova razlikuju se crtični kodovi za otpremu i crtični kodovi proizvoda. Crtičnim kodovima za otpremu prati se i upravlja logistikom otpremnih paketa te se tako olakšava praćenje kretanja zaliha kroz opskrbni lanac. Crtičnim kodovima proizvoda olakšava se praćenje lokacije i identifikacija pojedinačnih proizvoda. Njihova primjena najčešća je u skladištima, a pomažu u poboljšanju učinkovitosti skladišnog poslovanja i sustava zaliha.

Crtični kodovi za otpremu mogu se općenito kategorizirati u dvije glavne vrste: 1D (jednodimenzionalni) i 2D (dvodimenzionalni) crtični kodovi. Svaki tip ima posebne primjene u slanju i odabire se na temelju količine podataka koje treba kodirati i dostupnog prostora na objektu koji treba označiti. Format crtičnog koda za otpremu definira strukturu i vrstu informacija koje može kodirati, igrajući ključnu ulogu u učinkovitosti i pouzdanosti praćenja pošiljaka. Općenito se razlikuju sljedeći formati crtičnih kodova⁶²:

- alfanumerički format: mogu kodirati slova i brojeke i služe za kodiranje složenih podataka;
- numerički format: isključivo kodiraju brojeve i

⁶² Triton, What is a Shipping Barcode? – A Complete Explanation, 4.2024 <https://tritonstore.com.au/what-is-a-shipping-barcode/> (24. 6. 2024.)

- *Data Matrix* format: vrsta 2D crtičnog koda koji može kodirati informacije numerički i u obliku teksta unutar maloga kvadratnog formata. Vrlo su učinkoviti u pogledu prostora.

Postoje sljedeće vrste 1D crtičnih kodova (slika 12. lijevo)⁶³:

- kodabar (engl. *Codabar*): starija vrsta crtičnog koda koji se još uvijek koristi u nekim područjima otpreme i upravljanja zalihama;
- GS1-128: koristi se za označavanje logističkih jedinica koje se pojedinačno isporučuju u globalnoj logistici opskrbnog lanca;
- serijski otpremničko-kontejnerski kôd (engl. *Serial Shipping Container Code*, SSCC) jedinstveni je 18-znamenkasti broj koji se koristi za identifikaciju logističkih jedinica, kao što su palete, kartoni i paketi diljem opskrbnog lanca;
 - omogućuje standardiziranu metodu za jasno identificiranje svake jedinice za otpremu kod različitih prijevoznika u različitim regijama;
- Interleaved 2 of 5 (ITF): kompaktni numerički crtični kôd koji se često koristi u skladištenju i distribuciji, za kodiranje parova brojeva u formatu koji zahtijevaju uže crtične kodove;
- Code 128: koristi se u otpremi i pakiranju zbog mogućnosti kodiranja podataka visoke gustoće, primjerice za kodiranje serijskih brojeva, brojeva proizvoda i drugih podataka o otpremi.

Najčešće korišteni 2D crtični kodovi jesu (slika 12. desno):

- kodovi za brzi odgovor (engl. *Quick Response Codes*, QR) najrasprostranjeniji su 2D crtični kodovi. QR kodovi lako se i brzo očitavaju i imaju veliki kapacitet pohrane na maloj površini. Mogu se očitavati i preko aplikacija pametnih telefona pa su popularni u marketingu za dohvaćanje URL adresa. Mogu kodirati i japanske znakove. Koriste se u raznim aspektima otpreme i logistike;
- *Data Matrix*: slični su QR kodovima i imaju manji kapacitet pohrane, ali su veće gustoće i omogućuju veću pohranu informacija na manjem prostoru. Koriste se za označavanje malih predmeta sa značajnom količinom podataka poput datuma isteka proizvoda, serijskih brojeva itd. Upotreba GS1 *Data Matrix* koda česta je u zdravstvu i farmaciji. Europska

⁶³ Ibidem

regulatorna tijela obvezuju njegovo korištenje na svim receptnim lijekovima i medicinskim proizvodima na tržištu Europske unije;

- PDF417: može kodirati velike količine podataka, uključujući fotografije i otiske prstiju. To je jedan od najčešće korištenih 2D crtičnih kodova u logistici i transportu. Koriste se za identifikaciju vozačkih dozvola i ID dokumenata;
- MaxiCode: osmišljen je posebno za razvrstavanje i praćenje paketa tijekom otpreme. Omogućuje kodiranje poštanskog broja, državnog koda i klase paketa te tako olakšava brzo i točno sortiranje i dostavu pošiljaka diljem svijeta.

Za ispis crtičnih kodova za otpremu bitno je koristiti materijal za naljepnice koji je izdržljiv i prilagođen uvjetima slanja s kojima će se objekt koji treba označiti suočiti. Danas se koriste naljepnice od poliestera ili polipropilena zbog njihove otpornosti na vodu, vremenske uvjete i habanje. Laserski tiskane čelične i aluminijske oznake podnose još teže procese, a koriste se u metalnoj, automobilskoj, naftnoj i plinskoj industriji. Vanjsko označavanje brodskih kontejnera crtičnim kodovima nije se široko implementiralo u sustave praćenja brodskih kontejnera. Sustavi s crtičnim kodovima uobičajeno se koriste za identifikaciju proizvoda na prijelaznim točkama kao što je otprema robe, primanje ili naplata te podrazumijevaju ručno skeniranje, a to bi zahtijevalo dugotrajan ljudski rad za skeniranje velikog broja kontejnera na kontejnerskim terminalima. S druge strane, RFID tehnologija omogućuje automatizirano skeniranje bez potrebe za ljudskom intervencijom. Podaci se dobivaju kontinuirano i time su ažurniji. Neuključivanje čovjeka u proces očitavanja podrazumijeva da su takvi sustavi jeftiniji te da će se izbjeći faktor ljudskih grešaka. Crtični kodovi zahtijevaju vidljivost kako bi se mogli skenirati, dok se RFID oznake mogu očitati u bilo kojem položaju dokle god su u dometu čitača. Implikacije ovih karakteristika podrazumijevaju da će RFID očitavanja biti brža, a podaci s više oznaka moći će se istovremeno vidjeti na računalu, za razliku od crtičnih kodova koji se očitavaju jedan po jedan. Teret ukrcan u različita prijevozna sredstva kod RFID sustava očitati će se automatski te neće biti potrebe za njegovim razvrstavanjem u odnosu na očitavanja crtičnim kodovima gdje oznaka mora biti vidljiva skeneru. Očitavanje crtičnim kodovima otežano je vremenskim nepogodama, a crtični kodovi podložni su prljavštini i oštećenjima koja ometaju očitavanja. Sustavi numeriranja koji se koriste kod crtičnih kodova općenito su ograničeni na proizvođača i identifikaciju vrste proizvoda te ne sadržavaju jedinstveni identifikacijski ili serijski broj. Bez jedinstvenog

identiteta nije moguće povezati informacije s određenim fizičkim proizvodom. Najvjerojatnije je da će sustavi s crtičnim kodovima i RFID sustavi i dalje koegzistirati⁶⁴.

4.2.2.2. EDI

Elektronička razmjena podataka EDI standardizirana je metoda razmjene poslovnih dokumenata između dvije strane (tvrtke) korištenjem standardnoga elektroničkog formata.

EDI je prvi put uveden u opskrbne lance kasnih 1960-ih, kada je razvijen oblik elektroničke komunikacije za slanje pošiljaka američkoj vojsci. Gotovo istovremeno u UK-u razvijen je sličan elektronički standard. Budući da ti standardi nisu bili kompatibilni, bilo je potrebno razviti jedinstveni standard. EDI je tek ranih 1990-ih postigao široko rasprostranjenu integraciju u opskrbne lance te se smatra jednim od pokretača rane globalizacije u svjetskoj trgovini. Umjesto oslanjanja na spore poštanske usluge EDI je omogućio trenutačnu komunikaciju na daljinu u eri prije interneta te je uspješno zamijenio papir strukturiranim, pojednostavljenim elektroničkim prijenosom podataka⁶⁵.

Izvornim EDI-jem, prije pojave interneta, u pravilu se moglo komunicirati preko mreže s dodanom vrijednošću (engl. *Value Added Network*, VAN) zasebnim pružateljem usluga (engl. *provider*) kojeg se može definirati kao sponu između različitih korisnika EDI-ja.

Najčešće vrste EDI-ja jesu⁶⁶:

- Izravni EDI (engl. *Point-to-Point*): naziva se i EDI od točke do točke, a uspostavlja jedinstvenu vezu između dva poslovna partnera. Koristi pojedinačni pristup povezivanja. Najčešće se koristi između većih kupaca i dobavljača s puno dnevnih transakcija;
- EDI putem VAN-a ili pružatelja EDI mrežnih usluga: alternativa izravnom EDI modelu jest pružatelj EDI mrežnih usluga, koji se u eri prije interneta nazivao mreža s dodanom vrijednošću (VAN). Umjesto postavljanja i održavanja izravne veze između svih partnera u opskrbnom lancu, svi oni međusobnu vezu jednostavno održavaju posredstvom VAN-a. To pojednostavljuje upravljanje, a pružatelji VAN usluga pružaju podršku u širokom rasponu

⁶⁴ McFarlane D., Sheffi Y., The Impact of Automatic Identification on Supply Chain Operations, <https://web.mit.edu/sheffi/www/selectedMedia/genMedia/sheffi-McFarlane.pdf> (25. 6. 2024.)

⁶⁵ X-Change, EDI Shipping & Logistics: What it is and How it Works, 11/2021 <https://www.container-xchange.com/blog/edi-shipping/> (26. 6. 2024.)

⁶⁶ EDI Basics, <https://www.edibasics.com/types-of-edi/> (27. 6. 2024.)

protokola i standarda. EDI VAN jest privatna mrežna usluga treće strane koja djeluje kao posrednik, konsolidirajući i premještajući EDI podatke između poduzeća. VAN je posebno učinkovit kada postoji više trgovinskih partnera koji koriste različite protokole za prijenos datoteka. To prijenos podataka velikih razmjera čini učinkovitijim i sigurnijim;

- EDI putem AS2 - AS2 (engl. *Applicability Statement 2*): internetski komunikacijski protokol koji omogućuje siguran prijenos podataka putem interneta. Za uspostavljanje AS2 veze potrebna su dva računala, poslužitelj i klijent. Oba se spajaju na internet putem veze od točke do točke. Za prijenos željenih podataka AS2 kreira „omotnicu” koja omogućuje siguran prijenos putem interneta korištenjem digitalnih certifikata i enkripcije;
- EDI putem FTP/VPN, SFTP, FTPS - FTP preko VPN-a, SFTP i FTPS često su korišteni komunikacijski protokoli za razmjenu EDI dokumenata putem interneta. Bilo koji od njih može se koristiti za izravno povezivanje s poslovnim partnerima (izravni EDI) ili putem pružatelja EDI mrežnih usluga;
- *Web* EDI: za razliku od EDI-ja putem AS2 koji koristi komunikacijski protokol, *Web* EDI koristi standardni internetski preglednik. Organizacije koriste različite *online* obrasce za razmjenu informacija s poslovnim partnerima. *Web* EDI čini EDI lakim i pristupačnim za male i srednje organizacije i tvrtke koje imaju samo povremenu potrebu za korištenjem takve usluge. Često radi u kombinaciji s VAN-om, ali je posebno definiran EDI obrascima za unos koji se prikazuju kao jednostavne HTTP stranice. To manjim dobavljačima bez EDI sustava olakšava suradnju s većim poduzećima koja zahtijevaju standardnu EDI komunikaciju. Jednostavniji pristup koji se temelji na *webu*, infrastruktura koja se temelji na oblaku i jednostavnost implementacije znače da *Web* EDI pruža standardnu EDI funkcionalnost uz dodatnu prednost lakše pristupačnosti;
- mobilni EDI: korisnici tradicionalno pristupaju EDI-ju putem privatne mreže kao što je VAN ili internet kako bi slali i primali poslovne dokumente povezane s EDI-jem. Mobilni EDI nije imao široku rasprostranjenost, najviše zbog sigurnosnih problema s mobilnim uređajima u EDI infrastrukturi, ali i zbog ograničenja dostupnosti mobilnih uređaja. Kvaliteta zaslona i veličina uređaja bili su neprikladni, ali kako se softverske aplikacije mobilnih uređaja naglo razvijaju, samo je pitanje vremena kada će se EDI povezane aplikacije moći instalirati putem privatnih ili korporativnih trgovina aplikacijama;
- EDI *Outsourcing* (također poznat kao *B2B Managed Services* i *B2B Outsourcing*): omogućuje tvrtkama korištenje vanjskih stručnih resursa za svakodnevno upravljanje njihovim EDI okruženjem. Najviše ga koriste tvrtke koje žele integrirati EDI sa svojim poslovnim sustavima poput platformi za planiranje resursa poduzeća ERP (upravljanje

resursima poduzeća odnosi se na vrstu softvera koji organizacije upotrebljavaju za upravljanje svakodnevnim poslovnim aktivnostima). Mnoge tvrtke ne žele koristiti svoje interne resurse za poduzimanje te tekuće vrste posla pa ga umjesto toga prepuštaju vanjskim suradnicima.

Odabir vrste EDI-ja ovisi o veličini tvrtke, poslovnim potrebama, budžetu i tehničkoj opremljenosti.

U današnje vrijeme sve se češće uvodi hibridni EDI. Hibridni EDI znači mogućnost korištenja izravne i neizravne EDI integracije. Na primjer, tvrtka može koristiti VAN za neizravne EDI transakcije prilikom slanja nekih dokumenata, dok za druge dokumente koristi izravnu EDI integraciju. Izravna EDI integracija znači da se internet koristi za izravne veze između ERP-a i trgovačkih partnera. Koriste ga velike organizacije koje svakodnevno prenose goleme količine podataka. Neizravna EDI integracija uključuje razmjenu poslovnih informacija između ERP-a i trgovačkih partnera korištenjem EDI VAN-a. VAN pretvara neobrađene podatke u EDI podatke i usmjerava ih do krajnje točke primatelja s pomoću EDI komunikacijskog protokola⁶⁷.

EDI je dragocjen alat za optimizaciju uvoznih i izvoznih operacija u lukama. Protoci informacija koji nastaju zbog kretanja tereta u lukama i angažmana različitih javnih i privatnih dionika zahtijevaju sigurnu razmjenu dokumenata pomorskog prometa.

U pomorskoj industriji EDI sustav za otpremu pomaže u upravljanju dokumentacijom:

- narudžbenica i rezervacija
- teretnica
- dokumenta povezanih sa skladištenjem robe
- dostave
- carinskih manifesta
- dokumenta inventara
- dokumenta o statusu otpreme
- dokumenta za plaćanje usluga te

⁶⁷ CIN 7, Electronic Data Interchange (EDI) what is it and how it can improve the operation of your business 10/2022 <https://www.cin7.com/blog/electronic-data-interchange-edi-what-is-it-and-how-it-can-improve-the-operation-of-your-business/> (26. 6. 2024.)

- faktura i obavijesti o isporuci.

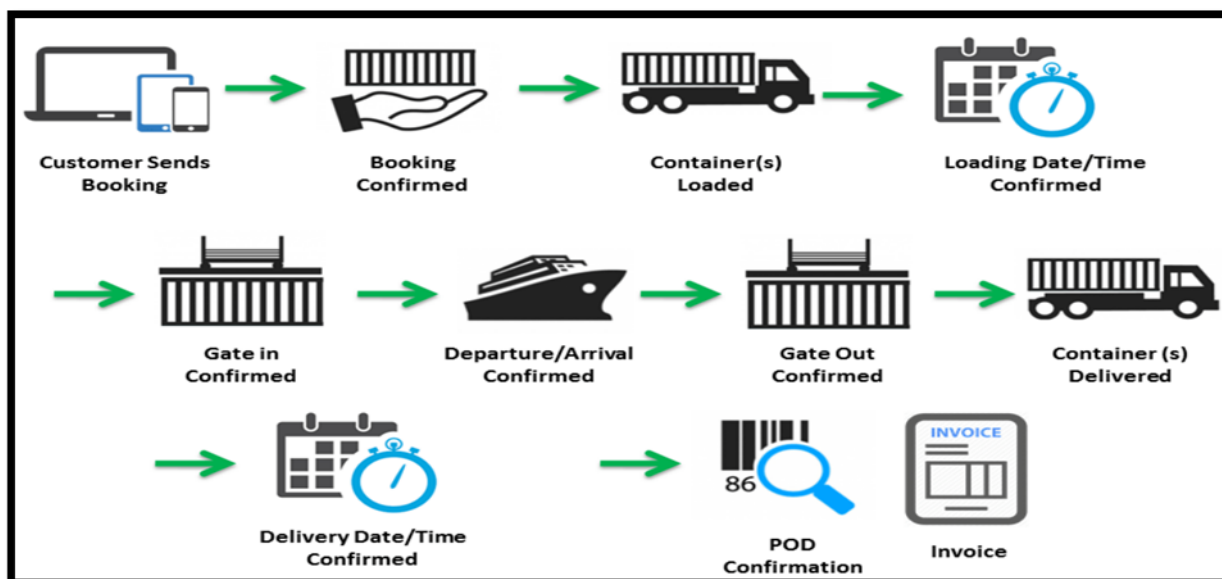
EDI rješenja pojednostavljaju razmjenu navedenih dokumenata, pospješujući integraciju informacijskih sustava u svim tvrtkama uključenima u logistički lanac, optimizirajući rad i vrijeme procesa upravljanja.

Primijenjeno na pomorski promet prednosti EDI-ja uključuju sljedeće⁶⁸:

- olakšavaju se vidljivost i praćenje tereta;
- skraćuje se vrijeme čekanja tereta (brod, terminali, carina);
- skraćuje se vrijeme zaustavljanja broda;
- olakšava se organizacija skladišnog prostora (terminali, skladišta, itd.);
- pojednostavljena je i povećana sigurnost upravnog postupka;
- smanjuju se pogreške automatskim generiranjem informacija;
- poboljšava se kontrola informacija, a time i tereta;
- integrira se cjelokupna intermodalna operacija more – luka – kopno u jedan komunikacijski tok i
- omogućuje se prilagodba strukture slanja poruka prema novim sektorskim zakonima, tehničkim zahtjevima itd.

U pomorskom prijevozu sudjeluju različiti dionici, od kojih svaki ima određenu funkciju u logističkom lancu: otpremnici, brodari, primatelji, zaposlenici terminala, kopneni prijevoznici, lučka uprava, carina itd. Svi oni tijekom logističkih procesa razmjenjuju različite dokumente i poruke specifične za pomorsku industriju (slika 11.). EDI sustavi svim uključenim stranama omogućuju razmjenu transakcija putem sigurnog prijenosa poruka dizajniranih za automatsku integraciju u sustave upravljanja.

⁶⁸ EDICOM, EDI as a Tool for Change for the Shipping and Port Industries, 10./2018.
<https://edicomgroup.com/blog/edi-as-a-tool-for-change-for-the-shipping-and-port-industries> (27. 6. 2024.)



Slika 11 EDI sustav tvrtke Eucon

Izvor: EUCON https://www.eucon.nl/wp-content/uploads/2020/03/Eucon_EDI_Flowchart.png

Primjer uputa za rezervaciju putem razmjene poruka između špeditera i primatelja koji špediterima i pošiljateljima omogućuje da zatraže rezervaciju prostora od brodskih kompanija i da dobiju relevantne odgovore. Primjer tijeka rezervacije temelji se na razmjeni EDIFACT poruka⁶⁹:

1. špediter traži od primatelja ili broдача da rezerviraju prostor koristeći IFTMBF (engl. *International Forwarding and Transport Message Firm Booking*) poruku za rezervaciju;
2. primatelj potvrđuje rezervaciju kod otpremnika koristeći IFTMBC (engl. *International Forwarding and Transport Message Booking Confirmation*) poruku;
3. špediter šalje upute za rezervaciju s IFTMIN (engl. *International Forwarding and Transport Message – Instructions*) porukom primatelju i
4. nakon ukrcaja tereta primatelj izdaje nacrt teretnice otpremniku koristeći IFTMCS (engl. *International Forwarding and Transport Message Contract Status*).

Za razmjenu poruka između broдача i lučke kapetanije pri traženju dozvole za pristajanje koristiti će se BERMAN (engl. *Berth Management*) poruka.

⁶⁹ Ibidem

Poruke između primatelja i terminala koje primateljima omogućuju da pošalju popise rukovanja teretom od broda do terminala s odgovarajućom potvrdom primitka razmjenjivat će se COPRAR (engl. *Container discharge/loading order*) porukama, a kada terminal završi ukrcaj, primatelju šalje poruku s detaljima obavljenog posla COARRI (engl. *Container discharge/loading report*) porukama.

Obrasci koji se koriste za razmjenu dokumenata s carinom⁷⁰:

- manifesti tereta: dokument koji sadrži detaljan popis robe, a sastoji se od opisa tereta i komercijalnih podataka koje primatelj šalje lučkoj upravi pomoću poruka:
 - IFCSUM (engl. *International forwarding and consolidation summary*) i CUSCAR (engl. *Customs Cargo*) i
 - odgovor Carinarnice prenosi se porukom CUSRES (Customs Response)
- carinska deklaracija: obrazac koji otpremnik podnosi Carinskom uredu:
 - jedinstvena carinska isprava šalje se s pomoću poruke CUSDEC (carinska deklaracija) i
 - carinski ured izdaje i šalje obrazac za otpust ako prijavljena roba ne mora proći dokumentarnu ili fizičku provjeru
- obavijesti o odobrenju: obrazac kojim carina obavještava Lučku kapetaniju o obavljenim carinskim deklaracijama i sadržaju na koji se one odnose (šalje se pomoću CUSRES-a).

4.2.2.3. Optičko prepoznavanje znakova

Optičko prepoznavanje znakova (OCR) tehnologija je automatizirane identifikacije i prikupljanja podataka (engl. *Automated Identification and Data Collection, AIDC*). Široko se primjenjuje primjerice za skeniranje dokumenata, sigurnosne kontrole u zračnim lukama ili za naplatu cestarina.

Na kontejnerskim terminalima OCR se koristi za automatiziranu identifikaciju kontejnera ili prijevoznih sredstava. Osnovni je koncept OCR-a jednostavan. Objekt koji treba biti identificiran, na primjer serijski broj kontejnera ili registarska pločica kamiona, treba biti vidljiv nekom uređaju za snimanje. Proces snimanja zajednički je svim OCR aplikacijama. U

⁷⁰ Ibidem

sekundarnom procesu specijalizirani softver ispituje snimljenu digitalnu sliku te izdvaja unaprijed određene uzorke. Prepoznati uzorci sastavljaju se kako bi se prepoznao objekt sa slike. Uz prepoznavanje identifikacijskih oznaka OCR se sve više koristi i za snimanje stanja same opreme. Ključna je prednost OCR-a u tome što pruža pouzdanu metodu identifikacije, bez potrebe za instalacijom dodatne oznake ili identifikatora na kontejner ili kamion.

Povećana primjena OCR sustava blisko je povezana s napretkom u tehnologiji fotoaparata i algoritmima za obradu slike. Rani OCR sustavi bili su ograničeni u svojoj točnosti zbog poteškoća izazvanih lošim osvjetljenjem ili zbog nemogućnosti da se snime identifikacijski brojevi kontejnera na vozilima koja se brzo kreću. Današnji OCR sustavi koriste kamere visoke razlučivosti koje mogu snimiti jasne slike čak i pod izazovnim uvjetima. Te se slike zatim obrađuju s pomoću sofisticiranih algoritama sposobnih za precizno dekodiranje širokog raspona oznaka na kontejnerima, uključujući primjerice oznake opasnih tereta. OCR je prvobitno bio usmjeren na korištenje u sigurnosne svrhe u sklopu *Gate* sustava kontejnerskih terminala te je postupno evoluirao u automatizaciji procesa bitnih za svako operativno područje kontejnerskih terminala uključujući sljedeće⁷¹:

- vidljivost imovine: identifikacija i praćenje vozila poput kamiona ili vlakova i kontejnera unutar luke ili preko više čvorova opskrbnog lanca
- operativna kontrola: pružanje praćenja i lociranja u stvarnom vremenu kako bi se omogućile automatizacija i kontrola svakog procesa
- sigurnost (engl. *Safety*): osiguranje osoblja i opreme, obično u okruženju luke ili kontejnerskog terminala
- sigurnost (engl. *Security*): osigurava kontrolu pristupa unutar granica terminala nadzorom ulaza osoba i vozila, uključujući provjeru ID-a vozila i ljudi kako bi se uklonili ljudski elementi povezani s krađama, terorizmom ili drugim kriminalnim aktivnostima.

Danas su OCR sustavi široko integrirani unutar lučkih zajednica, a najveći segment integracije odnosi se na automatizaciju *Gate* sustava i nadzor nad slagalištima kontejnera i operativnih obala. Uključeni su i sustave za vaganje kontejnera.

⁷¹ OCR in Ports and Terminals, A PEMA Information Paper <https://www.pema.org/wp-content/uploads/2022/09/PEMA-IP4-OCR-in-Ports-and-Terminals.pdf> (23.6.2024.)

4.2.2.4. RFID

RFID je akronim za radiofrekvencijsku identifikaciju na temelju čega se RFID može definirati kao bežična, beskontaktna upotreba radiofrekvencijskih valova za prijenos podataka i identifikaciju objekata, životinja ili ljudi. Komponente RFID sustava mogu se razlikovati ovisno o različitim RFID aplikacijama. Svaki RFID sustav uobičajeno čine tri osnovne komponente:

- RFID skenirajuće antene, integrirane u čitač ili vanjske, neophodni su elementi sustava jer pretvaraju signal RFID čitača u RF valove kojima komuniciraju s RFID oznakama;
- primopredajnici: kada je antena za skeniranje integrirana u primopredajnik, onda se njihov zajednički sklop nazva RFID čitač (mogu komunicirati s računalnom mrežom putem sučelja) i
- transponder (oznaka, engl. *tag*): domet RFID oznaka varira ovisno o različitim čimbenicima, uključujući vrste oznaka, vrste čitača, RFID frekvenciju i smetnje prouzrokovane okolnim okruženjem ili drugim RFID oznakama i čitačima;
 - oznake koje imaju jači izvor napajanja također imaju veći domet čitanja.

Na temelju izvora napajanja koji se odražavaju i na njihov domet, oznake se mogu klasificirati u tri vrste⁷²:

- pasivne oznake: pasivna RFID oznaka ovisi o energiji RFID čitača, koji aktivira pasivnu oznaku za prijenos signala putem indukcije. Čitač prenosi radiosignal male snage posredstvom svoje antene. Transponder prima taj signal i pritom napaja mikročip upotrebljavajući energiju koju je primio te se nakratko povezuje s čitačem radi izmjene podataka. Raspon čitanja pasivnih oznaka jest do pet metara, ali njihov je životni vijek duži od životnog vijeka aktivnih oznaka. Budući da im je cijena niska, mogu se odbaciti nakon korištenja;
- polupasivne oznake: polupasivne oznake slične su pasivnim oznakama, s izuzetkom ugrađene male baterije koja napaja strujni krug oznake, a time omogućuje brže očitavanje.

⁷² Karanika A. et al. „Extensive Use of RFID in Shipping, Research Gate, Conference Paper, 9.2020., file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/Karanika2020_Chapter_ExtensiveUseOfRFIDInShipping.pdf, pp.799. (21. 6. 2024.)

Baterija pokreće strujni krug dok komunikaciju napaja RFID čitač. Obično se koriste za praćenje tereta osjetljivog na temperaturu i praćenje okolišnih uvjeta tijekom prijevoza. Polupasivne oznake mogu nadzirati je li došlo do vremenskih ili sigurnosnih oštećenja u kontejneru i

- aktivne RFID oznake: aktivne oznake imaju vlastiti izvor napajanja / bateriju. Emitiraju vlastiti signal, imaju veću memoriju, bolju zaštitu od buke i većeg su dometa. Čitač u blizini aktivne oznake može primiti njezine signale bez potrebe za pokretanjem same razmjene poruka. Obično se koristi u okruženjima kao što su voda i metal koji mogu ometati komunikaciju i stoga zahtijevaju jak signal. Koriste se primjerice pri praćenju kontejnera i tereta u tranzitu na udaljenostima do nekoliko kilometra. Njihovi su nedostaci u tome što su znatno veći od pasivnih, baterije traju do nekoliko godina i cijena im je znatno veća.

RFID komunikacija treba se pridržavati određenih protokola softverskog sučelja između računala i čitača spojenog na njega. Komunikacija između čitača i oznaka trebala bi biti u skladu s protokolima koje su ratificirale organizacije za standardizaciju. Postoji više protokola zračnog sučelja (engl. *air-interface protocols*), ovisno o vrsti RFID sustava koji se koristi. RFID standarde razvijaju industrijska, nacionalna, regionalna i globalna tijela. Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO jedna je od organizacija koja radi na odobravanju standarda i protokola kako bi se osigurale univerzalne specifikacije za RFID opremu. RFID standardi pomažu osigurati da su proizvodi interoperabilni, bez obzira na dobavljača ili korisnika. Standardi također daju smjernice prema kojima tvrtke mogu razviti komplementarne proizvode. Dodatno, standardi pomažu proširiti tržišta i povećati konkurenciju unutar industrije, što snižava cijene standardiziranih RFID proizvoda⁷³.

Za praćenje kontejnera RFID fiksni čitači i antene instalirani su na različitim točkama u opskrbnom lancu, kao što su luke, skladišta i distribucijski centri. Dok kontejneri prolaze kroz te kontrolne točke, RFID oznake skeniraju se koristeći fiksne ili ručne RFID čitače ili SLED (engl. *Single-Handed Lightweight Extended Device*) čitače dizajnirane za spajanje na mobilni uređaj, poput pametnog telefona ili tableta, a podaci se ažuriraju u stvarnom vremenu. RFID fiksni čitači dizajnirani su za kontinuirano i automatizirano čitanje RFID oznaka i obično imaju

⁷³ IMPINJ, RFID Standards, <https://www.impinj.com/products/technology/rfid-standards> (21. 6. 2024.)

veći raspon i brzinu čitanja u usporedbi s ručnim čitačima, što ih čini prikladnima za aplikacije koje zahtijevaju veliko i brzo čitanje oznaka, kao što je upravljanje zalihama. RFID mreže mogu se jednostavno integrirati s TOS-om i drugim IT sustavima kontejnerskih terminala.

Princip označavanja kontejnera na terminalu uključuje označavanje svakog kontejnera aktivnom RFID oznakom. Prije dolaska svakoga pojedinačnog kontejnera na terminal pripremi se oznaka koja sadrži informacije kao što su⁷⁴:

- broj kontejnera
- referentni broj
- klasa robe
- težina kontejnera
- luka podrijetla/odredišta i
- povezana špediterska tvrtka.

Broj kontejnera jedinstveni je broj povezan sa svakim kontejnerom. Referentni broj može biti povezan s podacima u bazi podataka, nudeći pojedinosti o robi sadržanoj u kontejneru. Klasa robe obavještava korisnika softvera o vrsti robe ukrcane u kontejner. Svrha je pohranjivanja tih informacija u svaku oznaku, među ostalim, ubrzati proces carinjenja tereta. Osoblje terminala označit će svaki kontejner dok se iskrcava s broda. Svaka oznaka unaprijed je programirana s podacima koji se odnose na određeni kontejner prije dolaska kontejnera. Moguće je da su određeni brodari sami označili svoje kontejnere, da su oznake programirane s potrebnim podacima te da neće biti potrebe za njihovim označavanjem u luci.

Dugo vrijeme zadržavanja u luci može rezultirati gubitkom produktivnosti i povećanjem troškova. Posljedično, to utječe na sve dionike lučkoga opskrbnog lanca. Vrijeme boravka kontejnera u luci pod utjecajem je mnogih procesa. Na primjer, vrijeme provedeno u traženju neoznačenih kontejnera na slagalištima povećava ukupno vrijeme boravka kontejnera u luci. To se dešava jer kontejneri nisu nužno složeni pravilnim redoslijedom nakon što su iskrcani s

⁷⁴ Dehgani H., et al. RFID AND OCR TECHNOLOGY IN PORTS AND CONTAINER TERMINAL
file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/271e20160334-1.pdf (23. 6. 2024.)

broda. Taj se problem rješava RFID arhitekturom koja se sastoji od niza čitača zajedno s pozadinskim aplikacijama kako bi se učinkovito upravljalo kontejnerima.

Kontejner je potrebno pratiti i zbog slučajeva izgubljenih, zametnutih i neovlašteno otvaranih kontejnera unutar terminala. RFID arhitektura pretpostavlja kretanje kontejnera unutar slagališta kontejnera unaprijed određenom stazom koja je pokrivena čitačima raspoređenima za praćenje kretanja kontejnera. Takav sustav sastoji se od aktivnih RFID oznaka i RFID čitača. Prilikom instaliranja čitača potrebno je paziti da se rasponi očitavanja dva čitača ne podudaraju. Svi su čitači umreženi s pozadinskim poslužiteljem koji hostira s bazama podataka i *web*-aplikacijama ⁷⁵.

Integracija RFID-a u upravljanje kontejnerima nudi nekoliko ključnih prednosti:

- vidljivost u stvarnom vremenu: RFID oznake na kontejnerima daju uvid u lokaciju i status svakog kontejnera u stvarnom vremenu;
- poboljšana sigurnost: RFID tehnologija poboljšava sigurnost pružajući jedinstvenu identifikaciju za svaki kontejner. To smanjuje rizik od krađe ili neovlaštenog pristupa tijekom prijevoza;
- automatizirano praćenje i nadzor: RFID omogućuje automatizirano praćenje i nadzor kontejnera u cijelom opskrbnom lancu pogotovo integracijom s drugim tehnologijama. Ta automatizacija smanjuje potrebu za ručnom intervencijom, smanjujući pogreške i poboljšavajući ukupnu učinkovitost i
- upravljanje zalihama: RFID kontejneri se mogu brzo skenirati, a podaci se automatski ažuriraju u sustavu. To rezultira boljom kontrolom zaliha i pomaže u sprječavanju nestašica ili prevelikih zaliha.

RFID tehnologija ima svoja ograničenja, poput ograničenog raspona očitavanja i zahtjeva za ručnim skeniranjem te se u današnje vrijeme kombinira s novijim tehnologijama. Na primjer, aktivna RFID oznaka može imati ugrađeni GPS odašiljač, tako da može priopćiti svoju lokaciju

⁷⁵ Ibidem

putem satelita ili mobilne mreže. RFID sustavi sve se više koriste i kao podrška implementaciji interneta stvari.

4.2.3. GPS

GPS (engl. *Global Positioning System*) navigacijski je sustav koji koristi satelite, prijemnik i algoritme za sinkronizaciju podataka o lokaciji, brzini i vremenu za putovanje zrakom, morem i kopnom.

Satelitski sustav sastoji se od 24 satelita raspoređenih u šest orbitalnih ravnina usredotočenih na Zemlju. Svaka ravnina sastoji se od četiri satelita, koji kruže na 20.000 km iznad Zemlje i putuju brzinom od 14.000 km/h. Tri su satelita potrebna da se odredi pozicija na površini Zemlje. Četvrti satelit koristi se za provjeru valjanosti informacija preostala tri te omogućuje izračunavanje nadmorske visine uređaja⁷⁶. Uz 24 glavna satelita u orbiti obično postoji nekoliko dodatnih satelita. Ti dodatni sateliti služe kao rezervni i pomažu u poboljšanju pouzdanosti i točnosti sustava. Prema zadnjim podacima u orbiti se nalazi 31 GPS satelit.

GPS se sastoji od tri različite komponente:

- satelita: sateliti koji kruže oko Zemlje odašilju signale korisnicima o zemljopisnom položaju i vremenu;
- zemaljskih kontrola: kontrolni segment koji se sastoji od zemaljskih monitorskih stanica, glavnih kontrolnih stanica i zemaljske antene (stanice su raspoređene na svim kontinentima) i
- korisničke opreme: GPS prijemnici i odašiljači koji uključuju opremu poput satova, pametnih telefona i telematskih uređaja.

GPS radi kroz tehniku koja se zove trilateracija. Kada satelit pošalje signal, on stvara krug s polumjerom mjerenim od GPS uređaja do satelita. Sjecište tri kruga daje poziciju. Kako se GPS uređaj na Zemlji kreće, dobivaju se novi polumjeri s novim udaljenostima na čijim se sjecištima dobivaju nove pozicije na temelju kojih se izračunava brzina. Koristi se za izračunavanje lokacije, brzine i nadmorske visine. Svaki satelit u mreži kruži oko Zemlje dva

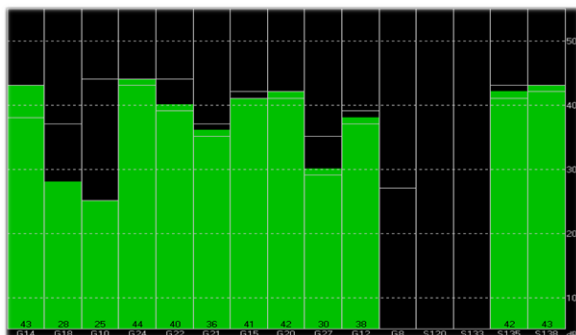
⁷⁶ GEOTAB, What Is GPS and how do global positioning systems work? 3./2024.
<https://www.geotab.com/blog/what-is-gps/> (27. 6. 2024.)

puta dnevno te u bilo kojem trenutku GPS uređaj može očitati signale šest ili više satelita⁷⁷.

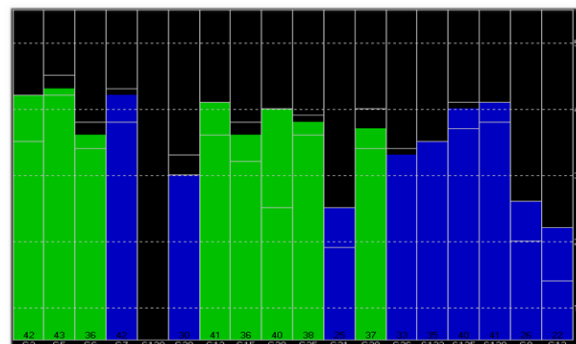
GPS se u početku koristio u vojne svrhe, a od 1983. dopušta se njegova djelomična javna upotreba pod kontrolom američka vlade. Tek od 2000. dopušten je njegov potpuni javni pristup.

GPS je podskup globalnoga navigacijskog satelitskog sustava (engl. *Global Navigation Satellite System*, GNSS). Od 2020. postoje dva potpuno operativna globalna navigacijska satelitska sustava: američki GPS za određivanje vremena i dometa navigacijskog signala (NAVSTAR) i ruski globalni satelitski navigacijski sustav (GLONASS). NAVSTAR GPS sastoji se od 31 satelita u vlasništvu SAD-a i najpoznatiji je i najkorišteniji satelitski sustav. Ruski GLONASS sastoji se od 24 operativna satelita. Iako je GPS podskup GNSS-a, prijemnici se razlikuju pa GPS prijemnici očitavaju informacije samo sa satelita u GPS satelitskoj mreži, dok GNSS uređaj može istovremeno primati informacije i od GPS-a i od GLONASS-a⁷⁸.

Cijena GNSS čipova veća je od onih GPS uređaja. GNSS koristi širu propusnost (1559 – 1610 MHz) od GPS-a (1559 – 1591 MHz). To znači da su standardne radiofrekvencijske komponente GNSS-a skuplje, što rezultira većim učinkom na troškove. GNSS uređaj može vidjeti više satelita, što pomaže u poboljšanju točnosti uređaja (slike 12. i 13.).



Slika 13. Tipičan testni GPS prozor prikazuje signal 12 satelita (zeleno)



Slika 12. Tipičan testni GNSS prozor prikazuje signal 17 satelita (GPS – zeleno, GLONASS – plavo)

Izvor slike 12. i 13.: GEOTAB, 3/2024. <https://www.geotab.com/blog/what-is-gps/>

GNSS se na brodovima koristi u navigaciji za određivanje pozicije, mjerenje brzine i

⁷⁷ Ibidem

⁷⁸ Ibidem

kursa te za planiranje ruta. Također, sustav za automatsku identifikaciju AIS, koji odašilje informacije o brodu u stvarnom vremenu, oslanja se na GNSS kao primarni izvor pozicioniranja. Važnu ulogu ima i na automatiziranim kontejnerskim terminalima za kontrolu kretanja automatiziranih prijevožno-prekrcajnih sredstava.

GNSS sustavi imaju široku primjenu u sustavima za praćenje kontejnera u svim načinima transporta. Uređaji za praćenje kontejnera obično kombiniraju satelitske komunikacijske tehnologije s GNSS pozicioniranjem. Ponekad se kombiniraju i s GSM mrežama, ali u tom su slučaju uređaji za pozicioniranje onemogućeni kada je brod izvan dometa GSM signala na otvorenom moru. Postoje i kombinirani uređaji za praćenje koji kombiniraju satelitsku komunikaciju s mobilnom GSM komunikacijom, pa čak i s Wi-Fi mrežom. Takvi kombinirani uređaji po potrebi komuniciraju sa satelitom, a kada su na dometu GSM mreža, prelaze na njih kako bi troškove komunikacije održavali što je moguće nižima.

Problemi s GNSS praćenjem nastaju kada su kontejneri složeni zajedno poput građevnih blokova duboko u brodska skladišta ili kada su složeni na slagalištima kontejnera i do devet kontejnera u visinu te im je pri takvom slaganju blokirana komunikacija sa satelitom. Ako je GPS senzor za praćenje na bočnoj strani kontejnera za otpremu u hrpi kontejnera, praktički ne postoji način da se pošalje signal. Za rješavanje ovog problema postoje dva moguća rješenja⁷⁹:

- integracija pozicioniranja kontejnera s pozicioniranjem broda: umjesto korištenja položaja kontejnera kada pozicioniranje kontejnera nije dostupno, koristit će se položaj broda i
- komunikacijski sustavi kratkog dometa između kontejnera: uspostava komunikacijske mreže kratkog dometa između naslaganih kontejnera nedostupnih satelitskoj vezi s kontejnerima koji imaju satelitsku vidljivost. U tom slučaju kontejneri bez satelitske vidljivosti šalju informacije kontejnerima koji mogu komunicirati sa satelitom.

Poteškoće s GPS praćenjem kontejnera još mogu biti sljedeće⁸⁰:

- GPS satelitsko ili GSM praćenje kontejnera skupo je pogotovo kada se na troškove uređaja

⁷⁹ Esa, Navipedia, European Space Agency, Package and Container Tracking, 9./2018. https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Package_and_Container_Tracking (27. 6. 2024.)

⁸⁰ LINK LABS, Container Tracking Systems: Everything You Need To Know, 4./2018. <https://www.link-labs.com/blog/container-tracking> (28. 6. 2024.)

za praćenje dodaju troškovi komunikacije s mrežama i pristupa softveru za upravljanje i vizualizaciju;

- GPS zahtijeva da uređaj za praćenje ima potpun pogled na nebo, odnosno da ima satelitsku vidljivost. Ako je pogled na satelit blokiran, primjerice kada su kontejneri ukrcani u brodskom skladištu, GPS uređaj ugrađen na kontejner ne može komunicirati s GPS satelitom sve dok kontejner ne bude prekrcan na obalu ili otvorenu palubu;
- GPS sustavi iznimno su zahtjevni. Relativno su veliki potrošači energije. Sustavi za praćenje kontejnera koji se temelje na GPS-u izdržat će uobičajeno do šest mjeseci s jednom baterijom. Pri tome GPS uređaj nije uključen kada nema potrebe za komunikacijom (iako se na *web*-mjestima današnjih proizvođača uređaja za praćenje kontejnera pojavljuju podaci o životnom vijeku baterije od 10 godina, to je moguće samo uz povremeno uključivanje uređaja do dva puta dnevno) Produženje životnog vijeka baterije moguće je ugradnjom solarnih uređaja za praćenje (slika 14.).
- Što je dulje GPS isključen, potrebno mu je više vremena za ponovno pokretanje kako bi odredio početnu poziciju. Za dobivanje trenutačnih podataka o lokaciji potrebno je instalirati uređaj koji zahtijeva puno više snage.



Slika 14. Solarni uređaj za praćenje kontejnera

Izvor : HOPO, Unlock the black box in shipping, <https://www.hopo.tech/tracking-for-maritime-containers>

Dvije najčešće vrste uređaja za praćenje kontejnera koji se temelje na GPS-u jesu:

- magnetski uređaji koji se postavljaju na bočnu stranu kontejnera, između strukturnih rebara. (nikad se ne stavljaju na vrh kontejnera jer su kontejneri obično naslagani jedan na drugi) i

- mehanizmi za zaključavanje u obliku plombe ili lokota koji uključuju uređaj za praćenje, a uglavnom ih instalira prva strana nakon što se roba utovari u kontejner (slika 15.).



Slika 15. Jointech JT701GPS uređaj za praćenje u obliku plombe

Izvor slika : <https://image.made-in-china.com/2f0j00oAcEBkzPflqN/GPS-Eseal-Lock-Tracker-for-Container-Tracking-and-Cargo-Security-Solution.jpg>

Osim što prate lokaciju kontejnera, uređaji za praćenje kontejnera mogu se integrirati s unutarnjim senzorima. U rashladne kontejnere, kontejnere s teretima visoke vrijednosti ili u kontejnere za prijevoz opasnih tereta moguće je postaviti senzorske uređaje unutar kontejnera prije nego što se kontejner zatvori/zabrtvi. Dodatni senzori magnetski se učvršćuju na stijenke kontejnera bez bušenja i dodatnog rada za ugradnju. Na taj način izvješćuju o stanju robe unutar kontejnera kao što su temperatura, vlažnost, otkrivanje otvaranja vrata ili neke dodatne varijable. Uređaji za praćenje kontejnera mogu uključivati i 3D senzore pokreta koji mogu otkriti je li kontejner u pokretu ili miruje, odnosno kreće li se prijevozno sredstvo na koje je ukrcan kontejner ili ne kreće.

4.2.4. Internet stvari

Internet stvari odnosi se na zajedničku mrežu povezanih uređaja, „stvari”, u koje su ugrađeni senzori, softver i druge tehnologije za potrebe povezivanja i izmjene podataka s drugim uređajima i sustavima putem interneta. Ti su uređaji u rasponu od tipičnih kućanskih uređaja do sofisticiranih industrijskih alata. IoT postoji tek nekoliko desetljeća, ali se u međuvremenu enormno razvio.

Primjena koncepta mreže pametnih uređaja započela je još 1982. godine, s modificiranim automatom za prodaju Coca-Cole na Sveučilištu Carnegie Mellon, koji je postao prvi uređaj povezan s ARPANET-om (engl. *Advanced Research Projects Agency Network*) te je mogao prijaviti stanje zaliha i jesu li novo napunjena pića hladna ili nisu. Preteča interneta ARPANET

bila je velika rasprostranjena mreža koju je razvilo američko Ministarstvo obrane. Izraz IoT osmislio je 1999. Kevin Ashton iz tvrtke P&G (Procter & Gamble). Definirajući internet stvari kao „točku u vremenu kada je više ‘stvari ili predmeta’ bilo spojeno na internet u odnosu na ljude”, društvo Cisco Systems (američki multinacionalni konglomerat digitalnih komunikacijskih tehnologija) procijenilo je da je IoT „rođen” između 2008. i 2009⁸¹.

Posljednjih godina IoT postaje jedna od najvažnijih tehnologija 21. stoljeća. S pomoću ugrađenih uređaja njime se predmeti koji se svakodnevno koriste povezuju s internetom: kuhinjski uređaji, telefoni, televizori, klima-uređaji, automobili itd. Na taj način omogućena je potpuna komunikacija između ljudi, procesa i stvari.

Industrijski IoT, odnosno IIoT (engl. *Industrial IoT*, IIoT) odnosi se na primjenu IoT tehnologije u industrijskim okruženjima. Potkategorija je IoT-a. IIoT je kompleksan sustav više fizički povezanih sustava, platformi i uređaja koji prikupljaju i dijele podatke kako bi unaprijedili industrijske operacije. IIoT sustavi koriste analitiku velikih podataka, softvere i senzore za poboljšanje produktivnosti, povećanje učinkovitosti i poticanje inovacija u različitim sektorima. To je bitna komponenta industrije 4.0 – trenutnog trenda automatizacije i razmjene podataka u proizvodnim tehnologijama⁸². Donedavno su se za postizanje bežične automatizacije i kontrole u industriji koristile tehnologije stroj – stroj M2M (engl. *Machine-to-Machine*). Pojavom oblaka i srodnih tehnologija (kao što su analitika i strojno učenje) tvrtke mogu postići višu razinu automatizacije te tako uvećati prihode i otvoriti nove poslovne modele. IIoT se ponekad naziva četvrti val industrijske revolucije ili industrija 4.0. Neke od uobičajenih primjena IIoT-a jesu⁸³:

- pametna proizvodnja
- pametne električne mreže
- pametni gradovi

⁸¹ Internet of things, Wikipedia, 6./2024. https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things (28. 6. 2024.)

⁸² Rin.tech, Predictive Maintenance: Using IIoT to Prevent Downtime and Save Costs <https://www.rinf.tech/predictive-maintenance-using-iiot-to-prevent-downtime-and-save-costs/> (28. 6. 2024.)

⁸³ What is IoT?, Oracle, <https://www.oracle.com/uk/internet-of-things/what-is-iiot/> (28. 6. 2024.)

- povezana logistika (engl. *Connected Logistics*) – međuovisni skup komunikacijskih uređaja i IoT tehnologija koji mijenjaju logističke procese kako bi postali više usmjereni na kupca i poslovnog partnera u opskrbnom lancu dijeljenjem podataka i informacija i
- pametni digitalni opskrbni lanci.

Iako ideja o IoT-u postoji već dugo vremena, tek ju je nedavni napredak u brojnim različitim tehnologijama učinio praktičnom⁸⁴:

- pristup jeftinoj tehnologiji senzora koji su ujedno mali potrošači energije – pristupačni i pouzdani senzori omogućuju IoT tehnologiju većem broju proizvođača;
- povezivost – mnoštvo mrežnih internetskih protokola olakšalo je povezivanje senzora s oblakom i s drugim uređajima kako bi se postigao učinkovit prijenos podataka;
- računalne platforme u oblaku – povećanje dostupnosti platformi u oblaku tvrtkama i potrošačima omogućuje pristup infrastrukturi koja im je potrebna za povećanje produktivnosti, a da zapravo ne moraju upravljati svim tim platformama;
- strojno učenje i analitika – s napretkom u strojnom učenju i analitici, zajedno s pristupom različitim i golemim količinama podataka pohranjenih u oblaku, tvrtkama je omogućeno lakše i brže prikupljanje informacija;
- komunikacijska umjetna inteligencija (AI) – napredak u umjetnim neuronskim mrežama omogućio je obradu prirodnog jezika (engl. *Natural-Language Processing*, NLP) na IoT uređaje te ih je učinio privlačnima, pristupačnima i održivima za kućnu upotrebu (Alexa, Cortana i Siri su neki od tih jezika).

IoT je transformirao svijet u kojem živimo. Od pametnih domova i pametnih kontejnera do nosivih uređaja, povezanih automobila do industrijske automatizacije, IoT omogućuje razinu povezanosti i učinkovitosti kao nikada prije.

4.2.4.1. Pametni brodski kontejner

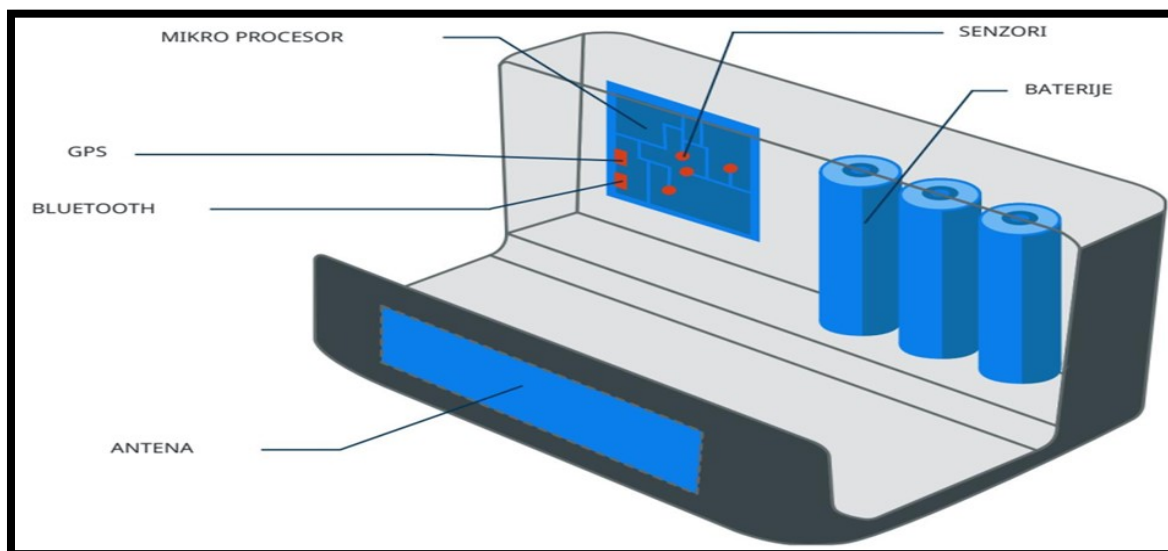
Pametni kontejner jest onaj kontejner koji je opremljen uređajem za praćenje kontejnera (tereta) koji se temelji na IoT tehnologiji. Na tržištu su najdominantniji uređaji za praćenje francuske tvrtke TRAXENS koje koristi jedna od najvećih prijevozno-logističkih kompanija u

⁸⁴ Ibidem

svijetu Maersk te MSC i CMA. TRAXENS-ove tehnologije omogućuju međusobnu interakciju svih kontejnera na brodu te primanje i slanje podataka putem brodske antene.

Posljednjih godina rješenja za praćenje kontejnera koja se temelje na IoT tehnologiji sve su prisutnija u prometnoj industriji. Ona nude nadograđeno praćenje s dodatkom novih izvora podataka i preciznijih unosa. Suvremeno praćenje tereta podrazumijeva kompletna rješenja koja nude veću vidljivost od uobičajenih sustava praćenja. Povijesna rješenja za praćenje često su nudila samo ograničene podatke, primjerice praćenje lokacije, statusa ili temperature.

Većina uređaja za praćenje (engl. *Tracker*) sastoji se od senzora koji prikupljaju podatke i antena koje te podatke odašilju (slika 16.). Uređaji za praćenje mogu raditi na različitim mrežama i tehnologijama. Oni općenito prikupljaju podatke o teretu u kontejneru i prenose ih na softversku platformu što je ranije moguće. Postavljaju se na ili u kontejner, što im omogućuje dobivanje preciznih i pouzdanih podataka o svemu kroz što roba prolazi tijekom transporta u stvarnom vremenu. Uređaj za praćenje prikuplja podatke o vremenima polazaka i dolazaka, geolokaciji, usputnim zaustavljanjima, vremenima čekanja na pojedinim lokacijama, otvaranjima vrata, razinama temperature i vlažnosti, vanjskim udarcima, manipulacijama dizalica itd.⁸⁵



Slika 16 Uređaj za praćenje kontejnera

Izvor: TRAXENS

⁸⁵ TRAXENS, Premium Freight Tracking, pdf, <https://www.traxens.com/ebooks/freight-forwarders-visibility-guide-upgrading-your-services-with-premium-freight-tracking> (29. 6. 2024.)

Vidljivost i praćenje kontejnera u stvarnom vremenu putem geolociranja nude bolju kontrolu nad mnogim pitanjima o prijevozu tereta. Više od saznanja o napredovanju pošiljke kontejnera u prijevozu ponekad je važnije jamstvo integriteta samog kontejnera, posebno kod tereta visoke vrijednosti. Iako nije svakom teretu potrebno precizno praćenje u svim aspektima, kada je riječ o vrijednoj ili lomljivoj robi, klijenti mogu biti zahtjevniji u pogledu kvalitete pružene usluge prijevoza. U tu svrhu IoT uređaji prenose podatke o uvjetima prijevoza robe u stvarnom vremenu: kad god kontejner doživi šok od udarca prilikom transporta ili ako unutrašnjost kontejnera dosegne previsoku temperaturu, upozorenja se šalju korisniku kako bi se moglo identificirati one koji su odgovorni za štetu te kako bi korisnici mogli kontaktirati sa svojim osiguranjem s dostupnim pripadajućim dokazom⁸⁶.

Detekcije otvaranja vrata kontejnera još su jedna značajka koju pružaju IoT tehnologije pametnih kontejnera. Osim samog identificiranja otvaranja vrata, neka rješenja također mogu ponuditi podatke o trajanju ili ponavljanju otvaranja. Ti podaci mogu otkriti sumnjiva otvaranja na mjestima gdje je kontejner trebao ostati zatvoren, što bi moglo upućivati na krađu ili unošenje ilegalne robe u kontejner. To može pomoći u brzom djelovanju kako bi se trenutno istražilo što se dogodilo.

Osim kontrole geolokacije i stanja tereta, rješenja za praćenje pomoći će korisnicima da optimiziraju velik broj procesa. Putem relevantne analitike prikupljeni podaci iz pametnih kontejnera daju mogućnost dobivanja potpunog uvida u status tereta. Ti podaci pomoći će u identificiranju pošiljki s dužim tranzitnim vremenom i otkrivanju uzroka potencijalnoga gubitka vremena. Gubitak vremena može biti uzrokovan produženim čekanjem u luci, dugačkim putovanjima ponajprije u pomorskom prijevozu ili zbog vremenskih neprilika. Nakon analize i utvrđivanja onoga što je potrebno poboljšati moći će se poduzeti radnje optimizacije planiranja itinerera budućih tereta. Isto vrijedi i za troškove koji se mogu drastično smanjiti identifikacijom lokacija koje prouzrokuju najviše dodatnih troškova, poput ležarina ili naknada za zadržavanje. Zahvaljujući identifikaciji područja koja stvaraju najveću kvotu šteta na teretu ili su na niskoj sigurnosnoj razini (kriminal, ratovi itd.), dobiveni podaci mogu se primijeniti i na upravljanje rizikom. Neke su luke poznate po slabijoj kvaliteti usluga zbog nedostataka suvremene prijevozno-prekrcajne opreme, a na nekim lokacijama češće su krađe i

⁸⁶ Ibidem

unošenje nedopuštenih proizvoda u kontejnere. Izbjegavanjem tih lokacija poboljšat će se kvaliteta usluga prijevoza i udovoljit će se sigurnosnim zahtjevima⁸⁷.

Podaci koji se dobiju iz pametnih kontejnera mogu se koristiti na mnoge načine. Analizom prometa mogu se smanjiti zagušenja prometa kontejnera i poboljšati upravljanje protokom prometa u lukama. Državne ili regionalne vlasti također mogu koristiti odmah dostupne statistike o prometu kontejnera u određenoj luci ili području. Na taj način mogu npr. optimizirati sve povezane informacije i koristiti ih za donošenje strateških odluka. S brzim napretkom tehnologije digitalizacija otpreme neizbježan je trend.

4.2.4.2. Standardizacija pametnih kontejnera

Stvaranje jasnih i nedvosmislenih standarda za razmjenu poruka neophodno je kako bi se iskoristile maksimalne prednosti pametnih kontejnera. Dijeljenje podataka posebno je važno u logističkom opskrbnom lancu zbog velikog broja različitih dionika i zato što su kretanja kontejnera globalna.

Specifikacije poslovnih zahtjeva za pametne kontejnere (engl. *Business Requirements Specifications*, BRS) UN-ova centra za olakšavanje trgovine i elektroničko poslovanje (engl. *United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business*, UN/CEFACT) prva su službena norma koja detaljno opisuje elemente podataka o pametnim kontejnerima. Globalni, multimodalni standardi razmjene podataka pametnih kontejnera ubrzat će usvajanje rješenja pametnih kontejnera od strane dionika logističkog lanca i jamčit će interoperabilnost. Standardizacija pametnih kontejnera bit će još samo jedna od mnogih standardizacijskih inicijativa koje podržavaju globalnu trgovinu. Standardi pametnih kontejnera smanjit će troškove razvoja i implementacije te će skratiti vrijeme izlaska na tržište za pružatelje IoT rješenja⁸⁸.

Sljedeći koraci u naporima za standardizaciju bit će usmjereni na dovršavanje standarda koji opisuje pravila upravljanja podacima te definiranje kataloga standardnih aplikacija za pametne kontejnere (engl. *Application Programming Interface*, API). Uz definiranje standarda

⁸⁷ Ibidem

⁸⁸ Beach H., Standardized Container IoT is Key for "Smart" Supply Chains, The Maritime Executive, 05/2020. <https://maritime-executive.com/editorials/standardized-iot-for-containers-is-the-key-for-smart-supply-chains-1> (22. 6. 2024.)

za protokole za razmjenu podataka zajednički naponi trebali bi rezultirati definiranjem specifikacija zahtjeva IoT komunikacijskih protokola. Jedan od najvećih čimbenika troškova pametnih kontejnera jest potrošnja energije koja se uglavnom troši za uspostavljanje mobilne komunikacije tijekom *roaminga*. Osim toga, uspostavljanje komunikacijskih veza gotovo posvuda na brodu vrlo je izazovno zbog metalnog okruženja u kojem se kontejneri postavljaju i često su duboko u skladištima brodova zaklonjeni od mobilnih komunikacijskih signala. Vodeće brodarske tvrtke moraju definirati tehnologiju koja će se primijeniti u pametnim lukama i na pametnim brodovima kako bi se osigurao prošireni doseg za pametne kontejnere bez linija nepokrivenosti što bi omogućilo usklađenu i održivu masovnu implementaciju pametnih kontejnera⁸⁹.

4.2.4. Lanac blokova

Tehnologija (povezanih) blokova jest tehnologija digitalne distribuirane knjige: poslovne transakcije bilo koje vrste bilježe se u skupovima ili „blokovima” podataka koji se logično nadograđuju jedni na druge, slično unosima u glavnoj knjizi. Svaka transakcija ima vremenski žig i šifrirana je. Višestruke instance te elektroničke knjige nalaze se na mnogim umreženim računalima ili „čvorovima” koji se stalno sinkroniziraju i automatski provjeravaju pomoću *hash* tehnologije, usporedive s metodom kontrolnog zbroja. Svaki pokušaj manipuliranja postojećim zapisima bio bi uzaludan jer će se razlike između mnogih instanci iste knjige odmah otkriti⁹⁰.

Kako bi se potpuno razumjela prethodno opisana definicija lanca blokova, potrebno je razumjeti sljedeće pojmove:

- digitalna distribuirana knjiga jest sustav u kojem su replicirani, dijeljeni i sinkronizirani digitalni podaci geografski raspoređeni po mnogim mjestima, zemljama ili institucijama. Za razliku od centralizirane baze podataka distribuirana knjiga ne zahtijeva središnjeg administratora, stoga nema niti jednu pojedinačnu točku kvara (engl. *Single Point Of Failure*, SPOF). SPOF je dio je sustava koji će, ako zakaže, zaustaviti rad cijelog sustava⁹¹;
- vremenski žig jest elektronički potpisana potvrda izdavatelja vremenskog žiga koja

⁸⁹ Part I: Industry needs standardisation and collaboration for economies of scale, Container News, 5./2020. <https://container-news.com/part-i-industry-needs-standardisation-and-collaboration-for-economies-of-scale/> (29. 6. 2024.)

⁹⁰ DNV, Blockchains in the shipping world, <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/Blockchains-in-the-shipping-world/> (29. 6. 2024.)

⁹¹ Wikipedia, Distributed ledger, https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_ledger (29. 6. 2024.)

potvrđuje postojanje podataka, elektroničkih zapisa, elektroničkih dokumenata i sl. na koje se vremenski žig odnosi, u vremenu navedenom u vremenskom žigu te omogućuje pouzdano dokazivanje da je podatak, elektronički zapis, elektronički dokument i sl. postojao prije trenutka u vremenu koji je naznačen u vremenskom žigu. Svaka naknadna promjena u dokumentu i u ugrađenom vremenskom žigu lako se otkriva⁹²;

- *hash* tehnologija – *hash* je matematička funkcija koja pretvara unos proizvoljne duljine u šifrirani izlaz fiksne duljine. Stoga će, bez obzira na izvornu količinu podataka ili veličinu datoteke, njezin jedinstveni *hash* uvijek biti iste veličine. Kod lanca blokova svaka službena izmjena postaje novi blok s vlastitom oznakom (*hashom*), koja se veže na prethodni blok u lancu koji novi blok identificira na temelju oznake starijega bloka⁹³.

Tehnologije lanca blokova koriste se za izradu aplikacija na kojima više strana može izravno obavljati transakcije putem P2P (engl. *Peer-to-Peer*) mreže, bez potrebe za središnjim poslužiteljem za provjeru transakcija. Iako spominjanje lanca blokova prvo asocira na trgovinu kriptovalutama, njegovom evolucijom i korištenjem pametnih ugovora postigla se puno šira primjena aplikacija lanca blokova: u zdravstvu, osiguranju i igrama na sreću, pri elektroničkoj distribuciji glazbe i filmova itd. Lanac blokova primjenjuje se i pri svim fazama logistike tj. pri skladištenju, prijevozu i distribuciji tereta.

Uz lanac blokova tvrtke u opskrbnom lancu mogu dokumentirati ažuriranja proizvodnje u jednu zajedničku knjigu, koja pruža potpunu vidljivost podataka. Budući da su transakcije lanca blokova vremenski označene i samim time ažurirane, dionici opskrbnog lanca u svakom trenutku mogu postaviti upit o statusu i lokaciji proizvoda. Kombiniranjem lanca blokova s pametnim tehnologijama IoT-a opskrbni lanci mogu automatizirati praćenja uvjeta proizvodnje, transporta i kontrole kvalitete. Tvrtke također mogu dijeliti podatke o praćenju sa svojim kupcima kao način provjere autentičnosti proizvoda i etičkih praksi opskrbnog lanca.

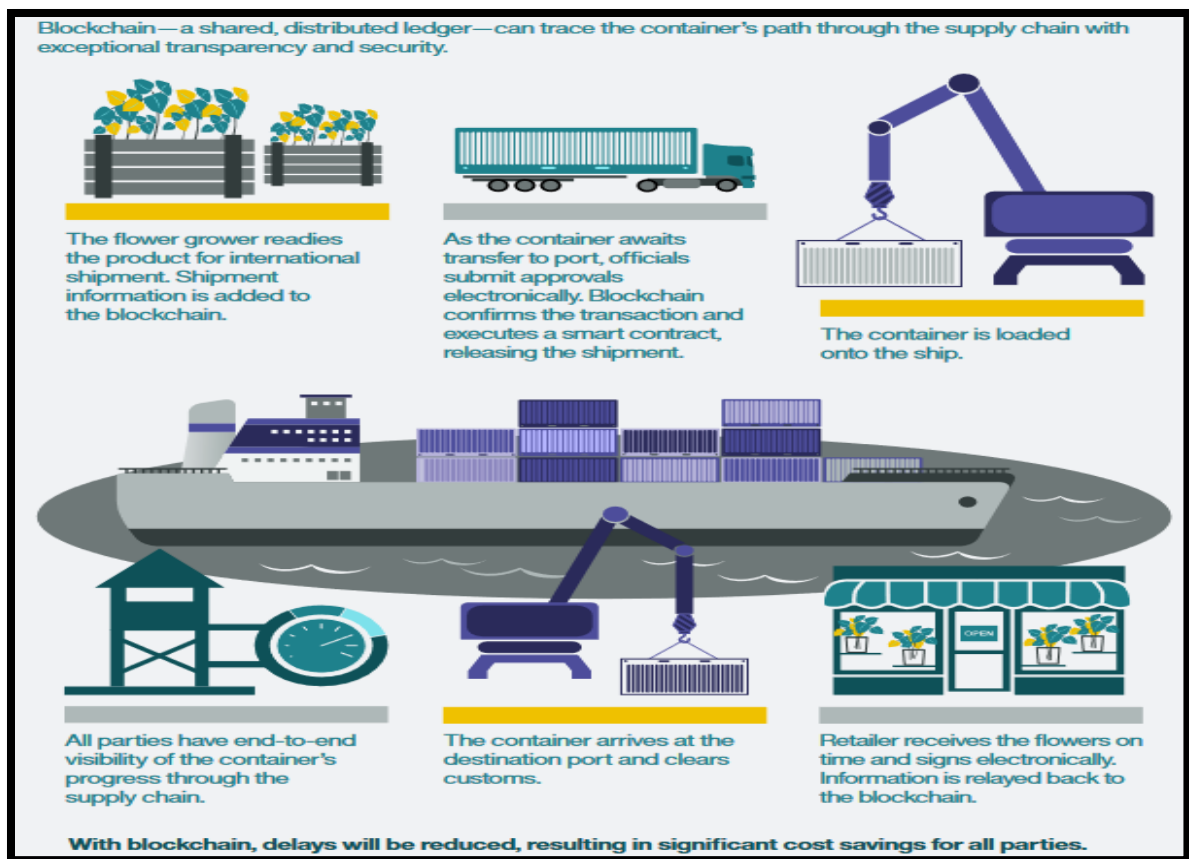
Puno papirnatih dokumenata potrebno je popuniti i odobriti u sklopu lučkih operacija kako bi se uspješno prevezla roba u međunarodnoj trgovini. Ti se dokumenti zatim dijele s odgovarajućim dionicima putem različitih softverskih programa uključujući i EDI. Procjenjuje

⁹² FINA, Što je vremenski žig <https://www.fina.hr/digitalizacija-poslovanja/vremenski-zig/najcesca-pitanja-i-odgovori> (29. 6. 2024.)

⁹³ Bolje je hrvatski, hash > (identifikacijska) oznaka, <https://bolje.hr/rijec/hash-gt-identifikacijska-oznaka/199/> (29. 6. 2024.)

se da administracija doseže 20 % ukupnih troškova pomorske industrije. Osim povećanog vremena čekanja za obradu papirologije, papirnati dokumenti skloni su krivotvorenju, nedosljednosti podataka, nepotpunim informacijama i ljudskim greškama. Uvođenje elektroničkih dokumenata, npr. teretnice smanjilo je stopu prijevara, ali i dalje postoji nesigurnost jer se originali ne razlikuju od falsifikata te je lako kreirati duplikate. Lanac blokova ima potencijal riješiti prethodno navedena pitanja, ali i sve ranije navedene probleme u logistici otpreme. Kroz sve opisane prednosti lanca blokova, uključujući decentraliziranu administraciju, lanac blokova može osigurati sljedivost, transparentnost i sigurnost transakcija⁹⁴.

Slika 17. prikazuje kako lanac blokova, dijeljena, distribuirana knjiga prati put kontejnera transparentno i potpuno sigurno kroz opskrbni lanac.



Slika 17. Blockchain pratnja pošiljke cvijeća kroz opskrbni lanac

Izvor: IBM, <https://www.ibm.com/downloads/cas/VOAPQGWX> (29. 6. 2024.)

⁹⁴ Elmay F. et al., Blockchain-based Traceability for Shipping Containers in Unimodal and Multimodal Logistics 2017. file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/Blockchain-based_Traceability_for_Shipping_Contain.pdf, pg. 2 (26. 6. 2024.)

Tehnologija lanca blokova u logistici i upravljanju opskrbnim lancem još je uvijek u nastajanju i susreće se sa mnogim izazovima. Tako su Maersk i IBM krajem 2023. nakon četiri godine ugasili jednu od najvećih digitalnih knjiga za praćenje otpreme – TradeLens. Razlog je taj što se taj poslovni projekt pokazao preskupim te nije dosegnuta razina komercijalne izdrživosti. S druge strane MSC (Mediterranean Shipping Company) najavio je planove za suradnju s Global Shipping Business Network (GSBN) na projektu upravljanja sigurnosnom certifikacijom za pošiljke litijskih baterija s pomoću GSBN-ove tehnologije lanca blokova. Suradnički projekt MSC-u će omogućiti integraciju procesa rezervacije kineskih pošiljki litijskih baterija s GSBN-om, a dvije tvrtke s vremenom namjeravaju proširiti svoju suradnju na širu skupinu certifikata⁹⁵. Također, Hapag-Lloyd i telekomunikacijska tvrtka Vodafone sklopili su partnerstvo s konzultantskom tvrtkom Deloitteom kako bi koristili javno rješenje lanca blokova za identifikaciju i praćenje kontejnera⁹⁶. Trenutačno niti jedan od vodećih svjetskih pomorskih kontejnerskih prijevoznika nije u potpunosti implementirao lanac blokova u svoje poslovanje. Uglavnom se radi o eksperimentalnim pilot-programima ili se sklapaju ugovori o budućoj suradnji.

4.2.5. Velika količina podataka

Velika količina podataka može se definirati kao zbirka podataka velikog volumena, koji s vremenom eksponencijalno rastu. To su podaci takve veličine i složenosti da ih niti jedan od tradicionalnih alata za upravljanje podacima ne može pohraniti ili učinkovito obraditi⁹⁷. Velika količina podataka odnosi se na goleme količine podataka koje svakodnevno generiraju tvrtke, koji su preobimni za tradicionalne metode upravljanja podacima. Velika količina podataka zahtijeva računalne sustave visokih performansi za rukovanje obradom podataka.

Velika količina podataka može se kategorizirati kao nestrukturirani ili strukturirani. Strukturirani podaci sastoje se od informacija kojima se upravlja u bazama podataka i proračunskim tablicama; često su numeričke prirode te se lako se formatiraju i pohranjuju.

⁹⁵ MSC Collaborates with GSBN to Trial Integrated Safe Transportation Certification Verification Process, Boosting Safety of Lithium Battery Shipments, MSC, 4./2024. <https://www.msc.com/es/newsroom/news/2024/april/msc-and-gsbn-to-trial-transportation-certification-verification-process> (6. 8. 2024.)

⁹⁶ Hapag Lloyd, Vodafone to adopt Deloitte public blockchain solution for container identity, Ledger Insights, 12/2023 <https://www.ledgerinsights.com/hapag-lloyd-vodafone-deloitte-blockchain-container/> (6. 8. 2024.)

⁹⁷ Tijan E., Pametni kontejneri, Presentacija sa predavanja kolegija Informacijske tehnologije u logistici, PFRI pp. 16.

Nestrukturirani podaci jesu informacije koje nisu organizirane i ne spadaju u unaprijed određeni model ili format. Uključuju podatke prikupljene iz društvenih medija, koji pomažu institucijama u prikupljanju informacija o potrebama korisnika. Budući da su slobodnog oblika, teže ih je kvantificirati.

U pomorskoj industriji koriste se velike količine podataka za učinkovitije upravljanje brodovima, predviđanje održavanja i optimiziranje ruta. Velika količina podataka odnosi se na velike skupove podataka koji se računalno analiziraju kako bi se otkrili obrasci, trendovi i povezanosti. U kontekstu pomorskog sektora to znači analizirati puno činjenica, brojki i statistike od vremenskih uvjeta do logistike, odnosno sve ključno za operativni učinak i informirano donošenje odluka.

Velike količine podataka u pomorskom sektoru proizlaze iz ključnih izvora kao što su⁹⁸:

- brodski senzori – daju informacije u stvarnom vremenu o performansama i stanju broda;
- senzori ugrađeni u kontejnere – daju informacije u stvarnom vremenu o stanju tereta;
- vremenska izvješća – daju najnovije informacije o uvjetima koji bi mogli utjecati na rute plovidbe i
- informacije o luci uključuju podatke o teretu, rasporedu pristajanja i drugo.

Prednosti analitike velikih količina podataka u pomorskoj industriji kreću se od operativne učinkovitosti i uštede troškova do poboljšanih sigurnosnih mjera i ekološke održivosti. Tehnologije velike količine podataka transformiraju pomorski sektor kroz⁹⁹:

- učinkovitu optimizaciju – brodarske tvrtke koriste velike količine podataka kako bi odredile najučinkovitije rute za svoju flotu. Analizirajući povijesne informacije i informacije u stvarnom vremenu, kao što su vremenski obrasci, oceanske struje i brzine brodova, algoritmi velikih podataka predviđaju optimalnu rutu za brod. Uz pronalaženje najkraće rute cilj je izračunati i potrošnju goriva, vremensku učinkovitost i povećati sigurnost;
- prediktivno održavanje za smanjeni zastoje – prediktivna analitika i umjetna inteligencija u pomorskoj industriji koriste napredne tehnike za praćenje i analizu informacija iz izvora

⁹⁸ Sedna, Big data in the maritime industry: Use cases and challenges, 12/2023 <https://sedna.com/resources/big-data-in-the-maritime-industry-use-cases-and-challenges> (30. 6. 2024.)

⁹⁹ Ibidem

kao što su senzori na brodskoj opremi, dnevnicima održavanja i uvjeti okoliša. Sistematiziranjem i analizom podataka prediktivni modeli identificiraju obrasce i anomalije koje signaliziraju potencijalne kvarove opreme;

- povećanje sigurnosti i usklađenosti putem podataka – pomorske tvrtke otkrivaju i ublažavaju potencijalne sigurnosne prijetnje prikupljanjem i analizom podataka s brodskih senzora, navigacijskih sustava i komunikacijskih mreža. Na primjer, sustavi za otkrivanje anomalija koje pokreće analitika velikih podataka identificiraju neobične obrasce u komunikaciji brod – obala, što ukazuje na kibernetički napad ili ranjivost sustava;
- ušteda vremena kroz smanjene količine e-pošte – implementacija analitike velike količine podataka u pomorskoj industriji značajno pojednostavljuje komunikaciju i upravljanje e-poštom. To je osobito korisno u upravljanju velikom količinom e-pošte tipičnom za logističke operacije.

U praćenju kontejnera isprepleću se razne tehnologije. Prediktivna analitika, umjetna inteligencija, IoT ili računarstvo u oblaku moguće je integrirati s tehnologijom velike količine podataka. Riječ je o temeljnoj tehnologiji koja prati određivanje pozicije prijevoznog sredstva ili kontejnera. Tu velike količine podataka prikupljaju informacije putem radiofrekvencijskih identifikacijskih senzora i geografskog pozicioniranja. GPS praćenje korišteno u logistici moguće je zbog sposobnosti velike količine podataka da prikupljaju i povezuju informacije.

Analiza velike količine podataka korisna je u praćenju kretanja brodskih kontejnera. Tvrtke mogu izvući uvide iz golemih količina kompleksnih podataka kako bi poboljšale učinkovitost logističkih procesa.

4.2.6. API

API-ji su mehanizmi koji omogućuju razmjenu podataka i interakciju između dvije odvojene aplikacije s pomoću skupa definicija i protokola. Arhitektura API-ja objašnjava se pojmovima klijent i poslužitelj. Aplikacija koja šalje zahtjev naziva se klijent, a aplikacija koja šalje odgovor naziva se poslužitelj. Google Maps API i Twitter (X) API primjeri su nekih od najčešće korištenih API-ja.

Primijenjeno na pomorsku industriju API je skup je protokola i alata kojima programeri za izradu pomorskih softverskih aplikacija povezuju vlastite aplikacije s drugim aplikacijama drugih organizacija. Na taj način API omogućuje integraciju podataka drugih aplikacija u vlastite aplikacije, poput sustava za upravljanje flotom, sustava za planiranje u logistici ili

pametnih pomorskih platformi. Ti podaci mogu biti dostupni iz različitih izvora: sustava za praćenje brodova, ažuriranih meteoroloških prognoza, baza podataka o lukama itd.

API-ji također olakšavaju povezanost između različitih sustava koji čine logistički lanac. API povezuje interne sustave tvrtke s vanjskim platformama i aplikacijama. Na taj način povezuje podatke iz različitih izvora u jedan centralizirani centar za donošenje odluka.

Logističke integracije temeljene na API-ju mogu biti¹⁰⁰:

- dokumenti od ponude do fakture (engl. *Load-Tender-to-Invoice*):
 - svi procesi dokumentiranja koji se temelje na EDI-ju mogu se zamijeniti ekvivalentnim skupom API-ja za dijeljenje informacija u stvarnom vremenu;
 - API-TMS (engl. *Transportation management Systems*) sustavi omogućuju slanje ponuda za prijevoz prijevoznicima uz dvosmjernu komunikaciju u stvarnom vremenu;
 - API-ji također omogućuju automatiziranu naplatu između prijevoznika, pošiljatelja i 3PL partnera, a time se mogu osigurati pravodobna plaćanja;
 - API-ji omogućuju prijevoznicima i pošiljateljima (3PL) da prosljeđuju potvrde o isporuci POD (engl. *Proof of Delivery*);
- vidljivost i praćenje u stvarnom vremenu:
 - logističke tvrtke koriste API-je za pružanje podataka klijentima za praćenje tereta u stvarnom vremenu. Korištenjem API-ja za dijeljenje podataka između različitih dionika tvrtke pružaju klijentima ažuriranja o statusu, lokaciji i ruti njihovih pošiljaka u stvarnom vremenu. Poboľšanom vidljivosti i kontrolom postiže se optimizacija nad opskrbnim lancem;
 - API-ji se mogu izravno povezati s uređajima za elektroničko bilježenje (engl. *Electronic Logging Devices*, ELD). ELD koriste vozači komercijalnih motornih vozila za automatsko bilježenje vremena vožnje i sati rada vozača, kao i za bilježenje podataka o statusu motora vozila, kretanju i prijeđenim kilometrima. ELD obavještava vozače kamiona i dispečere o statusu vozača i vozila u stvarnom vremenu kako bi se omogućila optimizacija voznog parka;

¹⁰⁰ Top 8 API-Based Integration Use Cases for Logistics Companies, CLEO <https://www.cleo.com/blog/api-integration-use-cases-for-logistics> (10. 8. 2024.)

- točne informacije o cijenama usluga:
 - iskorištavanjem podataka u stvarnom vremenu kroz integraciju API-ja tvrtke mogu trenutačno pristupiti cjenicima prijevoza, što im olakšava donošenje odluka pri odabiru prijevoznika i optimiziranju troškova prijevoza;
- integracija pozadinske aplikacije:
 - API omogućuje da se starije aplikacije neke organizacije integriraju u novije digitalne procese. Na primjer, neke aplikacije možda nemaju točno sučelje koje je potrebno za određeni logistički proces. Iskorištavanjem integracijskih mogućnosti koje se temelje na API-ju, poput API-ja za otpremu u e-trgovini, mogu se učinkovito razviti i implementirati prilagođena proširenja za podršku;
- Integracija API-ja za otpremu:
 - API integracije mogu povezati aplikacije i platforme unutar digitalnog ekosustava pružatelja logističkih usluga, omogućujući prijenos podataka i ažuriranja u vezi s pošiljkom u stvarnom vremenu. To uključuje interne API integracije te vanjske integracije za klijente i trgovinske partnere. Primjeri koji uključuju API integracije jesu:
 - *web*-mjesto za e-trgovinu
 - sustavi upravljanja skladištem (engl. *Warehouse management systems*, WMS)
 - sustavi upravljanja prijevozom (engl. *Transportation management systems*, TMS)
 - sustavi upravljanja dostavom (engl. *Delivery management Systems*, DMS)
 - sustavi upravljanja narudžbama (engl. *Order management systems*, OMS) i
 - planiranje resursa poduzeća – ERP;
- tržišta tereta:
 - API-ji se koriste za stvaranje tržišta tereta. Tržišta tereta jesu internetske platforme koje povezuju pošiljatelje s pružateljima logističkih usluga. Korištenjem platforme pošiljatelji mogu pronaći i odabrati prijevoznike koji mogu ispuniti njihove potrebe za uslugama, primjerice za slanje pošiljke od točke A do točke B unutar određenoga vremenskog okvira;
 - tržišta tereta omogućuju pošiljateljima i pružateljima logističkih usluga da otkriju više poslovnih prilika te da pregovaraju o najboljoj cijeni za usluge;
- carinjenje:

- API-ji se koriste za automatizaciju procesa carinjenja. Integracijom s carinskim tijelima putem API-ja smanjuju se troškovi i pojednostavljaju se procesi carinjenja.

5. APLIKACIJE ZA PRAĆENJE KONTEJNERA

Postoji više vrsta softvera za praćenje kontejnera na tržištu. Softveri se mogu podijeliti po vrstama tehnologije koju primjenjuju te po namjeni za pojedine vrste dionika opskrbnog lanca. Softveri mogu biti namijenjeni brodarima, otpremnicima, brokerima itd. Postoje i softveri namijenjeni proizvođačima koji među ostalim uključuju i pratnju kontejnera s njihovom robom.

Najveće broderske kompanije, kao što su Maersk, CMA-CGM, MSC, Evergreen Line Hapag-Lloyd, imaju vlastite softvere kojima svojim klijentima pružaju namjenski alat za praćenje kontejnera na svojim *web*-mjestima, pružajući im praćenje u stvarnom vremenu.

Sustavi za praćenje kontejnera omogućuju značajne uštede vremena i poboljšanu operativnu učinkovitost u cijelom opskrbnom lancu. Oslanjaju se na vrhunske tehnologije, kao što su IoT, umjetna inteligencija, strojno učenje i velika količina podataka te na hardverske uređaje kao što su GPS jedinice, RFID oznake, senzori i komunikacijski moduli instalirani na kontejnere ili unutar njih. Ti uređaji kontinuirano prikupljaju podatke o parametrima kontejnera, uključujući njegov zemljopisni položaj, fizičko kretanje, temperaturu, vlažnost, udar i druge relevantne podatke.

Prikupljanje podataka obavlja se tako da instalirani hardver prikuplja podatke. Prikupljeni podaci zatim se prenose na centraliziranu platformu koristeći mobilne mreže, satelitsku komunikaciju ili druge bežične tehnologije, gdje se obrađuju i čine dostupnima ovlaštenim korisnicima. Ovisno o korištenoj tehnologiji taj prijenos podataka može biti u stvarnom vremenu ili gotovo u stvarnom vremenu.

5.1. SOFTVER ZA PRAĆENJE BRODOVA

Softver za praćenje brodova jest tehnologija koja omogućuje nadzor i praćenje brodova u stvarnom vremenu. Koristi različite izvore podataka, kao što su podaci automatskog identifikacijskog sustava (AIS), satelitske slike ili signali radara, kako bi pružio informacije o lokaciji broda, brzini, kursu i drugim relevantnim podacima.

Softver za praćenje brodova ključan je za pomorske operacije i otpremu, logistiku i upravljanja flotom brodova. Omogućuje zainteresiranim stranama praćenje kretanja brodova, optimiziranje ruta, poboljšanje sigurnosti i osiguranje usklađenosti s propisima.

Softver prikuplja podatke s brodova opremljenih AIS transponderima, satelitskim sustavima i drugim izvorima. Prikupljene informacije obrađuju se i prikazuju na karti ili korisničkom sučelju, prikazujući položaje i detalje broda u stvarnom vremenu. Napredni sustavi također mogu pružiti povijesne podatke, vremenske uvjete i prediktivnu analitiku.

Softver za praćenje brodova može pratiti sve vrste brodova uključujući i manja plovila opremljena AIS transponderima ili sličnim uređajima za praćenje. Softver koriste različiti dionici, uključujući brodarske tvrtke, lučke vlasti, pomorske agencije, pružatelje logističkih usluga, vladina tijela, istraživačke institucije, pa čak i pojedinačni vlasnici ili operatori broda. Njegove primjene variraju od upravljanja velikim flotama do osobnog praćenja plovila.

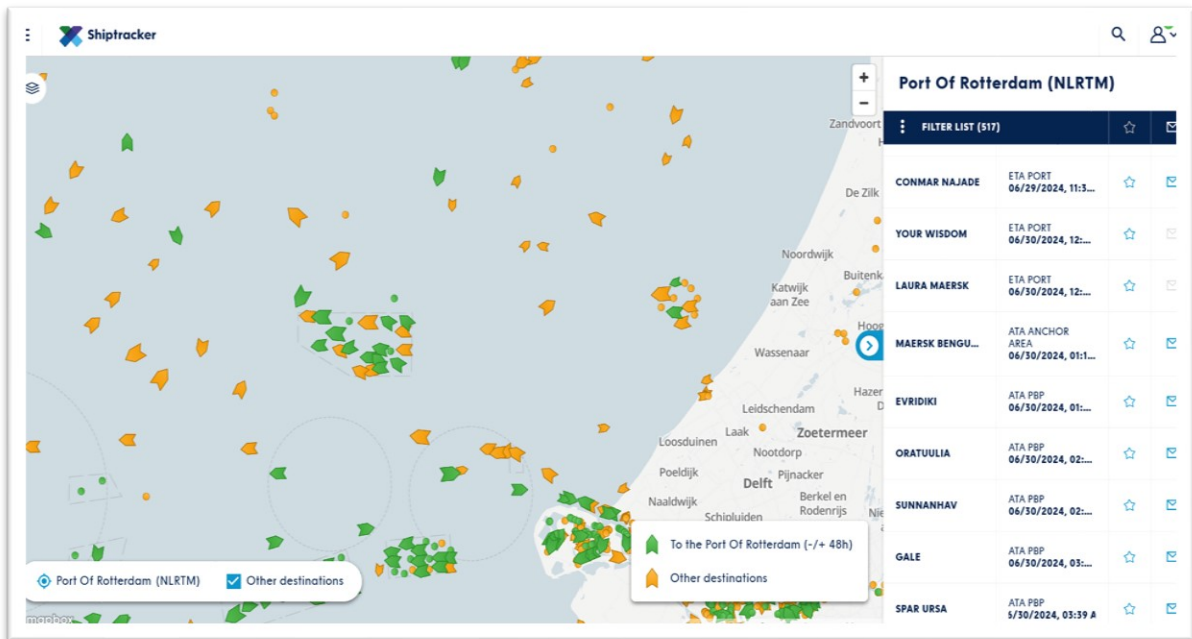
Softver za praćenje brodova često se može integrirati s drugim sustavima ili platformama, kao što su sustavi za upravljanje flotom, logistički softver ili rješenja opskrbnog lanca. Integracija omogućuje bolju koordinaciju, dijeljenje podataka i poboljšanu operativnu učinkovitost. Većina softverskih platformi za praćenje temelji se na *webu* ili nudi mobilne aplikacije, omogućujući korisnicima pristup sustavu s bilo kojeg mjesta s internetskom vezom. Ta pristupačnost olakšava daljinsko praćenje, suradnju i donošenje odluka.

Postoji puno softvera za praćenje brodova. Samo su neki besplatni ili pružaju ograničene informacije o praćenju ako se njihovo korištenje ne plaća: GoComet, Marine Traffic, Vessel Finder i Windward samo su neki od softvera za praćenje brodova.

PortXchange Ship Tracker jest softver koji među ostalim koriste luke Rotterdam i Houston te brodarske kompanije Maersk i MSC. Shiptracker koristi velike količine podataka i algoritme strojnog učenja s informacijama iz sustava za automatsku identifikaciju, AIS. To je globalni sustav za automatsku identifikaciju i praćenje brodova, koji omogućuje točno generiranje procijenjenog vremena dolaska (ETA).

Korisnici mogu postaviti obavijesti tako da dobiju upozorenje čim odabrani brod pristane. Može mu se pristupiti preko *web*-mjesta luke Rotterdam. Nakon registracije e-adresom i lozinkom otvara se grafičko sučelje koje se sastoji od interaktivne mape i popisa za filtriranje. Mapa se može povećati po želji korisnika. Zelene strelice na mapi prikazuju brodove koji će ticati ili su ticali luku Rotterdam. Narančasta oznaka prikazuje brodove koji su ticali ili će ticati ostale luke. Ako se poništi kvačica na oznaci Other destinations, prikazat će se samo zelene strelice. Popis za filtriranje ispod naziva luke prikazuje naziv broda i datum i vrijeme za: očekivano vrijeme dolaska, predviđeno vrijeme polaska, stvarno vrijeme dolaska i stvarno

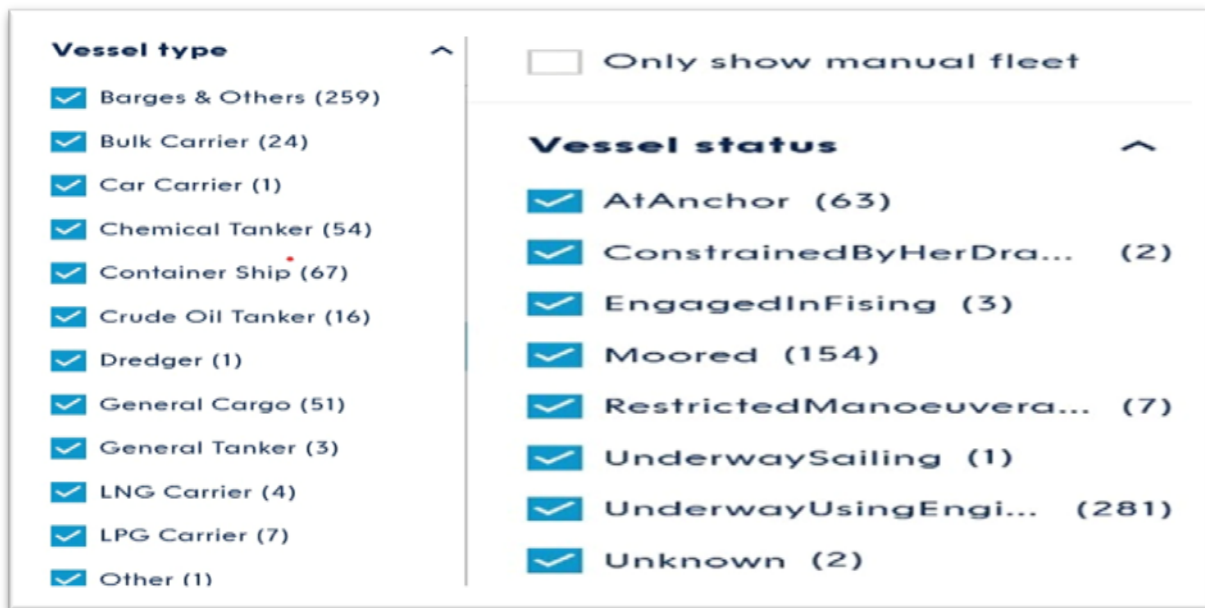
vrijeme polaska. Odabirom zvjezdice bira se traženi brod za pratnju, a odabirom oznake za e-poštu po dolasku broda u luku primit će se obavijest o dolasku e-poštom (slika 18.).



Slika 18. Početno sučelje alata za praćenje PortXchange Ship Tracker

Izvor: Xshiptracker <https://shiptracker.portofrotterdam.com/map>

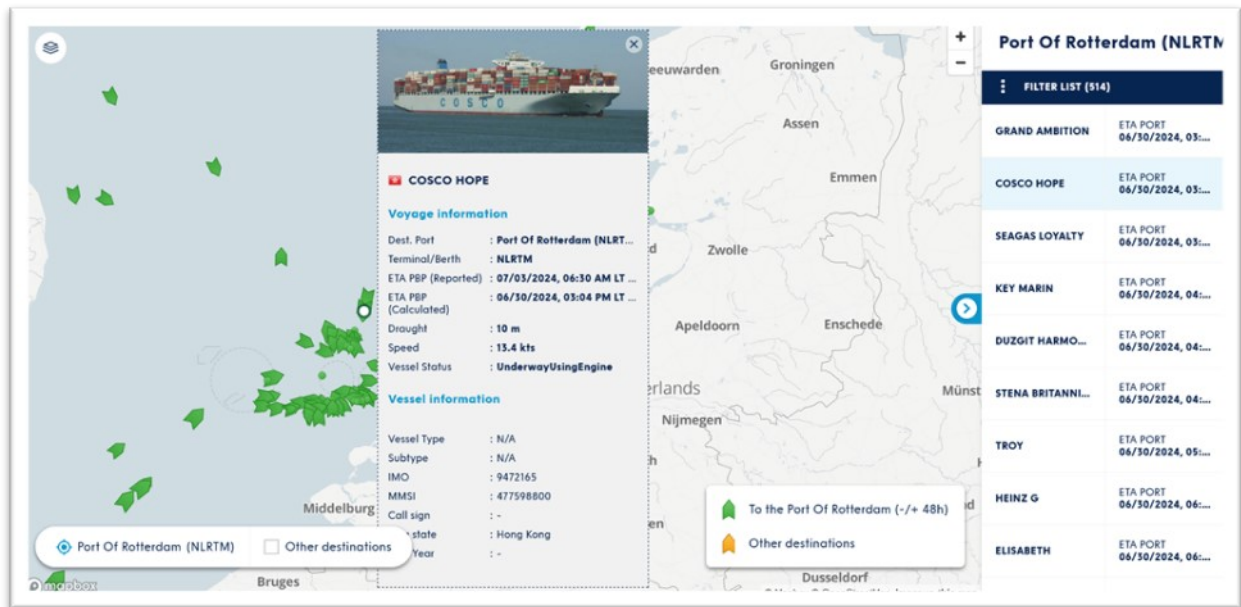
S popisa za filtriranje još se mogu odabrati status, vrsta broda i zastava broda koje se želi pratiti (slika 19.).



Slika 19. Popis za filtriranje sučelja alata za praćenje PortXchange Ship Tracker

Izvor: Xshiptracker <https://shiptracker.portofrotterdam.com/map>

Odabirom broda s popisa za filtriranje, u ovom slučaju kontejnerski brod COSCO HOPE, na mapi će se pojaviti prozor sa slikom broda te podacima o tekućem putovanju broda i podacima o samom brodu: vrsta broda, MMSI i IMO identifikacijski broj, pozivni znak broda (engl. *Call sign*) i zastava broda (slika 20.).



Slika 20. PortXchange Ship Tracker, sučelje alata za praćenje s prozorom odabranog broda

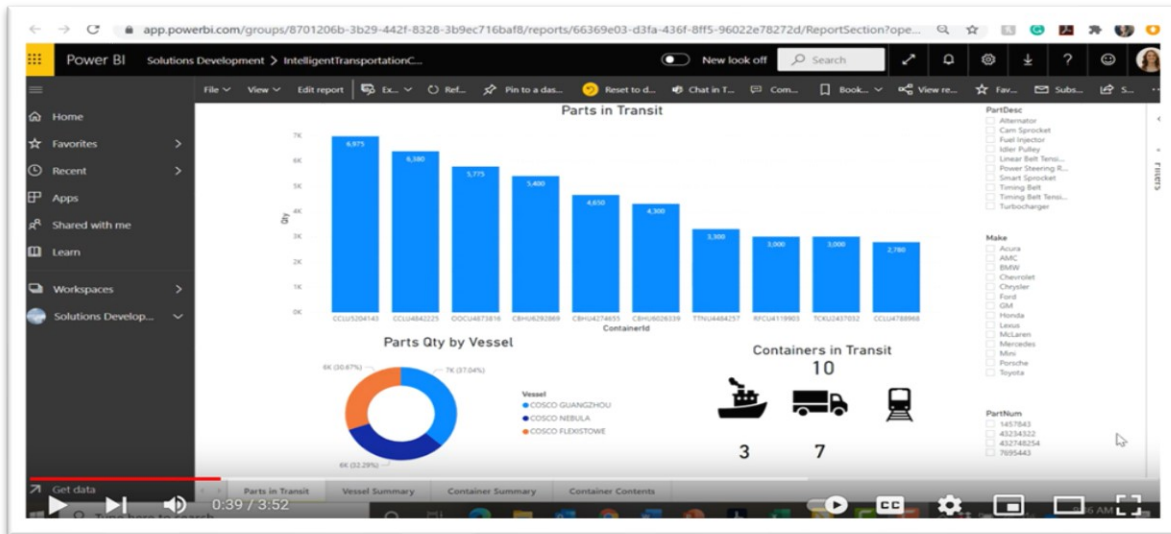
Izvor: Xshiptracker <https://shiptracker.portofrotterdam.com/map>

5.2. SOFTVER NAMIJENJEN DISTRIBUTERIMA AUTODIJELOVA

MCA Connect američka je tvrtka iz Denvera koja pomaže klijentima da se povežu s CRM i ERP softverima koristeći Microsoft Dynamics 365 rješenja. Microsoft Dynamics 365 integrirani je paket aplikacija koji uključuje ERP rješenja za upravljanje resursima poduzeća i CRM za upravljanje odnosima s korisnicima, odnosno nudi funkcionalnosti oba softvera pod jednim krovom. MCA Connect koristi softver ManufacturingCONNECT for Logistics koji je namijenjen proizvodnim tvrtkama kako bi imale potrebnu vidljivost o statusu i sadržaju svojih kontejnera širom svijeta.

Na početnom zaslonu prikazano je da tvrtka ima 10 kontejnera u transportu. Svaki kontejner prikazan je plavom bojom, a ispod kontejnera upisan je njegov serijski broj. Na trobojnom krugu prikazan je ukupan broj rezervnih dijelova u transportu. Svaka boja kruga predstavlja jedan brod te se tako očitava koliko je ukupno autodijelova ukrcano na pojedini

brod. Ukupno je 10 kontejnera u transportu: tri na brodovima, sedam na kamionima te nula na vagonima.



Slika 21. Snimka početnog zaslona softvera ManufacturingCONNECT for Logistics

Izvor: Solution Demo: ManufacturingCONNECT for Logistics

<https://www.youtube.com/watch?v=tSS8tcjCP-g>

Prelaskom na drugi prozor Vessel Summary mogu se očitati svi brodovi na kojima su ukrcani kontejneri te informacije o putovanju: broj putovanja, luke polaska i odlaska, ETD, ATD, eventualno zakašnjenje, ETA itd. (slika 22.).

The screenshot shows a 'Vessel Summary - as of 5/15/2020' table with the following data:

VesselURL	Vessel	Voyage	POL	POD	Estimated Departure	Actual Departure	Minutes Late	On Dock ETA	Transit Days	Days to Dock	Destination ETA	Days to Destination
	COSCO GUANGZHOU	097E	Qingdao	Caucedo	4/8/2020 9:00:00 PM	4/8/2020 9:06:00 PM	0:06:00	5/11/2020 6:00:00 PM	33	-3	5/18/2020	4
	COSCO NEBULA	008W	Shanghai	Antwerp	4/19/2020 1:30:00 AM	4/19/2020 2:10:00 AM	0:40:00	5/25/2020 12:00:00 PM	36	11	6/1/2020	18
	COSCO NEBULA	008W	Ningbo	Rotterdam	4/20/2020 8:00:00 PM	4/20/2020 11:13:00 PM	3:13:00	5/19/2020 12:00:00 AM	28	4	5/26/2020	11
	COSCO FLEXISTOWE	155N	Melbourne	Hong Kong	4/26/2020 6:30:00 AM	4/26/2020 6:42:00 AM	0:12:00	5/18/2020 12:00:00 PM	22	4	5/25/2020	11
Total												

Slika 22. Prozor Vessel Summary

Izvor: Solution Demo: ManufacturingCONNECT for Logistics

<https://www.youtube.com/watch?v=tSS8tcjCP-g>

Idući prozor prikazuje pojedinosti o svakom kontejneru, uključujući njegovu lokaciju, na kakvoj je vrsti prijevoza te, ako je na brodu, naziv broda, ETA itd. (slika 23.).

ContainerId	Latest Status	Location Date	Location	Transportation	Vessel	VesselURL	On Dock ETA	Destination ETA
RFCU4119903	Empty Equipment Returned	6/9/2020 12:00:00 AM	Locos Intermodal S.A. Poznan,Wielkopolskie,Poland	Truck				7/19/2020 12:00:00 AM
CCLU4788968	Gate-out from Final Hub	5/19/2020 7:00:00 PM	Euromax Terminal,Rotterdam,Zuid-Holland,Netherlands	Truck	COSCO NEBULA		5/19/2020 12:00:00 AM	6/28/2020 7:00:00 PM
OOCU4873816	Loaded at T/S POL	5/19/2020 7:00:00 PM	Cosco-Hit Terminals (Hong Kong) Ltd,Hong Kong,Hong Kong,China	Barge	COSCO FLEXISTOWE		5/18/2020 12:00:00 PM	6/28/2020 7:00:00 PM
CCLU5204143	Discharged at Last POD	5/10/2020 7:00:00 PM	Zona Franca Multimodal Caucedo,Santo Domingo,Districto Nacional,Dominican Republic	Vessel	COSCO GUANGZHOU		5/11/2020 6:00:00 PM	6/19/2020 7:00:00 PM
CBHU6292869	Gate-out from Final Hub	4/22/2020 3:30:00 PM	Appliance Park - NS,Louisville,Kentucky,United States	Truck				6/1/2020 3:30:00 PM
TTNU4484257	Loaded at First POL	4/18/2020 7:19:00 PM	Shanghai Shengdong (I), Yangshan,Shanghai,Shanghai,China	Vessel	COSCO NEBULA		5/25/2020 12:00:00 PM	5/28/2020 7:19:00 PM
CBHU4274655	Discharged at Last POD	4/16/2020 8:42:00 PM	South Asia Pakistan Terminals(SAPT),Karachi,Sindh,Pakistan	Truck				5/26/2020 8:42:00 PM
CCLU4842225	Empty Equipment Returned	4/15/2020 9:39:00 PM	Pacific Container Terminal,Long Beach,California,United States	Truck				5/25/2020 9:39:00 PM
CBHU6026339	Gate-out from Final Hub	4/8/2020 9:54:00 AM	Ensenada Int'l Terminal, S.A DE C.V,Ensenada Baja California,Mexico	Truck				5/18/2020 9:54:00 AM
TCKU2437032	Empty Equipment Returned	1/29/2020 11:00:00 PM	Seatainer Terminals Incorporation,Toronto,Ontario,Canada	Truck				3/9/2020 11:00:00 PM

Slika 23. Prozor Container List


Izvor: Solution Demo: ManufacturingCONNECT for Logistics <https://www.youtube.com/watch?v=tSS8tcjCP-g>

Uz puno drugih mogućnosti moguće je dobiti i AIS poziciju broda s mapom.

POSITION & VOYAGE DATA

AIS Type	Cargo ship
Flag	Malta
Destination	KRPUS>MXZLO
ETA	Oct 25, 12:00
IMO / MMSI	9305570 / 256940000
Callsign	9HA4043
Length / Beam	350 / 43 m
Current draught	13.5 m
Course / Speed	29.0° / 20.4 kn
Coordinates	35.3806 N/130.14187 E
Status	-
Position received	8 days ago i

MAP POSITION & WEATHER



19 °C
66 °F

7.4 kn
3.8 m/s

N/A

Slika 24. AIS pozicija broda s mapom

Izvor: Solution Demo: ManufacturingCONNECT for Logistics <https://www.youtube.com/watch?v=tSS8tcjCP-g>

Bitan element softvera jest i popis za filtriranje. Ako korisnik softvera želi pronaći gdje mu je pojedini rezervni dio za određenog proizvođača automobila, dovoljno je da na popisu za filtriranje označi željeni rezervni dio, primjerice *Idler Pulley* i proizvođača automobila, primjerice BMW. Na prozoru će mu se odmah prikazati kontejner na kojem su traženi dijelovi ukrcani te serijski broj kontejnera. Bit će i dostupna informacija koliko tih dijelova ima u kontejneru. Također će se moći iščitati naziv broda na koji je kontejner ukrcan, a drugim klikom dobit će se pozicija broda i njegovo očekivano vrijeme dolaska u luku (slika 25.).



Slika 25. Podaci o traženim rezervnim dijelovima

Izvor: Solution Demo: ManufacturingCONNECT for Logistics

<https://www.youtube.com/watch?v=tSS8tcjCP-g>

Taj softver namijenjen distributerima autodijelova spada u grupu distribucijskih softvera. Distribucijski softveri namijenjeni su prvenstveno različitim proizvođačima i distributerima u upravljanju i kontroli zaliha. Olakšavaju upravljanje opskrbnim lancem od veleprodaje do korisničke podrške i upravljanja odnosima s kupcima. Softver za distribuciju uobičajeno je dio sustava poslovnog planiranja resursa – ERP-a. Povećava vidljivost mreže opskrbnog lanca integracijom s dobavljačima i logističkim tvrtkama uz praćenje u stvarnom vremenu.

5. ZAKLJUČAK

Od početka uvođenja kontejnerizacije kontejnerski promet u stalnom je porastu. Kontejnerizacija je prolazila nekoliko razvojnih faza te je snažno utjecala na razvoj svjetske trgovine. Zbog potražnje i ekonomije velikih razmjera promjene u dizajnu brodova uvijek su se odnosile na povećanje kapaciteta kontejnerskih brodova.

Paralelno s porastom kapaciteta brodova rastao je i kapacitet kontejnerskih terminala. Sve veća tonaža kontejnerskih brodova zahtijevala je modernizaciju opreme za prekrcaj. Bila su potrebna znatna ulaganja kako bi se poboljšala produktivnost te kako bi se udovoljilo povećanim zahtjevima kupaca. Povećanjem brzine manipulacija s kontejnerima u luci smanjivalo se vrijeme boravka broda u lukama, a to je postalo ključno pitanje u smislu konkurencije između luka i brodskih prijevoznika.

U intermodalnom kontejnerskom prijevozu pojavljuju se mnogi problemi koji su kritični za sigurnosti opskrbnog lanca:

- krađa tereta iz kontejnera i prikolica
- moguće kvarenje rashladnih tereta zbog neželjenih promjena temperature
- oštećenje tereta te posljedično tome rješavanje pitanja osiguranja,
- gubici vremena na graničnim kontrolama zbog carinskih formalnosti
- sigurnosna pitanja povezana s krijumčarenjem ili terorizmom
- geolociranje u slučaju mogućih problema s preusmjeravanjem pošiljke
- nedostatak upozorenja u stvarnom vremenu u slučaju problema s teretom u kontejnerima.

Implementacija informacijskih tehnologija u informacijske sustave kontejnerskih terminala postala je ključna za sve lučke operatre i brodske tvrtke, a važna je i za cjelokupan razvoj logističkih lanca. U tom segmentu posebno je bitno istaknuti informacijske sustave za praćenje kontejnera i nadzor tereta koji pružaju mnoge prednosti.

Danas postoji puno suvremenih tehnoloških rješenja za sustave za praćenje kontejnera, međutim, da bi se odabralo koje je rješenje najpovoljnije za pojedinu tvrtku, bitno je razumjeti i tradicionalne metode koje se koriste za praćenje kontejnera.

Kontejneri su često bili opremljeni crtičnim kodovima ili RFID oznakama za osnovne

potrebe praćenja. Međutim, te su metode imale ograničenja, poput ograničenog dometa i zahtjeva za ručnim skeniranjem. Tijekom vremena i te su tehnologije unaprijeđene pa se i danas često koriste u kombinacijama s drugim tehnologijama. Na primjer, kombinacija RFID i OCR tehnologija česta je u *Gate* sustavima. EDI je zamijenio papir strukturiranim, pojednostavljenim elektroničkim prijenosom podataka. Uveden je u opskrbne lance kasnih 1960-ih i konstantno se razvijao. Danas postoji više EDI standarda. EDI sustav za otpremu pomaže u upravljanju dokumentacijom.

Danas se sve više koristi API koji je, poput EDI-ja, tehnologija koja se koristi za razmjenu podataka između B2B računalnih sustava. API je skup programskih uputa koje omogućuju različitim softverskim aplikacijama međusobnu komunikaciju i za razliku od EDI-ja, omogućuje komunikaciju u stvarnom vremenu.

Pojava GPS tehnologije bila je prekretnica u praćenju kontejnera. GPS uređaji sada se široko koriste za kontinuirano praćenje i ažuriranje podataka o lokaciji u stvarnom vremenu što je posebno bitno logističkim tvrtkama. GPS i njegove poboljšane verzije omogućuju optimizaciju ruta. Tako se smanjuju vrijeme putovanja i potrošnja goriva te se povećava učinkovitost i smanjuje utjecaj na okoliš.

Primjenom IoT-a usavršeno je praćenje kontejnera povezivanjem fizičkih objekata, najčešće senzora s digitalnim svijetom. Senzori omogućuju praćenje temperatura i vlažnosti, prepoznaju udarce i vibracije te mogu otkriti neovlaštena otvaranja kontejnera.

Lanac blokova poboljšao je transparentnost u praćenju kontejnera s nepromjenjivom knjigom, a pametnim ugovorima smanjio je prijevare i sporove te je automatizirao procese poput carinjenja, smanjujući dokumentaciju i kašnjenja.

Implementacija suvremenih tehnologija u informacijske sustave za praćenje kontejnera pomoći će svim dionicima u logističkom lancu da riješe sve ranije spomenute probleme u upravljanju kontejnerima i smanjenju nepotrebnih troškova. Time se potvrđuje radna hipoteza ovoga rada koja navodi da je uz konstantan tehnološki razvitak transportne tehnologije, kontejnerskih brodova i kontejnerskih terminala, također neophodno stalno pratiti, analizirati i implementirati IT u sustave praćenja kontejnera kako bi se time olakšalo poslovanje i povećala produktivnost.

LITERATURA

ČLANCI U ČASOPISIMA

- Tijan, E., Agatić, A., Hlača B.: EVOLUCIJA INFORMACIJSKOKOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA NA KONTEJNERSKIM TERMINALIMA, Pregledni članak, Časopis Pomorstvo, str. 31-32, 2010
- Torlak I. et al. : Analysis of Port Community System Introduction in Croatian Seaports - Case Study Split, 9.2020, p. 333

PREZENTACIJE SA PREDAVANJA:

- „Tehnologija prijevoza kontejnera morem“ - prezentacija sa kolegija "Tehnologija prijevoza morem", PFRI, V semestar, 2021/2022 god
- Tijan E., Pametni kontejneri, Prezentacija sa predavanja kolegija Informacijske tehnologije u logistici, PFRI pg. 16

ELEKTRONIČKI IZVORI

- 11 Most Mind-Blowing Examples of Digital Transformations You Need to See!, Quixy Editorial Team 6/2024 <https://quixy.com/blog/examples-of-digital-transformation/> (14. 8. 2024.)
- Automatic Container Codes, ISO Shipping Container Reading,, <https://disnetwork.co.uk/service/iso-shipping-container-reading/> (19. 8. 2024.)
- Beacha H., Standardized Container IoT is Key for "Smart" Supply Chains, The Maritime Executive, 05/2020. <https://maritime-executive.com/editorials/standardized-iot-for-containers-is-the-key-for-smart-supplychains-1> (22. 6. 2024.)
- Blockchains in the shipping world, DNV,, <https://www.dnv.com/expert-story/maritimeimpact/Blockchains-in-the-shipping-world/> (29. 6. 2024.)
- Bolje je hrvatski, hash > (identifikacijska) oznaka, <https://bolje.hr/rijec/hash-gt-identifikacijskaoznaka/199/> (29. 6. 2024.)
- CFI, What is Corporate Performance Management (CPM)? <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/management/corporate-performance-management-cpm/> (16. 6. 2024.)

- Chao S., Lin Y., Emerald Insight, Gate automation system evaluation: A case of a container number recognition system in port terminals, 3/2017., <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MABR-09-2016-0022/full/html> (10. 6. 2024.)
- CIN 7, Electronic Data Interchange (EDI) what is it and how it can improve the operation of your business 10/2022 <https://www.cin7.com/blog/electronic-data-interchange-edi-what-is-it-and-how-it-can-improve-theoperation-of-your-business/> (26. 6. 2024.)
- Container Tracking Systems: Everything You Need To Know, LINK LABS 4/2018 <https://www.linklabs.com/blog/container-tracking> (28. 6. 2024.)
- COSTAMARE INC. History of Container Shipping, <https://www.costamare.com/industry/history-of-container->
- CSI: Container Security Initiative, US Customs and Border Protection 3/2024 <https://www.cbp.gov/border-security/ports-entry/cargo-security/csi/csi-brief> (15. 7. 2024.)
- DCSA, Article, How to Track Containers: A Comprehensive Guide | DCSA, | 9. 2023, <https://www.dcsa.org/newsroom/how-to-track-containers> (13. 6. 2024.)
- Dehgani H., et al. RFID AND OCR TECHNOLOGY IN PORTS AND CONTAINER TERMINAL file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/271e20160334-1.pdf (23. 6. 2024.)
- Desphande A., Advantages of Implementing ERP System in Marine Industry, Focus 6/2023 <https://www.focusssoftnet.com/blogs/advantages-of-implementing-erp-in-marine-industry> (28. 7. 2024.)
- DR Depots Rotterdam, <https://dr-depots.com/services/> (25. 6. 2024.)
- EDI as a Tool for Change for the Shipping and Port Industries, 10/2018 <https://edicomgroup.com/blog/edi-as-a-tool-for-change-for-the-shipping-and-port-industries> (27. 6. 2024.)
- EDI Basics, <https://www.edibasics.com/types-of-edi/> (27. 6. 2024.)
- EDI Basics, <https://www.edibasics.com/types-of-edi/> (27. 6. 2024.)
- Elmay F. et al., Blockchain-based Traceability for Shipping Containers in Unimodal and Multimodal Logistics 2017. file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/Blockchain-based_Traceability_for_Shipping_Contain.pdf pg.2 (26. 6. 2024.)
- Esa, Navipedia, European Space Agency, Package and Container Tracking, 9/2018 https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Package_and_Container_Tracking (27. 6. 2024.)

- FINA, Što je vremenski žig <https://www.fina.hr/digitalizacija-poslovanja/vremenski-zig/najcescapitanja-i-odgovori> (29. 6. 2024.)
- GEOTAB, What Is GPS and how do global positioning systems work? 3/2024 <https://www.geotab.com/blog/what-is-gps/> (27. 6. 2024.)
- Hapag Lloyd, Vodafone to adopt Deloitte public blockchain solution for container identity, Ledger Insights, 12/2023 <https://www.ledgerinsights.com/hapag-lloyd-vodafone-deloitte-blockchain-container/> (6. 8. 2024.)
- Heilig L., Schwarze S., Voss S., An Analysis of Digital Transformation in the History and Future of Modern Ports, DOI: 10.24251/HICSS.2017.160, 1/2017 <https://core.ac.uk/download/pdf/77239623.pdf> (18. 8. 2024.)
- History of Container Shipping, COSTAMARE INC.. https://www.costamare.com/industry_shipping_container_history (31. 5. 2024.)
- How can SCADA improve transportation system performance?, Systems Engineering, <https://www.linkedin.com/advice/0/how-can-scada-improve-transportation-system> (29. 7. 2024.)
- IMPINJ, RFID Standards, <https://www.impinj.com/products/technology/rfid-standards> (21. 6. 2024.)
- Inbound Logistics, Containerization of Shipping Containers: Definition, Types, and Process, 9/2023. <https://www.inboundlogistics.com/articles/containerized-cargo/> (30. 5. 2024.)
- Inbox, History of the Shipping Container, 24.02.2020. <https://inboxprojects.com/history-shipping-container/1472> (13. 7. 2024.)
- informacijski sustav. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/informacijski-sustav> (7. 6. 2024.)
- Internet of things, Wikipedia, 6/2024. https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things (28. 6. 2024.)
- ISO, Series 1 freight containers —Classification, dimensions and ratings, Seventh edition 2020-01, pg. 1 URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/76912/7354663676144f8ab1a7b57cb573b0a6/ISO-668-2020.pdf> (4. 6. 2024.)

- Jezikoslovac, <https://jezikoslovac.com/word/lkxx> (30. 5. 2024.)
- Karanika A. et al. „Extensive Use of RFID in Shipping, Research Gate, Conference Paper · 9.2020,
- Kia M., Shayan E., Ghotb F., The Important of Information Technology in Port Terminal Operations 4/2000
https://www.researchgate.net/publication/235254714_The_Important_of_Information_Technology_in_Port_Terminal_Operations (29. 7. 2024.)
- KoneCranes, TEAMS Equipment Control System (ECS)
<https://www.konecranes.com/port-equipmentservices/operational-software-services/equipment-control-systems> (21. 6. 2024.)
- Lučka uprava Rijeka, NOVI INVESTICIJSKI CIKLUS, Veliki infrastrukturni projekti, 10/2019. <https://www.hgk.hr/documents/03jaksicnovi-investicijski-ciklus2-10-20195d9dbeb9d1540.pdf> (11. 6. 2024.)
- McFarlane D., Sheffi Y., The Impact of Automatic Identification on Supply Chain Operations, <https://web.mit.edu/sheffi/www/selectedMedia/genMedia/sheffi-McFarlane.pdf> (25. 6. 2024.)
- MSC Collaborates with GSBN to Trial Integrated Safe Transportation Certification Verification Process, Boosting Safety of Lithium Battery Shipments, MSC, 4/2024
<https://www.msc.com/es/newsroom/news/2024/april/msc-and-gsbn-to-trial-transportation-certification-verification-process> (6. 8. 2024.)
- MSG, Information Systems vs Information Technology
<https://managementstudyguide.com/informationssystem-and-information-technology.htm> (8. 6. 2024.)
- MSG, MIS - Understanding Information Systems,
<https://managementstudyguide.com/information-systems.htm> (8. 6. 2024.)
- Munroe A., What is a container terminal? Types & top terminal operators [2024], X-change, 30.11.2022. <https://www.container-xchange.com/blog/container-terminals/> (5. 6. 2024.)
- Notteboom T., Pallis A., Rodrigue J., Port Economics, Management and Policy – 2022. g.
<https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part1/maritime-shipping-and-international-trade/global-trade-container-throughput/> (2. 6. 2024.)

- OCR in Ports and Terminals, A PEMA Information Paper <https://www.pema.org/wpcontent/uploads/2022/09/PEMA-IP4-OCR-in-Ports-and-Terminals.pdf> (23. 6. 2024.)
- Part I: Industry needs standardisation and collaboration for economies of scale, Container News, 5/2020. <https://container-news.com/part-i-industry-needs-standardisation-and-collaboration-for-economies-of-scale/> (29. 6. 2024.)
- Pema, <https://www.pema.org/wp-content/uploads/2022/09/PEMA-IP4-OCR-in-Ports-andTerminals.pdf> (21. 6. 2024.)
- Poslovni informacijski sustavi.indb, Element d.o.o. <https://element.hr/wp-content/uploads/2020/06/unutra-13646.pdf> (28. 7. 2024.)
- Predictive Maintenance: Using IIoT to Prevent Downtime and Save Costs, Rin.tech, <https://www.rinf.tech/predictive-maintenance-using-iiot-to-prevent-downtime-and-save-costs/> (28. 6. 2024.)
- Realtime Business Solutions, Terminal Operating System (TOS), <https://rbs-tops.com/glossary/terminal-operating-system-tos/> (10. 6. 2024.)
- Rodrigue J., World Chapter 5 – Transportation Modes › 5.6 – Intermodal Transportation and Containerization › World Container Throughput, 1980-2021, Sixth Edition 2024.g. <https://transportgeography.org/contents/chapter5/intermodal-transportation-containerization/world-container-throughput/> (2. 6. 2024.)
- Rodrigue J., Evolution of Containerships, The Geography of Transport Systems, SIXTH EDITION, 2024.g. <https://transportgeography.org/contents/chapter5/maritime-transportation/evolution-containerships-classes/> (13. 7. 2024.)
- Sedna, Big data in the maritime industry: Use cases and challenges, 12/2023 <https://sedna.com/resources/big-data-in-the-maritime-industry-use-cases-and-challenges> (30. 6. 2024.)
- Shipping Container Types: A Guide, Types of containers, 1/2024 <https://www.dcsa.org/newsroom/shipping-container-types-a-guide> (13. 7. 2024.)
- Sinay, Understanding shipping identification codes, 06.2024, <https://sinay.ai/en/understanding-shippingidentification-codes/> (14. 6. 2024.)
- sustav. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/sustav> (7. 6. 2024.)

- Štefanić N. , Osnove menadžmenta, FSB U Zagrebu , 2012.g
https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/03_04_2012__16719_Osnove_menadzmenta_-_Prof_Stefanic.pdf (17. 7. 2024.)
- Teretnica. *Pomorski leksikon (1990), mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2024. <https://pomorski.lzmk.hr/clanak/teretnica-isprava> (13. 6. 2024.)
- Terminal Operating System (TOS), Realtime Business Solutions, <https://rbstops.com/glossary/terminal-operating-system-tos/> (10. 6. 2024.)
- The Geography of Transport Systems, The Dawn of Containerization: 1970, <https://transportgeography.org/contents/chapter1/the-setting-of-global-transportation-systems/dawn-containerization/> (13. 7. 2024.)
- The Top 20 Largest and Biggest Container Ships in the World in 2024, GoComet, 6/2024., <https://www.gocomet.com/blog/top-20-largest-container-ships-in-the-world/> (19. 8. 2024.)
- Top 8 API-Based Integration Use Cases for Logistics Companies, CLEO <https://www.cleo.com/blog/api-integration-use-cases-for-logistics> (10. 8. 2024.)
- TRAXENS, Premium Freight Tracking, pdf, <https://www.traxens.com/ebooks/freight-forwardersvisibility-guide-upgrading-your-services-with-premium-freight-tracking> (29. 6. 2024.)
- Triton, What is a Shipping Barcode? – A Complete Explanation, 4/2024 <https://tritonstore.com.au/whatis-a-shipping-barcode/> (24. 6. 2024.)
- UpKeep, What is the difference between PLC and SCADA? <https://upkeep.com/learning/plc-vs-scada/> (1. 7. 2024.)
- What is Corporate Performance Management (CPM)? <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/management/corporate-performance-management-cpm/> (16. 6. 2024.)
- What is digital transformation?, The Enterprisers project, <https://enterprisersproject.com/what-is-digital-transformation> (14. 8. 2024.)
- What Is GPS and how do global positioning systems work?, GEOTAB 3/2024 <https://www.geotab.com/blog/what-is-gps/> (27. 6. 2024.)
- What is IoT?, Oracle, <https://www.oracle.com/uk/internet-of-things/what-is-iot/> (28. 6. 2024.)
- What is IoT?, Oracle, <https://www.oracle.com/uk/internet-of-things/what-is-iot/> (28. 6. 2024.)

- Wikipedia, Distributed ledger, https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_ledger (29. 6. 2024.)
- X-Change, EDI Shipping & Logistics: What it is and How it Works, X-Change, 11/2021 <https://www.containerxchange.com/blog/edi-shipping/> (26. 6. 2024.)
- X-Change, EDI Shipping & Logistics: What it is and How it Works, 11/2021 <https://www.containerxchange.com/blog/edi-shipping/> (26. 6. 2024.)

KAZALO POKRATA

Kratica	Puni naziv na stranom jeziku	Tumačenje na hrvatskom jeziku
1D	engl. One-dimensional	Jednodimenzionalni
2D	engl. Two-dimensional	Dvodimenzionalni
AI	engl. Artificial intelligence	Umjetna inteligencija
AIDC	engl. Automated Identification and Data Collection	Automatska identifikacija i prikupljanje podataka
AIS	engl. Automatic Identification System	Automatski identifikacijski sustav
API	engl. Application Programming Interfaces	Aplikacijsko programsko sučelje
ARPANET	engl. Advanced Research Projects Agency Network	Mreža agencija za napredne istraživačke projekte (preteča interneta)
AS2	engl. Applicability Statement 2	Izjava o primjenjivosti 2 (Standard za EDI)
ATA	engl. Actual Time Arrival	Stvarno vrijeme dolaska
ATD	engl. Actual time of departure	Stvarno vrijeme polaska
B/L	engl. Bill of Lading	Teretnica
B2B	engl. Business-to-business	Poslovanje poslovanju (vrsta elektroničkog poslovanja)
BDP	hr.	Bruto društveni proizvod
BERMAN	engl. Berth Management	Upravljanje vezovima
BIC	fr. Bureau International des Containers et du Transport Intermodal	Međunarodni ured za kontejnerski i intermodalni transport
BRS	engl. Business Requirements Specifications	Specifikacije poslovnih zahtjeva (međustranijski proces ponude)
CHE	engl. Container Handling Equipment	Oprema za rukovanje kontejnerima
CIMIS	engl. Croatian Integrated Maritime Information System	Hrvatski integrirani pomorski informacijski sustav
COARRI	engl. Container discharge/loading report	Iskrcaj kontejnera (poruka da je kontejner iskrcan s broda)

COPRAR	engl. Container discharge/loading order	Iskrcaj/ukrcaj kontejnera (naredba terminalu za iskrcaj ili ukrcaj s broda / na brod)
CS	engl. Corporate Systems	Korporacijski sustavi – sustav za poslovne funkcije
CMA-CGM	fr. Compagnie Maritime d'Affrètement i Compagnie Générale Maritime	Francuska brodarska i tvrtka za otpremu i logistiku: Pomorska teretna kompanija, odnosno Opća pomorska kompanija
CRM	engl. Customer Relationships Management	Softveri za upravljanje odnosima sa kupcima
CSI	engl. Container Security Initiative	Inicijativa za sigurnost kontejnera
CUSCAR	engl. Customs Cargo	Carinski teret (potvrдна poruka carine da dopušta prijenos podataka iz carine)
CUSDEC	Carinska deklaracija	Carinska deklaracija
CUSRES	engl. Customs Declaration	Odgovor carine (dopušta se prijenos podataka od deklaranta do carine)
DGPS	engl. Differential Global Positioning Systems	Diferencijalni sustavi globalnog pozicioniranja (unaprijeđeni GPS sustav)
DMS	engl. Delivery Management Systems	Sustavi za upravljanje dostavom
ECS	engl. Equipment control system	Sustav za kontrolu opreme
EDI	engl. Electronic Data Interchange	Elektronička razmjena podataka
EDIFACT	engl. Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport	Elektronička razmjena podataka za administraciju, trgovinu i transport (standard za elektroničku razmjenu podataka)
ELD	engl. Electronic Logging Devices	Uređaji za elektroničko bilježenje
EMC		Šifra vlasnika
ERP	engl. Enterprise Resource Planning	Planiranje resursa poduzeća (integrirano upravljanje poslovnim procesima)
ETA	engl. Expected Time of Arrival	Procijenjeno vrijeme dolaska
ETD	engl. Expected Time of Departure	Procijenjeno vrijeme odlaska

FCC	engl. Fully Cellular Containership	Potpuno celularni kontejnerski brodovi
FTP/VPN	engl. File Transfer Protocol/ Virtual Private Network	Protokol za prijenos datoteka / virtualna privatna mreža
FTPS	engl. File Transfer Protocol Secure	Sigurnosni protokol Privite za prijenos datoteka
GNSS	engl. Global Navigation Satellite Systems	Globalni navigacijski satelitski sustavi
GPS	engl. Global Positioning System	Globalni lokacijski sustav
GSBN	engl. Global Shipping Business Network	Globalna poslovna mreža za dostavu (platforma lanca blokova za razmjenu podataka)
GSM	engl. Global System for Mobile	Globalni mobilni sustav (svjetski standard za mobilnu telefoniju)
GUI	engl. Graphical user interface	Grafičko korisničko sučelja
HMI	engl. Human-Machine Interface	Sučelje između čovjeka i stroja
HTTP	engl. Hypertext Transfer Protocol	Protokol prijenosa hiperteksta (najčešća metoda prijenosa informacija na <i>webu</i>)
IBM	engl. International Business Machines Corporation	Naziv tvrtke
ICD	engl. Island Container Depot	Unutrašnji kontejnerski depo
ICT	engl. Information and Communication Technology	Informacijska i komunikacijska tehnologija
ID	engl. Identity document	Identifikacijski dokument
IFCSUM	engl. International forwarding and consolidation summary	Sažetak međunarodne špedicije i konsolidacije (EDI obavijest)
IFTMBC	engl. International Forwarding and Transport Message Booking Confirmation	Potvrda rezervacije međunarodne otpremne i transportne poruke
IFTMBF	engl. International Forwarding and Transport Message Firm Booking	Međunarodna špedicijska i transportna poruka za rezervaciju
IFTMCS	engl. International Forwarding and Transport Message Contract Status	Status ugovora o međunarodnom otpremništvu i prijevozu poruka
IFTMIN	engl. International Forwarding and Transport Message – Instructions	Međunarodna otpremna i transportna poruka – upute

IIoT	engl. Industrial IoT	Industrijski internet stvari
IMDG	engl. International Maritime Dangerous Goods	Međunarodni pomorski kodeks opasnih stvari
IMO	engl. International Maritime Organization	Međunarodna pomorska organizacija
IoT	engl. Internet of things	Internet stvari
IS	engl. Information System	Informacijski sustav
ISO	engl. International Organization for Standardization	Međunarodna organizacija za standardizaciju
IT	engl. Information Technology	Informacijska tehnologija
LAN	engl. Local Area Network	Lokalna računalna mreža
LoLo	engl. Lift-On Lift-Off	Podigni spusti (metoda prekrcaja korištenjem dizalica)
M2M	engl. Machine-to-Machine	Stroj na stroj (izravna komunikacija između uređaja)
MSC	engl. Mediterranean Shipping Company	Mediterranean Shipping Company – brodarska kompanija
NLP	engl. Natural-Llanguage Processing	Obrada prirodnog jezika (sposobnost računala da razumije ljudski govor)
OCR	Optical Character Recognition	Optičko prepoznavanje znakova
OMS	engl. Order Management Systems	Sustavi upravljanja narudžbama
P&G	engl. Procter & Gamble	Naziv tvrtke (američka multinacionalna korporacija robe široke potrošnje)
P2P	engl. Peer-to-Peer	Koncept umrežavanja računala bez poslužitelja
PCS	engl. Port Community System	Sustavi lučke zajednice
PH	hr.	Pomoćna hipoteza
PLC	engl. Programmable Logic Controller	Programabilni logički kontroler
PMS	engl. Planned Maintenance System	Planirani sustav održavanja
POD	engl. Proof of Delivery	Potvrda o isporuci
RFID	engl. Radio-Frequency Identification	Radiofrekvencijska identifikacija

RH	hr.	Republika Hrvatska
RoRo	engl. Roll On / Roll Off	Dokotrljati/otkotrljati (brodovi za prijevoz kotrljajućeg tereta)
SCADA	engl. System Control and Data Acquisition	Kontrola sustava i prikupljanje podataka
SCM	engl. Supply Chain Management	Upravljanje lancem opreme
SFTP	engl. Secure File Transfer Protocol	Protokol sigurnog prijenosa datoteka
SPOF	engl. Single Point Of Failure	Jedna točka kvara
SSB	engl. Single-sideband modulation	Jednopojasna modulacija (za prijenos zvučnog signala)
SSCC	engl. Serial Shipping Container Code	Serijski otpremničko-kontejnarski kôd
QR	engl. Quick Response Codes	Kodovi za brzi odgovor
TAS	engl. Transportation Assistance System	Sustav pomoći u prijevozu
TEU	engl. Twenty-foot Equivalent Unit	Jedinica ekvivalenta dvadeset stopa
TMS	engl. Transportation management Systems	Sustavi za upravljanje prijevozom
TOS	engl. Terminal Operating System	Operativni sustav terminala
UN/CEFACT	engl. United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business	Centar Ujedinjenih naroda za trgovinske olakšice i elektroničko poslovanje
UN/EDIFACT	engl. the United Nations rules for Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport	Pravila Ujedinjenih naroda za elektroničku razmjenu podataka za administraciju, trgovinu i transport
ULCC	engl. Ultra Large Containership	Ultra veliki kontejnerski brodovi
URL	engl. Uniform Resource Locator	Adresa jedinstvenog izvora na internetu
VAN	engl. Value Added Network	Mreža s dodanom vrijednošću
VHF	engl. Very high frequency	Vrlo visoka frekvencija je (ITU oznaka za raspon radiofrekvencijskih elektromagnetskih valova)
VLCC	engl. Very Large Containership	Vrlo veliki kontejnerski brodovi
VTS	engl. Vessel Traffic Services	Sustav za praćenja brodskog prometa

WEB	engl. World Wide Web	Svjetska mreža (najčešće korišten internetski servis)
Wi-Fi	engl. Wireless fidelity	Vrsta tehnologije bežične mreže koja se koristi za spajanje na Internet.
WMS	engl. Warehouse Management Systems	Sustavi upravljanja skladištem

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. World Container Throughput 1980-2022	8
Grafikon 2. Globalni protok kontejnera i BDP-a te rast broja stanovnika na svjetskoj razini od 1970. do 2020. godine	9

POPIS SLIKA

Slika 1. Ideal X, modificirani T2 tanker iz Drugoga svjetskog rata	6
Slika 2. Vrste brodskih kontejnera	13
Slika 3. Generacije kontejnerskih brodova	15
Slika 4. Računalna mapa operatora kontejnerskog terminala	26
Slika 5. Automatska kontrola oštećenja	30
Slika 6. Kontejner sa više IMDG oznaka	31
Slika. 7 Gate Kiosk	32
Slika 8. Lučke komunikacije prije uvođenja PCS-a i nakon implementacije PCS-a	33
Slika 9. Identifikacijske oznake kontejnera	44
Slika 10. Povijesni razvoj tehnologija za praćenje kontejnera	49
Slika 11 EDI sustav tvrtke Eucon	58
Slika 13. Tipičan testni GNSS prozor prikazuje signal 17 satelita (GPS – zeleno, GLONASS – plavo)	66
Slika 12. Tipičan testni GPS prozor prikazuje signal 12 satelita (zeleno)	66
Slika 14. Solarni uređaj za praćenje kontejnera	68
Slika 15. Jointech JT701GPS uređaj za praćenje u obliku plombe	69
Slika 16 Uređaj za praćenje kontejnera	72
Slika 17. Blockchain pratnja pošiljke cvijeća kroz opskrbeni lanac	77
Slika 18. Početno sučelje alata za praćenje PortXchange Ship Tracker	86
Slika 19. Popis za filtriranje sučelja alata za praćenje PortXchange Ship Tracker	86
Slika 20. PortXchange Ship Tracker, sučelje alata za praćenje s prozorom odabranog broda	87
Slika 21. Snimka početnog zaslona softvera ManufacturingCONNECT for Logistics	88
Slika 22. Prozor Vessel Summary	88
Slika 23. Prozor Container List	89
Slika 24. AIS pozicija broda s mapom	89
Slika 25. Podaci o traženim rezervnim dijelovima	90