

Utjecaj informacijskih sustava na efikasnost intermodalnog transporta

Orečić, Filip

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:510163>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

UTJECAJ INFORMACIJSKIH SUSTAVA NA
EFIKASNOST INTERMODALNOG TRANSPORTA

THE INFLUENCE OF INFORMATION SYSTEMS ON THE
EFFICIENCY OF INTERMODAL TRANSPORT

Mentor: Martina Jakara, mag. Ing. traff.

Student: Filip Orečić
JMBAG:0135258662

Zagreb, rujan 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 28. veljače 2024.

Zavod: **Samostalne katedre**
Predmet: **Integralni i intermodalni sustavi**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 7417

Pristupnik: **Filip Orečić (0135258662)**

Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**

Smjer: **Logistika**

Zadatak : **Utjecaj informacijskih sustava na efikasnost intermodalnog transporta**

Opis zadatka:

U radu je potrebno prikazati osnove informacijskih sustava i objasniti ulogu informacijskih sustava u transportu. Isto tako, potrebno je opisati razvoj intermodalnog transporta te analizirati utjecaj primjene informacijskih sustava na efikasnost intermodalnog transporta.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

Martina Jakara, mag. Ing. traff.

SAŽETAK

Integrirano svjetsko gospodarsko i logističko tržište počiva na učinkovitom protoku roba, ljudi, informacija, energije, i kapitala. Sinonim navedene integriranosti su i globalni lanci opskrbe, kao jedna od osnovnih metafora globaliziranog i liberaliziranog svjetskog tržišta. Srž međunarodne trgovine je protok robe kroz lanac opskrbe koji spaja izvore sirovina, proizvodnju i distribuciju do krajnjeg korisnika. U takvim globalnim lancima opskrbe, intermodalni prijevozni sustavi omogućuju fleksibilnu prilagodbu dionika opskrbnog lanca zahtjevima po pitanjima troškovne učinkovitosti, očuvanja životnog okoliša i održivog društvenog razvoja u cijelosti. Informacijski sustavi dio su svakog ciljno orijentiranog sustava kao što su intermodalni sustavi u transportu robe i u samoj logistici. U današnje vrijeme nužna je upotreba informacijsko komunikacijskih sustava kako bi uspješno izvršili određene zahtjeve i ideje koje imamo i koje se svaki dan mijenjaju. Svake godine dolaze velike promjene u razvoju informacijskih sustava kako tehnologija napreduje, stoga je potrebno prilagođavati se i iskoristiti nove sustave ne samo u transportu i logistici već u obavljanju svakodnevnih zadataka.

Ključne riječi: protok robe, globalni lanci, intermodalni transport, informacijski sustav, logistika, razvoj tehnologije.

SUMMARY

At an integrated world economic and logistics market that relies on the efficient flow of goods, people, energy, resources and capital. Global supply chains are synonyms of the integration, as one of the basic metaphors of the globalized and liberalized world market. The core of international trade is the flow of goods through a supply chain that connects the sources of raw materials, production and distribution to the end user. In such global supply chains, intermodal transport systems enable flexible adaptation of supply chain stakeholders to requirements in terms of cost efficiency, environmental preservation and sustainable social development as a whole. Information systems are part of every goal-oriented system, such as intermodal systems in transport goods and in logistics itself. Nowadays, it is unthinkable to use information and communication systems in order to successfully implement certain requests and ideas that we have and that change every day. Every year there are big changes in the development of information systems as technology advances, therefore it is necessary to adapt and

use new systems not only in transport and logistics but in the performance of everyday tasks.

Key words: flow of goods, global chains, intermodal transport, information system, logistics, technology development

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OSNOVE INFORMACIJSKIH SUSTAVA	2
2.1. Model podataka.....	2
2.1.1. Elementi modela podataka.....	3
2.1.2. Primjena.....	3
2.2. Model procesa.....	4
2.3. Model izvršitelja.....	5
3. ULOGA INFORMACIJSKOG SUSTAVA U TRANSPORTU I LOGISTICI	7
3.1. Značajke informacijskog sustava u transportu	7
3.2. Stupnjevi uporabe informacijskih sustava	10
3.3. Proces prijevoza s pomoću informacijskih sustava	11
3.4. Utjecaj informacijskih sustava na transport.....	12
4. POVIJESNI RAZVOJ I OSNOVNE TEHNOLOGIJE INTERMODALNOG PRIJEVOZA	14
4.1. Početak i razvoj intermodalnog prijevoza	14
4.1.1. Razvoj konvencionalnih usluga intermodalnog prijevoza	16
4.1.2. Ekspanzija intermodalnog prijevoza	17
4.2. Čimbenici koji utječu na kvalitetu sustava intermodalnog prijevoza	18
4.3. Prednosti i nedostaci intermodalnog prijevoza.....	20
4.4. Osnovne tehnologije intermodalnog prijevoza	21
4.4.1. Tehnologija kontejnerizacije	22
4.4.2. Kombinirani cestovno-željeznički i kopneni Ro-Ro prijevoz	23
4.4.3. Kopneno-pomorski prijevoz.....	26
5. INFORMACIJSKI SUSTAVI ZA PRAĆENJE U TRANSPORTU	29
5.1. IoT.....	29
5.1.1. Prednosti IoT sustava.....	30
5.1.2. Mogućnosti povezivanja praćenja tereta.....	31

5.2.	Blockchain tehnologija.....	31
5.2.1.	Uloga blockchain tehnologije u logistici	32
5.2.2.	Prednosti i nedostaci blockchain tehnologije	33
5.3.	TMS.....	34
5.3.1.	Značajke sustava upravljanja prijevozom	35
5.3.2.	Princip rada TMS sustava	35
5.4.	Praćenje transporta s pomoću GPS tehnologije	36
5.4.1.	Način rada GPS sustava	37
5.4.2.	Benefiti korištenja GPS sustava za praćenje tereta	39
6.	ZAKLJUČAK	41
	LITERATURA	43
	Popis slika.....	43
	Popis grafikona	46
	Popis tablica	46

1. UVOD

Utjecaj informacijskih sustava na samu efikasnost intermodalnog transporta vrlo je bitan faktor i čimbenik u današnjem vremenu. Kako se cijeli svijet tehnološki modernizira, isto tako tehnologija utječe na transport robe te na logistiku. Kako bi iskoristili maksimalni potencijal i učinkovitost intermodalnog transporta potrebno je implementirati moderni i sofisticirani informacijski sustav s pomoću kojeg se mogu ostvariti potrebne ciljeve i riješiti neke od mogućih problema koje nastaju u samom procesu transporta.

Rad je podijeljen u šest poglavlja s pripadajućim pod poglavljima, a glavna poglavlja su:

1. Uvod
2. Osnove informacijskih sustava
3. Uloga informacijskih sustava u transportu i logistici
4. Povijesni razvoj i osnovne tehnologije intermodalnog prijevoza
5. Informacijski sustavi za praćenje u transportu
6. Zaključak

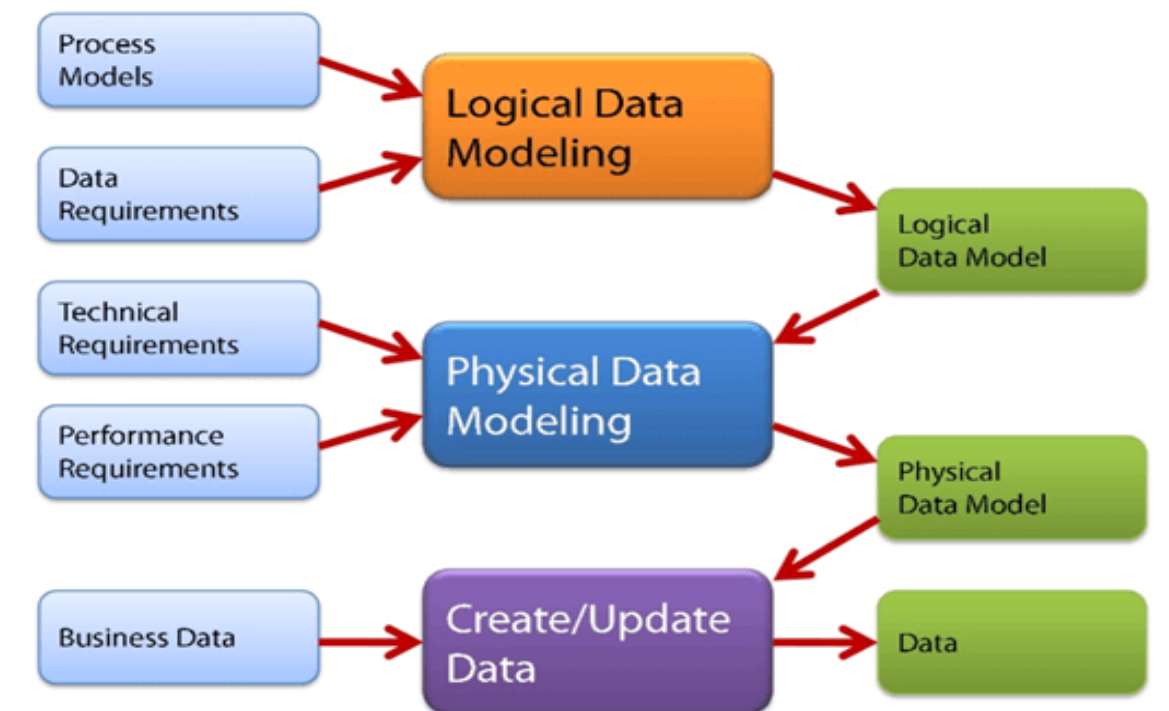
Nakon uvoda, u drugom poglavlju istražuje se povijesni razvoj informacijskih sustava, počevši od njihovih najranijih oblika do suvremenih tehnologija. Detaljno se razmatraju osnovne komponente ovih sustava i njihova primjena u različitim područjima, s naglaskom na to kako olakšavaju postizanje specifičnih ciljeva unutar organizacija i industrije. Treće poglavlje bavi se specifičnom ulogom informacijskih sustava u transportu i logistici, objašnjavajući kako oni doprinose povećanju efikasnosti, smanjenju troškova, poboljšanju sigurnosti i boljoj koordinaciji unutar logističkog lanca. U četvrtom poglavlju analiziraju se ključni momenti u povijesti intermodalnog prijevoza, s posebnim osvrtom na tehnologije koje su omogućile njegov razvoj i usavršavanje. Peto poglavlje posvećeno je informacijskim sustavima za praćenje i upravljanje transportnim procesima, s fokusom na tehnologije koje omogućuju praćenje kretanja robe, optimizaciju ruta i donošenje pravovremenih odluka. Na kraju, u zaključku se sumiraju ključni nalazi rada i naglašava važnost informacijskih sustava u modernom intermodalnom transportu, uz osvrt na moguće smjerove budućeg razvoja i istraživanja u ovom području.

2. OSNOVE INFORMACIJSKIH SUSTAVA

Informacijski sustav neizostavni je dio svakog ciljno orijentiranog sustava. Osnovna funkcija informacijskog sustava je permanentna opskrba potrebnim informacijama svih razina upravljanja i odlučivanja u danom tehnološkom odnosno organizacijskom obliku. Dio poslovnog sustava koji daje podatkovnu sliku procesa iz realnog sustava također je bitan dio informacijskog sustava. To vrši modelom podataka, modelom procesa i modelom izvršitelja [1].

2.1. Model podataka

Pod modelom podatka podrazumijeva se skup međusobno povezanih podataka. To su povezani podatci objekta, veze i atributi realnog sustava. Sve zajedno predstavlja skup podataka koji se modelom prikazuju s motrišta strukture, ograničenja i operatora, koji su tri glavna dijela modela podataka. Model podataka je shematski prikaz međusobnih tipova veza i odnosa svih datoteka odnosno tablica koji su u relacijskoj podatkovnoj bazi i sastavnicom je projektne dokumentacije, kao što je prikazano na slici 1. Suština modela podataka je ta da se on stvara modeliranjem [2].



Slika 1. Model podataka
Izvor: [2]

2.1.1. Elementi modela podataka

Postoje tri važna elementa odnosno dijelova od kojih se sastoji sama struktura modela podataka. Ta tri elementa su: struktura, ograničenje i operatori [2].

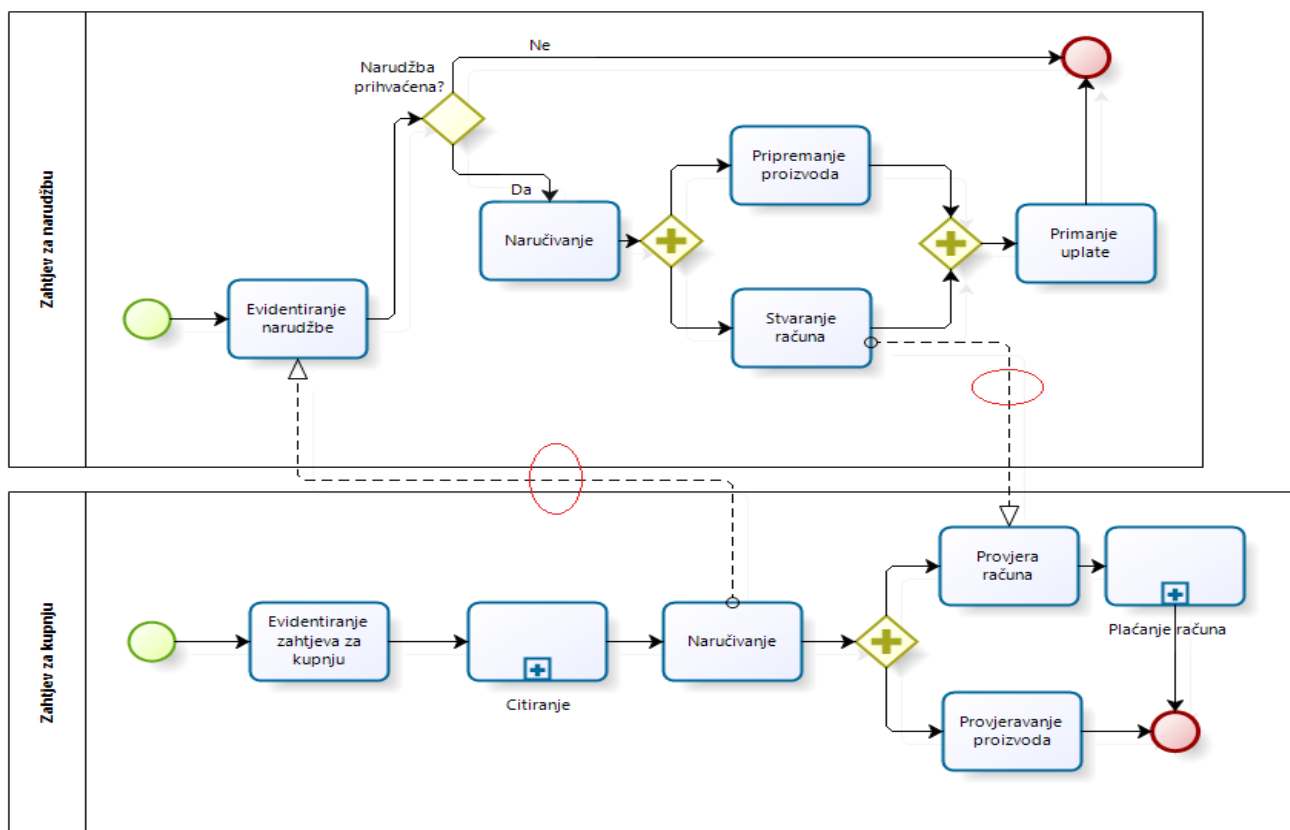
- Kod strukture podataka važno je naglasiti da je to zajednički skup objekata i veza. Ta struktura podataka predstavlja statička svojstva realnog sustava i podataka tako što ih razvrstava u vrste objekata i tipova veza među vrstama objekata, s relevantnim svojstvima vrste objekata.
- Ograničenje modela podataka su strukturni principi modela. Predstavljaju statička svojstva realnog sustava. Omogućuju dalje predstaviti podatke razdvajajući dopuštena od zabranjenih stanja skupa podataka preko dopuštenih podataka u okviru jedne vrste objekata i dopuštenih povezivanja među vrstama objekata.
- Operatori su skup koncepata. Za razliku od same strukture i ograničenja koji se odnose na statička svojstva, također operatori omogućuju predstaviti dinamičke osobine skupa podataka te da se stanje podataka u podatkovnoj bazi mijenja u skladu s promjenom stanja u realnom sustavu.

2.1.2. Primjena

Postoji mnogo načina i metoda gdje se modeli podataka mogu pravilno i sigurno upotrebljavati, a cilj im je da budu što lakše za upravljanje od strane korisnika te da budu što više učinkovitije u rješavanju određenih problema. Modeli se primjenjuju radi: administriranja i održavanja relacijske baze, definiranje složenih upita u operativne-analitičke svrhe, definiranje upita u dnevno-operativne svrhe, izrade aplikacijskog rješenja za unos i ažuriranje podataka, nadopune ili promjene polja odnosno podataka, obrazovanja svih razina korisnika i sistematskih analitičara, selekcije podataka iz datoteke u svrhu pretraživanja, usavršavanja i primjene novijih operacijskih sustava kao i usavršavanja i učitavanja podatkovnih baza u noviji format odnosno inačicu [2].

2.2. Model procesa

Generalna definicija modela procesa je takva da ona definira procese iz poslovnog sustava te opisuje funkcije po kojima se ti procesi mijenjaju. U intermodalnom sustavu prihvatljivo je da se neki bitni i složeni procesi prikazuju na što jednostavniji i lako razumljiv način, kako bi većina ljudi odnosno radnika u logistici mogla razumjeti na koji način pristupiti određenom problemu. Da bi se model procesa mogao analizirati i unaprijediti potrebno je jednoznačno opisati sva relevantna svojstva poslovnog procesa, tako da se isključi svaka mogućnost različite interpretacije suštine procesa. Pri tome je potrebno koristiti čvrsti formalni jezik koji će omogućiti temeljitu i objektivnu analizu poslovnog procesa i njegovo sustavno unapređivanje. Optimalan način za opisivanje poslovnog procesa je njegov grafički prikaz, osobito ako je dopunjen formalnim opisom pojedinih značajki. Najveći broj ljudi koji koriste sustav grafičkog prikazivanja poslovnih procesa su ljudi koji rade u logistici odnosno koji se bave transportom i nabavom robe i materijala. Kako bi najlakše izbjegli mogućnost različite interpretacije i omogućili računalno upravljanje izvođenjem poslovnih procesa, utvrđene su norme kojima se propisuje način prikazivanja i opisivanja procesa i njihova odnosa. Najnovija i danas gotovo općenito korištena norma naziva se „BPMN“ (Business Process Modeling and Notation), a za postupak njezine primjene u poslovnoj i informatičkoj domeni usvojen je naziv modeliranje poslovnih procesa. Princip rada modela procesa prikazan je na slici 2 [3].



Slika 2. Model procesa
Izvor: [3]

2.3. Model izvršitelja

Sami model izvršitelja definira sve koji su uključeni u izvršavanju poslovnog sustava, a to podrazumijeva: tko obrađuje podatke, gdje se podaci nalaze, gdje se obrađuju, uz koju opremu, organizaciju i tako dalje. Važno je napomenuti da u novije doba informacijski sustav ne daje samo podatkovni preslik realnog sustava već i na temelju tehnika koje se koriste u grani umjetne inteligencije, koje nastoje iz podataka izlučiti informacije koje posloводство koristi za donošenje odluka, odnosno moderni informacijski sustav služi za potporu odlučivanja. Kako bi svaki informacijski sustav radio nesmetano potrebno je da sadrži ovih šest komponenti: hardware, software, netware, lifeware, orgware te dataware koji su opisani u nastavku. [1]:

- Hardware je materijalna osnova, dio uređaja za komunikaciju i prijenos.
- Software predstavlja nematerijalne elemente, a to su programi i metode vezane uz organizaciju, upravljanje, obrađivanje i korištenje rezultata obrade.

- Dok Netware predstavlja mješovitu materijalno-tehničku i nematerijalnu komponentu koja omogućuje komuniciranje unutar mreže.
- Lifeware je ljudska komponenta koju čine kadrovi, odnosno programeri koji koriste rezultate obrade podataka odnosno informacija.
- Orgware su organizacijski postupci, metode i načini povezivanja i usklađivanja prethodnih komponenti u cjelinu.
- Dataware je zadužen za organizaciju baze podataka i informacijskih resursa.

3. ULOGA INFORMACIJSKOG SUSTAVA U TRANSPORTU I LOGISTICI

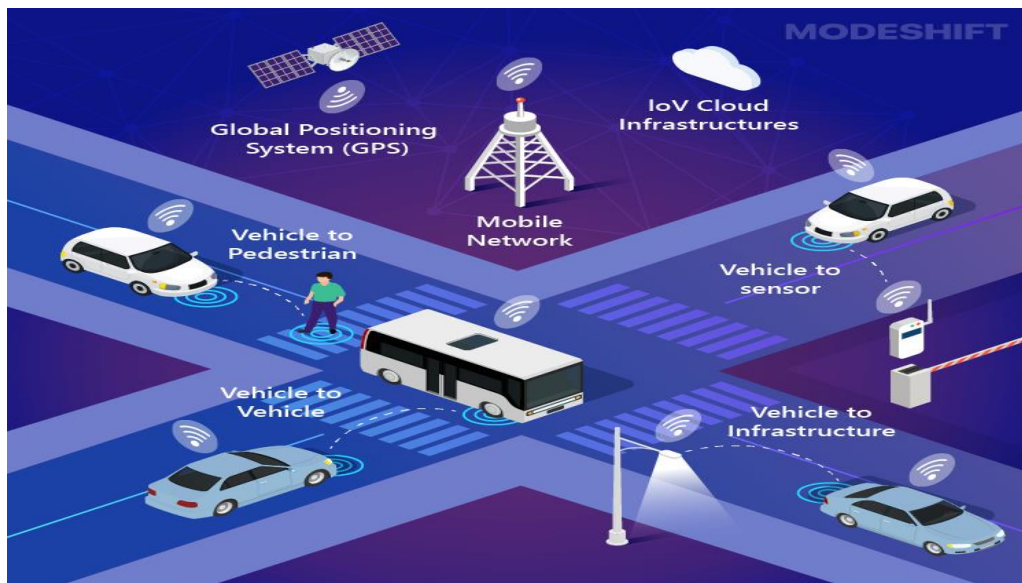
Informacijski sustav predstavlja jedan podsustav poslovnog i upravljačkog sustava određenog poduzeća, regije ili države. Informacijski sustav omogućava visoku koordinaciju u radu i poslovanju pogotovo kada se radi o više subjekata što omogućava znatno veću konkurentnost prijevoznika na tržištu prilikom ugovaranja i same provedbe procesa prijevoza. Informacijski sustavi pogoduju [4]:

- Boljoj organizaciji prijevoza transporta.
- Efikasnijem menadžmentu i kvalitetnijem donošenju odluka oko samog transporta.
- Veća produktivnost, ekonomičnost te najbitnije profitabilnost.
- Sofisticirani prijevoz putnika i tereta.

3.1. Značajke informacijskog sustava u transportu

Sveukupna strategija upravljanja prijevoznim poduzećem usko je vezana uz izradu i primjenu kvalitetnog informacijskog sustava. Informacijski sustav prijevoznog poduzeća integriran je u tri glavne strategije prijevoznog poduzeća, a to su:

- Globalna strategija koja obuhvaća globalne ciljeve poduzeća.
- Poslovna strategija koja obuhvaća tržišne ciljeve poduzeća.
- Operativna i funkcionalna strategija koja obuhvaća svakodnevne operativne radnje s kojima se poduzeće susreće.



Slika 3. Informacijski sustavi u transportu
Izvor: [4]

Informacijski sustavi prvenstveno pružaju podršku prilikom donošenja odluka i upravljanja poduzećem. Protok informacija je vrlo bitan, a u novije vrijeme njihova se važnost za uspješan opstanak i razvitka poduzeća na tržištu eksponencijalno povećala. Poduzeće može imati nisku ovisnost o informacijskom sustavu u kojem slučaju onda takvi sustavi isključivo predstavljaju način podrške i potpore poduzeću ili može imati veliku ovisnost o informacijskom sustavu u kojem slučaju takvi sustavi imaju strateško značenje za poduzeće. Informacijsko-komunikacijski sustav treba svakom njegovom korisniku omogućiti brz i učinkovit pristup svim potrebnim i važnim podacima. Podaci moraju ispravni, sveobuhvatni i kompleksni kako bi svi sudionici bili na vrijeme informirani o tijeku prijevoznog procesa. Jedan od primjera svakidašnjeg korištenja informacijskih sustava je upravo u cestovnom prometu, kao što je prikazano na slici 3. Neke od podataka koji informacijski sustavi mogu sadržavati su [4]:

- analitički podaci
- ekspertni podaci
- zemljopisni podaci
- transakcijski podaci
- tehnološko-informacijski podaci
- ekspertni podaci
- komparacijski podaci
- dokumentacija.

Kako tehnologija napreduje tako napreduje i sami razvoj prijevoznog procesa, koji je nametnuo potrebu za suvremenom obradom podataka koja podrazumijeva brzu i efikasnu razmjenu svih potrebnih informacija između sudionika prijevoznog procesa. Stoga je potrebno izraditi i implementirati informacijski sustav čija će veza između sudionika biti u potpunosti razvijena, usklađena i funkcionalna. Funkcionalni informacijski sustav omogućit će uspješno provođenje svih strateških, taktičkih i operativnih odluka prijevoznog poduzeća. Informacijski sustav u prijevoznom poduzeću sadrži tri razine [4]:

1. Operativna razina (obrada informacija odnosno podataka).
2. Strateška razina (podrška prilikom odlučivanja).
3. Taktička razina (informacija za kontrolu operacija).

Rekonstrukcija i primjena informacijskog sustava moguće je provesti odjednom ili u fazama, ovisno o mogućnostima i potrebama poduzeća. Svaki informacijski sustav u prometnom poduzeću mora proći kroz određeni evolucijski razvitak gdje svaka evolucija predstavlja unaprjeđenje određenih mogućnosti sustava. Informacijski sustav po nekoj složenosti mogu se podijeliti u tri kategorije:

1. Klasični informacijski sustav – omogućuje razmjenu podataka između korisnika.
2. Složeni sustav – uz razmjenu podataka omogućuje i daje podršku prilikom odlučivanja pružajući razne tehnike, metode i prognoze.
3. Ekspertni sustav – s pomoću suvremene umjetne inteligencije omogućava pružanje specijaliziranih znanja u analizama.

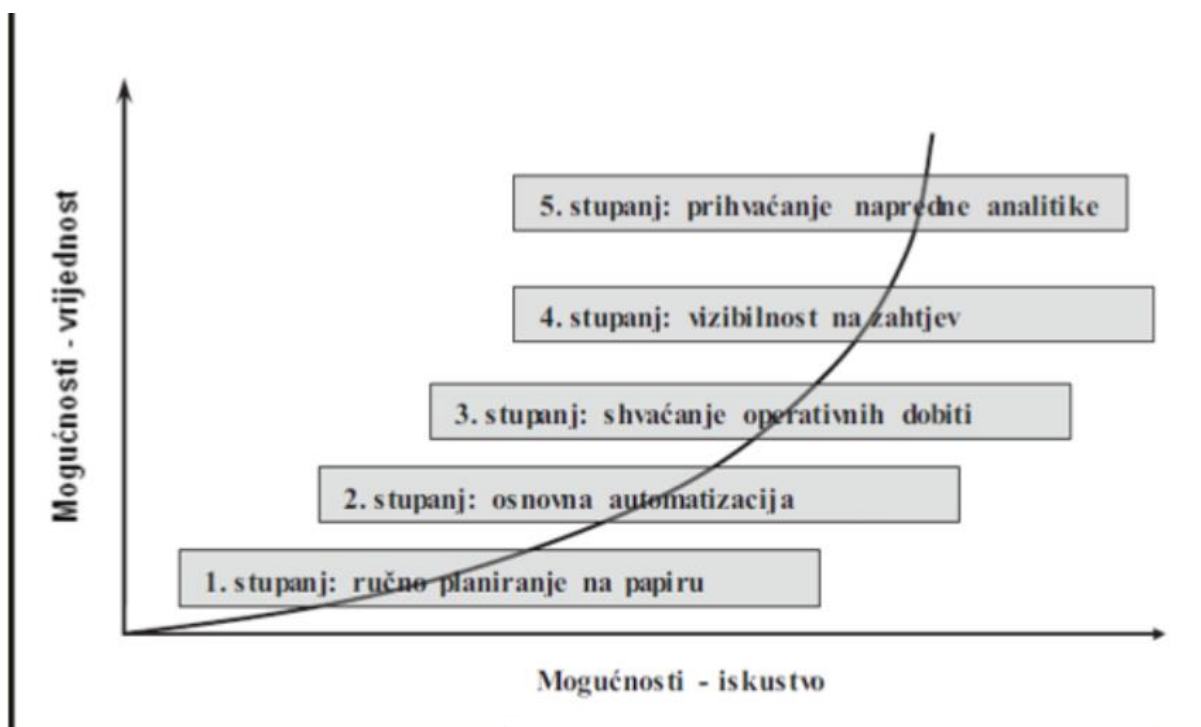
Svaka izgrađena i implementirana razina informacijskog sustava povećava konkurentnost i uspješnost poduzeća na tržištu. U slučaju da poduzeće uspješno izgradi, osposobi i integrira sve tri razine informacijskog sustava u svakodnevnom poslovanju, tada će takav informacijski sustav omogućiti efikasnu obradu podataka, informacija i dokumenta vezanih uz transport te povezivanje svih sudionika u jedinstveni komunikacijski sustav radi jednostavne međusobne komunikacije i razmjene podataka [4]. Tehnološki razvoj primijenjen na logističke operacije pod utjecajem je novih alata povezanih s poslovnom inteligencijom, kao što su alati za mobilnost ili analiza i vizualizacija podataka, čime se tvrtkama omogućuje upravljanje

i prati se aktivnost bilo kada i bilo gdje. Drugim riječima, poslovna inteligencija je sposobnost pretvaranja podataka u informaciju i informaciju u znanje kao način da se optimizira proces donošenja odluka u tvrtkama [24].

3.2. Stupnjevi uporabe informacijskih sustava

Primjena i integracija informacijskih sustava unutar logističkih procesa može se definirati s pomoću pet stupnjeva primjene. Prvi stupanj primjene informacijskih sustava predstavlja najjednostavniji oblik upotrebe informacijskih sustava, dok svaki sljedeći stupanj predstavlja određenu nadogradnju postojećeg informacijskog sustava, kao što je prikazano na slici 4. Stupnjevi primjene informacijskih sustava definirani su kao [4]:

1. stupanj – Ručno planiranje na papiru: Planiranje prijevoza temelji se na komunikaciji putem papira, fax uređaja ili telefona. Svaka poslovna jedinica ima zasebne jedinstvene procese, a podaci nisu standardizirani unutar odjela.
2. stupanj – Osnovna automatizacija: Osnovne logističke funkcije poput odabira prijevoznika, vrste prijevoza i odabir između više ponuda su automatizirane.
3. stupanj – Shvaćanje operativnih dobiti: Uporaba „Transportation management system“ sustava radi boljeg iskorištenja prijevoznog sredstva te boljeg planiranja logističke mreže.
4. stupanj – Vizibilnost na zahtjev: Značajno unaprjeđenje sustava za realizaciju svih faza prijevoznog procesa što omogućava cjelokupno planiranje i upravljanje logističkim događajima. Omogućava se nesmetano odvijanje procesa te se događaji sagledavaju i analiziraju u realnom vremenu.
5. stupanj - Prihvaćanje napredne analitike: Dolazi do praćenja logističkih procesa u stvarnom vremenu. Upravljanje izvanrednih događaja unaprjeđeno je uporabom poslovne inteligencije i analitike unutar specijaliziranih sustava. U ovaj stupanj spada B2B poslovanje i razmjena podataka, metoda uravnoteženih ciljeva te kontinuirano poboljšavanje sustava.



Slika 4. Stupnjevi primjene informacijskih sustava u logistici
Izvor: [4]

3.3. Proces prijevoza s pomoću informacijskih sustava

Postupak prijevoza podrazumijeva fizičko premještanje robe ili putnika između dviju ili više geografskih lokacija. Prijevoz ljudi i robe vrlo bitan je dio samog logističkog sustava te kao takav čini približno dvije trećine ukupnih logističkih troškova. Zato je primjena informacijskih sustava u procesu prijevoza višestruka, posebice razvojem geografskih informacijskih sustava koji korisniku pružaju dodatne preduvjete za unaprjeđenje i optimizaciju prijevoznog procesa ljudi i roba u transportu i logistici. Iako su investicijski troškovi implementacije informacijskih sustava visoki, očekivana korist od njihove primjene višestruko je veća. Logistička poduzeća najčešće koriste pojedinačna rješenja poput planiranja dostavne rute, praćenja vozila kao i održavanje svakog vozila. Osim posebnih alata postoje i složenija integrirana programska rješenja koja obuhvaćaju više procesa prilikom realizacije dostave prijevoznim vozilom. Primjena informacijskih sustava kao rješenje, bez obzira dali su jednostavni ili složeniji, donosi značajne uštede prilikom realizacije prijevoznog procesa. Sve češće korištenje informacijskih sustava, konkurentnost među samim proizvođačima tih sustava te

općenito prepoznavanje važnosti informacijskih sustava dovodi do rasta potražnje za novim i efikasnijim rješenjima [4].

3.4. Utjecaj informacijskih sustava na transport

Zbog povećanja kvalitete upravljanja logističkim procesima, potrebno je poticati logistička poduzeća na implementaciju kvalitetnih informacijskih sustava. Implementacija, primjena i međusobna integracija informacijskih sustava u logističkim procesima dovesti će do [5]:

- Smanjenje zaliha uz povećanje protočnosti.
- Smanjenje rizika i bolja suradnja s dobavljačima prilikom procesa nabave.
- Povećanje kvalitete usluge prema korisnicima procesa.
- Povećanje kvalitete usluge prilikom skladištenja, prijevoza i povrata tereta.
- Kvalitetniju razmjenu velike količine pravovremenih i ispravnih informacija.

Osim implementacije vlastitog informacijskog sustava, od iznimne je važnosti i da se prijevozno poduzeće priključi na globalne informacijske sustave koji omogućavaju komunikaciju i suradnju između prometnih i logističkih poduzeća kao što su: proizvođači, distributeri i trgovci koji se nalaze na određenoj međunarodnoj razini. Globalni informacijski sustavi omogućuju razmjenu svake vrste podataka, od tekstualnih informacija do slika i video zapisa, stvarajući uvjete za kvalitetno upravljanje prijevoznim procesom i danas vrlo bitnim marketingom. Ovakvi globalni informacijski sustavi postali su neizostavan čimbenik u postizanju stručnog i učinkovitog prijevoza i otpreme robe. Globalni informacijski sustavi omogućavaju povećanje brzine i sigurnosti prijevoza do ekonomičnog i racionalnijeg planiranja i odabira rute i prijevoznog sredstva. Prema tome mrežni informacijski sustavi se mogu opisati kao svojevrsne pomagače u logističkoj tvrtki s obzirom na to da omogućavaju svim korisnicima prikupljanje i uporabu relevantnih informacija. U tablici 1 prikazani su neki od utjecaja informacijskih sustava na logističke procese. Temeljni ciljevi zbog kojih se poduzeće uključuje u globalne informacijske sustave su [5]:

- Pristup relevantnim informacijama o terminalima, lukama, slobodnim zonama, robno – transportnim centrima i skladištima.

- Traženje adekvatnih korisnika usluge prijevoza.
- Podjela podataka između svih sudionika.
- Pronalazak mogućih partnera prilikom prijevoza robe.

Tablica 1. Utjecaj informacijske tehnologije na integraciju logističkih procesa

<i>Integracija sudionika logističkog lanca kroz četiri područja</i>	<i>Učinci integracije sudionika logističkog lanca</i>
Razmjena informacija među sudionicima logističkog sustava	<ul style="list-style-type: none"> – Smanjenje učinka nekontroliranog „divljanja“ – Ranije uočavanje problema – Brži odgovor – Izgradnja povjerenja i pouzdanosti
Zajedničko planiranje, nadopunjavanje i dizajniranje	<ul style="list-style-type: none"> – Smanjenje materijalnih i operativnih troškova – Viši stupanj iskorištenja kapaciteta – Viša razina usluge prema klijentima
Koordinirani radni tok i operacije	<ul style="list-style-type: none"> – Učinkovitije logističke usluge – Brži odgovor na zahtjeve klijenta – Unaprjeđenje usluga – Približavanje usluga tržištu
Prihvatanje novih poslovnih modela i tehnologija	<ul style="list-style-type: none"> – Ulazak na nova tržišta – Ponuda novih usluga – Poboljšana učinkovitost – Masovna prilagodba zahtjevima

Izvor: [5]

U slučaju da prijevozno poduzeće uspostavi dobar i kvalitetan informacijski sustav, kako lokalnog tako i globalnog karaktera, nedvojbeno je da će taj sustav dovesti do tehnološkog i tehnologijskog razvitka prijevoznog poduzeća. Neke od prednosti tehnološkog i tehnologijskog razvitka prijevoznog poduzeća mogu biti smanjenje troškova, povećanje profita, smanjenje potrebnog vremena za provedbu određenih faza prijevoznog procesa, proaktivno reagiranje te povećanje konkurentnosti na prijevoznom tržištu [5].

4. POVIJESNI RAZVOJ I OSNOVNE TEHNOLOGIJE INTERMODALNOG PRIJEVOZA

Suvremene tehnologije prijevoza podrazumijevaju primjenu suvremenih metoda, postupaka i procesa koji omogućavaju racionalnu realizaciju robnih tokova koji su kako odraz tako i pokretač ekonomskog razvoja. Društveni, ekonomski i gospodarski kontekst i promjene koje se u njemu odvijaju stvaraju potrebe za stalnim pronalaženjem novih načina realizacije prijevoznih procesa i novom strukturom prijevoznih sustava. Cjelokupni razvoj društva u ekonomiji utječe na promjene u sustavu potražnje prijevoznih usluga. Naime, tijekom povijesti mogu se izdvojiti četiri krupne promjene na polju industrije i gospodarstva koje su utjecale na kompletnu promjenu društvenih odnosa, pojavu novih oblika poslovanja, razvoja strukture i veličine robnih tokova koji su zahtijevali i nove načine njihove realizacije. Tehničko-tehnološke revolucije u prijevozu dovodile su do razvoja tržišta ponude prijevoznih usluga, što je izravno utjecalo na novi razvoj gospodarstva i društva u cijelosti. Suvremena tehnologija imala je značajnu ulogu u procesu globalizacije svjetske ekonomije. Razvoj tehnologije i telekomunikacije omogućili su globalizaciju financijskog tržišta, decentralizacije industrijske proizvodnje i razvoja logističkih usluga. Osnovni problem današnje industrije je reguliranje tokova opskrbe i distribucije gotovih proizvoda. Cilj je neprekinuto kretanje robe od proizvodnje do mjesta potrošnje, uz minimalne troškove to jest razvijanje optimalnog sustava integracije različitih oblika prijevoza kroz prijevoz danas popularnog „od vrata do vrata“ [6].

4.1. Početak i razvoj intermodalnog prijevoza

Ne postoji točan povijesni datum odnosno trenutak koji se može vezati za početak primjene intermodalnog prijevoza i prve upotrebe jedinica okrupnjenog tereta, prije svega kontejnera. Prema nekim izvorima, postojanje okrupnjenih jedinica tereta, preteča današnjih kontejnera, datira još iz rimskog doba, ali prvi primjeri prijevoza primitivnih oblika kontejnera su vezani za 18. stoljeće i prijevoz ugljena kanalom Bridgewater u Engleskoj oko 1780. godine. U 19. stoljeću, na vrhuncu razvoja parnih strojeva dolazi do širokog uspostavljanja i razvoja željezničkih sustava prijevoza koji

su omogućavali prijevoz velikih količina tereta. Prva kompanija koja je počela koristiti drvene kontejnere za prijevoz ugljena bila je Liverpool&Manchester Railways, 1830. godine. Na slici 5 prikazan je vlak koji se koristio za prijevoz ugljena, te koji je imao drvene kontejnere u kojim bi stajao ugljen. Sličan oblik kontejnerskog prijevoza uvele su i Birmingham&Darby Railways prenoseći također drvene kontejnere između željezničkih vagona i kočija 1839. godine. Engleski inženjer Isambard Kingdom Brunel 1841. godine predstavlja prvi oblik metalnih kontejnera pri transportu ugljena željeznicom u dolini rijeke Neath. Ovakav oblik metalnih kontejnera nastao je iz potrebe prebacivanja tereta iz jednih u druge željezničke vagone pri kontaktu željezničkih kolosijeka različite širine. Kada su u pitanju Sjedinjene Američke Države, slično Europi, prvi oblici intermodalnosti vezani su za željeznicu. Tako je zabilježeno da je 1911. godine putem oglasa u novinama po prvi put propagiran prijevoz robe kontejnerima da bi 1917. godine započeo prvi redovni prijevoz kontejnera željeznicom. Tijekom Prvog svjetskog rata razvijen je kontejner dužine deset stopa nazvan Trinity Freight Unit koji se mogao prevoziti svim vrstama prijevoza. Dok je prva zabilježena usluga prijevoza prikolica cestovnog prijevoza na ravnim željezničkim vagonima bila 1926. godine na relaciji između Chicaga i Milwaukeeja [6].



*Slika 5. Lokomotiva Lion
Izvor: [17]*

4.1.1. Razvoj konvencionalnih usluga intermodalnog prijevoza

Razvoj intermodalnog prijevoza u smislu pružanja prvih konvencionalnih prijevoznih usluga započinje u godinama nakon Drugog svjetskog rata. Tijekom 50-ih i 60-ih godina prošlog stoljeća prijevozna industrija prolazi kroz velike promjene na globalnom planu. S aspekta potražnje za prijevoznim uslugama, promjene su uvjetovane prije svega: povećanjem međunarodne trgovine i mijenjanjem strukture trgovine u kontekstu finalizacije proizvoda. S aspekta ponude prijevoznih usluga dolazi do sljedećih promjena:

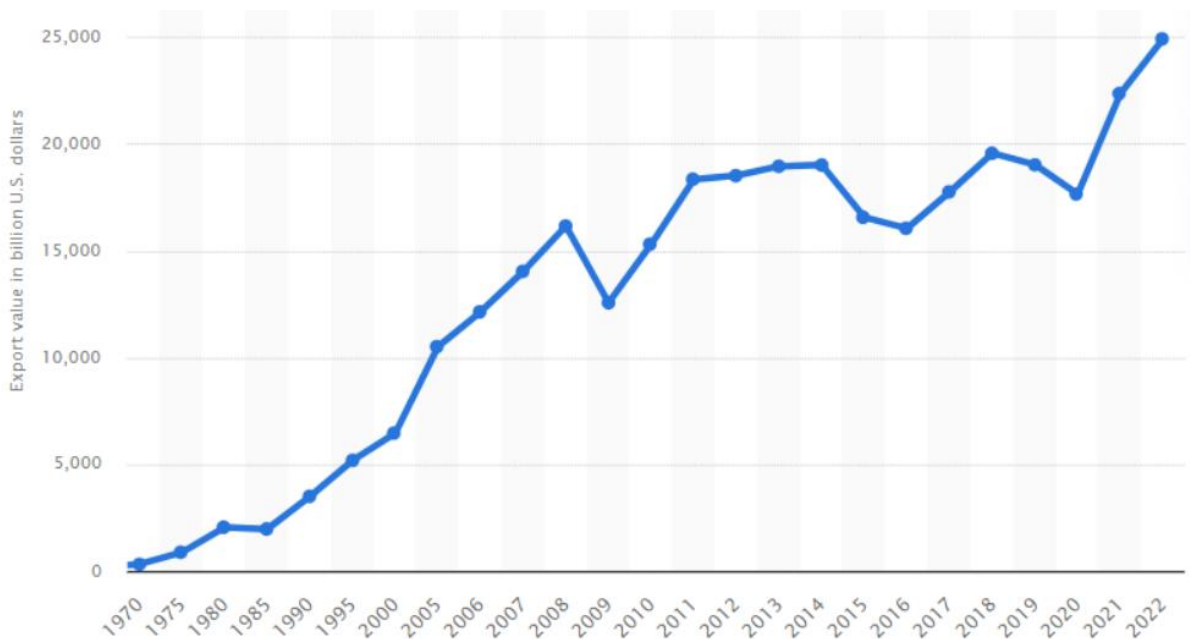
1. Veliko ulaganje u infrastrukturne i prijevozne resurse.
2. Stavljanje naglaska na povećanje efikasnosti prijevoznih usluga što uvjetuje izgradnju prijevoznih sredstva.
3. Tehnološko unapređenje procesa prijevoza i procesa prekrcaja u lukama i terminalima.
4. Početak transformacija luka u velike, globalne logističke HUB-ove.

Glavna tehničko-tehnološka inovacija, ili kako je još nazivaju prijevozna revolucija, koja je mogla odgovoriti na ove promjene i zahtjeve prijevozne industrije bio je kontejner. Međutim, kao i znatan broj drugih inovativnih rješenja koji su doveli do velikih promjena i prekretnica u dotadašnjim načinima realizacije određenih ljudskih aktivnosti, patentiranjem kontejnera u obliku kakvog ga danas poznajemo nije se željelo postići ništa grandiozno, već samo želja za rješavanjem nekog osobnog, konkretnog problema. Prvo bitna namjena ovih kontejnera bila je isključivo prijevoz pomorskim brodovima, bez stavljanja naglaska na njegove mogućnosti u realizaciji jednog integriranog prijevoznog lanca koji je podrazumijevao kombinaciju više modova prijevoza. Krajem 50-ih dolazi do ideje o kombiniranju cestovnog i pomorskog prijevoza tako da se kompletni transportni sanduci cestovnog prijevoznog sredstva odvoje od pogonskog dijela i kao kompletne jedinice prekrcajavu na pomorske brodove. Ono što je značajno to je da je do 1970. godine kontejner ovih dimenzija postao standardni teretni sanduk i za kopnene modove prijevoza. 1972. godine javljaju se prve usluge „kopnenih kontejnerskih mostova“ koje u potpunosti integriraju kopnene modove i pomorski prijevoz [6].

4.1.2. Ekspanzija intermodalnog prijevoza

Ekspanzija tržišta usluga intermodalnog prijevoza započinje u posljednjem desetljeću prošlog stoljeća. Tome je prethodio nekoliko stvari. Prva, 80-ih godina prošlog stoljeća dolazi do značajnog usavršavanja tehničke baze intermodalnog prijevoza, prije svega na polju kopnenih modova prijevoza. Početkom 80-ih godina počinje značajna primjena double stack željezničkih vagona za prijevoz kontejnera u dva nivoa. Druga faza započinje krajem 80-ih i početkom 90-ih godina procesom deregulacije tržišta prijevoza, prvo u Sjevernoj Americi, a zatim i u Europi. Pojam deregulacije naglašava načela i zakonitosti slobodnog tržišta i to nastoji postići smanjenje regulacije tržišta i odnosa u njemu. Treća faza dovodi do značajnog rasta usluga intermodalnog prijevoza, gdje dolazi do povećanja globalnih robnih tokova. U drugoj polovini prošlog stoljeća međunarodna trgovina je doživjela veliki porast, posebno u periodu poslije 70-ih. Samim time dolazi do povećanog zagađenja posebice u Europi, zbog toga nastoji se prebaciti sva roba s cestovnog na ostale modove prijevoza. Jedan od načina je pojačano uključivanje intermodalnog prijevoza na tržište prijevoznih usluga. Četvrta ekspanzija usko je povezana s trećom gdje dolazi do sve većeg interesa za očuvanjem životnog okoliša i energetske efikasnosti. Porast globalne trgovine i robnih tokova prikazano je na grafikonu 1. Primjenom intermodalnog prijevoza postiže se veća održivost koja je oblikovana socioekonomskim, demografskim i ekološkim megatrendovima, odnosno velikim promjenama u ekonomskim, socijalnim i ekološkim uvjetima koji utječu na ljude i mijenjaju društvo. Neki od ciljeva su [6]:

- povećanje korištenja održivih goriva s niskim udjelom ugljika u zračnom prijevozu na 40% do 2050. godine,
- smanjenje emisije CO₂ iz brodskih goriva za 40% do 2050. godine,
- utrostručiti postojeću mrežu brzih vlakova,
- uspostavljanje potpuno funkcionalne, osnovne mreže TEN-T u cijelom EU-u, koja integrira sve modove prijevoza do 2030. godine,
- povezivanje svih većih zračnih luka sa željeznicom i najvažnijih morskih luka sa željeznicom i riječnim plovnim putevima do 2050. godine,
- te u potpunosti primjenjivanje načela „plaćanja korisnika“ i „plaćanja onečišćivača“.



Grafikon 1. Porast globalne trgovine i robnih tokova od 1970. do 2022. godine
Izvor: [6]

4.2. Čimbenici koji utječu na kvalitetu sustava intermodalnog prijevoza

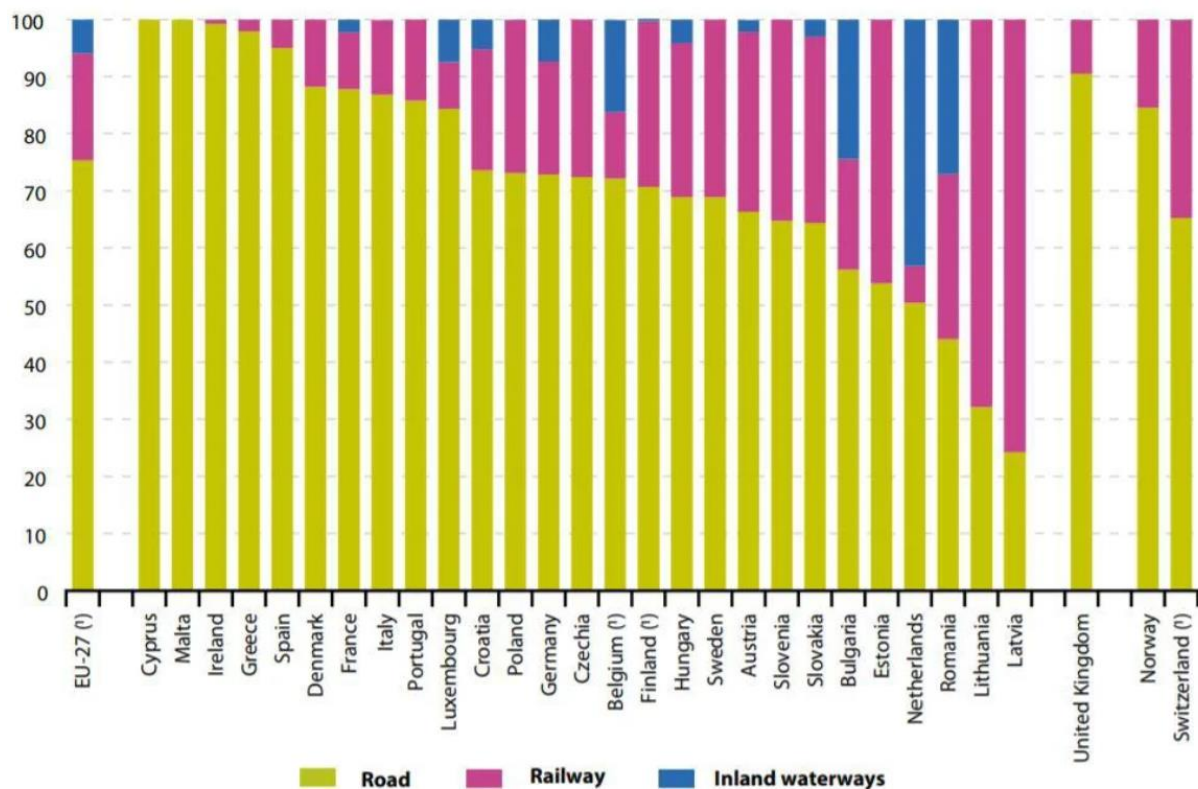
Tri osnovne grupe čimbenika od kojih ovisi uspješnost sustava intermodalnog prijevoza su [6]:

- odgovarajuća tehničko-tehnološka rješenja i njihova međusobna usklađenost
- odgovarajuća organizacija svih sudionika u intermodalnom prijevoznom lancu koja će omogućiti realiziranje njihovih zajedničkih ciljeva
- podrška državnih institucija.

Čimbenici koji su posebno naglašeni su: standardizacija, troškovi, točke prekrcaja, vrste prijevoza, organizacija i uloga vlade. Međutim, potrebno je napomenuti sami značaj čimbenika „logističkih strategija“. Naime, sektor logistike posljednjih je 20-ak godina doživio nemale promjene u pogledu novih logističkih trendova, koji svakako imaju utjecaja i na intermodalni prijevoz. Na grafikonu 2 prikazana je raspodjela intermodalnog prijevoza u Europi. Nedostatak konkurentnosti poznatih rješenja za intermodalni teretni promet dovodi do velike gužve na cestama i povećanja ekološkog otiska na sektoru teretnog prometa. Rješenje koje gleda u budućnost je sustav željezničko-cestovnog teretnog prometa, gdje se roba uglavnom prevozi željeznicom,

a prije i naknadni prijevozi su svedeni na minimum. [25] Neki od novih trendova u logističkim strategijama i posljedice trendova na intermodalni prijevoz su [6]:

- koncentracija robnih tokova: veće količine robe i veće udaljenosti prijevoza uvjetuju povećanje mogućnosti za razvoj intermodalnog prijevoza kao alternativa unimodalnom cestovnom prijevozu
- disperzija i povećanje geografskih regija za nabavku i distribuciju: povećanje udaljenosti prijevoza povećava konkurentnost intermodalnog prijevoza
- just-in-time, quick response, time windows: povećanje zahtjeva za kvalitetnim prijevozom, u većem broju slučajeva situacija ne odgovara tržištu usluga intermodalnog prijevoza
- povećanje veličine prijevoznih sredstava: povećava ekonomičnost intermodalnog prijevoza
- bolja informatička povezanost: veće mogućnosti koordinacije i unapređenja usluga i za cestovni i za intermodalni prijevoz. Moguća bolja kontrola i koordinacija intermodalnih prijevoznih lanaca
- zagušenje u cestovnom prometu: utječu na kvalitetu prijevozne usluge cestovnog prometa i povećavaju potrebu za reagiranjem kroz nove prijevozne politike koje će stimulirati razvoj intermodalnog prijevoza
- outsourcing: povećanje mogućnosti za koordinaciju isporuku pošiljki i povećanje veličine tereta u prijevoznim sustavima
- povećanje izravne distribucije: manje veličine pošiljki s većom frekvencijom isporuke vodom prema povećanju značaja fleksibilnosti logističkih sustava
- povećana složenost logističkih sustava: povećanja zahtjeva za fleksibilnim prijevoznim sustavima što vodi prema povećanju značaja cestovnog prometa
- povećanje zahtjeva za očuvanjem životnog okoliša: povećanje svijesti o održivom razvoju i zaštiti životnog okoliša utječe na povećanje kompetitivnosti intermodalnog prijevoza u odnosu na cestovni.



Grafikon 2. Raspodjela intermodalnog prijevoza u Europi
Izvor: [18]

4.3. Prednosti i nedostaci intermodalnog prijevoza

Niz preduvjeta potrebno je zadovoljiti za korištenje intermodalnog prijevoza. Tu je uključen i problem manjka mreža različitih prijevoznih modova i međusobnih povezanosti, manjak tehničke interoperabilnosti između i unutar modova prijevoza, niz regulativnih mjera i standarda za prijevozne oblike te razmjenu podataka i procedura. Cilj intermodalnosti je razviti optimalnu integraciju različitih prijevoznih modova kako bi se omogućilo efikasno i ekonomski prihvatljivije korištenje prijevoznog sustava kroz usluge koje su orijentirane izravno na potrošače, a da se uz to potiče konkurentnost između operatera. Intermodalnost obuhvaća integraciju modova na tri razine [7]:

- infrastruktura i prijevozni modovi
- radnje i korištenje infrastrukture
- usluge i regulative.

Prednosti samog intermodalnog sustava su [7]:

- manja početna ulaganja u infrastrukturu

- manji troškovi rada i održavanja
- cijene su niže za kratke udaljenosti u odnosu na zračni prijevoz i prijevoz željeznicom
- isporuka robe je brža i nije potrebno prekrcavanje robe jer je mreža cesta rasprostranjenija i može prolaziti mjestima gdje ostali vidovi prometa ne mogu
- nije ograničen voznim redom i ne zahtijeva posebne dozvole i odobrenja.

Intermodalni prijevoz svoju konkurentnost u odnosu na unimodalni cestovni prijevoz može bazirati na troškovima, kvaliteti, vremenu, geografskoj pokrivenosti kao i principima održivosti s aspekta zaštite okoliša i energetske efikasnosti. Na primjer, s aspekta geografske pokrivenosti odnosno organizacije povezivanja korisnika na velikim udaljenostima, proces prijevoza se može organizirati samo uz pomoć primjene više različitih prijevoznih modova. Neki od nedostataka intermodalnog prijevoza su [7]:

- intermodalni prijevoz često je skuplji nego unimodalni cestovni prijevoz
- intermodalni prijevoz često duže traje nego unimodalni cestovni prijevoz
- intermodalni prijevoz često je manje pouzdan nego unimodalni cestovni prijevoz
- slaba efikasnost kod planiranja procesa prekrcaja u točkama dodira
- mala ponuda dodatnih logističkih usluga
- veliki troškovi kod sabirnog i distributivnog dijela prijevoznog lanca.

4.4. Osnovne tehnologije intermodalnog prijevoza

Ključ uspjeha sustava intermodalnog prijevoza je u njegovoj produktivnosti koja se temelji na optimiziranom korištenju velikog broja različitih vrsta resursa u integriranoj realizaciji prijevozne usluge, a sve u cilju maksimalnog zadovoljavanja različitih zahtjeva korisnika. Intermodalni prijevozni lanci podrazumijevaju prijevoz robe uz primjenu dva ili više modova prijevoza i okrupnjenog standardiziranog tereta. Željeznička prijevoznička poduzeća imaju dominantnu ulogu u većini intermodalnih transportnih sustava. Ove usluge pružatelji usluga imaju na raspolaganju vlastiti vozni park i potpuno operativnu infrastrukturu, a često i jesu vlasnici ili upravitelji pretovarnih terminala [23]. Realizacija ovakvog prijevoznog lanca integrirana je u smislu usklađivanja različitih kapaciteta i regulative korištenih tehničko-tehnoloških resursa te

usklađivanje rada različitih dionika u prijevoznim, prekrcajnim i skladišnim aktivnostima. Neke od tehnologija intermodalnog prijevoza su [8]:

1. Kontejnerizacija
2. Kombinirani cestovno-željeznički i kopneni Ro-Ro prijevoz
3. Kopneno-pomorski prijevoz.

4.4.1. Tehnologija kontejnerizacije

Kontejnerski prijevozni sustavi predstavljaju dominantni oblik intermodalnih prijevoznih sustava u pogledu kapaciteta i ostvarenih volumena prijevoza. Dominantnost kontejnerskih sustava kao oblik intermodalnog prijevoza potvrđuje se iz godine u godinu s povećanjem količine robe prevezene na ovaj način tako da mnogi autori kontejnerskih prijevoza poistovjećuju s intermodalnim prijevozom općenito. Do značajnog rasta usluga intermodalnog prijevoza dolazi sa značajnim povećanjem globalnih robnih tokova. Međutim, s druge strane postoji značajna korelacija između povećanja svjetske trgovine i robnih tokova te razvoja kontejnerskog prijevoza tako da se može reći da kontejnerizacija predstavlja svojevrsni katalizator daljnjeg razvoja svjetske trgovine. Kontejnerizacija se temelji na primjeni kontejnera kao teretne jedinice koja se može prevesti svim prijevoznim modovima i koja je omogućila brz i jednostavan prekrcaj robe između njih bez izravnog kontakta sa samom robom. Jedan od glavnih benefita kontejnerizacije je uklanjanje uskih grla u prijevozu robe na kontaktu pomorskih i kopnenih prijevoznih sustava. Razvoj kontejnerskog prijevoza doveo je do nalog rasta industrijske proizvodnje, na slici 6 prikazan je najnoviji princip prijevoza kontejnera upotrebom nove i bolje informacijsko komunikacijske tehnologije. Značajno niže cijene prijevoza omogućile su kompanijama plasman proizvoda na tržišta širom svijeta, što ranije nije bio slučaj, jer su troškovi prijevoza često bili previsoki da bi se ostvarila održiva gospodarska korist od prodaje proizvoda na udaljenim tržištima. Neke od osnovnih aktivnosti koje se realiziraju u jednom takvom kontejnerskom prijevoznom lancu su: priprema i ukrcaj robe u kontejnere, osiguranje robe u kontejneru, skladištenje punog kontejnera, ukrcaj kontejnera na prijevozno sredstvo, pričvršćivanje i osiguranje kontejnera na prijevoznom sredstvu, prijevoz kontejnera, iskrcaj kontejnera s prijevoznog sredstva, pražnjenje kontejnera, uskladištenje i disponiranje praznog kontejnera [9].



Slika 6. Prijevoz kontejnera pametnom tehnologijom
Izvor: [19]

4.4.2. Kombinirani cestovno-željeznički i kopneni Ro-Ro prijevoz

Tehnologije Hucke-pack koja je prikazana slikom 7 i kopnenog Ro-Ro prijevoza predstavljaju tehnologije kontinentalnog intermodalnog prijevoza koji se u europskom kontekstu najčešće nazivaju tehnologije kombiniranog prijevoza. Za razliku od prethodne opisane grupe tehnologija kontejnerskog prijevoza koja podrazumijeva kako interkontinentalni tako i kontinentalni prijevoz, tehnologije kombiniranog prijevoza podrazumijevaju isključivo kontinentalni prijevoz koji se realizira u obliku prijevoza cijelih ili dijelova vozila jednog prijevoznog moda vozilima drugog prijevoznog moda, kombinirajući prednost željezničkog i prijevoza unutarnjim plovim putevima u prijevozu velikih količina roba na dugim relacijama s prednostima brzog i elastičnog opsluživanja gravitacijskih područja cestovnim prijevoznim sredstvima [6].



Slika 7. Huckepack tehnologija

Izvor: [20]

Primjena ovih tehnologija u Europi počinje kasnih 60-ih godina prošlog stoljeća, a na temelju primjera njihove uspješne primjene u SAD-u gdje su željezničke kompanije počele s prijevozom poluprikolica na željezničkim vagonima na velikim udaljenostima. U godinama koje su uslijedile dolazi do razlikovanja kombiniranog cestovno-željezničkog, ili kako se najčešće naziva Hucke-pack prijevoza [6]:

1. Tehnologija A – kotrljajuće autoceste, princip izgleda kotrljajućih autocesta prikazano je na slici 8 (praćeni prijevoz kompletnih cestovnih vozila, u pratnji vozača).
2. Tehnologija B – nepraćen prijevoz (prijevoz prikolica i sedlastih poluprikolica).
3. Tehnologija C – nepraćen prijevoz (prijevoz izmjenjivih transportnih sanduka i kontejnera).



*Slika 8. Kotrljajuće autoceste
Izvor:[10]*

Ove tehnologije s vremenom su našle veliku primjenu u Europi, tako da kompanije za realizaciju Hucke-pack prijevoza ostvaruju značenje godišnje volumena prijevoznog rada. Na primjer, 2009. godine ostvareni su sljedeći rezultati: 415980 ukrcaja (14%) u okviru Tehnologije A, 219800 ukrcaja (8%) u okviru Tehnologije B i 2182569 ukrcaja (78%) u okviru Tehnologije C. Kada je u pitanju način organizacije željezničkog prijevoza, slično organizaciji glavnog prijevoza željeznicom kod kontejnerskih prijevoznih lanaca, specijalizirane kompanije Hucke-pack prijevoz primjenjuju sljedeće oblike organizacije nepraćenog prijevoza: izravni vlakovi, blok – vlakovi, shuttle vlakovi, Y-shuttle vlakovi, linijski vlakovi, grupni vlakovi, podijeljeni vlakovi te vlakovi od jednih vagona. Izravni vlakovi su vrsta vlakova koji prometuju između dva terminala bez bilo kakvih dodatnih operacija i promjena sustava na putu. Takav način organizacije prijevoza predstavlja najekonomičniji oblik prijevoza. Blok-vlakovi predstavljaju izravne vlakove koji prometuju između dvije točke i to s kompozicijama koje imaju promjenjiv broj vagona. Shuttle vlakovi, kao i blok-vlakovi, predstavljaju varijaciju izravnih vlakova u kojoj kompoziciji koja se kreće između dviju ekonomskih zona ima fiksni broj vagona. Y-shuttle vlakovi su vlakovi s fiksnom kompozicijom vagona. Imaju dvije grupe vagona, te nudi rješenje za tokove koji su stabilni, ali nižeg volumena od onoga koji se zahtijeva za izravne i shuttle vlakove. Linijski vlakovi prometuju između više terminala i imaju fiksnu rutu. Ti vlakovi se pune i prazne u sekvencijama odnosno terminalima uzduž rute. Grupni vlakovi (HUB-and-spoke

sustav) su vlakovi koji prometuju preko HUB terminala. Koncept je temeljen na principu mješovitih izravnih vlakova koji dolaze iz više pravaca do HUB terminala gdje se odvija konsolidacija i pregrupiranje tokova u različite pravce, kako bi roba stigla do ciljanog terminala. Podijeljeni vlakovi predstavljaju vlakove promjenjivog sastava vagona, s dva ili više skupova vagona koji imaju dva ili više odredišta. Ti vlakovi kao i blok-vlakovi nude rješenje za koridore s nestabilnim i malim volumenom prometa. Dok vlakovi od jednog vagona predstavlja sustav koji čini jedan intermodalni vagon spojen na konvencionalni teretni vlak [6].

4.4.3. Kopneno-pomorski prijevoz

Tehnologije kopneno-pomorskih sustava mogu se podijeliti na tri glavne skupine [6]:

- Lo-Lo tehnologije (Lift on-lift off), koje podrazumijevaju vertikalni prekrcaj teretnih jedinica (kontejnera i izmjenjivih transportnih sanduka) na brodove pomorske plovidbe
- Ro-Ro tehnologije, koje podrazumijevaju horizontalni ukrcaj teretnih jedinica (cijelih ili dijelova cestovnih i željezničkih prijevoznih sredstava) na brodove pomorske plovidbe i
- tehnologije prijevoza specijalnih plovila unutarnje plovidbe na brodovima pomorske plovidbe (tehnologije riječno-pomorskog prijevoza).

Kada je u pitanju kopneno-pomorska tehnologija prijevoza izmjenjivih transportnih sanduka, koja je po tehnološkim aktivnostima vrlo slična kontejnerskom prijevozu jer su u pitanju slične teretne jedinice i identičan način prekrcaja, treba istaknuti da je ona i dalje u fazi razvoja i još uvijek bez značajnije praktične primjene. Naime, ova tehnologija je povezana s europskom prijevoznom inicijativom za formiranje euro kontejnera kao unaprijeđene oblike izmjenjivih transportnih sanduka, koji trebaju predstavljati alternativu kontejnerima u kontinentalnom europskom intermodalnom prijevozu. Osnovu tehničke baze pomorskih Ro-Ro sustava čine Ro-Ro brodovi koji pripadaju grupi brodova za prijevoz kopnenih prijevoznih sredstava s vlastitim kotačima, koji se prekrcajavu u brod ili iz broda preko brodske ili obalne rampe, koja predstavlja drugi bitan element tehničke baze Ro-Ro sustava.

Treći bitan elemenat su prijevozna sredstva koja predstavljaju teretne jedinice, a posljednji element su Ro-Ro terminali koji zahtijevaju posebnu infrastrukturu.

Tehnologija prijevoza pomorskim Ro-Ro brodovima započinje formiranjem teretnih jedinica, koje u slučaju kombiniranja cestovnog i pomorskog prijevoza, mogu biti o formi: cestovnih poluprikolica ili sustava tegljač-poluprikolica, MAFI poluprikolice, specijalnih platformi za prijevoz tereta pokretanih od strane specijaliziranog tegljača, Roll poluprikolica, postolja ili kasete, automobila, radne mehanizacije, te mnoge druge teretne jedinice. MAFI prikolice su platforme na kotačima koje koriste brodske linije na Roll On/Roll Off plovilima za premještanje velikog statičkog tereta, na slici 9 prikazana je jedna takva prikolica [6].



*Slika 9. Mafi poluprikolica
Izvor: [21]*

Nakon formiranja teretnih jedinica obavlja se njihov ukrcaj preko brodske rampe. Rampe moraju biti izgrađene prema ISO standardima, pored brodskih rampi za ukrcaj teretnih jedinica, Ro-Ro brodovi posjeduju i interne rampe i specijalne dizalice preko kojih se teretne jedinice razvoze po palubama unutar broda. Svaka teretna jedinica se pozicionira na odgovarajućoj palubi, nakon čega se obavlja njeno pričvršćivanje uz pomoć zateznih traka ili lanaca. U upotrebi su još i kombinirani Ro-Ro/Lo-Lo brodovi slika 10 koji predstavljaju teretne Ro-Ro brodove opremljene dodatnom mehanizacijom za vertikalni prekrcaj [6].



*Slika 10. Lo-Lo brod
Izvor: [22]*

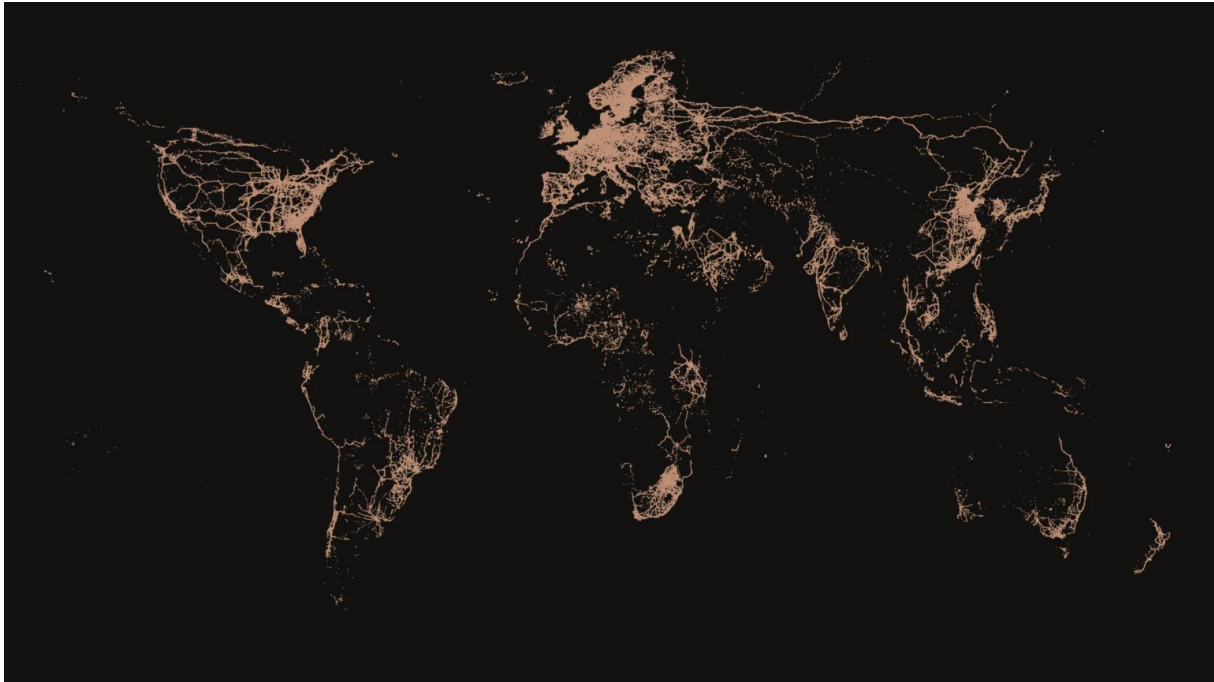
5. INFORMACIJSKI SUSTAVI ZA PRAĆENJE U TRANSPORTU

S razvojem novih tehnologija, mogućnosti za unapređenje procesa praćenja tereta nikada nisu bile bolje. Ove nove tehnologije ne samo da povećavaju efikasnost i sigurnost, već i pružaju real-time uvid u status i lokaciju tereta, što je ključno za postizanje visoke razine zadovoljstva kupaca. Internet stvari (IoT) revolucionirao je način praćenja tereta, omogućujući uređajima komuniciranje međusobno i s centralnim sustavom bez ljudske intervencije. Blockchain tehnologija pruža dodatnu razinu transparentnosti i sigurnosti u logističkim operacijama. Zatim postoje napredni sustavi za upravljanje transportom (TMS), oni integriraju različite tehnologije praćenja i komunikacijske platforme za stvaranje jedinstvenog sučelja kroz koje se može pratiti svaki korak procesa dostave. Umjetna inteligencija (AI) i strojno učenje koriste se za analizu velikih količina podataka prikupljenih kroz IoT uređaje i druge izvore. Geofencing tehnologije omogućuju tvrtkama da postave virtualne granice oko odredišta ili putnih ruta. Dok trenutno najrasprostranjenija tehnologije za praćenje tereta su barkod tehnologija te praćenje vozila s pomoću GPS-a, one omogućavaju fleksibilno planiranje, upotrebu optimalnog kapaciteta vozila i razmjenu podataka između sudionika u realnom vremenu. Sve ove tehnologije zajedno stvaraju sveobuhvatni sustav koji ne samo da pruža transparentnost i pouzdanost u praćenju tereta od vrata do vrata, već i značajno unapređuje korisničko iskustvo [12].

5.1. IoT

Praćenje imovine odnosi se na proces praćenja lokacije, stanja i statusa imovine. Promatrano praćenje imovine u kontekstu IoT-a, dakle fizičke stavke poput opreme, tereta i vozila, a ne nematerijalne imovine poput softvera i podataka. Temeljni cilj praćenja imovine je osigurati učinkovito korištenje, minimizirati gubitke i pojednostaviti operacije. S evolucijom IoT tehnologija, praćenje imovine postalo je učinkovitije i sofisticiranije, nudeći neviđene prilike za tvrtke orijentirane na budućnost kao što su sve kompanije koje se bave logistikom i intermodalnim prijevozom. Da bi se što učinkovito pratila imovina, najčešće se primjenjuju vanjski uređaji na postojeću imovinu. Ovi IoT uređaji dolaze u obliku oznaka za praćenje tereta, pametnih

naljepnica, višenamjenskih GPS uređaja za praćenje i tako dalje. Na slici 11 može se vidjeti rasprostranjenost IoT tehnologije u svijetu [13].



*Slika 11. Primjena IoT tehnologije u svijetu
Izvor: [13]*

5.1.1. Prednosti IoT sustava

Prednosti praćenja imovine su brojne. Usvajanjem IoT sustava za praćenje imovine može se očekivati vidljiva poboljšanja kod same imovine odnosno kod tereta ili robe. S pomoću IoT sustava znamo gdje se trenutno nalazi teret, kako se on koristi i kada mu je potrebno održavanje odnosno pregled. Uz sve ove informacije koje su na dohvat ruke, može se donositi informirane odluke za optimizaciju iskorištenja sredstava i spriječiti neočekivane zastoje. Štoviše, praćenje imovine značajno smanjuje rizik od gubitka ili krađe. Omogućuje obavijesti u stvarnom vremenu o lokaciji sredstava, na taji način sigurno se zna di se trenutno teret ili roba nalazi. Jedan od uređaj koji koristi tehnologiju IoT pod imenom „ukhozi tracker“ koristi se za praćenje imovine diljem Afrike, kako bi omogućio praćenje vozila i oporavak u slučaju krađe ili otmice. Jedan od glavnih benefita je također velika financijska ušteda. Sprječavanjem pogrešnog postavljanja imovine, povećanjem operativne učinkovitosti i uklanjanjem pokušaja ručnog praćenja dovodi do značajnog smanjenja operativnih troškova [13].

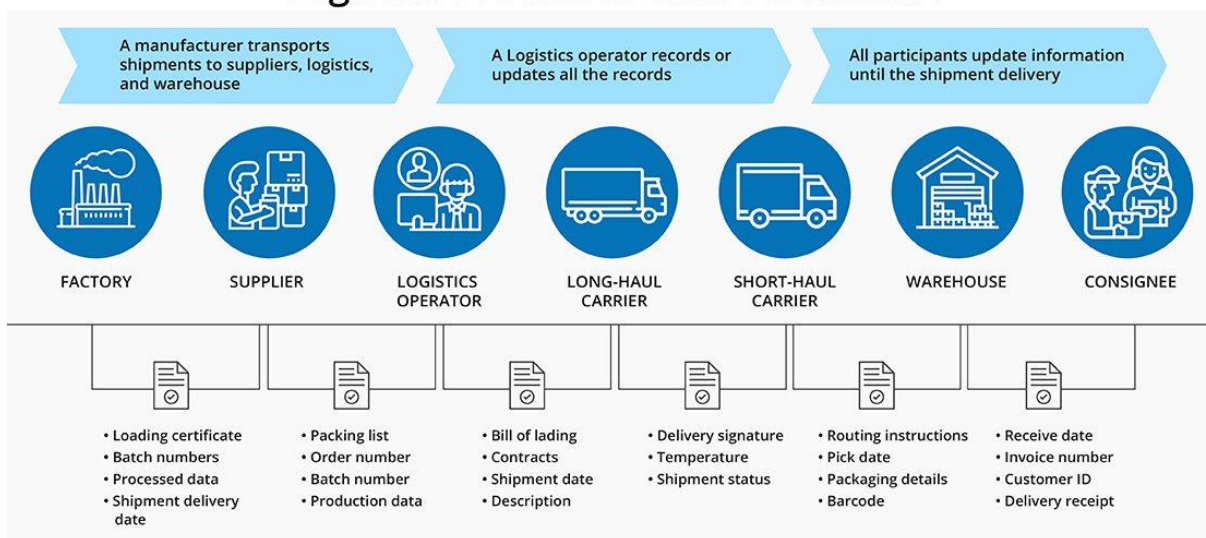
5.1.2. Mogućnosti povezivanja praćenja tereta

Način na koji je IoT omogućio transparentnost za ogromne količine povezanih stvari revolucionirao je praćenje tereta stvarajući prije nezamislivu vrijednost. Da bi se ostvarila ova vrijednost, podatke je obično potrebno prikupiti na terenu i prenijeti u „cloud“ na analizu. Kako bi to postigli, IoT uređaji koriste različite bežične tehnologije kao što su „Wi-Fi“, „RFID“, „Bluetooth“ i mobilne mreže kako bi održali stalnu povezanost s trenutnim teretom koji želimo pratiti. „Wi-Fi“ i „Bluetooth“ dobar su izbor za praćenje u zatvorenom prostoru zbog svoje visoke točnosti i niske cijene. Nasuprot tome, mobilna povezanost u suradnji s globalnim navigacijskim satelitskim sustavima kao što je „GPS“ idealna je za praćenje imovine na velikim udaljenostima, jer mobilna mreža pruža globalnu, standardiziranu i besprijekornu pokrivenost. Nova rješenja za praćenje imovine koriste mobilne tehnologije mreže širokog područja male snage kao što je „LTE-M“. „LPWAN“ tehnologija nudi savršenu ravnotežu između dometa, trajanja baterije, prodora i cijene, što ih čini idealnim za mnoge aplikacije za praćenje imovine [13].

5.2. Blockchain tehnologija

Blockchain tehnologija je decentralizirana digitalna knjiga koja bilježi transakcije na više računala. To osigurava transparentno i sigurno upravljanje podacima, što ga čini ključnim u logističkoj industriji. Blockchain se sastoji od blokova transakcija. Svaki blok povezuje se s prethodnim, tvoreći lanac. Ovaj lanac je distribuiran kroz blockchain mrežu, pri čemu svaki čvor ima pristup cijelom blockchainu. Ova decentralizacija povećava transparentnost logistike. U logistici, blockchain prati stavke u cijelom opskrbnom lancu, od sirovina do globalnih isporuka, smanjujući tako skupe pogreške i povećavajući učinkovitost. Ova mogućnost ne samo da poboljšava točnost isporuka, već također poboljšava cjelokupno upravljanje opskrbnim lancem pružajući ažuriranja u stvarnom vremenu i osiguravaju sigurne evidencije transakcije. Logistički proces blockchain tehnologije prikazan je na slici 12 [14].

Logistics Processes with Blockchain



Slika 12. Blockchain tehnologija
Izvor: [14]

5.2.1. Uloga blockchain tehnologije u logistici

Blockchain tehnologija transformira logističku industriju poboljšavajući procese prijevoza i smanjujući moguće prevare. Logističke tvrtke koriste blockchain za stvaranje transparentnih, nepromjenjivih zapisa o aktivnostima opskrbnog lanca, osiguravajući da je svaki korak provjerljiv i siguran. Korištenje blockchain baze podataka, tvrtke mogu pratiti stavke kroz cijeli lanac opskrbe, poboljšavajući sigurnosti hrane u lancima opskrbe hranom. Brodske tvrtke koriste blockchain rješenja za smanjenje vremena carinjenja i isporuke. Pametni ugovori automatiziraju financijske transakcije, pojednostavljujući proces plaćanja. Blockchain povećava transparentnost i povjerenje među uključenim stranama, smanjujući sporove oko plaćanja i povećavaju transparentnost. Time se gradi odgovornost, koja je ključna za tvrtke u opskrbnom lancu koje teže isplativoj isporuci i poboljšanim logističkim operacijama. Također bitna stavka je ta da blockchain podržava inicijative održivosti pružajući provjerljive dokaze o etičkom izvoru i ekološki prihvatljivim praksama, privlačeći ekološki osviještene potrošače [14].

5.2.2. Prednosti i nedostaci blockchain tehnologije

Integracija blockchain tehnologije u logistici nudi brojne prednosti, revolucionirajući način na koji logističke tvrtke rade i upravljaju svojim opskrbnim lancima. Stoga neke prednosti blockchain tehnologije su [14]:

1. Poboljšana transparentnost i praćenje: Blockchain pruža transparentnu i nepromjenjivu evidenciju putovanja proizvoda od porijekla do krajnjeg potrošača.
2. Povećana učinkovitost i smanjeni troškovi: Smanjenjem papirologije i administrativnih troškova, blockchain ubrzava procese opskrbnog lanca i smanjuje troškove.
3. Poboljšana sigurnost i prevencija od prevare: Nepromjenjiva priroda blockchaine pomaže u sprječavanju prijevara i neovlaštenog doticaja s teretom. To osigurava sigurnost financijskih transakcija i intelektualnog vlasništva, pružajući sigurno okruženje za pružatelje logističkih usluga i prijevozničke tvrtke da rade sigurno i pouzdano, štiteći njihovu vrijednu imovinu.
4. Brže carinjenje: Blockchain pojednostavljuje carinjenje provjerom valjanosti i dijeljenjem podataka s vlastitima u stvarnom vremenu.
5. Poboljšana suradnja i dijeljenje podataka: Blockchain olakšava bolju suradnju između svih uključenih strana pružajući jedinstveni izvor istine. [14]

Iako blockchain nudi mnoge prednosti, on također predstavlja izazov za logističku industriju. Neki od problema odnosno nedostataka ove tehnologije su:

1. Problemi sa skalabilnošću: Skaliranje blockchain rješenja za upravljanje golemim količinama podataka tipičnih za operacije opskrbnog lanca izazovno je. Kako mreža raste, može postati spora i neučinkovita, što utječe na vrijeme isporuke i smanjuje ukupnu učinkovitost.
2. Integracija s postojećim sustavim: Integracija blockchaine s postojećim naslijeđenim sustavima u logistici je složena. Logističke tvrtke suočavaju se s tehnološkim i operativnim izazovima u spajanju novih blockchain aplikacija sa svojim trenutnim otpremnim i logističkim procesima.
3. Regulatorne i pravne nesigurnosti: Tekuće pravne i regulatorne nesigurnosti kompliciraju usvajanje blockchaine u globalnim opskrbnim lancima. Različite

jurisdikcije imaju različita pravila, što pružateljima logističkih usluga otežava usklađivanje i osiguravanje regulatorne dosljednosti u cijelom lancu.

4. Visoki troškovi implementacije: Implementacija blockchain tehnologije može biti skupa. Logističke tvrtke moraju investirati u novu infrastrukturu, obučiti osoblje i eventualno redizajnirati postojeće procese.
5. Briga o privatnosti i sigurnosti podataka: Iako blockchain povećava sigurnost, on također izaziva zabrinutost u vezi s privatnošću podataka. Pohranjivanje osjetljivih informacija na takvoj mreži može biti rizično ako se njime ne upravlja na odgovarajući način.

5.3. TMS

TMS odnosno transportation management system, je softverski sustav koji pomaže tvrtkama u upravljanju logistikom povezanom s fizičkim kretanjem robe po kopnu, zraku, moru ili kombinacijom više načina prijevoza. Kao dio većeg sustava upravljanja opskrbnim lancem, logistički softver TMS pomaže osigurati pravovremenu isporuku robe optimiziranjem utovara i ruta isporuke, praćenjem tereta na lokalnim i globalnim rutama i automatiziranjem zadataka koji su prethodno oduzimali vrijeme, kao što je dokumentacija usklađenosti s trgovinom i naplata tereta. TMS sustav smanjuje troškove i za poduzeća i za krajnje kupce. Pojava softvera sustava za upravljanje prijevozom temeljenog na „oblaku“ izjednačila je uvjete. Nekad domena samo većih subjekata TMS softvera sada koriste manje tvrtke kojima je potreban integrirani digitalni sustav kako bi se natjecale na današnjem tržištu. Tehnologija temeljena na „oblaku“ u kombinaciji s rastom u sektoru e-trgovine potiču potražnju za TMS softverom. Grand View Research izvješćuje da se očekuje da će se tržište za ove sustave proširiti uz CAGR od 16% između 2019. i 2025. godine. Neki od benefit ove informacijsko komunikacijske tehnologije su: ušteda troškova, mogućnost vidljivosti u stvarnom vremenu i jedna od bitnijih stavki a to je veće zadovoljstvo samih kupaca [15].

5.3.1. Značajke sustava upravljanja prijevozom

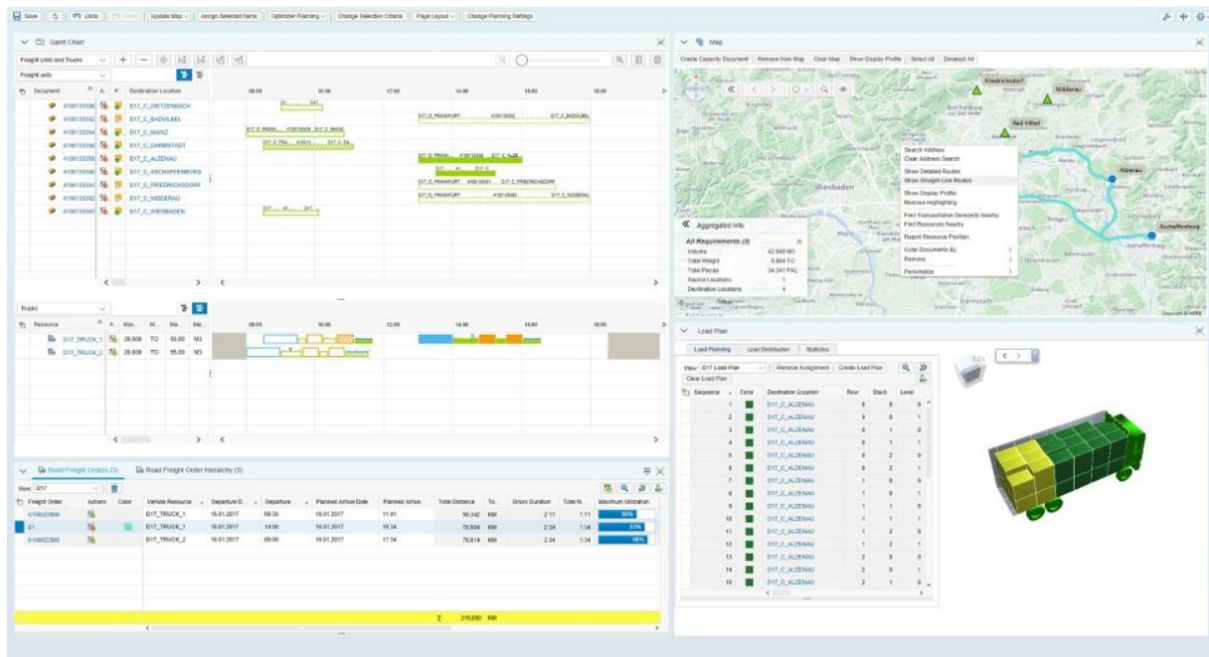
Moderni TMS softver uključuje značajke koje mogu dramatično smanjiti složenost i poboljšati učinkovitost. Neke od tih ključnih značajka su [15]:

1. Planiranje i izvedba prijevoza: Pojednostavljeno nabavljanje i otprema s automatiziranom usporedbom cijena prijevoznika i rezervacijom. Odabir načina otpreme (zračni, oceanski, kamionski ili željeznički) i planiranje najučinkovitijih ruta za prijevoz robe.
2. Upravljanje teretom: Pojednostavljeni proces od ponude do ugovora. Učinkovito upravljanje troškovima prijevoza, upravljanjem narudžbama, određivanje cijena te naplatom i obračunom prijevoza za multimodalni i intermodalni prijevoz.
3. TMS nadzorne ploče, izvješćivanje i analitika: Prognoziranje potražnje za prijevozom, analiziranje cijene i profitabilnost, kao i brza prilagodba nepredviđenim okolnostima. Uz uvid u sve aspekte transportnog procesa u stvarnom vremenu, mogu se donositi trenutne odluke temeljene na podacima.

5.3.2. Princip rada TMS sustava

Povezan sa sustavima operatera, TMS sustav pristupa, pohranjuje i uspoređuje detaljne informacije o operaterima. Također uključuje funkcionalnost koja tvrtkama omogućuje optimizaciju ruta i načina prijevoza kao i praćenje napretka isporuke. Sustav TMS radi s drugim softverom kao dio šireg sustava upravljanja opskrbnim lancem, a većina nudi integraciju ERP-a i sustava upravljanja skladištima (WMS). Svaki softverski sustav u nastavku obavlja određenu funkciju kada su integrirani, oni čine digitalni tronožac koji podržava isporuku procesa od kraja do kraja. Planiranje resursa poduzeća (ERP) upravlja računovodstvom, upravljanjem narudžbama i fakturiranjem. Sustav upravljanja skladištem (WMS) pomaže upravljati funkcijama skladišta, uključujući paletizaciju, ispunjavanje narudžbi, otpremu i primanje te praćenje zaliha. TMS je odgovoran za upravljanje teretom i optimizacijom ruta i prijevoznika. TMS sustave koriste tvrtke koje trebaju redovito slati i primiti robu. Potaknute pandemijom, nove tvrtke za digitalnu e-trgovinu pridružile su se proizvođačima, veletrgovcima, distributerima i trgovcima na malo koji traže načine za brzu, učinkovitu i ekonomičnu isporuku robe. Tvrtke koje mogu imati koristi od TMS

sustava uključuju: maloprodaja, automobilska i proizvodna industrija, farmaceutska i zdravstvena industrija, organizacije usluživanja hrane i restorana, pružatelji logističkih usluga, zrakoplovne, vladine i obrambene organizacije. Slikovni prikaz principa rada TMS sustava prikazan je na slici 13 [15].



Slika 13. Princip rada TMS sustava
Izvor: [15]

5.4. Praćenje transporta s pomoću GPS tehnologije

U teretnim i transportnim uslugama, GPS praćenje odnosi se na korištenje tehnologije Global Positioning System (GPS) za nadzor i praćenje lokacije, kretanja i statusa vozila, imovine ili pošiljke u stvarnom vremenu. Ova se tehnologija oslanja na mrežu satelita za pružanje točnih i kontinuiranih podataka o položaju, koji se zatim prenose u središnji sustav za vizualizaciju i analizu. Kada je riječ o sektoru prijevoza i logistike, ključ uspjeha leži u učinkovitosti i održavanju vrhunske kvalitete. Upravljanje voznim parkom, optimiziranje rute i osiguravanje pravovremenih isporuka samo su neki od izazova u ovoj današnjoj brznoj industriji. Tu stupa GPS sustav praćenja koji zadovoljava većinu potrebnih elemenata kako bi određeni transportni sustav bio što učinkovitiji. U današnje vrijeme GPS sustav praćenja se koristi ne samo u transportu i logistici već i u puno drugim poslovima i djelatnostima. Svake godine ulaže se sve više

i više financijskih sredstava u sami razvoj GPS sustava kako bi on bio što točniji, brži i pouzdaniji [16].

5.4.1. Način rada GPS sustava

GPS praćenje je tehnologija koja se oslanja na konstelaciju satelita koji kruže oko Zemlje. Ovi sateliti odašilju signale GPS prijamicima koji se obično nalaze u vozilima, pametnim telefonima i drugim uređajima. Ovi prijemnici izračunavaju svoju točnu lokaciju na Zemlji triangulacijom s više satelita. Način na koji GPS sustav praćenja radi može se opisati u 3 koraka [16]:

1. Satelitska komunikacija: GPS sateliti neprestano emitiraju signale koji uključuju informacije o njihovoj lokaciji i trenutnom vremenu. U svakom trenutku više satelita je u vidokrugu GPS prijavnika na zemlji.
2. Izračun prijavnika: GPS prijavnik hvata signale s najmanje četiri satelita. Izračunavanjem vremena koje je bilo potrebno da svaki signal stigne do prijavnika i znajući točnu poziciju svakog satelita, prijavnik može odrediti njegovu preciznu širinu, dužinu, visinu i brzinu.
3. Prijenos podataka: Ovi podaci o lokaciji zatim se prenose na središnji poslužitelj putem mobilnih mreža ili drugih komunikacijskih metoda, čineći ih dostupnima transportnim i logističkim tvrtkama u stvarnom vremenu.



*Slika 14. GPS uređaj za praćenje transporta
Izvor: [16]*

Mehanizam korištenja tehnologije praćenja sustava globalnog pozicioniranja poprilično je impresivno jer ovisi o mreži satelita za točno određivanje precizne lokacije objekata kao što je automobil, u stvarnom vremenu. Proces po kojem ova izvanredna tehnologija radi može se pojednostaviti na sljedeći način [16]:

- GPS uređaji za praćenje instalirani na vozilima slika 14, dobivaju signale od brojnih satelita koji kruže oko našeg planeta.
- Koristeći metodu triangulacije, GPS uređaj može točno odrediti svoju točnu lokaciju obradom informacija dobivenih od najmanje tri satelita. To uključuje određivanje ne samo zemljopisne širine i dužine, već i nadmorske visine i brzine s visokim stupnjem točnosti.
- Informacije koje se prikupljaju prijenosom podataka prenose se na centralizirani poslužitelj ili platformu temeljenu na „oblaku“ s pomoću satelitskih ili mobilnih mreža, pružajući vrijedan izvor znanja.

- Za one koji se bave logistikom i vlasnicima poduzeća, ove su informacije lako dostupne putem sučelja jednostavnog za korištenje, često predstavljenog putem razvoja mobilne aplikacije za logistiku na zahtjev.

5.4.2. Benefiti korištenja GPS sustava za praćenje tereta

U brzom svijetu transporta i logistike, preciznost i učinkovitost su na vrhuncu. Rješenja za praćenje lokacije koja pokreće tehnologija GPS pojavila se kao nezamjenjivi alati za postizanje operativne izvrsnosti. Neke od prednosti integracije rješenja za praćenje lokacije u određenim logističkim poslovanjima su [16]:

1. Bolje upravljanje voznim parkom: GPS praćenje donosi vidljivost lokacije i statusa flote u stvarnom vremenu. Ovi podaci u stvarnom vremenu omogućuju svim korisnicima preciznije upravljanje svojim voznim parkom. Bez velikih napora može se pratiti kretanje vozila, potrošnja goriva i može se planirati održavanje vozila.
2. Poboljšana sigurnost i izvedba vozača: U logističkoj industriji osiguranje sigurnosti na cesti je od iznimne važnosti. Jedan od načina za postizanje ovog cilja je korištenje tehnologije GPS praćenja koja ima značajnu ulogu u pažljivom praćenju ponašanja vozača. S ovim sustavom kritični incidenti poput naglog kočenja, prekoračenja brzine ili agresivne promjene trake mogu se odmah označiti. Ova značajka omogućuje upraviteljima voznih parkova da analiziraju podatke i daju važne povratne informacije i obuku svojim vozačima što poboljšava njihove vještine i performanse vožnje.
3. Minimizirani rizici krađe: Korištenje tehnologije GPS praćenja pokazalo se vrlo učinkovitim sredstvom za odvratanje od krađe. S implementacijom ovog moćnog alata, rizici povezani s krađom vozila su uvelike smanjeni. U slučaju da ipak dođe do krađe, GPS tehnologija može priskočiti u pomoć pružajući točnu lokaciju ukradene imovine. Ove informacije u stvarnom vremenu ubrzavaju proces oporavka i povećavaju vjerojatnost hvatanja i kaznenog progona bilo koje osobe koja je možda bila uključena u krađi.
4. Upravljanje zalihama: GPS tehnologija nudi više od samog praćenja vozila. Omogućuje dodatne prednosti kao što je mogućnost praćenja vrijedne robe u prijevozu. Naime, artikli osjetljivi na temperaturu poput lijekova i kvarljivih proizvoda zahtijevaju precizne uvjete za skladištenje, sustave upravljanja

teretom i transportom. Korištenje GPS tehnologije rješava ovaj problem budući da se ovi osjetljivi predmeti mogu nadzirati kako bi se osiguralo da su pohranjeni na ispravnoj temperaturi tijekom cijelog putovanja dok ne stignu do konačnog odredišta. To smanjuje mogućnost oštećenja, kvarenja ili gubitka koji bi mogli rezultirati znatnim financijskim gubicima za proizvođače i trgovce.

5. Smanjenje papirologije: Korištenje GPS tehnologije za automatiziranje zadataka praćenja i izvješćivanja rezultira značajnim smanjenjem papirologije i administrativnog opterećenja, čime se pojednostavljuje rad. Usvajanjem ovog pristupa, tvrtke mogu pojednostaviti svoje procese i povećati učinkovitosti uz smanjenje vjerojatnosti pogreške. Takva praksa također koristi članovima osoblja oslobađajući dragocjeno vrijeme koje bi potrošili na obavljanje svakodnevnih zadataka, dopuštajući im da se usredotoče na važnija pitanja kao što je proširenje vještina ili preuzimanje dodatnih odgovornosti. Posljedično, ova tehnologija može poboljšati produktivnost na radnom mjestu, potaknuti moral zaposlenika i u konačnici doprinijeti općem uspjehu organizacije.

6. ZAKLJUČAK

U današnje vrijeme digitalizacije sve više djelatnosti i firmi ovisi o utjecaju informacijskih sustava i svaki njihov novi razvoj donosi neke nove i bolje načine za rješavanje određenih problema i prepreka. Uvođenjem novih tehnologija koje se baziraju na principu GPS sustava i koje imaju mogućnost povezivanja na Internet mrežu, dobiva se jedan vrlo sofisticirani sustav koji ne samo da može pratiti određenu pošiljku ili transportno sredstvo, već prikuplja i šalje sve bitne informacije o samom stanju transporta, vremenu dolaska transporta, temperaturi i raznim drugim sigurnosnim značajkama koje su bitne i koje mogu biti pristupačne svim ljudima koji imaju povezanost na Internet mrežu. Nezamislivo je živjeti i raditi u današnje vrijeme bez uporabe informacijskih sustava koji su temelj povezanosti između ljudi, stoga je potrebno iskoristiti informacijske sustave na što efikasniji, ekonomičniji i ekološki prihvatljiviji način. Što se tiče intermodalnog transporta te njegove efikasnosti i isplativosti koja nije uvijek ista zbog velikog broja faktora koji utječu, vrlo malo se vodi brige o komunikacijskim sustavima koji su temelj uspješnosti u transportu ljudi, robe i informacija. Svakog novog dana dolazi do nekih novih problema u transportu na koje čovjek u nekim situacijama i ne može na to djelovati, dok u većini slučajeva neke određene probleme koji su nastali tijekom transporta mogu vrlo brzo biti riješeni ili mogu biti spriječeni i prije nego što se dogode, ako postoji dobar i sofisticirani informacijski sustav koji upozorava vozače i ostale sudionike u prijevozu da nešto nije uredu i da bi moglo doći do određenih smetnji u procesu transporta. Na taj način može se lakše odrediti nova ruta i novo vrijeme dolaska transporta u slučaju određenih smetnji i problema koji su u logistici i tijekom transporta učestali. Kada govorimo o intermodalnim sustavima oni ne mogu i ne postoje bez uporabe ispravnih informacijskih sustava, odnosno sama intermodalnost se većinski oslanja na razne informacijske sustave koji imaju ogromni utjecaj u cijelom tom procesu. Sve većim razvojem umjetne inteligencije dolazi do velikih promjena pogotovo u informacijskom sustavu. U budućnosti očekuje se kako će umjetna inteligencija doći do sve većeg implementiranja u svim poslovnim sektorima, te kao takva zamijenit će ljude i njihove poslove obavljat će automatizirano bez ikakvog ljudskog doticaja. Iz tog razloga predviđa se veliki korak naprijed za intermodalni transport koji će se dignuti na neku novu i bolju razinu s pomoću uporabe umjetne inteligencije kao novog tipa

informatijskog sustava, koja sa sobom donosi puno benefita u smislu financijske isplativosti i većim ekološkim standardima.

LITERATURA

- [1] Informacijski sustavi. Osnove informacijskih sustava [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 03]. Dostupno na: [osnove informacijskih sustava](#)
- [2] Modeli podataka. Modeli podataka [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 03]. Dostupno na: [modeli podataka](#)
- [3] Model procesa. Model procesa [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 03]. Dostupno na: [model procesa](#)
- [4] Pasariček H. Informacijski sustavi za upravljanje prijevozom [diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2018 [pristupljeno 2024 Kol 04]. Dostupno na: [Informacijski sustavi za upravljanje prijevozom](#)
- [5] Utjecaj informacijskih sustava na transport. The impact of information systems on transport [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 06]. Dostupno na: [The impact of information systems on transport](#)
- [6] Brnjac N, Roso V, Maslarić M, Tadić S. Intermodalni sustavi u transportu i logistici I. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2022.
- [7] Intermodalni transport. Intermodal freight transport [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 08]. Dostupno na: [Intermodal freight transport](#)
- [8] Prednosti i nedostaci intermodalnog transporta. Pros & cons of intermodal transport [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 09]. Dostupno na: [pros & cons of intermodal transport](#)
- [9] Tehnologija kontejnera. Kontejnerizacija [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 10]. Dostupno na: [kontejnerizacija](#)
- [10] Kotrljajuće autoceste. Rolling highway [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 11]. Dostupno na: [Rolling highway](#)
- [11] Ro-Ro sustavi. Roll-on/roll-off [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 11]. Dostupno na: [Roll-on/roll-off](#)
- [12] Nove tehnologije u praćenju tereta. Union-rail [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 12]. Dostupno na: [Union-rail](#)
- [13] IoT tehnologija. Onomondo [Internet]. 2024 Kol 13 [pristupljeno 2024 Kol 13]. Dostupno na: <https://onomondo.com/blog/iot-asset-tracking-explainer/>
- [14] Blockchain tehnologija. Blockchain in logistics [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 13]. Dostupno na: [blockchain in logistics](#)

- [15] TMS sustav praćenja. TMS system [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 14].
Dostupno na: [TMS system](#)
- [16] GPS sustav u transportu. GPS tracking [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 14].
Dostupno na: [gps tracking](#)
- [17] Slika lokomotive Lion. Railway Lion [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 07].
Dostupno na: [railway Lion](#)
- [18] Raspodjela intermodalnog prijevoza u Europi. Intermodalni prijevoz u Europi [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 08]. Dostupno na: [intermodalni prijevoz u Europi](#)
- [19] Globalna izvozna vrijednost trgovine robom. Globalna trgovina [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 08]. Dostupno na: [Globalna trgovina](#)
- [20] Huckepack tehnologija. Huckepack tehnologija [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 08]. Dostupno na: [Huckepack tehnologija](#)
- [21] Mafi poluprikolica. Mafi poluprikolica [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 11].
Dostupno na: [Mafi poluprikolica](#)
- [22] Lo-Lo brod. Lo-Lo brodovi [Internet]. [pristupljeno 2024 Kol 11]. Dostupno na: [Lo-Lo brodovi](#)
- [23] Mańkowski C, Weiland D. Logistics of information in intermodal transport. Gdansk (Poland): University of Gdansk, Department of Logistics, Faculty of Economics; 2018. [pristupljeno 2024 Kol 28]. Dostupno na: [logistika informacija u intermodalnom transportu](#)
- [24] Martí Espinosa C. Information and Communication Technology in Logistic Processes of the Companies [Degree Final Dissertation]. Business Administration. Castellón, Spain: Universitat Jaume I; 2016. [pristupljeno 2024 Kol 28]. Dostupno na: <https://core.ac.uk/download/pdf/61487246.pdf>
- [25] Vida L, Illés B, Bányainé-Tóth Á. Logistics 4.0 in intermodal freight transport. Budapest, Hungary: Loxodon Ltd; Miskolc, Hungary: University of Miskolc; 2023. [pristupljeno 2024 Kol 29]. Dostupno na: [logistika 4.0 u intermodalnom prijevozu tereta](#)

Popis slika

Slika 1. Model podataka.....	2
Slika 2. Model procesa.....	5
Slika 3. Informacijski sustavi u transportu	8
Slika 4. Stupnjevi primjene informacijskih sustava u logistici	11
Slika 5. Lokomotiva Lion	15
Slika 6. Prijevoz kontejnera pametnom tehnologijom.....	23
Slika 7. Huckepack tehnologija	24
Slika 8. Kotrljajuće autoceste	25
Slika 9. Mafi poluprikolica.....	27
Slika 10. Lo-Lo brod.....	28
Slika 11. Primjena IoT tehnologije u svijetu.....	30
Slika 12. Blockchain tehnologija.....	32
Slika 13. Princip rada TMS sustava	36
Slika 14. GPS uređaj za praćenje transporta	38

Popis grafikona

Grafikon 1. Porast globalne trgovine i robnih tokova od 1970. do 2022. godine	18
Grafikon 2. Raspodjela intermodalnog prijevoza u Europi	20

Popis tablica

Tablica 1. Utjecaj informacijske tehnologije na integraciju logističkih procesa.	13
---	----

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ završni rad
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom Utjecaj informacijskih sustava na efikasnost intermodalnog transporta, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 04.09.2024.

Falkonevi
(ime i prezime, potpis)