

Informacijske i komunikacijske tehnologije u logistici modernih luka i terminala

Klisović, Nicol

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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:187:404463>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-15**



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

NICOL KLISOVIĆ

INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE U
LOGISTICI MODERNIH LUKA I TERMINALA

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2023.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

POMORSKI FAKULTET

**INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE U
LOGISTICI MODERNIH LUKA I TERMINALA**

**INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGIES IN THE LOGISTICS OF MODERN
PORTS AND TERMINALS**

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Informacijske tehnologije u logistici

Mentor : prof. dr. sc. Edvard Tijan

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

Studentica: Nicol Klisović

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112084538

Rijeka, rujan 2023.

Studentica: Nicol Klisović

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112084538

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE U LOGISTICI MODERNIH LUKA I TERMINALA izradila samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Edvarda Tijan te komentorstvom izv. prof. dr. sc. Saše Aksentijević.

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

Studentica



(potpis)

Nicol Klisović

Studentica: Nicol Klisović

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112084538

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog 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 završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/> .

Studentica - autor



(potpis)

Nicol Klisović

SAŽETAK

Lučki sustavi se koriste informacijskom i komunikacijskom tehnologijom kao neophodnim sredstvom u pružanju svojih usluga. Razvoj pomorskog prometa kao odgovor na rast globalne trgovine, postavlja pred lučke sustave zahtjeve za stalnim unaprjeđenjem lučkih procesa poboljšanjem postojećih i uvođenjem novih inovativnih tehnologija. Pomorski promet je najzastupljeniji oblik prijevoza robe, a kontejnerski prijevoz predstavlja njegov najveći i najznačajniji vid prijevoza. Ogromni kapaciteti brodova, raznovrsnost i osjetljivost robe, zahtjevi u kvaliteti i brzini prekrcaja robe donosi i ogroman broj podataka i informacija koje je potrebno prihvatiti i obraditi radi planiranja i izvođenja lučkih procesa a pri tom logističke tvrtke očekuju stalan uvid u stanje robe u stvarnom vremenu. Uvođenje i razvoj novih informacijsko-komunikacijskih tehnologija, je skup, zahtjevan i dugoročan proces ali neminovan za opstanak i konkurentnost pametne luke i kontejnerskih terminala.

Ključne riječi: informacijske i komunikacijske tehnologije, pametne luke, kontejnerski terminal

SUMMARY

Global port systems use information and communication technology as an essential tool in providing their services. The development of maritime traffic as a response to the growth of global trade places demands on port systems for the constant improvement of port processes by improving existing and introducing new innovative technologies. Maritime transport is the most represented form of goods transport, and container transport represents its largest and most significant form of transport. The enormous capacities of ships, the variety and sensitivity of goods, the quality and speed requirements of goods transshipment also bring a huge amount of data and information that needs to be accepted and processed in order to plan and carry out port processes, and at the same time logistics companies expect constant insight into the state of goods in real time. The introduction and development of new information and communication technologies is an expensive, demanding and long-term process, but inevitable for the survival and competitiveness of smart ports and container terminals.

Keywords: information and communication technologies, smart ports, container terminal

SADRŽAJ	
SAŽETAK.....	I
SUMMARY.....	I
SADRŽAJ.....	II
1. UVOD.....	1
2. INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE	3
3. VRSTE INFORMACIJSKO - KOMUNIKACIJSKIH SUSTAVA NA	
KONTEJNERSKOM TERMINALU.....	6
3.1. ELEKTRONIČKA RAZMJENA PODATAKA I DOKUMENTA NA	
KONTEJNERSKOM TERMINALU	7
3.2. INFORMACIJSKI SUSTAVI ZA UPRAVLJANJE KONTEJNERSKIM	
TERMINALIMA	10
3.3. RFID TEHNOLOGIJA IDENTIFIKACIJE KONTEJNERA	13
4. PAMETNE TEHNOLOGIJE I SREDSTVA U LUČKOJ	
LOGISTICI.....	16
4.1. INTERNET STVARI	17
4.2. FIZIČKI INTERNET.....	20
4.3. BLOCKCHAIN	22
4.4. WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM.....	26
4.5. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI	30
5. STUDIJA SLUČAJA: LUKA HAMBURG.....	33
5.1. OBILJEŽJA LUKE HAMBURG	33
5.2. ORGANIZACIJA POSLOVANJA	36
5.3. KONCEPT PAMETNE LUKE HAMBRUG	38
6. ZAKLJUČAK	41
LITERATURA	43
KAZALO KRATICA.....	46
POPIS SHEMA	47
POPIS SLIKA.....	47
POPIS TABLICA.....	47

1. UVOD

U ovom završnom radu obradit će se pojam i značaj nekoliko najznačajnijih informacijskih i komunikacijskih sustava kao i povezanih tehnologija u integraciji logističkih procesa u lukama i kontejnerskim terminalima. Informacijsko-komunikacijska tehnologija kao suvremeni pojam koji objedinjuje informacijsku tehnologiju i komunikacijsku tehnologiju ima veliki značaj u suvremenim poslovnim sustavima a posebno lukama i kontejnerskim terminalima. Značaj i razvoj pomorskog prometa i tehnologije prijevoza tereta u kontejnerima stavila je pred luke i kontejnerske terminale imperativ unaprjeđivanja lučkih procesa kako bi se odgovorilo na izazove globalne trgovine morem i zahtjeve logističkih tvrtki. Informacijsko-komunikacijske tehnologije i sustavi bazirani na njoj omogućuju automatizaciju a time i brže i točnije obavljanja postojećih poslovnih procesa.

Završni rad sastoji se od pet povezanih cjelina.

Prvo poglavlje rada je Uvod kojim će se uvesti u predmet završnog rada i naznačiti struktura rada.

U drugom poglavlju rada pod naslovom Informacijske i komunikacijske tehnologije navesti će se definicije s objašnjenjem pojmova: sustav, informacijski i komunikacijski sustavi i tehnologije.

U trećem poglavlju naziva Vrste informacijsko-komunikacijskih sustava na kontejnerskom terminalu opisati će se značajke informacijsko-komunikacijskog sustava elektroničke razmjene podataka i dokumenata (EDI) koji omogućuje ubrzanje procesa koji se vezuju uz administrativne poslove te smanjuje papirnati oblik dokumentacije, zatim sustav za prekrajne aktivnosti (TOS) koji kao ključni sustav na kontejnerskom terminalu u interakciji sa drugim sustavima baziranim na informacijsko-komunikacijskoj tehnologiji nadgleda i usklađuje gotovo sve aktivnosti na terminalu. Nadalje za TOS izuzetan značaj ima sve prisutna radio frekvencijska tehnologija (RFID) namijenjena sustavu identifikacije i praćenja različitih objekata sa prikupljanjem relevantnih podataka o objektu što je bez ove tehnologije u velikim lukama s kompleksnom infrastrukturom i sredstvima te ogromnim prometom roba odnosno terminalima sa prometom tisuća kontejnera gotovo nezamislivo.

U četvrtom poglavlju naziva Pametne tehnologije i sredstva u lučkoj logistici opisati će se značaj odabranih informacijsko-komunikacijskih tehnologija koje obilježavaju moderne luke i kontejnerske terminale i koje može se reći predstavljaju mjerilo tzv. pametnih

luka gdje mjesto nalazi tehnologija Internet stvari (IoT) kojom se povezuju fizički objekti putem komunikacijskih mreža, zatim tehnologija Fizički internet koja projicira način prijenosa podataka digitalnog interneta na logističke lance i prijenos robe u fizičkom svijetu, zatim blockchain tehnologija za decentraliziranu bazu podataka, koja predstavlja napredni oblik klasične baze podataka sa ugrađenim visokim stupnjem sigurnosti podataka i transparentnosti, naročito primjenjiv u konceptu pametnog ugovora. Opisati će se i tehnologija koja omogućuje napredano upravljanje skladištem u koju spada sustav upravljanja skladištem (WMS engl. Warehouse management system) te inteligentni transportni sustav (ITS engl. Intelligent transport system) kao tehnologiju koja omogućuje organiziranje i nadgledanje kretanja sredstava a time i sigurnost osoba u luci i terminalu.

U petom poglavlju naziva Studija slučaja: luka Hamburg, dati će se prikaz nastanka i značaja luke Hamburg koja je među najznačajnim lukama Europe i za ovaj rad zanimljiva s aspekta naprednih tehnologija koje kontinuirano razvija ali i javno publicira kroz sustav „smartPORT“ Lučke uprave Hamburg i čije će se tehnološke inovacije dostupne javnosti prikazati.

U šestom i posljednjem dijelu rada dati će se Zaključak kroz koji će se sintetizirati rezultati rada.

2. INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE

Sustav opisujemo kao skup elemenata koji se nalaze u određenom odnosu. Svaki je sustava ujedno podsustav nekog sustava višeg reda. Da bi sustav funkcionirao mora biti otvoren u suprotnom govori se o entropiji sustava odnosno propadanju sustava zbog gubljenja energije ili svrsishodnosti.

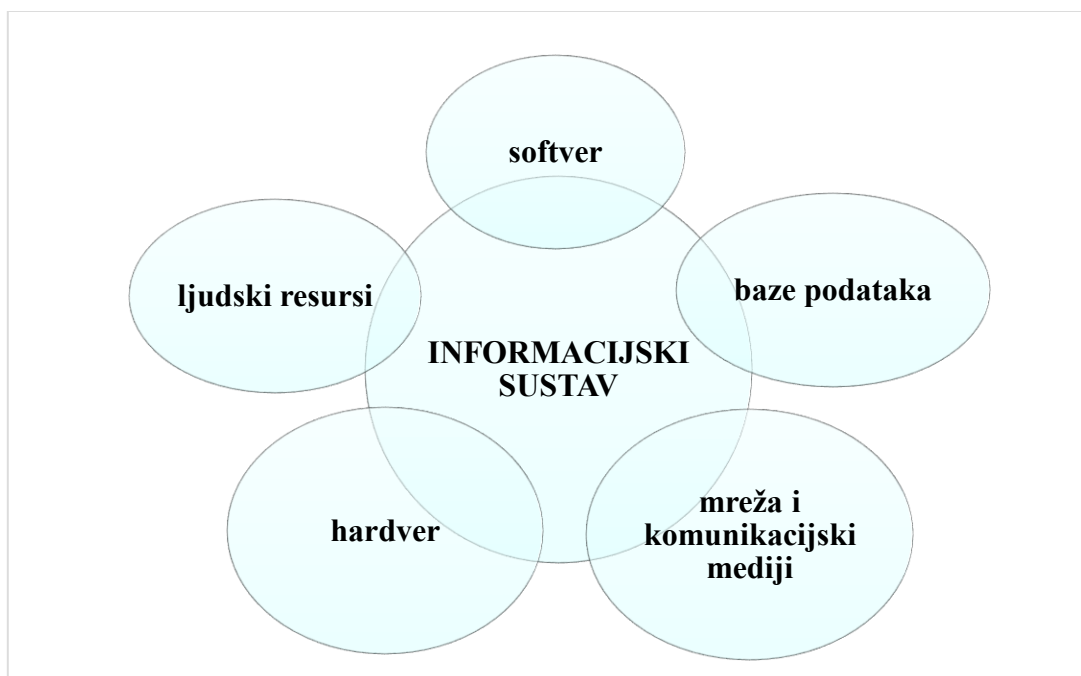
Informacijski sustav (IS engl. Information system) je organizirani skup postupaka za prikupljanje, obradu, spremanje, pretraživanje i prikaz podataka i informacija nekom korisniku. I ako široko primjenjiv, ipak poseban značaj informacijski sustav ima unutar poslovnog sustava gdje služi kao potpora u izvođenju poslovnih procesa i za upravljanje poslovnim sustavom. Informacijski sustav je dio poslovnog sustava. Prisutan je na svim hijerarhijskim nivoima organizacije sa različitim značajem od prikupljanja i obrade podataka, pružanjem informacija potrebnih za upravljanje poslovnim procesom, pružanjem informacija za donošenje poslovnih odluka do informacija namijenjenih planiranju strateških odluka.¹

Informacijski sustav sastoji se od nekoliko osnovnih komponenti :

- hardver – predstavlja vidljivi materijalni dio sustava odnosno elektronička računala, ulazno izlazne jedinice, uređaje za pohranu podataka, komunikacijske uređaje i svu ostalu računalnu opremu namijenjenu za obradu podataka odnosno informacija,
- softver – predstavlja nevidljivi nematerijalni dio sustava, koji se odnosi na računalne programe pohranjene na nekom nosiocu memorije (tvrđi disk) koji upravljaju radom računala. Razlikuju se dva osnovna softvera : sistemski softver koji upravlja računalnim hardverom kako bi pružio osnovne funkcionalnosti i aplikativni softver za obavljanje posebnih zadataka i funkcija izvan osnovnog rada računala,
- mreža i komunikacijski mediji – koji omogućuju povezivanje i razmjenu podataka i informacija u sustavu te pristup i prijenos na daljinu. Veze se uspostavljaju putem žičanih ili bežičnih medija. Prema konfiguraciji mreže, ovisno o potrebama organizacije, razlikujemo lokalne mreže (LAN), mreže gradskih područja (MAN), mreže širokog područja (WAN) odnosno njena najpoznatija mreža svih mreža - Internet,
- baze podataka – su zbirke međusobno povezanih i organiziranih podataka koji se mogu pretraživati prema različitim kriterijima,

¹ <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=27410> (29.06.2023.)

- ljudski resursi – jesu svi kadrovi koji na neki način sudjeluju u radu sustava, od onih koji upravljaju i servisiraju računala, koji podržavaju podatke, podržavaju mrežu računala i korisnike sustava.



Shema 1 : Osnovne komponente informacijskog sustava

Izvor: izradila studentica

Informacijski sustavi su osnova za implementaciju informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Informacijsko-komunikacijska tehnologija (ICT engl. Information and communication technology) podrazumijeva djelatnost i opremu koja čini tehničku osnovu za sustavno prikupljanje, pohranjivanje, obradu, širenje i razmjenu informacija različitih oblika.²

Informacijsko-komunikacijska tehnologija objedinjuje računalnu tehnologiju i telekomunikaciju. ICT podrazumijeva svaku upotrebu digitalne tehnologije koja pomaže korištenju informacija. Ona je prisutna uz svaki proizvod koji ima sposobnost reagiranja na informacije u digitalnom obliku.

Razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologija potaknut je neprestanim zahtjevima korisnika tehnologije kao sredstvom za olakšanje i unaprjeđenje svakodnevnog života do primjene u poboljšanju poslovnih procesa i aktivnosti.

² <https://learningportal.iiep.unesco.org/en/glossary/information-and-communication-technologies-ict> (28.07.2023.)

Informacijsko-komunikacijska tehnologija je prisutna u svim sferama života i poslovanja. U lukama, primjena elektroničke komunikacije i novih informatičkih sustava mora podržavati sve lučke procese jer ono predstavlja ključ razvitka lučkog sustava, neophodnim povezivanjem svih sudionika.³

³ Dundović, Č., Poletan, T. i Kolanović, I. (2005). Implementacija informacijsko-komunikacijskih tehnologija u lukama. Pomorstvo, 19 (1), 115-123. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/3950> (29.06.2023.)

3. VRSTE INFORMACIJSKO - KOMUNIKACIJSKIH SUSTAVA NA KONTEJNERSKOM TERMINALU

Luka je mjesto gdje se sječu morski prometni putovi s kopnenim, zračnim i unutrašnjim vodenim putovima, radi ukrcaja na brodove robe i putnika s kopnenih i zrakoplovnih prijevoznih sredstava, radi iskrcaja robe i putnika s brodova na kopnena i zračna vozila, ili radi prekrcaja morskih brodova na brodove unutrašnje plovidbe i obratno, neposredno ili posredno preko skladišta, slagališta, smjesta, silosa, hladnjače ili drugih uređaja.⁴

Sustav kontejnerizacije cjelovito i univerzalno povezuje jedinične komade tereta u kontejnere i predstavlja najsloženiji oblik integralnog transporta jer omogućuje odvajanje tereta od transportnog sredstva pomoću kontejnera.⁵

Rast pomorskog prometa i količina tereta koja se prevozi morem, te kapaciteti brodova i tehnologija koju koriste zahtjeva od lučkog transporta i prometa robe primjenu tehnologija koje će omogućiti izvršavanje sve kompleksnijih zahtjeva koje se pred lučke sustave postavlja.

Kontejnerski terminali koji kao luke ili dijelovi luke obavljaju najkompleksniji dio lučkih poslova, razlogom što je prijevoz robe u kontejneru najzastupljeniji vid pomorskog prijevoza sa zahtjevnom količinom i raznovrсноšću tereta, moraju u radu koristiti i razvijati tehnologije koje omogućuju izvršenje očekivanih zadataka.

Razvoj kompjuterske tehnike omogućilo je promjene u logističkim procesima ubrzanjem razmjene informacija u dobavnom lancu. Snažan razvoj elektroničke razmjene podataka nametnuo je potrebu razvijanja tehnologija i sustava koji su spremni upravljati ogromnim tokom i količinom informacija.⁶ Luka i naročito kompleksan kontejnerski terminal kao sastavni dio logističkog lanca morali su se ovome prilagoditi uvođenjem inovativnih tehnologija i implementacijom informacijsko-komunikacijskih sustava.

⁴ Hlača, B.,: Lučka logistika, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka,2016., str. 35.

⁵ Baričević, H., Poletan Jugović, T., Vilke, S., Tereti u prometu, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2010.,str. 114.

⁶ Hlača, B.,: op.cit., p. 229.

3.1. ELEKTRONIČKA RAZMJENA PODATAKA I DOKUMENTA NA KONTEJNERSKOM TERMINALU

Elektroničko poslovanje, (e-poslovanje, engl. electronic business), podrazumijeva korištenje informacijskih i komunikacijskih tehnologija radi optimalnog izvršenja svih poslovnih procesa u poslovanju koristeći se informacijskom i komunikacijskom tehnologijom. E-poslovanje doprinosi uštedi i brzini odvijanja i obrade poslovnih procesa.

Povijesno gledano pojam elektroničko poslovanje prva uvodi tvrtka IBM u listopadu 1997. u kampanji pojašnjenja korisnicima internetskih poslova kako bi prikazala vrijednosti i korisnost korištenja njihovog modela e-poslovanja, što je u konačnici rezultiralo financijskim rezultatom⁷.

Primjena elektroničkog poslovanja u lukama donosi koristi koje se ogledaju kroz:

- racionalizaciju troškova poslovanja i to izravno kao ušteda upotrebom elektroničkih dokumenata čime se smanjuje cijena obavljenih usluga, vrijeme potrebno za izradu dokumentacije odnosno neizravno kroz smanjenje troškova papirne dokumentacije, ubrzanje administrativnih procesa izbjegavanjem potrebe kreiranja i arhiviranja dokumentacije te pogrešaka koje nastaju ručnom obradom i prijenosom dokumenata, te kroz optimiziranje prijevoznih procesa i skladištenja primjenom pravodobnih i točnih podataka,
- učinkovitije ostvarenje prometno-tehnoloških i administrativnih lučkih procesa čime se ostvaruje brži obrt brodova u luci korištenjem tehnologije pretovara "upravo na vrijeme" (engl. just in time) gdje korištenje elektroničkog poslovanja skraćuje vrijeme čekanja broda na sidrenju i vrijeme opsluživanja broda u luci,
- stvaranje elektroničke lučke koordinacije koja omogućuje operativno planiranje i praćenje obavljanja lučkih usluga čime se ostvaruje usklađeno korištenje lučkih resursa i potencijala kako bi se na jednom mjestu objedinili i uskladili zahtjevi lučkih korisnika sa prometno-tehnološkim mogućnostima luke,
- integraciju lučkih poslovnih jedinica u opskrbeni lanac korištenjem informacijskih i komunikacijskih tehnologija na platformi Interneta u svrhu koordiniranja svih aktivnosti i subjekata s ciljem realiziranja lučkih usluga u najkraćem vremenu i uz najniže troškove,

⁷ <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/e-business> (13.06.2023.)

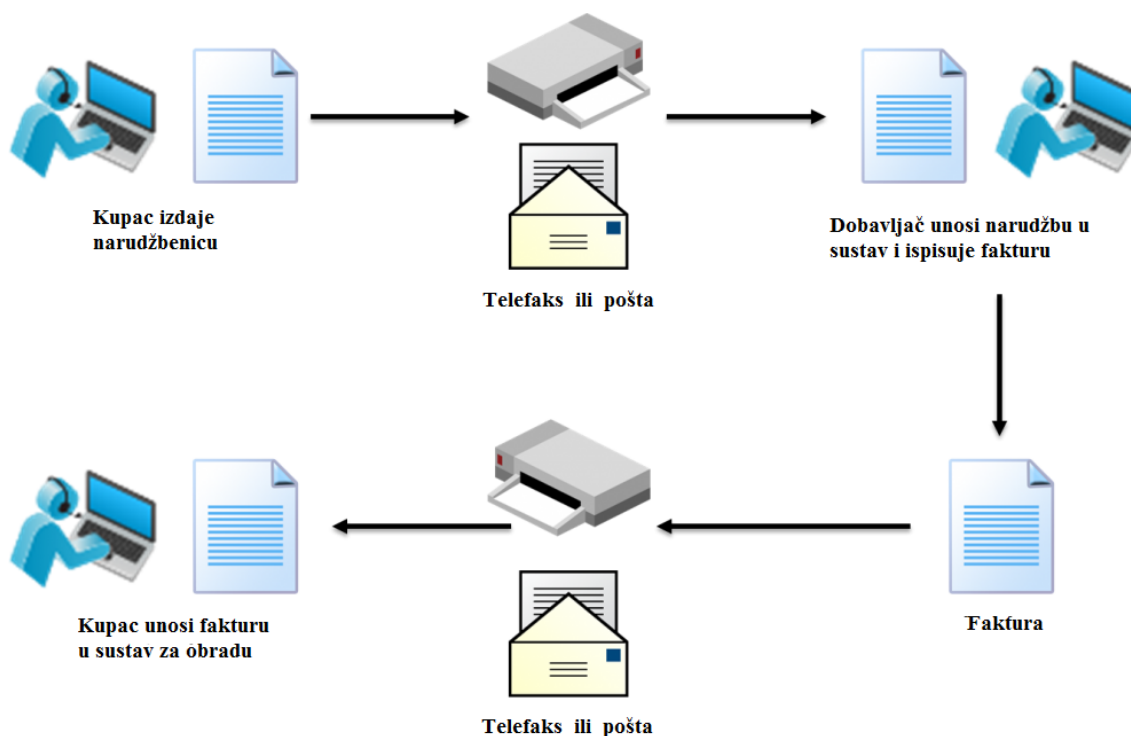
- povećanje konkurentne sposobnosti sustava morskih luka korištenjem informatičke i komunikacijske tehnologije čime stječu stratešku prednost na globalnom tržištu,
- razvijanje lokalnoga, regionalnoga i nacionalnoga gospodarstva utjecajem luke na druge gospodarske djelatnosti i grane,
- bolju integriranost u globalno gospodarstvo koje omogućava internetsko poslovanje.⁸

Elektronička razmjena podataka (EDI engl. Electronic data interchange) je automatizirana razmjena podataka i dokumenata između dva ili više subjekata. Njene glavne prednosti u odnosu na klasičan način razmjene podataka je u brzini komunikacije i prenošenja podataka, automatiziranosti obrade podataka, kompatibilnosti sa drugim postojećim informacijskim i komunikacijskim sustavima te nižim troškovima korištenja. Temelj na kojem počiva EDI je Internet kao dostupan, jeftin i pristupačan medij. EDI kao standardizirana tehnologija omogućuje razmjenu poslovnih podataka neovisno o komunikacijskom kanalu, formatu podataka i medija koji se koriste. Korištenjem EDI tehnologije korisnik ostvaruje financijsku korist uštedom na ispisu papira i poštarini, angažiranom radu na unosu podatka i obradi a povećava učinkovitost poslovnih procesa jer se podaci odnosno informacije prenose u stvarnom vremenu, izbjegavaju se pogreške ručnog unosa podataka, omogućuje praćenje i nadzor transakcija.⁹

U poslovanju luka i kontejnerskih terminala postoji veliki broj podataka odnosno informacija te dokumenata koji se redovito koriste u poslovanju. Obrada ovih dokumenata može biti organizirana na klasičan način ručnom pripremom u papirnatom obliku dokumenta i otpremom korištenjem kurirske službe ili ograničavajućih komunikacijskih sredstva pošte, telefaks, e-mail-a ili na sve više prisutan način poslovanja modernih luka korištenjem elektroničke razmjene podataka na platformi informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Neosporne su prednosti vidljive u konkurentnosti između luka koje koriste EDI sustav u odnosu na luke tradicionalnog poslovanja.

⁸ Perić Hadžić, A., Jugović, A. i Lončar, S. (2010). Primjena elektroničkoga poslovanja na upravljanje morskim lukama Republike Hrvatske. *Ekonomski pregled*, 61 (5-6), 271-292. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/56565> (14.06.2023.)

⁹ <https://www.editel.hr/sto-je-edi/> (14.06.2023.)



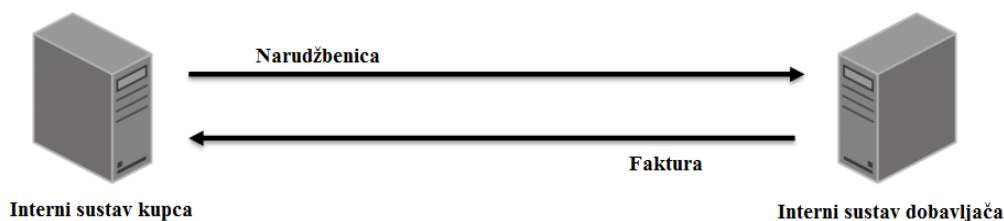
Slika 1. Razmjena dokumenata klasičnim načinom poslovanja

Izvor: prilagođeno prema: <https://www.solsyst.com/post/2014/10/27/what-is-edi-electronic-data-interchange>
(28.08.2023.)

Prednosti EDI standarda su:

- smanjenje papirologije u kreiranju i arhiviranju,
- poboljšanje preciznosti uslijed smanjenja ručne obrade,
- povećanje brzine prijenosa narudžbi i ostalih podataka,
- smanjenje administrativnih napora za uvođenje podataka, slanje poštom i druge zadaće,
- smanjenje cijene davanja narudžbi, obrade i rukovanja,
- poboljšani pristup informacijama zbog brzine potvrde i obavijesti o ukrcaju,
- smanjenje poslovnog opterećenja i poboljšanje točnosti u ostalim odjelima, povezujući EDI sa srodnim sustavima,

- smanjenje inventara poboljšanjem točnosti i smanjenjem vremenskog ciklusa narudžbe.¹⁰



Slika 2. Automatizirana razmjena dokumenata EDI tehnologijom

Izvor: prilagođeno prema: <https://www.solsyst.com/post/2014/10/27/what-is-edi-electronic-data-interchange> (28.08.2023.)

Radi postizanja konkurentnosti na globalnom tržištu neophodno je korištenje EDI tehnologije u lukama i kontejnerskim terminalima kao što je to imperativ i za svakog drugog poslovnog subjekta na tržištu.

3.2. INFORMACIJSKI SUSTAVI ZA UPRAVLJANJE KONTEJNERSKIM TERMINALIMA

Sustav za prekrajne aktivnosti (TOS engl. Terminal operating system) služi za kontroliranje kretanja i skladištenja tereta unutar i oko kontejnerskog terminala, luke ili unutrašnjeg skladišta. Sustav optimizira korištenje imovine na terminalu, rada i opreme i omogućuje planiranje kapaciteta te protok ažurnih informacija svim sudionicima lučkog sustava radi upravljanja i donošenja učinkovitih odluka u realnom vremenu. I ako se može primjenjivati u svim lukama i vrstama tereta, najznačajnija primjena je upravo na kontejnerskim terminalima.

TOS je najvažniji sustav na kontejnerskom terminalu sa svrhom direktnog planiranja prekrajnih operacija kroz praćenje:

- statusa kontejnera (veličina, težina, tip, posebna uputstva, sadržaj)

¹⁰ Dundović, Č., Poletan, T. i Kolanović, I. (2005). Implementacija informacijsko-komunikacijskih tehnologija u lukama. Pomorstvo, 19 (1), 115-123. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/3950> (29.06.2023.)

- raspoloživih resursa (operativne i površine za slaganje kontejnera, lokacija opreme)
- ograničenja (karakteristike operativne površine, potrebna oprema)
- procesa (optimalno slaganje kontejnera, prioriteta u prekrcaju).¹¹

TOS koristi u svom radu i razmjenjuju podatke sa drugim sustavima baziranim na informacijsko-komunikacijskoj tehnologiji kao što su bežične mreže, Internet, EDI tehnologija za obradu dokumenata, RFID tehnologija identifikacije, mobilna računala i uređaje te baze podataka.

Cilj je TOS-a optimizirati lučke procese i operacije te pojednostavniti tijek rada i skratiti vrijeme obrade tereta. Glavne funkcije luke odnosno terminala odnose se na poslove obrade plovila, tereta i povezivanje s kopnenim prometom (kamionski prijevoz, željeznica). S tim u vezi mogu se locirati tri ključna područja koja utječu na kvalitetu i brzinu pružanja lučke usluge : vez, prostor slaganja kontejnera i vrata (ulaz/izlaz) iz kontejnerskog terminala.

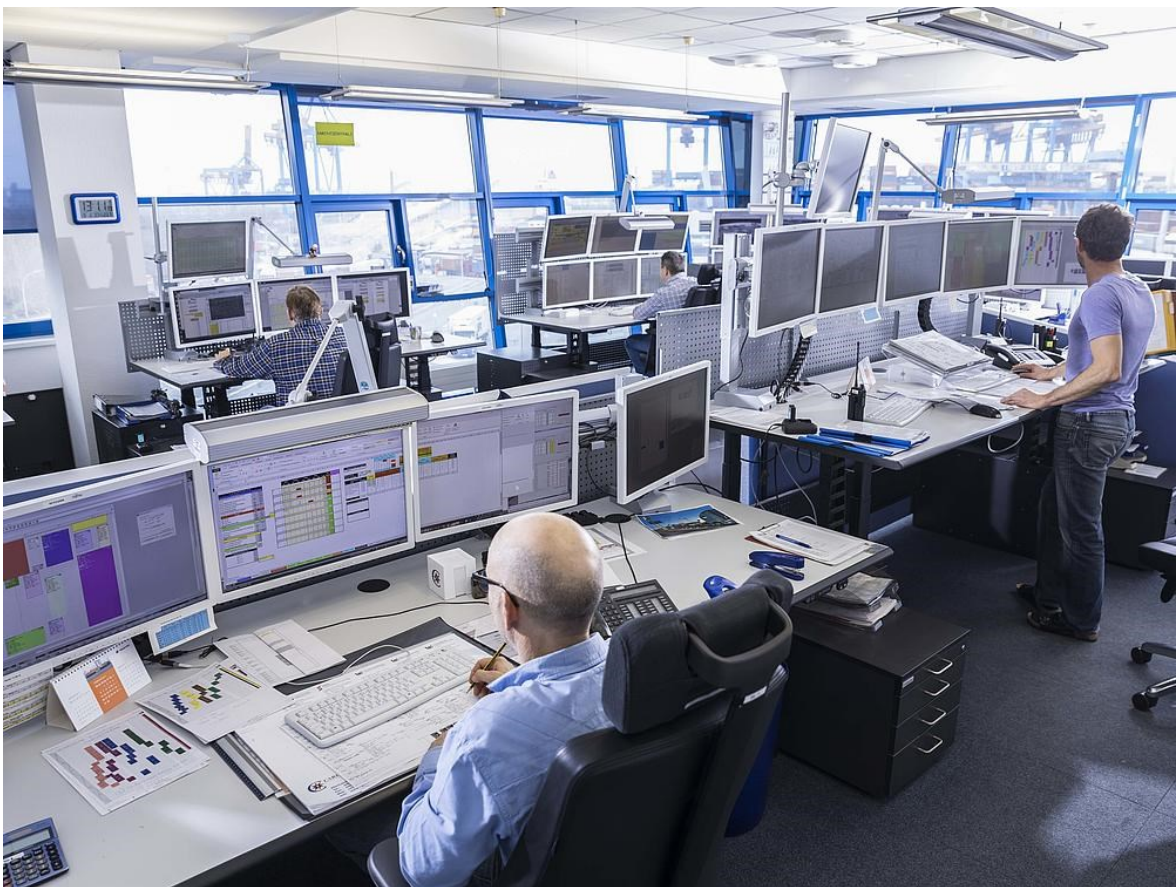
Organizacija prihvata broda na terminal odnosi se na planiranje prostora veza broda, organiziranju odgovarajuće opreme za istovar i/ili ukrcaj tereta prema očekivanom vremenu dolaska broda i sinkronizaciji svih sudionika kako bi se uspostavio optimalan slijed aktivnosti i povećala operativna učinkovitost. Ovo je dinamičan proces planiranja jer se u realnom vremenu usklađuje proces pod utjecajem novih podataka kao što su npr. kašnjenje brodova, kvar na opremi, plimni valovi (luka Hamburg) ili druge nepredviđene okolnosti. TOS omogućuje terminalu sinkronizaciju svih aktivnosti povezanih s brodom primjenom tehnologije elektroničke razmjene podataka (EDI) kojim se terminalu šalju podaci i dokumenti potrebni za privez broda, pojedinostima o brodu i teretu te očekivanim aktivnostima. Terminal putem TOS-a i povezanosti sa sustavom automatske identifikacije i pozicioniranja brodova u realnom vremenu (AIS) može i samostalno predviđati i planirati aktivnosti prijama broda kada dolazi do odstupanja od najavljenog dolaska broda.

Prostorom skladišta za slaganja kontejnera na terminalu mora se učinkovito upravljati što zahtjeva optimalan raspored tereta i opreme, organizaciju prometa kamiona u uvjetima obrade tisuća kontejnera. TOS omogućuje:

- definiranje područja smještaja tereta i vrstu rada (utovar, istovar, prekrcaj, skladištenje) ,
- dodjeljivanje i raspoređivanje osoblja i opreme za rad,
- praćenje locirane opreme.

¹¹ Tijan, E., Hlača, B. i Agatić, A. (2010). Evolucija informacijsko-komunikacijskih tehnologija na kontejnerskim terminalima. Pomorstvo, 24 (1), 27-40. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/54924> (17.06.2023.)

TOS prikuplja sve podatke o dolaznom ili odlaznom teretu na temelju kojih može automatski koordinirati dostupnu opremu, osoblje i prostor prema vrsti tereta a operatoru terminala omogućuje trenutnu reakciju u slučaju potrebne korekcije. TOS dodjeljuje prostor za smještaj kontejnera ili skladišni prostor i prati teret koristeći tehnologiju identifikacije i praćenja kao što je RFID tehnologija gdje se na osnovu dodijeljenih oznaka, kontejner automatski identificira i prati te šalje informacija u TOS bazu podataka. Ovo naročito dolazi do izražaja u slučaju kada se u luci odnosno terminalu vrši dodatna usluga punjenja ili pražnjenja kontejnera, sastavljanje ili ambalažiranje i drugo.



Slika 3. Kontrolna stanica na kontejnerskom terminalu Altenwerder

Izvor: <https://hhla.de/en/media/news/detail-view/qualification-campaign-for-pilots-of-the-future> (28.08.2023)

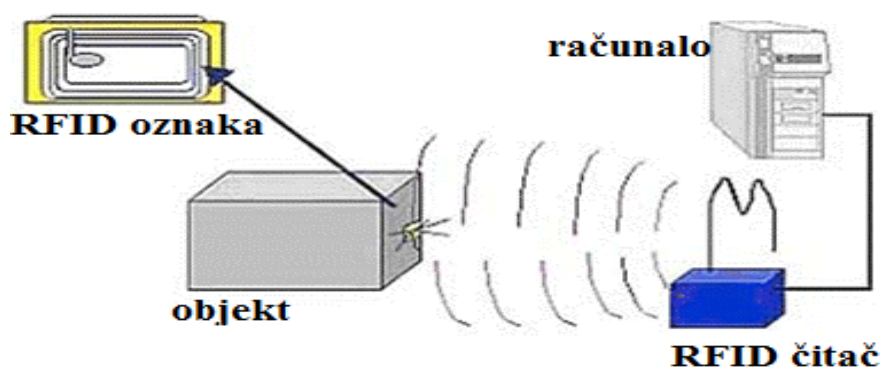
Vrata terminala imaju ulogu nadziranja ovlaštenja za ulaz i izlaz vozila te evidentiranje i dalje praćenje kontejnera prema pripadajućim podacima o teretu, i gdje se u prometu stotina vozila treba osigurati preciznost podataka i nesmetan protok vozila bez uskih grla kao i izbjeći mogućnost gubitka tereta u ogromnom broju kontejnera. Povezanost tehnologije ulaza i izlaza iz terminala sa TOS-om omogućuje automatsku obradu podataka i

identifikaciju vozila i tereta temeljem dokumenata koji prethode dolasku samog kamiona i tereta jer su svi potrebni podaci već poznati sustavu. Automatizirana vrata odnosno ulaz i izlaz s terminala mogu imati i dodatne mogućnosti odnosno tehnologije :

- samoposlužni kiosci za vozače koji omogućuju prolazak kroz proces provjere bez papira i unosa pristupnih šifri
- OCR kamere (engl. Optical character recognition) za identifikaciju i evidentiranje vozila, registarskih oznaka, kontejnera i plombi
- RFID skeneri za identifikaciju tereta i upravljanje inventarom
- automatizirane sigurnosne barijere za kontrolu pristupa vozila
- interkom uređaji za komunikaciju vozača sa osobljem terminala
- informacijski zasloni za primanje uputa i informacija.¹²

3.3. RFID TEHNOLOGIJA IDENTIFIKACIJE KONTEJNERA

Radio frekvencijska identifikacija (RFID engl. Radio-frequency identification) je tehnologija koja se koristi u procesu prikupljanja podataka korištenjem radio frekvencije radi identifikacije i praćenja određenog objekta. Ima široku javnu primjenu pa se pojavljuje gotovo i neprimjetno u svakodnevnom životu. Tehnologija koristi radio frekvenciju za bežični prijenos odnosno razmjenu podataka između RFID oznake (tagovi) i računala posredstvom antene, čitača i adaptera (kontrolera).



Slika 4. RFID sustav

Izvor: prilagođeno prema: <https://fashionandtextiles.springeropen.com/articles/10.1186/s40691-015-0034-9/figures/2> (28.08.2023.)

¹² <https://www.altexsoft.com/blog/terminal.operating-system/> (18.06.2023.)

Oznaka se nalazi na objektu koji se želi locirati odnosno pratiti i koji sadrži podatke koji se odnose na taj objekt. Pri tom je široki raspon nosioca oznake ovisno o području primjene. Oznake se izrađuju u različitim oblicima i dimenzijama a sastoje se od nekog oblika nosača strukture odnosno kućišta sa zavojnicom, programiranog memorijskog čipa i read/write sistema te baterije ako se radi o aktivnoj oznaci. Naime oznake mogu biti pasivne ili aktivne sa baterijskim napajanjem. Pasivne imaju prednost u dugovječnosti i većoj otpornosti u odnosu na aktivne koje su limitirane trajanjem baterije ili ih je potrebno održavati ako su sa promjenjivim baterijama. Oznake mogu biti s namjenom jednokratnog korištenja gdje u određenoj fazi prestaje njihova funkcija npr. prodajom proizvoda odnosno izlaskom iz sustava ili mogu biti trajno u funkciji i pratiti životni vijeka proizvoda.

Antena je uređaj koji koristi radio valove kojima se prenose podaci i pojavljuje se u raznim oblicima i veličini ovisno o namjeni pa tako antene mogu biti od jednostavnih za male prostore do onih koji imaju oblik prolaza za veće objekte odnosno vozila. Antene su samostalna cjelina ili integrirane sa kontrolerom.

Kontroler posreduje komunikaciju između antene odnosno oznake i računala. Ta komunikacija može biti u naprednim oblicima tehnologije i dvosmjerna gdje se podaci čitaju sa oznake i procesuiraju a zatim rezultati ponovno zapisuju na istu oznaku primjenom read/write tehnologije. Samo očitavanje oznaka vrši se bez potrebe da je sama oznaka izravno vidljiva ili da je fizički dostupna pa se ona može nalaziti i u unutrašnjosti objekta na koji se odnosi uz ograničenje vrste materijala objekta koji propušta radio valove.

Mogućnost korištenja RFID tehnologije određena je memorijskim kapacitetom oznaka, brzinom prijenosa podataka, radnim dometom, brojem istovremenih operacija s oznakama, radnoj temperaturi, frekvenciji i mogućnosti povezivanja.

Kontejnerski promet kao najzastupljeniji oblik pomorskog prometa u stalnom je rastu. To znači i sve veće zahtjeve koje pred pomorske luke i kontejnerske terminale stavlja brojnost kontejnera i obzirom na limitiranost lučkih prostornih kapaciteta nužnost automatizacije prekrcajnog procesa. Preduvjet je dostupnost podataka o samom kontejneru i njegovoj poziciji te stanju njegovog sadržaja. Jedna od najčešćih tehnologija za identifikaciju kontejnera je upravo RFID tehnologija.

Sustav se sastoji u osnovi od tri osnovne komponente i to : RFID transponder, RFID čitač i program za procesuiranje podatka (engl. RFID-middleware) koji povezuje čitač s računalnim sustavom gdje se potrebni podaci iz transpondera putem radio valova dostavljaju na antenu čitača koji se zatim dekodiraju i prosljeđuju na računalo gdje se podaci obrađuju

za daljnju upotrebu u povezanim sustavima npr. sustavu automatski navođenih vozila za prijevoz kontejnera.¹³

¹³ Bonaca, J., Černjul, R., Vaclavek, S. (2013): Sustavi za upravljanje kontejnerskim terminalima podržani GNSS-om i GIS-om, Ekscentar, br. 16, pp. 72-75. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/file/152855> (10.06.2023.)

4. PAMETNE TEHNOLOGIJE I SREDSTVA U LUČKOJ LOGISTICI

U svakom poslovanju pa tako i u lučkim procesima teži se lakšem i efikasnijem načinu ostvarivanja zadanih ciljeva poslovanja. Usvajanje i implementacija pametnih tehnologija omogućuje obavljanje postojećih poslova na konkurentniji način u odnosu na luke koje nisu pristupile digitalizaciji poslovanja. Pametne luke prilagođavaju se zahtjevima tehnoloških promjena koje se odvijaju u njenom okruženju. Pametne tehnologije omogućuju transparentnost luka i neposredno približavanje korisnika informacijama pružatelja usluga. Razvoj i primjena pametnih tehnologija ima značajan utjecaj na ekologiju i očuvanje okoliša.

Preduvjet za razvoj moderne luke i primjenu novih tehnologija je visoki stupanj informacijske i komunikacijske povezanosti uređaja i infrastrukture luke čime se omogućuje samostalna razmjena informacija i međusobna interakcija uređaja bazirana na tehnologiji Internet stvari, koja omogućuje automatizirano generiranje informacija i izvođenje procesa.

Kao odgovor na sadašnji način kretanja roba koji je neodrživ ekonomski, ekološki i društveno, pojavila se ideja kojom bi se optimiziralo kretanje robe primjenom modela digitalnog interneta na logističku mrežu. Koncept tzv. Fizički internet uključuje inovativne prijevozne oblike, efikasnu organizaciju prijevoza i podršku informacijskih i komunikacijskih tehnologija.

Uvođenjem pametnih tehnologija generiraju se informacije koje je potrebno učiniti dostupnima u realnom vremenu točno određenim korisnicima na koje se odnose iste informacije što omogućuje tzv. blockchain tehnologija.

Primjena novih tehnologija neminovna je i u poslovanju skladišta. Ogromni kapaciteti i količina robe kojom je potrebno precizno i sigurno manipulirati, marginalizira manualni rad i prepušta primarnu ulogu informacijskim i komunikacijskim tehnologijama u skladišnom poslovanju s automatiziranim procesima koje objedinjuju sustavi za upravljanje skladištem.

Zahtjevan promet u luci u kojoj se odvija kretanje velikog broja vozila može se uz pomoć pametne tehnologije i infrastrukture organizirati sa što manjim zastojsima. Osim jednostavnog brojanja količine vozila moguće je detektirati i mnoge druge parametre te automatizirano provoditi organizaciju prometa putem informacija s nalogom vozilu odnosno kroz prometnu infrastrukturu luke regulirati brzinu i smjerove kretanja vozila korištenjem tehnologije inteligentnih transportnih sustava.

4.1. INTERNET STVARI

Internet stvari (IoT engl. Internet of things) predstavlja fizičke objekte ili grupe objekata sa sensorima, procesnom sposobnošću, softverom i drugim tehnologijama koje se povezuju i razmjenjuju podatke s drugim uređajima i sustavima putem interneta ili drugih komunikacijskih mreža.¹⁴

Pojam koncepta IoT vezuje se uz ime Britanca Kevina Ashtona koji je još krajem prošlog stoljeća pretpostavio da ako objekti koje koristimo imaju mogućnost identificiranja i povezivanja na mrežu Interneta, ti će objekti moći međusobno komunicirati i moći će se njima upravljati putem računala. Nadalje, njegove su pretpostavke bile, ako bi računala znala sve o objektima u okruženju i samostalno skupljala podatke to bi omogućilo smanjenje potrošnje energije, troškove života i općenito unaprijedilo kvalitetu života a računala bi trebala moći pohraniti sve informacije te identificirati i razumjeti okruženje pomoću senzorne tehnologije.¹⁵

Razvojem bežične komunikacije i povezanih tehnologija sve je više uređaja koji mogu međusobno komunicirati odnosno primati i slati podatke putem interneta i ta povezanost poznata kao Internet stvari široko je vidljiva od privatnih uređaja u kućanstvima tzv. pametne kuće, preko komunalnih uređaja u pametnim gradovima, zdravstvenim uslugama do primjene u poslovanju. Smisao IoT je da nam svakodnevni privatni život učini ugodnijim i praktičnijim primjenom pametnih uređaja koji omogućuju automatizaciju izvršenja nekih svakodnevnih potreba. U poslovnom smislu IoT uređaji mogu formirati složenu mrežu senzora koja prikuplja bitne podatke iz poslovanja na temelju kojih se stvaraju zaključci i predviđanja budućih događaja.

Koncept IoT-a bazira se na četiri osnovna elementa:¹⁶

1. senzori i aktuatori su dijelovi umreženih objekata putem kojih se registriraju podatci iz okoline i kojima djeluju na okolinu. Senzori detektiraju stanje i promjene u okolini te prikupljaju podatke a aktuatori na temelju dobivenog upravljačkog signala djeluje na okolinu. Razlikuju se senzori opće namjene koji koriste uobičajen uređaje poput kamera i mikrofona za prikupljanje podataka i senzori za određene

¹⁴ <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT> (28.07.2023.)

¹⁵ <http://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-That%20Internet%20of%20Things%20Thing.pdf> (25.08.2023.)

¹⁶ <https://courses.minnalearn.com/hr/courses/emerging-technologies/the-internet-of-things/how-does-iot-work/> (25.06.2023.)

zadatke koji mjere točno određene vrijednosti kao što su termometri, detektori pokreta

2. pristupnik (engl. gateway) putem kojeg se prikupljeni podaci sa senzora šalju u oblak gdje se spremaju i analiziraju odnosno putem kojeg se šalju naredbe aktuatoru
3. računalni oblak predstavlja mrežu računala na internetu, gdje se spremaju i analiziraju podaci radi donošenja pametnih odluka
4. interakcija čovjeka i stroja koja se odvija na namjenskim korisničkim sučeljima, pametnim telefonima i tabletima sa specifičnim aplikacijama s ciljem informiranja korisnika i moguće poništavanje automatskih odluka po potrebi.



Slika 5. Беспilotna letjelica kao mobilni senzorski sustav u luci Hamburg

Izvor: <https://www.hamburg-port-authority.de/en/hpa-360/smartport/its-projects#c8563> (29.08.2023.)

IoT baziran u početku na RFID tehnologiji uključuje nekoliko drugih komunikacijskih tehnologija ključnih za povezivanje u IoT sustavima:¹⁷

- BLUETOOTH – je mreža bežične tehnologije kratkog dometa male potrošnje energije i ograničenjem moguće količine prenesenih podataka
- RFID – je tehnologija radio frekvencijske identifikacije i lociranja u realnom vremenu posebno primjenjiva u upravljanju lancima opskrbe i logistici ali i u široj komercijalnoj primjeni
- WiFi – je najrasprostranjeniji i općepoznati bežični protokol srednjeg dometa, široko primjenjiv u raznim područjima od kućanstava, ureda i čitavih gradova.
- ZIGBEE – je bežični standard srednjeg dometa namijenjen komunikaciji između umreženih senzornih uređaja, najčešće primjenjiv u sustavima upravljanja prometom, kućnoj elektronici s strojnoj industriji a obilježava ga niska potrošnja energije, sigurnost i pouzdanost uz nisku stopu razmjene podataka
- NB-IOT – je radijska tehnologija širokopojasne mreže dugog dometa sa iznimno niskom potrošnjom energije i sigurnom kvalitetom signala
- LORAWAN – skraćeno za Long Range Wide Area Network je protokol za umrežavanje područja velikog dometa s niskom potrošnjom energije za održavanje velike mreže povezanih uređaja
- SIGFOX – je koncept namijenjen komunikaciji između velikog broja uređaja koji zahtijevaju niske razine prijenosa podataka na površinama od nekoliko kvadratnih kilometara gdje bi sustav WiFi bio nedostatnog dometa a mobilni pristup preskup s velikom potrošnjom energije.

Primjena IoT u poslovanju omogućuje :

- pristup informacijama s bilo kojeg mjesta u svakom trenutku na bilo kojem uređaju,
- poboljšava komunikaciju između umreženih elektroničkih uređaja,
- prijenos podataka preko mreže uz uštedu vremena i novca,
- automatizaciju zadataka i time bolju kvalitetu poslovnih usluga te manju potrebu ljudskog rada.

¹⁷ <https://www.avsystem.com/blog/iot-technology/> (26.06.2023.)

Primjena IoT-a u poslovanju poduzeća do svojeg daljnjeg unaprjeđenja uključuje i određene nedostatke koji se odnose na:

- sigurnost podataka koji su moguće ugroženi od vanjskog nedozvoljenog pristupa putem nedovoljno zaštićenih senzorskih objekata
- mogućnost procesuiranja velikog broja podataka generiranih neprestanim rastom broja IoT uređaja u poduzeću
- moguće greške u sustavu lančano se prenose na povezane uređaje
- komunikacijska nekompatibilnost uređaja različitih standarda svjetskih proizvođača.

Primjena IoT koncepta u lukama i posebno kontejnerskim terminalima je preduvjet stvaranja koncepta pametne luke koji se bazira na visokom nivou automatiziranosti procesa a temeljem komunikacije povezanih pametnih senzora, bežičnih uređaja i podatkovnih centara kao i povezanost sa drugim platformama lučkog sustava.

4.2. FIZIČKI INTERNET

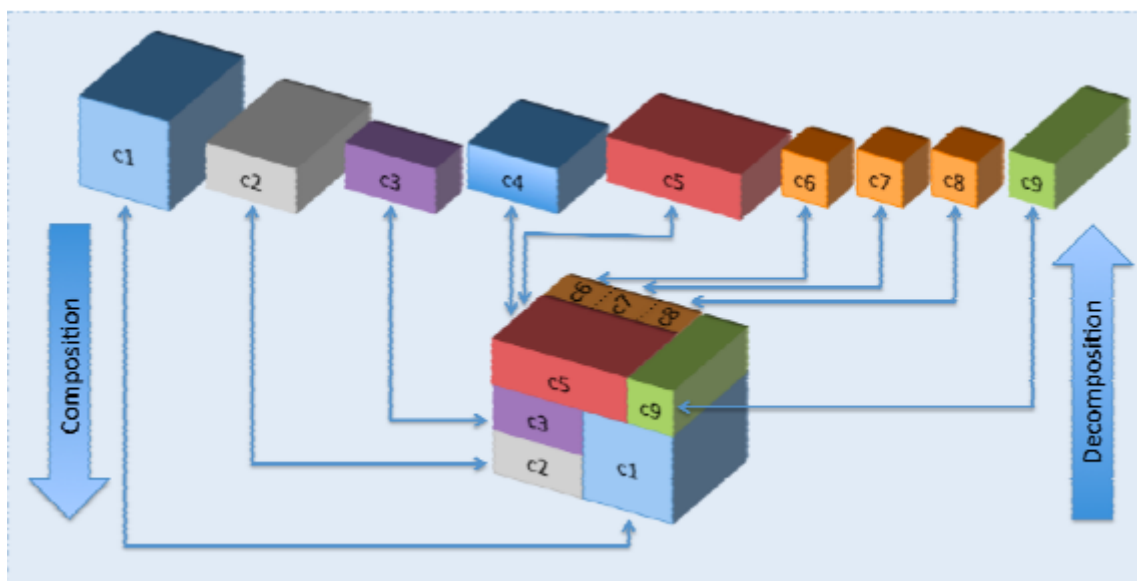
Fizički Internet predstavlja otvoreni globalni logistički sustav utemeljen na fizičkoj, digitalnoj i operativnoj međusobnoj povezanosti namijenjen zamjeni trenutnih logističkih modela. Pojam se pojavljuje 2011. godine i vezuje uz ideju Benoita Montreuila koji je koncept iz internetskog prijenosa podataka projicirao na proces dostave robe u stvarnom svijetu.¹⁸

Fizički internet kao koncept primjene tehnologija i metodologija digitalnog interneta na fizički svijet u području optimiziranja logističkih procesa radi stvaranja učinkovitijih i održivih opskrbnih lanaca, ima preduvjete nastanka u postojanju i razvoju digitalnog interneta i interneta stvari (IoT).¹⁹

Fizički internet nudi mogućnost optimiziranja prijevoza robe na način da se roba sprema u pametne, ekološki prihvatljive i modularne spremnike prema dogovorenim standardima veličina od veličine kontejnera za prijevoz do veličine male kutije. Time bi se omogućio učinkovitiji prijevoz izborom odgovarajućeg načina prijevoza i prijevoznog pravca.

¹⁸ <https://www.isye.gatech.edu/users/benoit-montreuil> (29.07.2023.)

¹⁹ <https://business.lehigh.edu/blog/2017/what-you-need-know-about-physical-internet> (26.06.2023.)



Slika 6. Prikaz funkcionalnosti π -spremnika

Izvor : https://www.scl.gatech.edu/sites/default/files/downloads/towardsphysicalinternet-impactlogisticsmh_benoitmontreuil.pdf (28.08.2023.)

Nadalje, razmjena informacija o raspoloživim kapacitetima u različitim logističkim mrežama sa kombiniranjem različitih tereta nekoliko korisnika usluga u realnom vremenu omogućuje bolju iskorištenost prijevoznih spremnika i veću učinkovitost prijevoza. Modularni teret moguće je prema potrebi djelomično iskrcavati ili ukrcavati na čvorištima ovisno o optimalnom opskrbnom pravcu. Transportne i logističke tvrtke koristile bi mrežu prometnih pravaca povezanih čvorištima za prekrcaj i različite vrste prijevoza. Takvim pristupom ostvarila bi se ekonomska i ekološka korist smanjenja nepotrebnog prometa i zagađenja ispušnim plinovima.

Da bi se ostvario Fizički internet, neminovno je kao i kod digitalnog interneta imati potpunu digitalizaciju svih dostupnih informacija od sudionika, infrastrukture i opreme kako bi se mogli u realnom vremenu prikupljati potrebni podaci o prijevozniku, vozilu, skladištima, lokaciji kupaca, stanju na prometnicama, rasporedu korištenja luka, izbjegavanju uskih grla, sigurnim pravcima prijevoza a kako bi se njihovom analizom mogao organizirati optimalni način prijevoza.²⁰

²⁰ <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/how-physical-internet-could-revolutionise-way-goods-are-moved> (26.06.2023.)

Fizički internet ne manipulira izravno fizičkim teretom, nego isključivo spremnicima koji su posebno dizajnirani za Fizički internet i unutar kojih se sprema fizička roba. Takvi spremnici (π -spremnici) moraju biti tako dizajnirani da olakšavaju rukovanje i skladištenje u fizičkim čvorovima i između čvorova, da zaštite teret, da su ekološki prihvatljivi a svaki spremnik mora imati na sebi pričvršćen jedinstveni fizički i digitalni identifikator koji omogućuje distribuiranu automatizaciju širokog spektra operacija rukovanja, skladištenja i usmjeravanja spremnika.

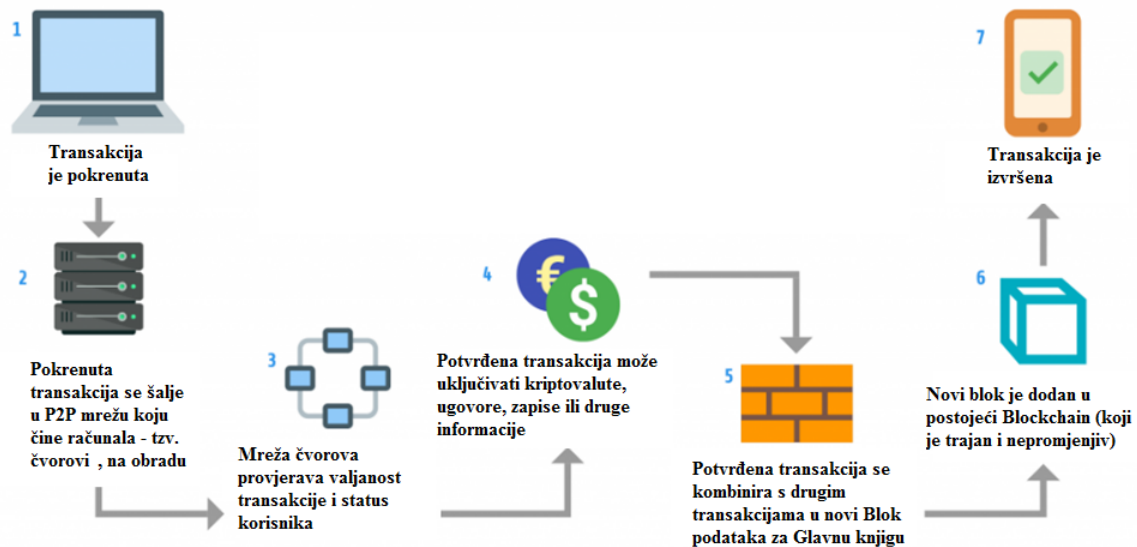
4.3. BLOCKCHAIN

Blockchain je engleski naziv za distribuiranu bazu podataka koja održava kontinuirano rastući popis uređenih zapisa, koji se nazivaju blokovi. Blokovi su povezani i zaštićeni pomoću kriptografije na način da svaki blok sadrži kriptografski hash prethodnog bloka, vremensku oznaku i podatak o transakciji. Blockchain je decentralizirana, distribuirana i javna digitalna knjiga koja omogućuje zapisivanje transakcija na velikom broju računara tako da se postojeći zapis ne može mijenjati bez izmjene svih sljedećih blokova i dozvole mreže koja postoji na velikom broju računala istovremeno.²¹

U blockchain tehnologiji trajnog kronološkog i generiranog zapisa u blokovima, svaki zapis osiguran je jedinstvenim kriptografskim ključem koji je zbog svoje kompleksnosti nemoguće ugroziti. Zaštita se bazira na tzv. privatnim ključevima (engl. private keys) odnosno nasumično generiranim brojevima kojeg vlasnik privatno čuva u tajnosti od neovlaštenog korištenja razlogom je to ključ za dešifriranje poruka u sustavu za razliku od tzv. javnog ključa (engl. public keys) koji je slobodo dostupan i kojeg objavljuje vlasnik privatnog ključa. Kada netko pošalje javnim ključem šifriranu poruku izdavaču javnoga ključa, nitko drugi ne može dešifrirati takvu poruku osim primatelja koji je dekriptira privatnim ključem.²²

²¹ <https://www.synopsys.com/glossary/what-is-blockchain.html> (22.06.2023.)

²² Horvatić, H. i Tafra, V. (2022). Identifikacija komercijalne blockchain tehnologije te izazovi i opasnosti primjene kroz konkretne primjere. Obrazovanje za poduzetništvo - E4E, 12 (2), 105-120. Preuzeto s <https://doi.org/10.38190/ope.12.2.7> (24.06.2023)



Slika 7. Prikaz blockchain tehnologije

Izvor: prilagođeno prema: <https://itechnolabs.ca/top-13-real-world-applications-of-blockchain-technology/> (29.08.2023.)

Jedan se blok u blockchain-u sastoji od sljedećih osnovnih elemenata:

- indeksa bloka (koji je blok redni broj u kompletnom lancu)
- hash vrijednosti prethodnog bloka (digitalnog potpisa prethodnog bloka)
- timestampa (podatka kad je blok generiran),
- podataka (bitcoin transakcija ili bilo koji drugi vrijednosni podatak)
- hash vrijednosti aktualnog bloka
- noncea, vrlo bitnog broja koji pokazuje koliko intenzivno rudar mora računati da dođe do validnog, odnosno odgovarajućeg hash-a za aktualni blok.²³

Izumitelj prve praktične implementacije blockchainea i kriptovalute Bitcoina, koja je temeljena na blockchainu, poznat je pod imenom Satoshi Nakamoto. Trenutačno se još uvijek ne zna je li riječ o stvarnoj osobi, nekoj interesnoj skupini ili još većoj organizaciji.²⁴

Blockchain tehnologija nudi brojne prednosti u odnosu na tradicionalne baze podataka:

- sigurnost i točnost podataka
- transparentnost i javna dostupnost

²³ <https://rck.elpros.net/blockchain-za-pocetnike-sto-je-blockchain-i-zasto-mijenja-globalnu-ekonomiju/> (22.06.2023.)

²⁴ <https://www.bug.hr/tehnologije/sto-je-u-stvari-blockchain-i-kako-radi-3011> (22.06.2023.)

- brzina dostupnosti podataka u svakom trenutku i automatizacija ažuriranja novog zapisa
- niskim troškovima bez posredovanja u transakcijama.²⁵

Blockchain tehnologija omogućava sudionicima transakcije da vide istu verziju ili status transakcije i informacije u isto vrijeme i da su one nepromjenjive odnosno trajno zapisane.

Glavna obilježja blockchain tehnologije jesu:

- blockchain je decentralizirana mreža što znači da nije pod nadzorom centralnog mehanizma niti se podaci nalaze na jednom mjestu već su disperzirani na velikom broju računala na raznim mjestima pa ako jedno računalo (čvor) prestane s radom druga računala zapisuju i pohranjuju transakcije te održavaju mrežu funkcionalnom, time se sprječava mogućnost uništenja cijele baze podataka i gubitka podataka
- blockchain je transparentna mreža jer se baza podataka može duplicirati i podijeliti na računalima korisnika blockchain mreže pošto se transakcije i podaci identično pohranjuju na više mjesta odnosno računala istovremeno pa sva računala imaju identičnu kopiju povijesti svih transakcija, time su informacije dostupne svima i cijela mreža može automatski provjeriti vjerodostojnost transakcije,
- blockchain pruža sigurnost korisnicima na način da se transakcije odobravaju metodom konsenzusa svih računala u mreži te ako se potvrde i evidentiraju na svim računalima mreže a svaka transakcija je šifrirana te bi pokušaj zlonamjerne promjene podatka bio prepoznat na mreži i odbijen. Podaci se pohranjuju u blokove kronološkim redom i zaštićene su kriptografijom te se za razliku od tradicionalnih baza podataka, ovdje podaci ne mogu mijenjati,
- blockchain tehnologija omogućuje instant transakcije u nekoliko minuta bilo gdje u svijetu, bez potrebe za papirnatom dokumentacijom o transakciji jer se podaci o transakciji bilježe na blockchain uz zanemarivi trošak naknade u odnosu na tradicionalne bankarske usluge, pri tome blockchain mreže mogu bilježiti i čuvati podatke ne samo o transakcijama nego bilo koji podatak koji ima neki značaj odnosno vrijednost,
- blockchain tehnologija omogućuje trenutni uvid u sve podatke jer ova tehnologija kronološki dokumentira aktivnosti. Ovo je osim u transakcijama sve značajnija

²⁵ <https://hrcak.srce.hr/file/419843> (22.06.2023.)

primjena u lancima opskrbe i proizvodnje kojim se krajnjem potrošaču omogućuje uvid u podrijetlo i sastojcima korištenim u stvaranju nekog proizvoda.²⁶

Blockchain tehnologija se prvotno vezuje uz upotrebu kriptovaluta kao vrsti digitalnog novca na bazi kriptografskih algoritama. Njena primjena se testira i očekuje i na drugim područjima kao što su :

- obrada plaćanja i prijenos novca gdje se transakcije izvršavaju trenutno bez posrednika i naknade za bankovno posredovanje,
- praćenje događanja unutar opskrbnih lanaca, stanje robe tijekom transporta u realnom vremenu,
- kontrola digitalnog identiteta osoba i nadzor nad pristupom drugih osoba ovim podacima,
- posredovanje u razmjeni podataka i dokumenata u poslovanju tvrtki,
- zaštita autorskih prava umjetnika i transparentnu distribuciju tantijema u realnom vremenu stvaranjem decentralizirane baze podataka autorskih prava,
- regulacija IoT mreža (Internet stvari) radi identifikacije i praćenja aktivnosti postojećih uređaja spojenih na bežičnu mrežu te automatsku procjenu pouzdanosti novih uređaja koji se dodaju mreži, npr. vozila i pametnih telefona,
- upravljanje podacima u elektroničkim medicinskim zapisima u zdravstvenim uslugama u primanju i pružanju zdravstvenih usluga.²⁷

Na blockchain tehnologiji zaživio je koncept tzv. pametnih ugovora (engl. smart contracts). Koncept pametnih ugovora veže se uz ime Nick Szabo, informatičar i kriptograf specijaliziran za digitalni novac i protokole, koji je ideju pametnih ugovora osmislio nešto prije pojave blockchain tehnologije. Naime, primjena koncepta pametnih ugovora bila bi rizična posebno zbog do tada postojećih tehnologija centraliziranog sustava i mogućeg napada središnje točke kontrole takvog sustava.²⁸

Pametni ugovor može se definirati kao računalni program ili transakcijski protokol koji je namijenjen automatskom izvršavanju, kontroli ili dokumentiranju događaja i radnji u skladu s uvjetima ugovora ili sporazuma.²⁹ On se razlikuje od pravnog ugovora time što je automatiziran i što automatski i istovremeno prenosi ugovorenu ekonomsku vrijednost i time nema potrebe za posrednikom. Uključivanjem drugih sudionika u transakcije temeljem

²⁶ <https://www.bitcoin-store.hr/blog/sto-je-blockchain-i-kako-funkcionira/> (22.06.2023.)

²⁷ <https://www.synopsys.com/glossary/what-is-blockchain.html> (22.06.2023.)

²⁸ <https://pontem.network/posts/the-history-of-smart-contracts> (24.06.2023.)

²⁹ <https://crobitcoin.com/tehnologija-pametnih-ugovora> (30.07.2023.)

pametnog ugovora ne ugrožava se sigurnost ugovora i transakcija, jer izmjene u nečiju korist nisu moguće što osigurava decentralizirani sustav baziran na blockchain tehnologiji. Najjednostavniji primjer primjene pametnog ugovora je osiguravanje transakcije kupnje i isporuke robe, gdje kupac određuje plaćanje a dobavljač određuje isporuku robe, te se nakon ispunjenja dogovorenih uvjeta odnosno isporuke robe vrši plaćanje dobavljaču.

Prednosti pametnih ugovora jesu :

- transparentnost jer se odnos uspostavlja na povjerenju između dvije strane bez posrednika, bez mogućnosti mijenjanja podataka za osobnu korist gdje su zapisi šifrirani i dostupni izravno sudionicima bez mogućnosti neovlaštenog pristupa
- točnost, učinkovitost i brzina jer se pametni ugovori izvršavaju automatizirano i ne zahtijevaju osobno sudjelovanje te su isključuju ljudske pogreške u radu a izvršavaju se trenutno bez potrebe za papirnatom dokumentacijom
- sigurnost koju osigurava blockchain tehnologija šifriranja i zapisivanja u distribuiranoj digitalnoj knjizi povezanih blokova.³⁰

Blockchainov sigurni i distribuirani sustav šifriranih mreža, služi i kao platforma za Internet of things koji povezuje uređaje neprimjetno i pouzdano te omogućuje jednostavnu ljudsku interakciju s uređajima bez potrebe za središnjim sustavom temeljenim na oblaku, koji je obično skuplji i rizičniji zbog centraliziranog nadzora.³¹

Blockchain tehnologija može transformirati način na koji postojeći procesi funkcioniraju a ima potencijal za široku primjenu te može postati mediji za poboljšanje globalne ekonomije, poduzeća i sustava poštene trgovine.

4.4. WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM

Sustav za upravljanje skladištem (WMS engl. Warehouse management system) skup je politika i procesa namijenjenih organizaciji rada skladišta ili distribucijskog centra koji omogućuje da takav objekt može učinkovito poslovati i ispunjavati svoje ciljeve.³²

WMS je softver koji uz interakciju s drugim tehnologijama sustava omogućuje korisniku automatizirano upravljanje i kontrolu svakodnevnih skladišnih operacija.

³⁰ <https://pontem.network/posts/the-history-of-smart-contracts> (24.06.2023.)

³¹ <https://rck.elpros.net/blockchain-za-pocetnike-sto-je-blockchain-i-zasto-mijenja-globalnu-ekonomiju/> (22.06.2023.)

³² <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/warehouse-management-system-WMS> (30.07.2023.)

Korištenje WMS-a nije ograničeno na neku djelatnost već je ono široko primjenjivo jer su kriteriji potrebe korištenja prije svega veličina i kompleksnost skladišta i logistike tvrtke.

WMS otklanja probleme koji se vezuju uz nedovoljnu iskorištenost ili nedostatak skladišnog prostora, zamjene artikala i pogrešne isporuke, sporog ili nemogućeg pronalaženja artikla u skladištu, sporog protoka robe na ulazu ili izlazu iz skladišta, neefikasnog korištenja rada skladištara te nedostatak informacija o količinama robe i vremenu manipulacije u skladištu.

Korištenje WMS-a omogućuje pružateljima logističkih usluga i klijentima planiranje resursa i zaliha robe te upravljanje zalihama u realnom vremenu, izbjegavaju se pogreške sa zalihama njihovim pojedinačnim označavanjem i skeniranjem čime se u realnom vremenu prati ulaz, kretanje, smještaj, stanje, sigurnost i druge aktivnosti. WMS omogućuje bržu isporuku robe sa skladišta kao i upravljanje i brigu o povratima robe od kupaca. Uspješno korištenje WMS-a omogućuje kvalitetno obavljanje svih operacija u skladišnom poslovanju a time i veće zadovoljstvo korisnika logističkih usluga.

WMS se može klasificirati prema tri nivoa složenosti:

1. osnovni - koji podržava upravljanje i kontrolu smještaja robe, te daje podatke o kretanju robe kroz skladište u određenom vremenskom razdoblju prihvatljiv za manje zahtjevne tvrtke,
2. napredni - koji može analizirati kapacitete i razine zaliha sa prikupljanjem podataka o utrošenom vremenu i radu po pojedinim aktivnostima radi generiranja podataka o izmjerenoj učinkovitosti i prijedlozima za poboljšanje,
3. kontrolni - koji ima sposobnost razmjenjivati podatke s drugim sustavima pa i onima izvan skladišta, što omogućuje bolje planiranje i usklađivanje sudionika pružanjem povratnih informacija bitnih za poslovanje.

WMS se često koristi zajedno sa drugim sustavima kao što su:

- sustav za upravljanje poslovnim procesima – (ERP engl. Enterprise resource planning)
- sustav za upravljanje transportom (TMS engl. Transportation management systems)
- sustav za upravljanje zalihama.

WMS evidentira podatke koji dolaze od čitača oznaka na ulazu u skladište kao što su barkodovi i RFID oznake te podatke sinkronizira sa podacima o zalihama u modulu ERP-a. Na ovaj način se omogućuje trenutno stanje skladišta pa je operativno lakše i preciznije planirati poslovanje.

Prednosti koje omogućuje upotreba WMS-a su sljedeće:

- bolja operativna učinkovitost koja se postiže automatiziranim i pojednostavljenim skladišnim procesima, posebno istaknuto kod velikih količina raznovrsne robe, čime se smanjuje mogućnost pogrešnih odabira i eliminira dvostruki nepotrebn rad, pri tom se podaci dijele sa drugim sustavima unutar i izvan skladišta,
- smanjen otpad i troškovi kod kvarljive robe ili robe s ograničenim rokom trajanja koja se identificira i upućuje na realizaciju kao i učinkovitije korištenje skladišnog prostora,
- praćenje robe u realnom vremenu omogućeno kroz tehnologije označavanja, senzora, identificiranja, lociranja i praćenja u skladištu i izvan skladišta, čime se mogu preciznije planirati procesi,
- bolje upravljanje ljudskim resursima kroz bolja predviđanja potreba za osobljem skladišta, njihovim rasporedom na pojedine aktivnosti, razotkrivanjem slabosti i poboljšanjem vještina osoblja i time ostvarivanje veće sigurnost osoblja u radu, a što dodatno utječe na veće zadovoljstvo osoblja i njihovu motivaciju,
- bolji odnos s klijentima i dobavljačima kao rezultat poboljšanog ispunjavanja očekivanja klijenata kod izvršavanja narudžbi, brzini isporuka, smanjenom čekanju na utovarnim mjestima i dokovima, izbjegavanju zastoja zbog grešaka.³³

WMS softver je moguće implementirati na tri načina u poslovni sustav i to kao :

1. samostalni WMS – gdje se softver nalazi na vlastitom hardveru i prostorijama tvrtke što omogućuje veću kontrolu nad svojim podacima i softverom. Obilježje ovog su veliki startni troškovi implementacije, a zatim troškovi ažuriranja, održavanja i integracije sa drugim platformama i novim tehnologijama. Ovo je prihvatljivo tvrtkama koji trebaju visoko prilagođene sustave koji zadovoljavaju zahtjeve njihovog specifičnog poslovanja i koji raspolažu resursima za upravljanje informatičkim zahtjevima,
2. WMS u oblaku - gdje se softver iznajmljuje kao usluga što u startu iziskuje manje troškove a pruža veću fleksibilnost kroz brzu implementaciju, skalabilnost ovisno o rastu organizacije ili promjeni poslovnih zahtjeva, redovito održavanje i ažuriranje softvera, sigurnost podataka tvrtke, kao i integriranje sa novim tehnologijama pa je prihvatljiviji malim i srednje zahtjevnim tvrtkama,

³³ <https://www.sap.com/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms-warehouse-management-system.html> (27.06.2023.)

3. integrirani WMS i ERP gdje se sustavi upravljanja skladištem pojavljuju kao moduli ili aplikacije koje se integriraju s ERP-om i platformama lanca opskrbe kako bi se optimiziralo izvršenje skladišni i logističkih procesa.³⁴

Glavne koristi koje se ostvaruje upotrebom WMS-a vidljive su kroz sljedeća rješenja koje sustav pruža:

- optimizaciju prostora i smanjenje troškova – sustav bilježi svaku promjenu na skladištu i na temelju prikupljenih podataka o kretanju robe i smještaju robe po skladištu nudi optimalno rješenje za postavljanje robe i najbolju učinkovitost za kretanje i robe i skladištara. Time se štedi i prostor i vrijeme rada za manipulaciju uskladištenih stvari,
- praćenje stanja zaliha – sustav omogućuje precizne podatke u realnom vremenu o stanju količine i vrste zaliha robe. Točnost i transparentnost omogućuje tehnologija skeniranja robe koja se locira čime se smanjuje mogućnost gubljenja i zaboravljanja robe na skladištu a uvid u stanje je omogućeno sudionicima izvan samog skladišta,
- poboljšanje produktivnosti radnika – sustav automatizira procese u skladištu što se odnosi i na automatsko dodjeljivanje zadataka pojedinom skladištaru. Automatizirano i detaljno planiranje rada i usmjeravanje radnika na osnovne zadatke skladištara bez potrebe za papirnatom dokumentacijom ili dvostrukim provjerama stanja doprinosi brzini i točnosti odnosno produktivnosti radnika,
- poboljšano upravljanje lancem opskrbe – sustav automatizacijom pojednostavljuje i ubrzava procese ulaza, skladištenja i izlaza robe pa točna i brza otpremanja bez nepotrebnih radnji povećava učinkovitost i smanjuje troškove čime učinkovito skladište povećava pouzdanost i svima u lancu opskrbe olakšava poslovanje,
- smanjuje operativne troškove za skladišnu opremu – visoko automatiziran sustav smanjuje nepotrebno opterećenje upotrebe opreme što utječe na smanjene troškova amortizacije, potrošnje električne energije, goriva i drugog potrošnog materijala.³⁵

WMS ima značajnu ulogu u opskrbnom lancu koji može biti uspješan onoliko koliko su brzi, točni i učinkoviti skladišni procesi. Propusti u skladištu utječu na usporavanje ili čak prekid opskrbnog lanca.

³⁴ <https://www.sap.com/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms-warehouse-management-system.html> (27.06.2023.)

³⁵ <https://www.aktiva-info.com/sto-je-wms-warehouse-management-system/> (27.06.2023.)

4.5. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI

Inteligentni transportni sustav (ITS engl. Intelligent transport system), se definira kao skup aplikacija, usluga i infrastrukturne opreme koji omogućuju upravljačku i informacijsko-komunikacijsku nadgradnju klasičnoga sustava prometa i transporta.³⁶

Inteligentni transportni sustav može se definirati i kao primjena senzorskih, analitičkih, kontrolnih i komunikacijskih tehnologija u zemaljskom transportu radi poboljšanja sigurnosti, mobilnosti i učinkovitosti.³⁷

Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine, daje sljedeće pojašnjenje: “Inteligentni transportni sustavi (ITS) mogu se definirati kao holistička, upravljačka i informacijsko-komunikacijska nadgradnja klasičnog sustava prometa i transporta kojim se postiže znatno poboljšanje performansi odvijanja prometa kroz učinkovitiji prijevoz putnika i robe, poboljšanje sigurnosti u prometu, udobnost i zaštitu putnika, smanjenje onečišćenja okoliša, itd. ITS ima značenje novoga kritičnog pojma koji mijenja pristup i trend razvoja prometne znanosti i tehnologije transporta ljudi i robe tako da se učinkovito rješavaju rastući problemi zagušenja prometa, onečišćenja okoliša, učinkovitosti prijevoza, sigurnosti i zaštite ljudi i robe u prometu, u tom smislu inteligentna cestovna prometnica predstavlja upravljačku i informacijsko-komunikacijsku nadgradnju klasičnih cestovnih prometnica, tako da se osim osnovnih fizičkih funkcija ostvaruje bolje informiranje vozača, vođenje prometa, sigurnosne aplikacije itd. Paralelno teče i razvoj inteligentnih vozila, koja svojim novim svojstvima značajno unaprjeđuju sigurnost, učinkovitost i udobnost vožnje.”³⁸

ITS ima osnovnu svrhu poboljšati ključnu problematiku postojećeg stanja prometnog sustava a to je nedostatak pravodobnih i točnih informacija te nedostatak odgovarajuće koordinacije pojedinaca u prometnom sustavu. Prometni sustav je limitiran neadekvatnom cestovnom infrastrukturom, ograničen brzinom, zagušenjima uskih grla te opterećuje negativnim utjecajem zagađenja okoliša i opasnostima nesreća u prometu.

Suština ITS je primjena informacijskih i upravljačkih tehnologija u radu transportnog sustava što uključuje komunikacijske tehnologije, automatiziranu kontrolu te računalni hardver i softver.

³⁶ <https://tehnika.lzmk.hr/inteligentni-transportni-sustavi/> (28.06.2023.)

³⁷ <https://www.techtarget.com/whatis/definition/intelligent-transportation-system> (28.06.2023.)

³⁸ Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine, Narodne novine Republike Hrvatske, Zagreb, 82/2014

ITS funkcionira kroz nekoliko procesa koje možemo razlučiti:

- prikupljanje podataka – odvija se praćenjem prometa putem različiti vidova senzora ultrazvučnih, radarskih, video slike kojima se prati odvijanje i stanje prometa,
- prijenos podataka – može se odvijati kroz žičane ili bežične mreže, elektroničkom naplatom cestarine, upravljanje parkiranjem, informacije za putnike u vozilu, svjetlosni sustavi uz prometnice za navođenje itd.,
- obrada podataka – obavlja se nad ukupno prikupljenim informacijama, uz automatsko otkrivanje incidenata u prometu kako bi se konsolidirali u koristan format za korištenje
- korištenje informacija – podaci se distribuiraju korisnicima, u koordinaciji kontrole prometa i dinamično navođenje na prometne pravce i prilagođene brzine, čime se izbjegavaju zastoji i gužve.³⁹

ITS podrazumijeva postojanje i razvijanje potrebne infrastrukture koja podrazumijeva pametne ceste, prometne znakove, rasvjetu, raskrižja te ad-hoc mreže vozila (VANET) i pametna vozila.

Pametne ceste imaju ulogu nadogradnje osnovne funkcije cesta koje osim omogućavanja samog prijevoza trebaju integrirati određeni stupanje inteligencije, informacijske i komunikacijske mogućnosti te mogućnost osjeta.

Pametni prometni znakovi trebaju za razliku od sadašnjih pasivnih metalnih ili svjetlećih znakova koji su loše primjetljivi, koji su brojni i različiti te dovode do pogrešnog tumačenja, omogućiti bežični prijenos informacije vozaču odnosno vozilu. Ovo smanjuje mogućnost pogreške, manje opterećuje pažnju vozača u vizualnom praćenju znakova, omogućuje dinamične izmjene potrebne vrste prometnog znaka ažuriranjem softvera.

Pametna rasvjeta, kao važan čimbenik sigurnosti u prometu, trebao bi međusobnom interakcijom svjetlosnih stupova i ovisnosti o kretanju vozila i pješaka korištenjem naprednih tehnologija senzora omogućiti uštedu energije i doprinijeti ukupnom unaprjeđenju ITS.

Pametna raskrižja kao kritična mjesta u prometu sa najvećim brojem nesreća mogu, opremljena sensorima i drugom opremom za interpretiranje dobivenih podataka, poboljšati sigurnost reguliranjem dužine rada zelenog svjetla, uvažavanjem biciklista, reguliranjem prioritetnog prometa posebnih vozila i drugim značajkama pametnog raskrižja. Radi

³⁹ <https://theconstructor.org/transportation/intelligent-transportation-system/1120/> (28.06.2023.)

realizacije mogućnosti infrastrukture i pametnih vozila nove tehnologije potrebna je i odgovarajuća informatička mreža za vozila.

Ad hoc mreža vozila (VANET engl. Vehicle ad hoc networks) koristi se za informacijsko povezivanje vozila. VANET komunikacija može se podijeliti u tri osnovne kategorije:

1. V2V komunikacija, gdje se vozila međusobno povezuju radi trenutne razmjene podataka,
2. V2I komunikacija, u kojoj se vozilo povezuje sa mrežom temeljenom na infrastrukturi prometnice za bežičnu razmjenu podataka i
3. I2I komunikacija, u kojoj se razmjena dešava između umreženih elemenata infrastrukture.

Takva razmjena podataka i usklađivanje između svih jedinca sustava osigurava bolju propusnost i učinkovitost prometnog sustava.⁴⁰

Pametna vozila ostvaruju svoju funkcionalnost nadogradnjom vozila tehnološkom opremom na osnovnu opremu i uređaje motornih i priključnih vozila s pažnjom osiguranja usklađenost s propisima i pravilnicima o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama odnosno drugim prometnicama. ITS prilagodba uključuje nadogradnju osnovnih uređaja :

- uređaje za upravljanje vozilom
- uređaje za zaustavljanje vozila
- uređaje za osvjetljavanje ceste
- uređaje za davanje svjetlosnih znakova
- uređaje za omogućavanje normalne vidljivosti
- uređaje za kretanje vozila unatrag
- uređaje za kontrolu i ispuštanje ispušnih plinova
- uređaje za spajanje vučnog i priključnog vozila
- ostale uređaje i opremu vozila.⁴¹

⁴⁰ <https://encyclopedia.pub/entry/27657> (28.06.2023.)

⁴¹ <http://www.infotrend.hr/clanak/2008/6/razvoj-inteligentnih-transportnih-sustava-%E2%80%93-its,14,323.html> (28.03.2023.)

5. STUDIJA SLUČAJA: LUKA HAMBURG

Luka Hamburg je najveća kontejnerska luka u Njemačkoj a treća u Europi i svakako značajna luka sjeverne Europe uz luke Rotterdam i Antwerpen. Ona je i najveće europsko čvorište željezničkog kontejnerskog prometa te izuzetno dobro cestovno povezana sa evropskim zemljama.

Luka Hamburg svoje poslovanje temelji na razvoju i primjeni pametnih tehnologija u cilju ostvarivanja efikasnog i konkurentnog poslovanja uz smanjivanje negativnog utjecaja luke na okoliš korištenjem inovacija u području prometa, infrastrukture, protoka robe i energije. Unaprjeđenje poslovanja kontinuirano provodi Lučka uprava Hamburga s ciljem transformacije poslovanja na tehnologiji IoT koncepta i drugih povezanih tehnologija pod projektom „smartPORT“.

5.1. OBILJEŽJA LUKE HAMBURG

Najraniji dokazi o počecima nastanka Luke Hamburg sežu iz 9. stoljeća kada je grad imao oko 200 stanovnika. Službenim početkom osnivanja Luke Hamburg smatra se datum 7. svibanj 1189. godine i vezuje se uz cara Friedrich I. Barbarossa. Godine 1872. prvi put započinje se sa pretovaranjem tereta sa brodova na željeznicu što će s vremenom pretvoriti luku Hamburg u najveću željezničku luku u Evropi.⁴²

Hamburg se nalazi na području sjeverne njemačke nizine koja čini najveću reljefnu cjelinu u Njemačkoj. Nizina je nastala djelovanjem ledenjaka te na ovom prostoru visina tla ne prelazi 90 metara nadmorske visine a rijeke koje se slijevaju prema moru tvore široka riječna ušća pogodna za nastanak luka. Tako se i luka Hamburg smjestila kao prirodna luka na rijeci Elbi (ili Laba na češkom) koja nakon 110 km utječe u Sjeverno more i kao prirodna luka ima neposredan pristup od mora.⁴³

Položaj luke Hamburg omogućuje dobru povezanost sa skandinavskom regijom i baltičkim državama a zbog blizine umjetnog plovnog puta kanalom Kiel. Plovni put rijekom Elbom omogućuje povezanost do juga Njemačke i dalje do Češke. Razvijeni željeznički promet omogućuje promet luke Hamburg u svim smjerovima Njemačke i Evrope pa sve do Kine kao i razvijeni cestovni promet.⁴⁴

⁴² <https://www.hafen-hamburg.de/en/portofhamburg/geschichte/> (29.06.2023.)

⁴³ <https://www.znanje.org/i/i27/07iv03/07iv0314/geografija.htm>, (29.06.2023.)

⁴⁴ <https://www.hafen-hamburg.de/en/portofhamburg/port-of-hamburg/> (29.06.2023.)

Luka Hamburg proteže se duž rijeke Elbe, preko kanala Elbe i brojnih otoka koji su međusobno povezani sa 133 mostova koji predstavljaju važan dio infrastrukture. Posebno se te odnosi na pokretne mostove kojima se omogućuje nesmetani promet brodova Elbom. Prometovanje mostovima se odvija po utvrđenom režimu ili uz najavu.⁴⁵

Luka Hamburg je višenamjenska luka koja raspolaže i svim potrebnim objektima prikladnim za svaku vrstu tereta. Na prostoru većem od 71 km² nalazi se više od 50 manipulativnih objekata radi rukovanja raznovrsnom robom i oko 290 vezova za brodove svih veličina i vrste tereta.

Luka raspolaže terminalima za različite namjene :

- kontejnerski teret,
- generalni teret (višenamjenski terminali),
- rasuti teret,
- tekući teret,
- kruzerski turizam.⁴⁶

Kao najveća kontejnerska luka u Njemačkoj i treća po veličini u Europi, raspolaže sa četiri specijalizirana kontejnerska terminala koji zajedno s drugim višenamjenskim terminalima osiguravaju kapacitet pretovara od oko 12 milijuna TEU (kontejneri od 20 stopa) i u koje su integrirani željeznički terminali što luku čini vodećom željezničkom lukom u Europi.

Tablica 1. Kontejnerski terminali u luci Hamburg prema broju pokretnih dizalica, ukupnoj površini terminala, broju željezničkih tračnica i dužini željezničke staze

TERMINALI	pokretne dizalice	Σ površina (km ²)	tračnice	dužina staze (m)
Eurogate	24	1,4	8	70
Altenwerder	15	1,0	7	700
Burchardkai	30	1,4	8	700
Tollerort	12	0,6	5	700

Izvor: Izradila studentica prema podacima <https://www.hafen-hamburg.de/en/terminals/> (29.06.2023.)

⁴⁵ <https://www.hamburg-port-authority.de/de/strasse/bruecken-und-schleusen> (29.06.2023.)

⁴⁶ <https://www.hafen-hamburg.de/en/terminals/> (29.06.2023.)

Terminali su opremljeni portalnim dizalicama koje mogu primiti od dva do četiri kontejnera i do 110 tona težine. Dizalice kontejnera za ultra velike brodove imaju grane od 80 metara koje se protežu preko broda širine skoro 60 metara sa 26 redova kontejnera jedan do drugoga.

Kontejneri se utovaruju ili istovaruju poluautomatskim portalnim dizalicama, te se prevoze između skladišta i dizalice vozilima za koje su na površini terminala instalirani transponderi radi samostalnog automatiziranog kretanja. U samom skladišnom prostoru programski upravljive portalne dizalice razvrstavaju kontejnere. Postavljanje kontejnera na kamione i vagona nadziru radnici kontrolnog centra pomoću joysticka i kamera.



Slika 8. Kontejnerski terminal Altenwerder

Izvor: <https://www.hafen-hamburg.de/en/address/hhla-container-terminal-altenwerder-gmbh-7944/>

(29.06.2023.)

5.2. ORGANIZACIJA POSLOVANJA

Organizacija poslovanja u luci Hamburg temelji se na visoko razvijenim digitalnim tehnologijama koje uključuju interakciju senzorske tehnologije, analizu podataka i predviđanje što omogućuje visoku učinkovitost poslovanja i istovremeno minimalizira negativni utjecaj poslovanja na ekologiju okoliša tako i na smanjenje potrošnje energije u poslovanju. U poslovanju luke koriste se i dalje uvode ekološki prihvatljiva sredstva transporta i manipulacije te se teži smanjenju ovisnosti o konvencionalno proizvedenoj energiji i razvijanju obnovljivih izvora energije, postizanju energetske učinkovitosti i mobilnosti.

U tehnologiji poslovanja, luka Hamburg se ističe u nekoliko bitnih segmenata koje provodi Lučka uprava luke Hamburg (HPA) :

- personalizirani navigacioni sustav kamiona – dodjeljuje se svakom kamionu kako bi se omogućilo učinkovit promet u luci dobivanjem trenutnih podataka i pružanjem povratnih informacija o stanju prometa u luci i oko luke, raspoloživosti parkirališta i pratećih infrastruktura, stanju i rasporedu rada pokretnih mostova i drugih korisnih podataka,
- električna energija iz obnovljivih izvora - opskrba brodova za krstarenje električnom energijom iz obnovljivih izvora energije putem mobilnih uređaja sa obale ovo za sada samo na terminalu za kruzere ali s planom omogućavanja i u drugim dijelovima luke,
- inteligentni senzori na lučkoj željeznici – koji omogućavaju prikupljanje podataka u stvarnom vremenu o stanju i ispravnosti pojedinih frekventnih pozicija što omogućuje pravovremeno održavanje i popravak u ranijoj fazi i time izbjegavanje većih troškova i zastoja u poslovanju,
- mobilni GPS višenamjenski senzori – sa svrhom evidentiranja i prenošenja u realnom vremenu raznih podataka o stanju u luci u centralni IT sustav Lučke uprave, osim onih o kretanju tako i podataka o temperaturi, jačini i smjeru vjetra, onečišćenju zraka, protoku rijeke Elbe a radi predviđanja i organiziranja luke,
- pametno održavanje luke upotrebom mobilnih uređaja - gdje se redovnom provjerom stanja mjerni podaci automatski dostavljaju u centralni sustav gdje se podaci procesuiraju ,
- virtualno skladište kontejnera – radi optimiziranja kretanja praznih kontejnera između skladišta a time i smanjenja zagađenja okoliša

- kontrolni centar informacija – aplikacija dostupna svim korisnicima programa koji omogućuje informiranost sudionika na kopnu ili moru o svim važnim aktualnostima luke kao što su npr. podaci o položaju brodova, vodostaju, vezovima, mostovima,
- e-mobilnost – primjena električnih vozila u putničkom i teretnom prometu lučkog područja, kao i prometu zaposlenika luke,
- organizacija parkinga za kamione – putem mobilne aplikacije dostupna je informacija o stanju parkirališta te mogućnost rezervacije parkirnog mjesta za kamion,
- proizvodnja obnovljive energije – korištenjem energije vjetra, sunca ali i bioenergije temeljem raspoložive biomase koja nastaje u i oko lučkog područja.⁴⁷

Projekt uvođenja ekološki prihvatljive skladišne dizalice na kontejnerskom terminalu Burchadkai (CTB) gdje se uvođenjem novih tehnologija teži u potpunosti elektrificirati proces rukovanja kontejnerima u CTB-u i time poboljšati energetske učinkovitost korištenjem električne energije iz obnovljivih izvora i dodatno optimizirati poslovanje terminala. Uvođenjem projekta elektrifikacije skladišnih dizalica predviđa se ušteda od 5,5 miliona litara dizel goriva i emisija 11.000 tona CO₂. Uz to elektrificirane skladišne dizalice ne zagađuju bukom jer su značajno tiše u radu što podiže kvalitetu života stanovnika iz okoline kontejnerskog terminala. Sustav automatiziranih dizalica koje skladište i pripremaju kontejnere za daljnji transport koriste električnu energiju iz obnovljivih izvora a cilj je istu pretvorbu provesti i na horizontalnom transportu uvođenjem automatizirano vođenih vozila koji rade na baterije i koja su klimatski neutralna.

Automatizirano skladište kontejnera u CTB-u sastoji se od skladišnih blokova širine 42 metra i duljine 375 metara koji su raspoređeni jedan do drugoga, kapaciteta između 1.980 i 2.130 TEU ovisno o vrsti. CTB se ističe jer se njegov sustav skladišnih dizalica sastoji od tri portalne dizalice koje mogu voziti jedna preko druge. Ovo je globalno jedinstveno i povećava produktivnost: rad dizalice je optimiziran, a prohodnost dizalica rezultira učinkovitijom putanjom kroz prolaze. Informatički sustav visokih performansi sustava skladišne dizalice integriran je u cjelokupni kontrolni sustav terminala i već nekoliko godina podržan je posebno razvijenim AI modulom. To omogućuje pronalaženje optimalnog mjesta za skladištenje kontejnera.⁴⁸

⁴⁷ <https://www.hamburg-port-authority.de/de/hpa-360/smartport> (29.06.2023.)

⁴⁸ <https://www.hafen-hamburg.de/en/press/news/environmentally-friendly-storage-cranes-optimize-terminal-operations-at-ctb/> (29.06.2023.)

Automatizirani dron X4, inovacija razvijana za industrijsku upotrebu, ističe se robusnom konstrukcijom s malo pokretnih modularnih dijelova, sigurnim letom, jednostavnim rukovanjem i brzom operativnom spremnošću. Tehnička inovacija ovog drona ogleda se u sposobnosti automatizacije. Njegovom integracijom sa kontrolnim centrom terminala u kojem se nalazi visoko automatizirani softver za upravljanje mobilnim robotima upravlja i nadzire rad dronova te omogućuje istovremeni let do 200 dronova koji izvršavaju različite zadatke na različitim lokacijama luke bez prisutnosti pilota na licu mjesta. Automatizirani dronovi pomažu osoblju u izvanrednim slučajevima u kontroli katastrofe, u održavanju opreme ili u inspekcijском nadzoru.⁴⁹

Kontejnerski tegljači na električni pogon zamjenjuju vozila na dizel gorivo u procesu elektrifikacije kontejnerskog terminala Altenwerder (CTA). Tegljači koje pokreće dizel gorivo, raspoređeni na putovima između blokova skladišta i kontejnerskog željezničkog terminala ili praznog skladišta zamjenjuju se tegljačima koje pokreće električna energija iz baterija. Ovo s ciljem da se nadalje ne emitira CO₂, dušikov oksid ili čestice. Očekuje se za vrijeme radnog vijeka tegljača ušteda od 3.000 tona CO₂ u odnosu na tegljač koji pokreće dizel gorivo. Tegljači nadopunjuju kontejnerske portalne dizalice, kao i portalne dizalice montirane na tračnicama u skladištu blokova i željezničkom terminalu koje se već pokreću električnom energijom iz obnovljivih izvora.⁵⁰

Opskrba brodova električnom energijom iz javne električne mreže sa obale, dok su brodovi u luci, umjesto korištenja energije vlastitih dizelskih motora, omogućeno je putem obalnog uređaja za napajanje električnom energijom. Ova tehnologija započela se primjenjivati na turističkim a zatim i na ostalim vrstama brodova a primjena tehnologije širi se i drugim lukama u svijetu, kao opcija ne zagađivanja okoliša.⁵¹

5.3. KONCEPT PAMETNE LUKE HAMBRUG

Lučka uprava Hamburga (HPA), kontinuirano provodi projekt „smartPORT“ radi transformacije lučkih procesa i uključivanja svih sudionika na temeljima IoT koncepta. HPA je javna ustanova s oko 1800 zaposlenih, odgovorna za održavanje i razvoj lučke

⁴⁹ <https://www.hafen-hamburg.de/en/press/news/hhla-sky-receives-red-dot-award-for-industrial-drone-x4/> (29.06.2023.)

⁵⁰ <https://www.hafen-hamburg.de/en/press/news/last-diesel-vehicles-to-disappear-battery-power-for-HPA-tractor-units/> (29.06.2023.)

⁵¹ <https://www.hamburg-port-authority.de/de/hpa-360/smartport/landstrom> (29.06.2023.)

infrastrukture te učinkovitost, sigurnost i uspješnost poslovanja. Aktivnosti uključuju informatičku kontrolu otpreme, rada i održavanja te unaprjeđenja raznih (lučkih) objekata, prometnica i nekretnina. Ciljevi „smartPORT“ projekta kreću se u rasponu od inicijativa za smanjenje potrošnje energije i smanjenja emisija štetnih plinova do razvoja predvidljivih scenarija održavanja lučke infrastrukture, kao i postizanje boljeg upravljanja prometom i parkiranim prostorom. Tako, projekt „prePORT Parking“ ima za cilj poboljšanje upravljanja parkirnim prostorom opremanjem parkirališta za kamione izvan glavnog lučkog područja telematikom. Inovativni karakter „smartPORT“ projekata kao i složena priroda uključenih tehnologija dovodi do pojave novih pitanja i informacijskih zahtjeva unutarnjih sudionika organizacije. Uključivanje internih sudionika u proces transformacije rješavanjem njihovih potrebe za informacijama postaju prioritet.⁵²

Okosnica „smartPORT“ projekta nalazi se u 10 činjenica:⁵³

1. Upravljanje prometom u stvarnom vremenu - kako bi osiguralo učinkovito svakodnevno odvijanje prometa tisuće kamiona, HPA povezuje različite usluge i funkcionalne ponude kroz personalizirani navigacijski sustav koji pruža informacije o stanju prometa u luci i oko luke, podacima o parkiralištima i infrastrukturi, rasporedu zatvaranja pokretnih mostova i aktualnim informacijama o važnim tvrtkama.
2. Električna energija s obale - opskrba brodova za krstarenje električnom energijom s obale, značajno smanjuje utjecaj na okoliš. Prekooceanski brodovi opskrbljuju se električnom energijom preko pretvaračke stanice i mobilnog prijenosnog uređaja na terminalu. Obalni elektroenergetski sustav je po svojim dimenzijama jedinstven u Europi.
3. Inteligentni senzori - vrlo frekventne točke na lučkoj željeznici opremljene su sensorima koji prenose podatke u stvarnom vremenu u središnji IT sustav o stanju i istrošenosti infrastrukture na ovim točkama te se unaprijed planiraju mjere održavanja ili popravaka radi izbjegavanja zastoja.
4. Mobilni višenamjenski senzor - je mobilni GPS senzor koji podatke bežično prenosi HPA IT sustavu. Služi za inteligentno upravljanje voznim parkom i za mjerenja, npr. za mjerenje temperature, jačine i smjera vjetra, onečišćenja zraka i protoka na rijeci Elbi.

⁵² <https://core.ac.uk/download/pdf/301371688.pdf> (29.06.2023)

⁵³ <https://www.hamburg-port-authority.de/de/hpa-360/smartport> (29.06.2023.)

5. Pametno održavanje - održavanje infrastrukture u luci Hamburg upravlja se mobilnim uređajima, a prilikom provjere cesta, mostova i tračnica, uređaji automatski šalju mjerenja u IT sustave. Tamo se podaci obrađuju, pohranjuju i pripremaju. Cilj je procese održavanja učiniti učinkovitijima te povećati kvalitetu izvješća o stanju.
6. Virtualno skladište - putovanje kamiona s praznim kontejnerima nepotrebno zagađuje okoliš zato se koristi takozvano virtualno skladište kako bi se optimiziralo kretanje praznih kontejnera preko sustava temeljenog na oblaku, gdje sudionici mogu identificirati koje kontejnere treba isporučiti natrag u skladište čime je eliminiran beskoristan prijevoz bez tereta do skladišta.
7. Lučki monitor – putem softvera kontrolnog centra Port Monitor izvještavaju se sudionici uključeni u luku Hamburg o različitim informacijama poput elektroničkih prostornih karti, položaja brodova, podataka o vodostaju, vezova, trenutnih gradilišta, planiranih zarona ili visina i širina mostova a podaci su u pristupu putem monitora mobilnih uređaja.
8. E-mobilnost u luci - električna vozila postaju sve popularnija na cestama pa se tako ispituje mogućnost budućeg širenja e-mobilnosti u putničkom i teretnom prometu u lučkom području što uključuje potrebnu infrastrukturu za punjenje vozila a radi korištenja e-taksija na terminalima za kruzere i uvođenja e-mobilnosti za zaposlenike luke.
9. Parking za kamione - sveobuhvatno upravljanje parkiralištem osigurava optimalnu iskorištenost postojećih i novih parkirališnih mjesta za kamione u luci kao i rasterećenje parkirališta susjednih urbanih područja. Komponente sustava uključuju lociranje i upravljanje parkirnim mjestima,.
10. Obnovljiva energija – pored nastojanja učinkovitog korištenja i širenja postojećih energetskih mreža, luka se okreće mogućnostima vlastite proizvodnje obnovljive električne energije korištenjem energije vjetra, sunca pa čak i bioenergije iz velike količine proizvedene vlastite biomase.

6. ZAKLJUČAK

Luka se može smatrati onoliko modernom koliko su automatizirani lučki procesi. Automatizacija poslovanja nije moguća bez novih inovativnih tehnologija a informacijsko-komunikacijske tehnologije su ključne kako u svim poslovnim sustavima tako i u lukama i kontejnerskim terminalima gdje je danas nezamislivo poslovati bez postojanja informacijsko-komunikacijskih sustava. Rastući pomorski promet i kapaciteti brodova koji pristaju u luke te kompleksni zahtjevi poslovanja moderne logistike, uz zadana prostorna ograničenja, zahtjeva od luka da obavljaju sve više zadataka u sve kraćem vremenu a to znači puno više podataka i informacija koje je potrebno prihvatiti i obraditi a zatim i realizirati. Informacijsko-komunikacijski sustavi u kojima su inkorporirane odgovarajuće tehnologije omogućuju planiranje i organiziranje poslovnih procesa i aktivnosti s ciljem realiziranja uz što manje troškove i uštedu vremena a radi povećanja produktivnosti i konkurentnosti.

Informacijsko-komunikacijska tehnologija (ICT) omogućuje lakše i učinkovitije obavljanje postojećih lučkih poslova odnosno obavljanje poslova u obujmu koji nije moguće izvršiti bez primjene ICT-a. Uvođenje ICT u poslovanje luke utječe na brzinu obrade velikih količina podataka i omogućuje razmjenu informacija u realnom vremenu kako za potrebe sinkroniziranog obavljanja lučkih aktivnosti tako i za potrebe korisnika lučkih usluga. Primjena ICT u luci značajno povećava njenu konkurentnost u poslovanju.

Nekoliko informacijsko-komunikacijskih sustava na kontejnerskom terminalu imaju ključnu ulogu i daju prepoznatljivost pametne luke. Primjenom sustava elektroničke razmjene podataka i dokumenata (EDI) omogućena je zamjena papirnatih sa elektroničkom dokumentacijom te automatizacija stvaranja i razmjene elektroničkih dokumenata. Sustav za prekrcajne aktivnosti (TOS) kao najznačajniji lučki sustav posebno istaknut na kontejnerskim terminalima, koristi informacije dostavljene u elektroničkom obliku iz EDI sustava radi pripreme i planiranja prekrcajnih aktivnosti s ciljem da ono prethodi dolasku tereta. Da bi TOS mogao ostvariti svoj potencijal, naročito je bitno korištenje RFID tehnologije koja omogućuje brzu i točnu identifikaciju i pozicioniranje robe odnosno kontejnera.

Pametne tehnologije i sredstva u lučkoj logistici neizostavan su dio pametne luke a njihov razvoj predstavlja trajni proces koji omogućuje konkurentnost luke. Tehnologija Internet stvari (IoT) omogućuje razmjenu informacija i koordinaciju između različitih stvari što doprinosi nivou automatizacije pametne luke. Fizički internet ima za cilj unaprijediti

transport robe primjenjujući principe funkcioniranja razmjene informacija u tehnologiji digitalnog interneta primjenom na stvarni svijet prometa i oblikovanja transportnih sredstava korištenjem modularnih kontejnera i modernog sustava organizacije prijevoza robe. Tehnologija blockchain usmjerena je na sigurnost i transparentnost podataka koji se formiraju i razmjenjuju u poslovanju stvaranjem distribuiranih baza podataka bez potrebe za centralnim nadzorom sa svrhom smanjenja potrebe za administriranjem i papirnatom dokumentacijom. I ako primjena tehnologije Warehouse management system (WMS) ne mijenja osnovnu bit skladištenja robe, one utječu na efikasnost i uspješnost poslovanja gdje veliki obuhvat raznovrsne i često osjetljive robe je gotovo nemoguće uspješno obraditi bez upotrebe ove tehnologije kojom se optimizira prostor skladištenja, kretanje robe i ručnog rada osoblja. Kao danas najčešće korišteni alat u skladišnom poslovanju, WMS omogućuje potpune informacije o skladišnim resursima i robi, što omogućuje uspješnije poslovanje luke. Inteligentni transportni sustav ima cilj olakšati i automatizirati prijevoz robe integriranjem sa drugim informacijsko-komunikacijskim tehnologijama u luci odnosno kontejnerskom terminalu. Automatizirani prijevoz bez nazočnosti vozača umanjuje mogućnost pogreške ili uzrokovanja nesreće.

Poslovanje luke i terminala mora pružiti sigurnost i povjerenje transparentnim poslovanjem koristeći tehnologije koje omogućuju da i sami korisnici usluga u svakom trenutku mogu pristupiti informacijama o svojoj robi u postupku lučke obrade.

Razvoj luke i uvođenje novih tehnologija radi unaprjeđenja i povećanja produktivnosti poslovanja, dugoročno gledano mora biti u ravnoteži sa okruženjem korištenjem obnovljivih izvora energije i zaštitom od svih vidova zagađenja a upravo je luka Hamburg primjer da je to i moguće.

LITERATURA

KNJIGE:

- Baričević, H., Poletan Jugović, T., Vilke, S., Tereti u prometu, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2010.
- Hlača, B.: Lučka logistika, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2016.

ČLANCI:

- Bonaca, J., Černjul, R., Vaclavek, S. (2013): Sustavi za upravljanje kontejnerskim terminalima podržani GNSS-om i GIS-om, Ekscentar, br. 16, pp. 72-75. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/file/152855> (10.06.2023.)
- Dundović, Č., Poletan, T. i Kolanović, I. (2005). Implementacija informacijsko-komunikacijskih tehnologija u lukama. Pomorstvo, 19 (1), 115-123. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/3950> (29.06.2023.)
- Horvatić, H. i Tafra, V. (2022). Identifikacija komercijalne blockchain tehnologije te izazovi i opasnosti primjene kroz konkretne primjere. Obrazovanje za poduzetništvo - E4E, 12 (2), 105-120. Preuzeto s <https://doi.org/10.38190/ope.12.2.7> (24.06.2023)
- Perić Hadžić, A., Jugović, A. i Lončar, S. (2010). Primjena elektroničkoga poslovanja na upravljanje morskim lukama Republike Hrvatske. Ekonomski pregled, 61 (5-6), 271-292. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/56565> (14.06.2023)
- Tijan, E., Hlača, B. i Agatić, A. (2010). Evolucija informacijsko-komunikacijskih tehnologija na kontejnerskim terminalima. Pomorstvo, 24 (1), 27-40. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/54924> (17/6/2023.)

INTERNETSKI IZVORI:

- <http://www.infotrend.hr/clanak/2008/6/razvoj-inteligentnih-transportnih-sustava-%E2%80%93-its,14,323.html> (28.03.2023.)
- <https://business.lehigh.edu/blog/2017/what-you-need-know-about-physical-internet> (26.06.2023.)
- <https://core.ac.uk/download/pdf/301371688.pdf> (29.06.2023)
- <https://courses.minnlearn.com/hr/courses/emerging-technologies/the-internet-of-things/how-does-iot-work/> (25.06.2023.)
- <https://crobitcoin.com/tehnologija-pametnih-ugovora> (30.07.2023.)
- <https://crobitcoin.com/tehnologija-pametnih-ugovora> (30.07.2023.)
- <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/how-physical-internet-could-revolutionise-way-goods-are-moved> (26.06.2023.)
- <https://encyclopedia.pub/entry/27657> (28.06.2023.)
- <https://hrcak.srce.hr/file/419843> (22.06.2023.)
- <https://learningportal.iiep.unesco.org/en/glossary/information-and-communication-technologies-ict> (28.07.2023.)
- <http://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-That%20Internet%20of%20Things%20Thing.pdf> (25.08.2023.)
- <https://pontem.network/posts/the-history-of-smart-contracts> (24.06.2023.)
- <https://rck.elpros.net/blockchain-za-pocetnike-sto-je-blockchain-i-zasto-mijenja-globalnu-ekonomiju/> (22.06.2023.)
- <https://tehnika.lzmk.hr/inteligentni-transportni-sustavi/> (28.06.2023.)
- <https://theconstructor.org/transportation/intelligent-transportation-system/1120/> (28.06.2023.)
- <https://www.aktiva-info.com/sto-je-wms-warehouse-management-system/> (27.06.2023.)
- <https://www.altexsoft.com/blog/terminal.operating-system/> (18.06.2023.)
- <https://www.avsystem.com/blog/iot-technology/> (26.06.2023.)
- <https://www.bitcoin-store.hr/blog/sto-je-blockchain-i-kako-funkcionira/> (22.06.2023.)
- <https://www.bug.hr/tehnologije/sto-je-u-stvari-blockchain-i-kako-radi-3011> (22.06.2023.)
- <https://www.editel.hr/sto-je-edi/> (14.06.2023.)

- <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=27410> (29.06.2023.)
- <https://www.hafen-hamburg.de/en/portofhamburg/geschichte/> (29.06.2023.)
- <https://www.hafen-hamburg.de/en/portofhamburg/port-of-hamburg/> (29.06.2023.)
- <https://www.hafen-hamburg.de/en/press/news/environmentally-friendly-storage-cranes-optimise-terminal-operations-at-ctb/> (29.06.2023.)
- <https://www.hafen-hamburg.de/en/press/news/hhla-sky-receives-red-dot-award-for-industrial-drone-x4/> (29.06.2023.)
- <https://www.hafen-hamburg.de/en/press/news/last-diesel-vehicles-to-disappear-battery-power-for-cta-tractor-units/> (29.06.2023.)
- <https://www.hafen-hamburg.de/en/terminals/> (29.06.2023.)
- <https://www.hamburg-port-authority.de/de/hpa-360/smartport> (29.06.2023.)
- <https://www.hamburg-port-authority.de/de/hpa-360/smartport> (29.06.2023.)
- <https://www.hamburg-port-authority.de/de/hpa-360/smartport/landstrom> (29.06.2023.)
- <https://www.hamburg-port-authority.de/de/strasse/bruecken-und-schleusen> (29.06.2023.)
- <https://www.isye.gatech.edu/users/benoit-montreuil> (29.07.2023)
- <https://www.sap.com/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms-warehouse-management-system.html> (27.06.2023.)
- <https://www.synopsys.com/glossary/what-is-blockchain.html> (22.06.2023.)
- <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT> (28.07.2023.)
- <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/e-business> (13.06.2023.)
- <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/warehouse-management-system-WMS> (30.07.2023.)
- <https://www.techtarget.com/whatis/definition/intelligent-transportation-system> (28.06.2023.)
- <https://www.znanje.org/i/i27/07iv03/07iv0314/geografija.htm> , (29.06.2023.)

OSTALI IZVORI:

- Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine, Narodne novine Republike Hrvatske, Zagreb, 82/2014

KAZALO KRATICA

- AIS	Automatic identification system	automatski identifikacijski sustav praćenja brodova
- CTA	Container Terminal Altenwerder	Kontejnarski terminal Altenwerder
- CTB	Container Terminal Burchardkai	Kontejnarski terminal Burchardkai
- EDI	Electronic data interchange	elektronička razmjena podataka
- ERP	Enterprise resource planning	sustav za upravljanje poslovnim procesima
- HPA	Hamburg Port Authority	Lučka uprava Hamburg
- ICT	Information and communications technology	informacijsko-komunikacijska tehnologija
- IoT	Internet of things	Internet stvari
- IS	Information system	informacijski sustav
- ITS	Intelligent transport system	inteligentni transportni sustav
- OCR	Optical character recognition	optičko prepoznavanje znakova
- RFID	Radio-frequency identification	radio frekvencijska identifikacija
- TMS	Transportation management systems	sustav za upravljanje transportom
- TOS	Terminal operating system	sustav za prekrcajne aktivnosti
- VANET	Vehicle ad hoc networks	mreža vozila
- WMS	Warehouse management system	sustav upravljanja skladištem

POPIS SHEMA

Shema 1. Osnovne komponente informacijskog sustava	4
--	---

POPIS SLIKA

Slika 1. Razmjena dokumenata klasičnim načinom poslovanja	9
Slika 2. Automatizirana razmjena dokumenata EDI tehnologijom	10
Slika 3. Kontrolna stanica na kontejnerskom terminalu Altenwerder	12
Slika 4. RFID sustav	13
Slika 5. Bepilotna letjelica kao mobilni senzorski sustav u luci Hamburg	18
Slika 6. Prikaz funkcionalnosti π -spremnika	21
Slika 7. Prikaz blockchain tehnologije	23
Slika 8. Kontejnerski terminal Altenwerder	35

POPIS TABLICA

Tablica 1. Kontejnerski terminali u luci Hamburg prema broju pokretnih dizalica, ukupnoj površini terminala, broju željezničkih tračnica i dužini željezničke staze.....	34
--	----