

Razvoj intermodalnog transporta na globalnoj razini

Gašparec, Ivan

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:095229>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-28**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

RAZVOJ INTERMODALNOG TRANSPORTA NA GLOBALNOJ RAZINI DEVELOPMENT OF INTERMODAL TRANSPORT ON A GLOBAL LEVEL

Mentor: Martina Jakara, mag. ing. traff.

Student: Ivan Gašparec
JMBAG: 0135266143

Zagreb, rujan 2024.

Zagreb, 27. svibnja 2024.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 7513

Pristupnik: **Ivan Gašparec (0135266143)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Razvoj intermodalnog transporta na globalnoj razini**

Opis zadatka:

U radi je potrebno prikazati povijesni razvoj intermodalnog transporta. Potrebno je opisati kako su se različiti modaliteti prijevoza integrirali tijekom vremena te što je sve utjecalo na razvoj intermodalnog transporta.

Potrebno je analizirati ekonomske aspekte intermodalnog transporta kao i prikazati troškove i koristi intermodalnog transporta u usporedbi s unimodalnim pristupima. Također je potrebno opisati ulogu intermodalnog transporta u ostvarivanju ciljeva održivog razvoja te analizirati kako intermodalni transport može doprinijeti smanjenju emisija stakleničkih plinova, poboljšanju energetske učinkovitosti i smanjenju ekoloških utjecaja. Potrebno je zaključiti o važnosti intermodalnog transporta u održivom gospodarskom razvoju. Također potrebno je analizirati izazove s kojima se suočava intermodalni transport. Potrebno je identificirati infrastrukturne, regulatorne, tehnološke i operativne prepreke koje otežavaju njegov razvoj.

Potrebno je zaključiti o tome kako će se intermodalni transport prilagoditi budućim zahtjevima tržišta i održivim razvojnim ciljevima te analizirati trendove u digitalizaciji, automatizaciji, alternativnim gorivima i integraciji novih tehnologija u intermodalni transport.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

Martina Jakara, mag. ing. traff.

SAŽETAK

Ovaj rad analizira razvoj intermodalnog transporta na globalnoj razini, ističući njegovu ključnu ulogu u suvremenom logističkom sustavu. Intermodalni transport, koji koristi kombinaciju cestovnog, željezničkog, vodnog (pomorski i unutarnji vodni putovi) i zračnog prijevoza, omogućava učinkovitije, ekonomičnije i ekološki prihvatljivije premještanje robe koristeći intermodalne teretne jedinice (npr. konetejner). Rad se fokusira na povijesni razvoj, trenutne izazove te buduće trendove, uključujući tehnološke inovacije poput automatizacije, telematike i digitalizacije, koje unapređuju ovaj način transporta. Unatoč prednostima, identificirani su infrastrukturni nedostaci, regulatorna ograničenja i logistički izazovi. Zaključuje se da intermodalni transport, uz kontinuirano ulaganje u tehnologiju i međunarodnu suradnju, ima veliki potencijal za daljnji razvoj i optimizaciju globalnog lanca opskrbe u budućnosti.

KLJUČNE RIJEČI

Intermodalni transport, globalna logistika, povijest transporta, tehnološke inovacije, infrastruktura, logistički izazovi, održivost, budući trendovi

SUMMARY

This paper analyzes the development of intermodal transport on a global scale, highlighting its crucial role in the modern logistics system. Intermodal transport, which utilizes a combination of road, rail, maritime, and air transport, enables more efficient, economical, and environmentally friendly movement of goods. The paper focuses on historical development, current challenges, and future trends, including technological innovations such as automation, telematics, and digitization, which enhance this mode of transport. Despite its advantages, infrastructural deficiencies, regulatory constraints, and logistical challenges are identified. The conclusion is that intermodal transport, with continued investment in technology and international cooperation, has significant potential for further development and optimization of the global supply chain in the future.

KEY WORDS

Intermodal Transport, Global Logistics, History of Transport, Technological innovations, Infrastructure, Logistical Challenges, Sustainability, Future trends

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. POVIJEST I RAZVOJ INTERMODALNOG TRANSPORTA	3
2.1 Logistička evolucija intermodalnog transporta	3
2.1 Tehnološke inovacije	4
3. EKONOMSKI ASPEKTI INTERMODALNOG TRANSPORTA	5
3.1 Troškovi intermodalnog transporta	5
3.2 Koristi intermodalnog transporta za tvrtke	6
3.3 Utjecaj na globalnu trgovinu i konkurentnost	7
4. ULOGA INTERMODALNOG TRANSPORTA U ODRŽIVOM RAZVOJU	8
4.1 Kriteriji	8
4.2 Metodologija i primjer mišljenja predstavnika tržišta intermodalnog transporta iz Poljske	10
4.3 Ekonomska održivost	14
5. IZAZOVI I PREPREKE U RAZVOJU INTERMODALNOG TRANSPORTA	16
5.1 Operativni izazovi	16
5.1.1 Postavljanje dizalica u kontejnerske terminale	16
5.1.2 Otprema kontejnera	17
5.1.3 Troškovi u željezničkom prijevozu i terminalima	18
5.2 Organizacijski izazovi	18
5.2.1 Određivanje cijene	18
5.2.2 Planiranje i raspored	19
5.3 Vanjski izazovi	19
5.4 Primjeri uspješnih intermodalnih sustava	20
5.4.1 Maersk Line	20
5.4.2 Union Pacific Railroad	21
6. BUDUĆNOST INTERMODALNOG TRANSPORTA	23
6.1 Digitalizacija i održivost	23
6.2 Automatizacija i pametni gradovi	23
7. ZAKLJUČAK	26
LITERATURA	27
Popis slika	28
Popis tablica	29

1. UVOD

Intermodalni transport predstavlja ključnu odrednicu u globalnom prometu robe, pružajući integrirano rješenje koje kombinira različite vrste prijevoza poput cestovnog, željezničkog, vodnog i zračnog, pri čemu se koriste intermodalne teretne jedinice (npr. kontejner). Suvremeni svijet suočava se s rastućim zahtjevima za učinkovitim, ekonomičnim i održivim načinima transporta, što čini intermodalni transport sve značajnijim aspektom globalne logistike.

Rad se sastoji od sedam poglavlja:

1. UVOD

2. POVIJEST I RAZVOJ INTERMODALNOG TRANSPORTA

3. EKONOMSKI ASPEKTI INTERMODALNOG TRANSPORTA

4. ULOGA INTERMODALNOG TRANSPORTA U ODRŽIVOM RAZVOJU

5. IZAZOVI I PREPREKE U RAZVOJU INTERMODALNOG TRANSPORTA

6. BUDUĆNOST INTERMODALNOG TRANSPORTA

7. ZAKLJUČAK

Ovaj rad istražuje različite aspekte intermodalnog transporta, od povijesti i razvoja do ekonomskih, ekoloških i budućih izazova i perspektiva. Pregledom povijesnih korijena i ključnih razvojnih faza intermodalnog transporta u prvom dijelu, analizirat će se kako su tehnološki, infrastrukturni i ekonomski čimbenici oblikovali okruženje intermodalnog prijevoza kroz vrijeme.

U dijelu koji slijedi, govori se o ekonomskim aspektima intermodalnog transporta, istražujući troškove, koristi i utjecaj na globalnu trgovinu i konkurentnost tvrtki. Posebna pažnja bit će posvećena analizi kako intermodalni transport može doprinijeti održivom razvoju, s naglaskom na smanjenju emisija stakleničkih plinova, optimizaciji korištenja resursa i promicanju ekološki osviještenih praksi.

U narednom poglavlju, analiziraju se izazovi i prepreke s kojima se susreće intermodalni transport u svom razvoju, identificirajući ključne prepreke poput infrastrukturnih nedostataka, regulatornih ograničenja i logističkih izazova. Kroz analizu ovih izazova, cilj je ponuditi

strategije za prevladavanje prepreka i daljnji razvoj intermodalnog transporta kao ključnog dijela globalne logističke mreže.

Zatim, osvrnut će se na budućnost intermodalnog transporta, istražujući trendove, inovacije i potencijalne izazove koji će oblikovati daljnji razvoj ovog sustava. Kroz sveobuhvatnu analizu povijesnog razvoja, trenutačnih izazova i budućih perspektiva, ovaj rad nastoji pružiti dublji uvid u ulogu intermodalnog transporta u suvremenom svijetu i njegov potencijal za oblikovanje budućnosti globalne logistike.

2. POVIJEST I RAZVOJ INTERMODALNOG TRANSPORTA

Razvoj intermodalnog transporta predstavlja putovanje kroz povijest inovacija i promjena, mijenjajući načine na koje se roba premješta širom svijeta.

Isto tako, Europska komisija definira intermodalni prijevoz s dva osnovna uvjeta koji se moraju ispuniti da bi se neki prijevoz mogao nazvati intermodalnim. Prvi je da standardne teretne jedinice u kojima se roba prevozi od početne do krajnje destinacije moraju biti u obliku ISO kontejnera, izmjenjivih transportnih sanduka, poluprikolica i specijalno dizajniranih kontejnera, a drugi je da teretne jedinice moraju promijeniti bar dva različita prijevozna sredstva tijekom realizacije prijevoznog lanca [1].



Slika 1. Kamion Dailmer iz 1896.

Izvor: [2]

Na slici 1 prikazan je primjer povijesnog kamiona kojim se prevozi teret i u to vrijeme služio je kao zamjena za konjske zaprege.

2.1 Logistička evolucija intermodalnog transporta

Intermodalni transport seže daleko u povijest, s korijenima koji sežu u prapovijest kada su ljudi koristili različite oblike prijevoza poput životinja, brodova i kolica kako bi premještali robu. Industrijska revolucija označila je ključnu prekretnicu u razvoju intermodalnog

transporta, s razvojem željeznice koja je omogućila brži i učinkovitiji prijevoz robe na duge udaljenosti [2].

U 20. stoljeću, pojavom kontejnerizacije dogodio se revolucionaran korak u razvoju intermodalnog transporta. Kontejnerizacija je standardizirala pakiranje i manipulaciju robom, omogućujući jednostavan prijelaz robe s jednog na drugi oblik prijevoza bez potrebe za repakiranjem. Ovo je značajno povećalo učinkovitost i brzinu prijevoza robe, otvarajući put novoj eri globalne trgovine [2].

Paralelno s kontejnerizacijom, tehnologija paletizacije također je imala ključnu ulogu u razvoju intermodalnog transporta. Paletizacija podrazumijeva pakiranje robe na palete ili drvene platforme, olakšavajući manipulaciju i skladištenje robe. Ova tehnologija pridonijela je učinkovitijem rukovanju i transportu robe, posebno u skladištima i distribucijskim centrima [1].

Isto tako, razvoj intermodalnog transporta ne samo da je oblikovao načine prijevoza robe, već je utjecao i na širi logistički lanac. Integracija različitih načina prijevoza omogućila je stvaranje kompleksnih logističkih mreža koje povezuju proizvođače, distributere i potrošače širom svijeta. Ova logistička evolucija rezultirala je optimizacijom lanca opskrbe, smanjenjem troškova i vremena dostave, te povećanjem konkurentnosti tvrtki na globalnom tržištu [2].

2.1 Tehnološke inovacije

Pored kontejnerizacije i paletizacije, suvremeni intermodalni transport obilježen je napretkom tehnologije u različitim područjima. Automatizacija procesa, telematika i digitalizacija igraju sve važniju ulogu u optimizaciji i upravljanju transportnim lancem [2].

Automatizacija procesa omogućuje brži, pouzdaniji i učinkovitiji prijevoz robe, smanjujući ljudsku intervenciju i povećavajući preciznost. Telematika omogućuje praćenje i nadzor transporta u stvarnom vremenu, pružajući informacije o lokaciji, brzini i stanju tereta. Digitalizacija procesa olakšava upravljanje dokumentacijom, fakturiranjem i komunikacijom unutar lanca opskrbe, doprinoseći većoj transparentnosti i efikasnosti [2].

Kroz povijest i razvoj intermodalnog transporta, tehnologije poput kontejnerizacije, paletizacije, automatizacije i telematike igrale su ključnu ulogu u transformaciji načina na koji se roba premješta širom svijeta. Ove inovacije omogućile su učinkovitije, sigurnije i održivije metode transporta, oblikujući suvremeno okruženje globalne logistike [2].

3. EKONOMSKI ASPEKTI INTERMODALNOG TRANSPORTA

Ekonomski aspekti imaju bitnu ulogu u analizi intermodalnog transporta i ima ih podosta, od troškova i koristi za tvrtke pa do utjecaja na globalnu trgovinu i konkurentnost. Ovo poglavlje sadrži različite ekonomske čimbenike koji oblikuju intermodalni transport, uključujući troškove prijevoza, uštede u lancu opskrbe, te konkurentnost tvrtki na tržištu.

3.1 Troškovi intermodalnog transporta

Jedan od ključnih faktora koji utječe na ekonomsku održivost intermodalnog transporta su troškovi. Intermodalni transport može donijeti određene troškove u vidu manipulacije tereta, pretovara i transporta, ali isto tako može rezultirati uštedama u odnosu na tradicionalne načine prijevoza. Analiza troškova uključuje razmatranje cijena prijevoza, carinskih davanja, osiguranja, kao i troškova vezanih uz skladištenje i rukovanje robom [3].

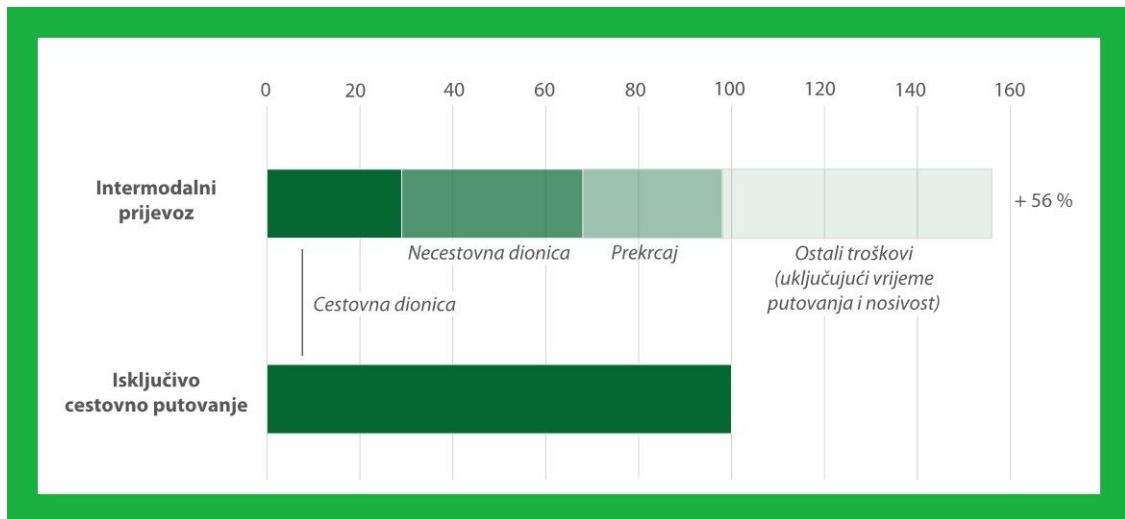
Intermodalni transport ima složenu strukturu troškova koja uključuje različite komponente od početka do kraja lanca opskrbe. Troškovi uključuju cijene prijevoza različitih vrsti transporta kao što su transport cestom, željeznicom, brodovima i zrakoplovima. Svaki od ovih načina prijevoza ima svoje specifične troškove koji se odnose na gorivo, održavanje, osoblje i naknade. Uz to, troškovi pretovara, manipulacije tereta, carinskih davanja i osiguranja također igraju važnu ulogu u formiranju ukupnih troškova intermodalnog transporta [3].

Bitno je razumjeti kako se ti troškovi mogu razlikovati ovisno o geografskom području, udaljenosti prijevoza, vrsti robe i specifičnim zahtjevima kupca. Na primjer, prijevoz robe preko mora može biti jeftiniji na dugim udaljenostima, ali može biti sporiji i podložniji kašnjenjima zbog vremenskih uvjeta i logističkih izazova u lukama. S druge strane, prijevoz zrakoplovom može biti brži, ali skuplji, posebno za teške ili krhke terete te za terete koji imaju veliku vrijednost [3].

Nadalje, troškovi intermodalnog transporta mogu biti složeni i varirati ovisno o različitim faktorima. Cijene prijevoza ovise o udaljenosti, vrsti robe, brzini prijevoza i drugim čimbenicima. Na primjer, prijevoz teške industrijske opreme može rezultirati većim troškovima u usporedbi s prijevozom lakih potrošnih proizvoda. Troškovi rukovanja i manipulacije tereta mogu isto tako biti značajni, pogotovo ako je potrebno više puta prebacivati teret s jednog prijevoznog sredstva na drugo [3].

Za tvrtke je bitno provesti detaljnu analizu troškova kako bi bolje razumjele financijske implikacije intermodalnog transporta i identificirale strategije za optimizaciju troškova. To može uključivati pregovaranje povoljnijih uvjeta s prijevoznicima, korištenje naprednih

tehnologija za praćenje tereta i optimizaciju rute, kao i implementaciju efikasnijih procesa u lancu opskrbe kako bi se smanjili nepotrebni troškovi. Sveobuhvatno razumijevanje troškova intermodalnog transporta ključno je za uspješno upravljanje logističkim operacijama i postizanje konkurentne prednosti na tržištu [3].



Slika 2. Usporedba troškova intermodalnog i cestovnog prijevoza tereta
Izvor: [4]

Na slici 2 prikazan je jedan primjer usporedbe troškova prijevoza između isključivo cestovnog prijevoza i intermodalnog prijevoza tereta. Prema ovom prikazu sa slike, troškovi intermodalnog prijevoza tereta su u prosjeku skuplji 56% od cestovnog prijevoza zbog skupa radnji koje se odvijaju u intermodalnom prijevozu (npr. jedna od njih je prekrcaj), dok kod cestovnog prijevoza toga nema. Taj izračun troškova odnosi se na srednje i duže relacije.

3.2 Koristi intermodalnog transporta za tvrtke

Intermodalni transport pruža brojne koristi tvrtkama koje ga koriste u svojim logističkim operacijama. Jedna od značajnijih koristi je veća fleksibilnost u upravljanju logističkim lancem. Korištenjem više načina prijevoza, tvrtke mogu prilagoditi svoje rute i operativne procese prema specifičnim zahtjevima tržišta i uvjetima, što im omogućuje bolju reakciju na promjene u potražnji i konkurenciji [5].

Osim toga, intermodalni transport može rezultirati značajnim uštedama u troškovima prijevoza, i povećanju učinkovitosti lanca opskrbe. Korištenje optimalnih prijevoznih ruta i kombinacija transporta može smanjiti troškove goriva, skladištenja, pretovara i rukovanja robe, što dovodi do ukupnih ušteda za tvrtku. Također, intermodalni transport može smanjiti zalihe i vrijeme dostave, poboljšavajući time servis za kupce i povećavajući konkurentnost tvrtke na tržištu [5].

Nadalje, koristi koje intermodalni transport pruža tvrtkama se ne ograničavaju samo na operativne uštede i povećanje efikasnosti u lancu opskrbe. Intermodalni transport omogućuje tvrtkama da prošire svoj tržišni domet i pristupaju novim globalnim tržištima. Povećana povezanost s različitim regijama omogućuje tvrtkama da prošire svoje izvore nabave i ciljaju različite demografske skupine, što može rezultirati povećanjem prihoda [5].

Isto tako, kombinirajući različite modalitete prijevoza, tvrtke mogu optimizirati svoj lanac opskrbe, smanjiti vrijeme dostave, postići veću sigurnost prilikom prijevoza i povećati zadovoljstvo kupaca [5].

3.3 Utjecaj na globalnu trgovinu i konkurentnost

Intermodalni transport ima značajan utjecaj na globalnu trgovinu i konkurentnost tvrtki na svjetskom tržištu. Integracija različitih načina prijevoza omogućuje brži, jeftiniji i pouzdaniji prijevoz robe širom svijeta, što potiče rast trgovine i ekonomski razvoj. Kroz integraciju cestovnog, željezničkog, pomorskog i zračnog transporta, intermodalni transport olakšava međunarodnu trgovinu i širi globalno tržište za tvrtke diljem svijeta.

Uz to, tvrtke koje učinkovito koriste intermodalni transport mogu imati konkurentske prednosti na globalnom tržištu. Kombiniranjem različitih načina prijevoza omogućuje tvrtkama da optimiziraju svoje logističke operacije, smanje troškove i poboljšaju servis za kupce, što ih čini konkurentnijima u odnosu na druge tvrtke na tržištu. Također, intermodalni transport omogućuje tvrtkama brži pristup globalnim tržištima i veću povezanost s dobavljačima i kupcima širom svijeta, što ih čini agilnijima i prilagodljivijima o određenim promjenama u poslovnom okruženju.

4. ULOGA INTERMODALNOG TRANSPORTA U ODRŽIVOM RAZVOJU

U razno raznim dijelovima svijeta može se primijetiti dinamičan razvoj intermodalnog transporta, koji je ujedno povezan s povećanjem razine učinkovitosti i održivosti transporta. Odnosno, globalizacija i rast međunarodne trgovine uvode promjene na tržištu, premještajući teret na veće udaljenosti od proizvođača do potrošača preko distributera. Takva situacija postavlja nove izazove pred transportnu industriju koja mora zadovoljiti potrebe društva, osiguravajući da kupci dobiju robu prema svojim zahtjevima, uz minimiziranje vremena i troškova transporta te smanjenje emisija štetnih plinova. Ovi ciljevi moraju se ostvariti na način koji je u skladu s načelima održivog razvoja [6].

Uz razvoj intermodalnog transporta, implementiraju se nove tehnologije i organizacijska rješenja kako bi se poboljšala kvaliteta, učinkovitost i održivost operacija. Stoga je potrebno istražiti utjecaj različitih kriterija na učinkovitost i održivost intermodalnog transporta [6].

4.1 Kriteriji

Za točno stanje i analizu održivog transporta potrebno je koristiti kriterije (čimbenike) koji odgovaraju stvarnim uvjetima u kojima se koristi intermodalni transport. Stoga, najbolje je koristiti baš te koji su potvrđeni i ispitani prema stvarnim uvjetima [6].

Jedan od najvažnijih kriterija je prometna infrastruktura. Ona omogućuje razvoj mogućnosti intermodalnog transporta (prijevoza) na regionalnoj razini, ne samo na međunarodnoj razini. Time se u isto vrijeme smanjuju društvena, ekonomska i politička isključenost regije. Isto tako, prometna infrastruktura omogućuje kvantificiranje razine održivosti kako na regionalnoj razini, tako i na lokalnoj razini. Nadalje, što se tiče realnog planiranja, ono je moguće zahvaljujući dobro razvijenoj prometnoj infrastrukturi koja na taj način osigurava učinak isplativosti u intermodalnom transportu. Kod toga je isto bitno napomenuti da je također bitan i održiv i uravnotežen razvoj intermodalnog transporta te stoga treba nadzirati sve elemente opskrbnog lanca intermodalnog transporta i potrebna je stalna komunikacija između sudionika [6].

Sljedeći bitan kriterij je stanje i struktura vozila. Ekološki aspekti izravno ovise o stanju određenog prijevoznog sredstva, odnosno u cilju je primjerice smanjenje emisija stakleničkih plinova i optimizirati resurse. Ovo je posebno važno u intermodalnom transportu, gdje su poveznice i interakcije između različitih načina transporta. Isto tako, prijevoz određene robe zahtjeva korištenje točno određenog prijevoznog sredstva pa zato treba odabrati onaj

odgovarajući za svaku vrstu robe kako bi se infrastruktura iskoristila najracionalnije i najprihvatljivije sa svih aspekata. Što se pak tiče intermodalnih teretnih jedinica, one su tako reći neodvojive od pojedine vrste vozila te ovisno o obujmu tereta koji se prevozi, imaju izravan utjecaj na učinkovitost intermodalnog transporta [6].

Nadalje, interoperabilnost elemenata intermodalnog transporta omogućuje učinkovito rješavanje problema vezanih uz organizaciju u lancu opskrbe tereta i također njihovu pravovremenu optimizaciju s obzirom na moguće novonastale probleme [6].

U sklopu toga, sljedeći bitan kriterij koji se može spomenuti je učinkovito rukovanje teretom i transportnim sredstvima na intermodalnim terminalima i morskim lukama. Ovaj kriterij je iznimno bitan za učinkovito korištenje intermodalnog transporta u prometu robom. To učinkovito rukovanje može se postići kroz različite mreže čvorišta na način da se izravno prati i upravlja kontejnerima na terminalima. Isto tako, to se može postići i implementacijom izravnog algoritma za upravljanje koji je utemeljen na prethodnim povijesnim prijevozima tereta. Iz toga proizlazi faktor obrazovnog i kvalificiranog kadra, koji uvelike ovise u samom upravljanje lancem opskrbe. Također, utječu i na stvaranje budućih logističkih klastera što izravno utječe na učinkovito korištenje intermodalnog transporta i samim time poboljšava kvalitetu teretnog prostora [6].

Još jedan kriterij može biti korištenje IT-a ili telematike. Ovi alati omogućuju pojedinim tvrtkama za obavljanje važnih procesa poput upravljanja i praćenja u procesu prijevoza tereta te isto tako mogu poslužiti za procjenu važnih nijansi kao što su točnost prijevoza, brzo rješavanje problema vezanih uz prijevoz ili poštivanje rasporeda. Zatim, nije da ti alati samo strukturiraju transportni proces nego i pružaju mogućnost aktivacije optimizacije za povećanje održivosti i učinkovitosti u situaciji kada se provodi intermodalni transport. To također zahtijeva provedbu organizacijskih mjera koje su povezane s ljudskim resursima i tehnološkim inovacijama. Upravo te organizacijske mjere osiguravaju stabilnu kompatibilnost intermodalnog transporta i njegove izgleda za razvoj [6].

Također, u intermodalnosti se razlikuje nekoliko razina održivosti koje utječu na učinkovitost transportnog procesa, a to su: društvena i ekonomska održivost i održivost okoliša i resursa. Kod toga se ističe još jedan važan kriterij koji je vezan uz potporu, a to je prometna politika. Kako bi se to kvalitetno postiglo potrebni su međuvladini mehanizmi regulacije koji imaju izravan utjecaj na učinkovitost intermodalnosti. Za procjenu takve vrste regulacije potrebni su optimizirajući modeli koji ne nude samo opciju intermodalnosti nego čak

procjenjuju i subvencije koje pojedine zemlje primjenjuju. Taj sam proces je prilično složen i zahtijeva pouzdane ulazne podatke, veliku bazu podataka i stalno ažuriranje regulativnog okvira [6].

4.2 Metodologija i primjer mišljenja predstavnika tržišta intermodalnog transporta iz Poljske

Za primjer ispitivanja mišljenja predstavnika iz Poljske za gore navedene kriterije potrebno je izraditi anketu. Anketa je podijeljena u dva dijela. Prvi dio sastoji se od četiri pitanja koja se odnose na određivanje profila ispitanika, a to su [6]:

1. Spol
2. Dobni raspon
3. Vrsta zastupanog poduzeća (npr. intermodalni terminal smješten u morskoj luci)
4. Radno iskustvo.

Drugi dio sadrži se od sljedeća tri pitanja [6]:

1. Koliki se udio u narudžbama zastupane tvrtke odnosi na uslugu intermodalnog transporta?
2. Koji se načini prijevoza koriste u intermodalnim transportnim lancima koje tvrtka servisira?
3. Kakav je utjecaj odabranih čimbenika na učinkovitost i održivost intermodalnog transporta?.

Istraživanje je provedeno tijekom 2021. godine. Anketa je pripremljena u elektroničkom obliku na poljskom jeziku te je zatim poslana u 53 transportna poduzeća koja se nalaze u Poljskoj. Te odabrane tvrtke uključuju kontejnerske i trajektne terminale koji se nalaze i rade u morskim lukama, željezničko-cestovne intermodalne terminale i isto tako špediterske tvrtke. Anketu je ispunilo 21 stručnjaka koji su uključeni u provedbu i organizaciju procesa intermodalnog transporta [6].

Nakon toga, utvrđeni su kriteriji (čimbenici) koji utječu na učinkovitost i održivost intermodalnog transporta. Odabrano ih je 10 za daljnju analizu.

Tablica 1. *Kriteriji odabrani za analizu*

Kodirati	Faktor
F1	Gustoća i kvaliteta prometne infrastrukture
F2	Stanje i struktura prijevoznih sredstava (željezničkih vozila)
F3	Stanje i struktura intermodalnih utovarnih jedinica (kontejneri, prikolice, itd.)
F4	Učinkovito rukovanje teretom i transportnim sredstvima u intermodalnim terminalima i morskim lukama
F5	Educirano i kvalificirano osoblje
F6	Korištenje suvremenih IT i telematičkih rješenja
F7	Primjena inovativnih tehničko-tehnoloških rješenja
F8	Korištenje inovativnih organizacijskih rješenja
F9	Potpora kroz nacionalne / međunarodne propise, prometnu politiku
F10	Kontinuirano poboljšanje izvedenih procesa

Izvor: [6]

U tablici 1 nalaze se kriteriji (čimbenici) koji su određeni za daljnu analizu u intermodalnom transportu za predstavnike iz Poljske.

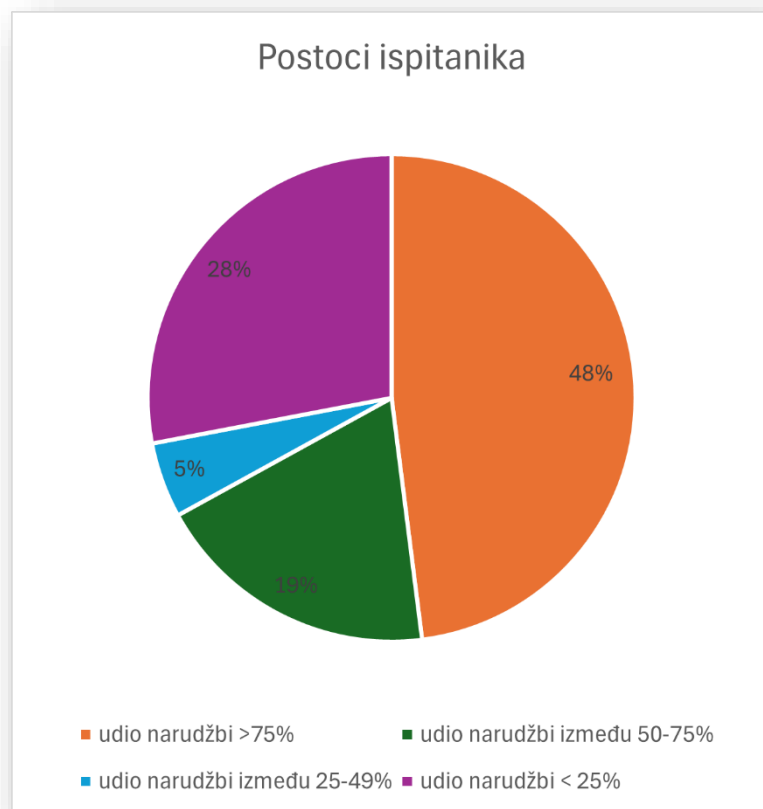
U prvom dijelu ankete gdje se određuju podaci o samim profilima ispitanika, utvrđeno je da je od 21 ispitanika koji su popunili anketu bilo 18 muškaraca i tri žene. Većina ispitanika bili su predstavnici tvrtke u dobi od 25-40 godina, onda predstavnici tvrtki u dobi od 41 do 55 godina i jedna osoba koja je mlađa od 25 godina [6].

Treba naglasiti kako većina ispitanika predstavlja intermodalne terminale koji predstavljaju ključna čvorišta intermodalnih transportnih lanaca, omogućujući integraciju različitih načina transporta [6].

Što se tiče radnog iskustva, najviše ih je s radnim iskustvom od 5 do 15 godina (što ispada 61% ispitanika), zatim ima i osoba s radnim iskustvom od 16 do 25 godina (34% ispitanika) i osobe s manje od 5 godina iskustva (5% ispitanika) [6].

Nadalje, drugi dio ankete odnosi se na poslovanje poduzeća, kao i na kriterije koji se analiziraju i koji utječu na učinkovitost i održivost intermodalnog transporta.

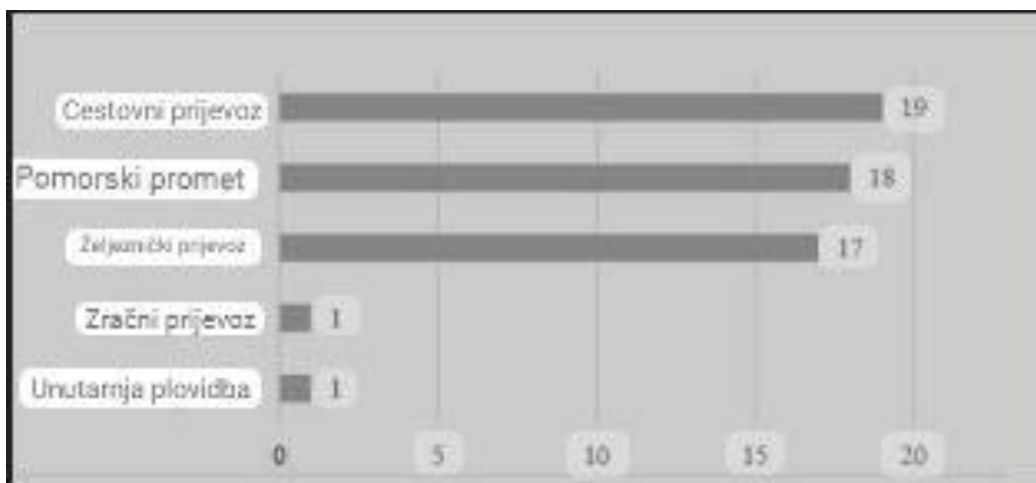
Prvo pitanje odnosi se na udio u narudžbama koji se odnosi na uslugu intermodalnog transporta [6].



Slika 3. *Udio narudžbi u usluzi intermodalnog transporta*
Izvor: [6]

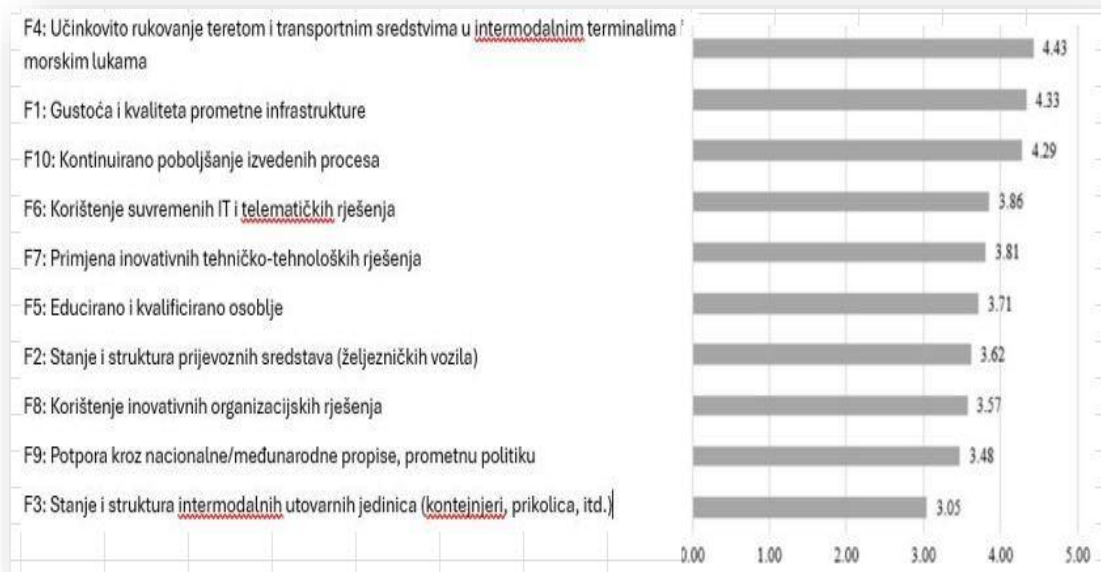
Na slici 3 nalaze se rezultati analize prvog pitanja koji prikazuju da je najveća skupina odgovora dobivena od predstavnika tvrtki s udjelom narudžbi na razini većoj od 75% (48% ispitanika), onda druga najveća skupina su poduzeća s udjelom narudžbi ispod 25% (28% ispitanika). Četiri osobe su navele tvrtke s 50-75% udjela narudžbi vezanih za intermodalni transport (19% ispitanika) i jedna osoba je odabrala raspon od 25-49%. (5% ispitanika) [6].

Što se tiče sljedećeg pitanja vezanog uz načine prijevoza koji se koriste u intermodalnim transportnim lancima, može se na temelju analize odgovara iz ankete vidjeti da poduzeća sudjeluju u implementaciji intermodalnih transportnih lanaca koji uključuju željeznički, cestovni i pomorski način transporta tj. da ti načini prevladavaju. U tim rezultatima, vidljivo je kako su samo dvije osobe spomenule da su im tvrtke u mogućnosti opsluživati druge transportne lance, uz ove osnovne vrste prijevoza navedene gore, još i putem zračnog prijevoza i unutarnjom plovidbom. To sve vidljivo je na slici 4 [6].



Slika 4. Načini prijevoza u intermodalnim transportnim lancima
Izvor: [6]

Zadnje pitanje odnosi se na kriterije koji se odnose na učinkovitost i održivost intermodalnog transporta, odnosno da ih oni poredaju od najvažnijeg do najmanje važnog. Trebaju ih rangirati od broja 1 do 5, gdje jedan znači najmanje važan čimbenik, a pet znači vrlo važan čimbenik. Prema slici 5 mogu se vidjeti njihovi rezultati i poredak, odnosno vidi se da prema njima kriteriji koji najviše utječu na učinkovitost i održivost intermodalnog transporta su: učinkovito rukovanje teretom i transportnim sredstvima na intermodalnim terminalima i morskim lukama (F4), kao i gustoća i kvaliteta prometne infrastrukture pojedinih oblika transporta (F1) i kontinuirano poboljšavanje izvedenog procesa (F10). Također, ispitanici su uvjereni da se usluge i procesi koji se obavljaju moraju stalno poboljšavati, što se može povezati, između ostalog, s potrebom proširenja postojeće prometne mreže i poboljšanja kvalitete procesa koji se provode u čvorištima intermodalnih prometnih lanaca [6].



Slika 5. Rangiranje kriterija
Izvor: [6]

4.3 Ekonomska održivost

Ekonomičnost je izuzetno kompleksan pokazatelj uspješnosti poslovanja. On se mjeri u odnosu na postignute rezultate u usporedbi s količinom rada, predmeta rada, resursa te usluga potrebnih za njihovo postizanje. Pokazatelji ekonomičnosti ocjenjuju omjer ukupnih ili pojedinačnih prihoda i rashoda tijekom određenog razdoblja. Oni jasno pokazuju koliko se novčanih jedinica prihoda generira po jednoj novčanoj jedinici rashoda. Ove se vrijednosti izračunavaju temeljem podataka iz financijskog izvještaja o dobiti i gubitku [7].

Intermodalni transport predstavlja više od samog poboljšanja infrastrukture prijevoza. Sa stajališta teorije, intermodalni transport posjeduje karakteristike tehnologija opće namjene. Gledano s te strane, intermodalni transport donosi dvostruki napredak u produktivnosti ekonomskog sustava. On ne samo da unaprjeđuje trenutne operativne funkcije sustava, već i proširuje njihov opseg. Oba poboljšanja ostvarena su spajanjem različitih transportnih sustava u mrežu koja koristi prednosti različitih oblika prijevoza [7].

Proširenje mreže intermodalnog transporta povezano je s ekonomijom razmjera i poboljšanom dostupnosti ulaznim i izlaznim tržištima. Stoga, ukupan utjecaj intermodalnog transporta može se podijeliti u četiri elementa [7]:

- Povećanje obima transporta unutar postojeće transportne mreže
- Smanjenje logističkih troškova trenutnih operacija

- Ekonomija razmjera povezana s proširenjem transportne mreže
- Poboljšana dostupnost ulaznih i izlaznih tržišta.

5. IZAZOVI I PREPREKE U RAZVOJU INTERMODALNOG TRANSPORTA

Uz mnoge prednosti intermodalnog transporta, dolaze i razni izazovi. Od tehničkih poteškoća do operativnih problema, postoje razne prepreke koje tvrtke moraju nadvladati kako bi intermodalni transport normalno i zadovoljavajuće funkcionirao. Osim operativnih, bitno je spomenuti i organizacijske i vanjske izazove.

5.1 Operativni izazovi

Pod operativnim izazovima su oni koji su povezani izravno s operativnim dijelom intermodalnog transporta . U intermodalnom transportu uključuju i obuhvaćaju optimizaciju rasporeda vozila, minimiziranje vremena prijelaza između različitih prijevoznih sredstava, te rješavanje problema vezanih uz prekrcaj i skladištenje tereta [8].

5.1.1 Postavljanje dizalica u kontejnerske terminale

Intermodalni prijevoz u prijevozu tereta koristi intermodalne teretne jedinice, a najpoznatija među njima je kontejner. Ti kontejneri se pretovaraju u velikim terminalima, koji godišnje obrađuju milijune TEU jedinica koja predstavlja ekvivalentu transportnu jedinicu i predstavlja ekvivalent volumenu koji zauzima jedan dvadesetstopni kontejner. Porast broja kontejnera koji se obrađuju na svakom kontejnerskom terminalu tijekom posljednjeg desetljeća počinje izazivati logističke probleme, posebno u velikim lukama [8].

Kontejnerski terminal sastoji se od tri glavna područja. Prvo je pristanište, gdje se kontejneri iskrcavaju s plovila i utovaraju na plovila. Drugo područje je kontejnersko dvorište, koje služi za privremeno skladištenje kontejnera. Treće područje je vratarnica, koja funkcionira kao kopneni ulaz u terminal. Glavni izazov leži u tome kako operateri kontejnerskih terminala mogu učinkovito upravljati logističkim operacijama terminala. Upravljanje ovim složenim procesima ključno je za osiguranje učinkovitog protoka tereta kroz terminal, čime se minimiziraju kašnjenja i optimiziraju resursi [8].

U takvom okruženju, ključno je pitanje postavljanja dizalica. Da bi operateri bili učinkoviti, moraju se pozabaviti optimizacijom kretanja dizalice unutar različitih skladišnih blokova na kontejnerskom terminalu. To posebno vrijedi za područje stoga jer predstavlja sučelje u terminalu, te je potrebno izbjeći moguća uska grla. Važno je ispitati nove vrste opreme koje se mogu koristiti u stogu i razviti nove metode za planiranje opreme za učinkovito rukovanje svim zahtjevima za pohranu i dohvaćanje. Jedna vrsta opreme koja se može koristiti

su automatizirane dizalice za slaganje. Međutim, postoji više teških operativnih problema koji se javljaju u kontejnerskom terminalu, a koji su povezani s rasporedom automatiziranih dizalica za slaganje (ASC). Ovi problemi nastaju u kontekstu izvršavanja skupa zahtjeva za pohranu i dohvaćanje u bloku spremnika. Mora se uzeti u obzir nekoliko praktičnih i teoretskih ograničenja: ASC se ne mogu mimoći i moraju imati sigurnosni razmak između sebe, svaki skladišni spremnik mora biti složen s popisa dostupnih otvorenih mjesta, a zbog rasporeda i različitih načina prijevoza, kontejneri se procjenjuju kao oni koji imaju različite razine prioriteta skladištenja i preuzimanja. Istraživači su do sada uspjeli u velikoj mjeri riješiti problem postavljanja dizalice samo za male primjerke terminala jer to predstavlja složenost problema i veličinu izazova. No, za primjer, nedavno je kontejnerska luka u Hamburgu uvela novu tehnologiju s dva ASC-a koji rade u jednom bloku. Ovi ASC-ovi uz pomoć dobrog proračuna i analize mogu prolaziti jedan drugoga i kao rezultat toga mogu surađivati u obradi zahtjeva. Isto tako, također su u mogućnosti djelovati u cijelom bloku [8].

5.1.2 Otprema kontejnera

Jedan od sljedećih izazova može biti vezan uz operacije s kontejnerima koji se nalaze u skladišnom dvorištu. To uključuje otpremu kontejnera i prethodno rješavanje problema usmjeravanja dizalice bez nastupanja nekih problema. Postoje dva dizajna skladišnog dvorišta, a to su paralelni odnosno azijski tlocrt i okomiti odnosno europski tlocrt. Uz to, postoje i dvije vrste spremnika gdje jedan služi za uvozne kontejnere, dakle dizalica ih treba preuzeti na obali i transportirati do pristaništa nakon čega interno vozilo prevozi te kontejnere do skladišta. Drugi spremnik se odnosi na izvozne kontejnere koji se transportiraju obrnuto od uvoznih, od kopna do obale. Za to sve operacije postoje zahtjevi za prijevoz robe sa obale, kao i za prijevoz sa kopna kojima rukuju dvorišne dizalice. Ti zahtjevi proizlaze iz skladišta ili završavaju u skladištu. Što se tiče samih izazova vezanih uz otpremu tih svih kontejnera ima ih nekolicina koja se može spomenuti. Jedan od problema koji može nastati je vezan uz pomutnju redosljeda zahtjeva prijevoza i izbor odgovarajuće dizalice za određeni zahtjev prijevoza. Odnosno, treba izabrati točno odgovarajuću dizalicu kako bi se minimizirao raspon prijevoza i kako bi se spriječilo ometanje dizalice. Pojedini istraživači su donijeli određene pretpostavke za pokušaj rješavanja tog problema na način da jedna dizalica rukuje jednim kontejnerom, svi zahtjevi se trebaju obrađivati odmah i da se sve dizalice kreću istom brzinom. Rezultati su pokazali da do 15 zahtjeva za prijevoz imaju optimalno provođenje u umjerenim vremenima računanja. Za više od 15 zahtjeva nije postojalo rješenje stoga je potreban razvoj sofisticiranih postupaka koji bi omogućili rješavanje više zahtjeva od jednom [8].

Još jedan veći izazov koji postoji vezan je uz otpremanje kontejnera sa dizalicama na pristaništu. Te dizalice su najskuplja oprema za rukovanje u lučkim kontejnerskim terminalima. Njihovom optimizacijom i poboljšanjem učinkovitosti dovelo bi do smanjenja vremena okretanja broda, do poboljšanja u produktivnosti luka i poboljšanja u cijelom sustavu teretnog prijevoza. Jedan od načina za povećanje učinkovitosti je rješavanje problema vezanog uz dinamičku raspodjelu vezova kako bi se smanjile udaljenosti koje prolaze viličari i dizalice na pristaništu. Još jedna strategija koja bi se mogla primijeniti za poboljšanje učinkovitosti jest „Double cycling“ koja znači eliminiranje praznog hoda dizalice, odnosno djeluje tako da se kontejneri utovaraju i istovaraju u isto vrijeme. To bi dovelo do udvostručenja broja kontejnera koji se transportiraju u jednom ciklusu [8].

5.1.3 Troškovi u željezničkom prijevozu i terminalima

Pojedine željezničke tvrtke nastoje svesti mjeru troškove na najmanju moguću unutar svojih terminala, ali i smanjiti troškove odlaznih vlakova. Uz to, u isto vrijeme nastoje zadržati svoje obaveze pružanja usluga kako bi ostale konkurentne odnosno kako bi tu konkurentnost zadržale. Od ta dva troška, veći fokus je na smanjenju troškova odlaznih vlakova, a obuhvaća troškove poput troškova energije potrebne za vuču vlakova i troškove vezane uz motore za duge relacije [8].

Jedan od načina da se to smanjenje troškova ostvari je povećanje korištenje vagona s ravnim platformama [8].

5.2 Organizacijski izazovi

Organizacijski izazovi su izazovi s kojima se organizacija suočava u poslovanju. U intermodalnom transportu uključuju koordinaciju različitih prijevoznih sredstava, upravljanje logističkim lancem, te osiguranje efikasne komunikacije između svih uključenih strana.

5.2.1 Određivanje cijene

U intermodalnom prijevozu, jedno od ključnih pitanja je postavljanje cijena koje su odgovarajuće za korištenje određenih operacija. Drugim riječima, određivanje cijena su među najvažnijim stavkama koje određuju tržišnu poziciju proizvoda ili usluge [8].

Kako bi se maksimizirala profitabilnost, donositelj odluka za takve situacije mora upravljati kompromisom između povećavanja cijena da bi se ostvario profit i isto tako kako bi još uvijek bio privlačan i konkurentan ciljanim kupcima gledajući sa stajališta ekonomskog smisla. Sama konkurentnost intermodalnog prijevoza uvelike ovisi o postavljanju pravih te

pravilnih tarifa za usluge i isto tako s druge strane pak predstavljaju jednu od glavnih slabosti u nastojanju da se postigne gospodarski uspjeh [8].

Još jedna stavka koja je bitna kada se govori o određivanju cijena je poznavanje točnih troškova usluge kao i mogućih alternativa za kupce. Pojedina tvrtka mora imati konkurentnu strategiju za opstanak na tržištu. Pružatelji usluga čine to na način da nude konkurentne ugovorne uvjete i dizajnirajući svoje odgovarajuće ključne rasporede i rute sve dok žele postići svoje ekonomske ciljeve. Takav način je posebno relevantan u željezničkom teretnom prijevozu gdje operateri moraju točno predvidjeti i pogoditi zahtjeve koje očekuju njihovi kupci. Osim toga, intermodalni prijevoz i intermodalna industrija općenito djeluju u vrlo nestabilnom okruženju gledajući ponudu i potražnju. Dnevni intermodalni zahtjevi podložni su promjenama iz dana u dan [8].

5.2.2 Planiranje i raspored

Što se tiče problema u planiranju i rasporedu intermodalnog prijevoza, to se odnosi i uglavnom rezultira nepotrebnim lokalnim zalihama teretnih vagona, nezadovoljavajućim razinama odgovora gledajući zahtjeve kupaca, i nepostojanje distribucijskog sustava koji optimizira vagone (problem distribucije praznih teretnih vagona). To može dovesti do gubitka zadovoljstva i volje kupaca ili do velikih troškova za nepotrebne operacije, pa je zbog toga bitno imati uspostavljen sustav koji zadovoljava veću potražnju, i koji ujedno iskorištava vozila koja nisu potpuno opterećena, čime se povećava učinkovitost u sustavu. To bi uvelike dovelo do poboljšanja procesa distribucije [8].

Osim toga, intermodalni prijevoz se također suočava s izazovom vezanim uz osnovna ograničenja upravljanja i informacija što može uzrokovati loše rute i raspored vlakova. Stoga, važno je obratiti pozornost na vrijeme i troškove u intermodalnom prijevozu jer može doći do dodatnih kašnjenja i također postoji povećana mogućnost za pogrešno rukovanje kontejnerima u pojedinim intermodalnim terminalima [8].

5.3 Vanjski izazovi

Vanjski izazovi odnose se na vanjske čimbenike koji utječu na poslovanje organizacija u intermodalnom transportu.

Jedan od najvećih i najizazovnijih prepreka mogu biti prirodne katastrofe. Za početak, klimatske promjene su te zbog kojih se rizik od prirodnih katastrofa znatno povećao [8].

Nadalje, budući da su infrastrukturni sustavi relativno složeni, međusobno ovisni i međusobno povezani, događaj koji ometa jedan sustav može uzrokovati poremećaj i kvar više

preostalih sustava ili otežati sam oporavak istih. Iz toga razloga upravitelji infrastrukture, prijevoznike tvrtke, operateri terminala i luka te željeznički prijevoznici moraju povećati i pojačati napore da bi se učinci katastrofe spriječili i ublažili što je više moguće. Za primjer, mali incidenti poput iskliznuća vagona sa željezničke pruge mogu uzrokovati prekide u mreži, što automatski dovodi do lošije usluge i potencijalno ozbiljnih i velikih kašnjenja [8]

Nadalje, bitna ključna karakteristika koja se može spomenuti vezana uz sigurnu transportnu mrežu je njezina sposobnost za oporavak u slučaju prekida koji je izazvan određenom katastrofom. Sama otpornost transportne mreže ovisi o njezinoj strukturi i aktivnostima koje čuvaju ili obnavljaju uslugu u slučaju katastrofe. Da bi se odabrala najbolja investicijska opcija koja može smanjiti rizik od kvara i povećati sposobnost sustava da se oporavi, bitno je kvantificirati urođenu otpornost sustava na katastrofe. Jedan koristan okvir za to može biti okvir zaštite infrastrukture. Ovaj okvir razvijen je s ciljem optimizacije performansi sustava uzimajući u obzir ograničenja proračuna i vremenske okvire oporavka. Istraživanje je pokazalo da aktivnosti nakon katastrofe mogu drastično poboljšati razine otpornosti i istovremeno ublažiti negativne učinke katastrofe [8].

5.4 Primjeri uspješnih intermodalnih sustava

Jedan od najboljih načina razumijevanja izazova i prilika korištenja intermodalnog prijevoza jest analiza i prikaz stvarnih primjera uspješnih sustava. Primjeri su tvrtka Maersk Line i Union Pacific Railroad.

5.4.1 Maersk Line

Maersk Line je svjetska broderska tvrtka koja je uspješno implementirala intermodalni prijevoz u svoj lanac opskrbe. Koriste kombinaciju mora, željeznice i cestovnog prijevoza za premještanje tereta s jednog mjesta na drugo. Maersk Line je investirao u potrebnu infrastrukturu, koja uključuje željezničku mrežu i kopnene luke. To im je omogućilo pružanje fleksibilnijih i efikasnijih rješenja prijevoza svojim klijentima [9].

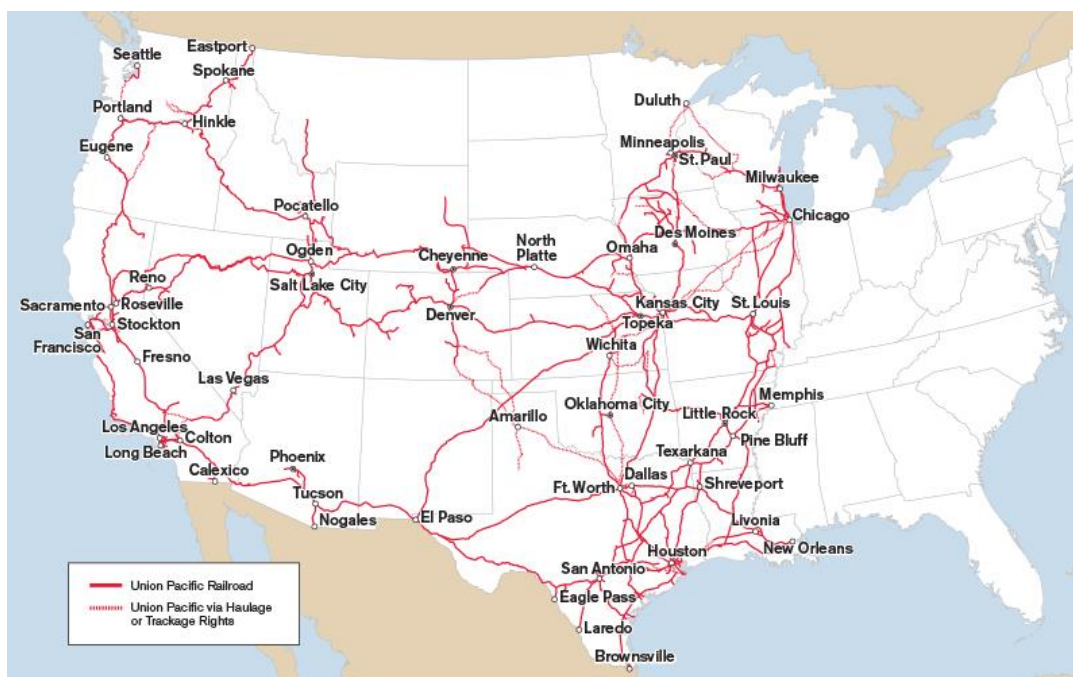


Slika 6. Brod tvrtke Maersk Line
Izvor: [9]

Na slici 6 je prikazan kontejnerski brod tvrtke Maersk Line koji prevozi teret morem sa početne na odredišnu lokaciju.

5.4.2 Union Pacific Railroad

Union Pacific Railroad je američka željeznička tvrtka koja je implementirala intermodalni transport kako bi poboljšala svoju ponudu usluga. Izgradili su intermodalne terminale diljem Amerike, što omogućava savršen prijenos tereta između različitih modova prijevoza. Union Pacific također ulaže u tehnologiju radi poboljšanja koordinacije i praćenja tereta između različitih modova prijevoza, a rezultat je brža i pouzdanija usluga [9].



Slika 7. Union Pacific Railroad mreža u Americi
Izvor: [9]

Na slici 7 je prikazana željeznička mreža u Sjevernoj Americi kojom se kreću vlakovi tvrtke Union Pacific.

6. BUDUĆNOST INTERMODALNOG TRANSPORTA

Intermodalni transport u budućnosti će se suočavati s mnogim izazovima kao i do sada. Od uvođenja, korištenje domaćeg intermodalnog prijevoza u svijetu nastavilo je rasti, vođeno potrebom za smanjenjem troškova prijevoza, poboljšanjem vremena prijevoza i smanjenjem utjecaja prijevoza na okoliš. Uvođenje novih tehnologija je neizbježno svuda tako i u intermodalnom transportu. Te nove promjene omogućiti će i poboljšati efikasnost, održivost i povezanost u logističkom sektoru. Neki od ključnih promjena i poboljšanja u intermodalnom transportu su: digitalizacija, širenje intermodalnih mreža, poboljšanje održivosti i ekološke prihvatljivosti itd. S obzirom na ubrzan tehnološki napredak i sve veće izazove održivosti, budućnost intermodalnog transporta obećava integraciju, efikasnost i smanjenje zagađenja okoliša [10].

6.1 Digitalizacija i održivost

Jedan od ključnih faktora koji će oblikovati budućnost intermodalnog transporta je digitalizacija. Pametni kontejneri opremljeni senzorima, tehnologija Interneta stvari (IoT) i analitika podataka omogućit će stvarno vrijeme praćenja tereta. Ova digitalna transformacija poboljšati će upravljanje zalihama, smanjiti gubitke i povećati efikasnost lanca opskrbe. Ekološka održivost će postati centralna točka inovacija u intermodalnom transportu. S porastom svijesti o klimatskim promjenama, tržište će sve više naglašavati ekološki odgovorne prakse. Električni i hibridni kamioni, upotreba obnovljivih izvora energije u intermodalnim terminalima te tehnologije koje smanjuju emisije postat će standard u naporima da se minimizira negativni ekološki utjecaj transporta. Također smanjenju negativnog učinka na okoliš doprinjet će i proširenje intermodalne mreže. S rastom intermodalnog prijevoza, očekuje se da će tvrtke proširiti trenutnu intermodalnu mrežu, pružajući širu pokrivenost i poboljšanu ponudu usluga kako bi zadovoljile sve veću potražnju za intermodalnim rješenjima [10].

6.2 Automatizacija i pametni gradovi

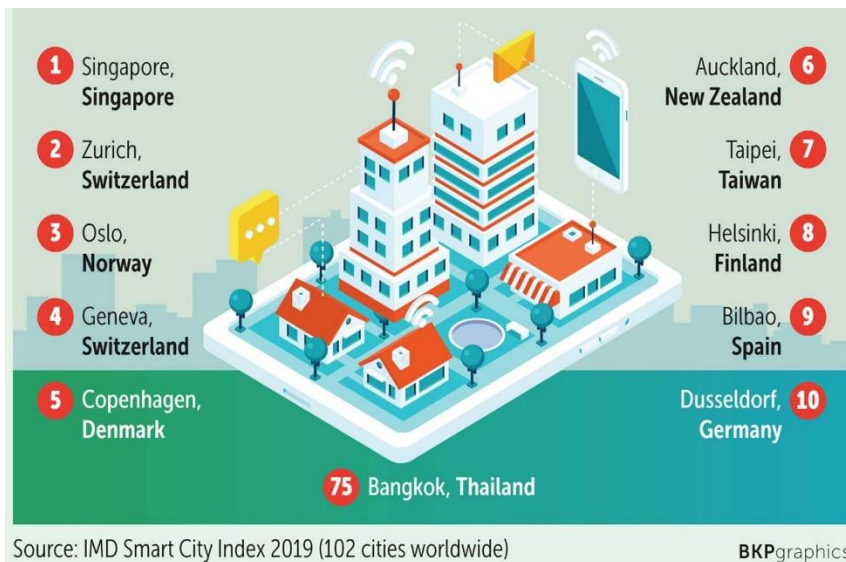
Osim ekološke održivosti veliku promjenu donijet će i automatizacija. Automatizacija će također biti ključna za budućnost intermodalnog transporta. Pametni terminali, autonomni vlakovi i druge inovacije u automatizaciji poboljšat će učinkovitost rukovanja teretom, smanjujući vrijeme utovara i istovara. Ovo će ne samo povećati brzinu isporuke već i smanjiti rizik od ljudskih pogrešaka. Intermodalni transport će biti sve više usmjeren ka stvaranju integriranih i povezanih sistema. Unapređenje interoperabilnosti između različitih modova transporta (cestovni, željeznički, vodeni, zračni) omogućit će fluidno kretanje tereta bez obzira

na prijevozno sredstvo. Globalni standardi i interoperabilne tehnologije olakšat će prijelaz između različitih faza putovanja robe [10].

Razvoj pametnih gradova također će utjecati na intermodalni transport. Gradovi će predstavljati ključnu ulogu u logistici, podržavajući inovacije u upravljanju prometom, energetici i infrastrukturi. Integracija intermodalnog transporta u pametne gradove doprinijeti će smanjenju gužvi, optimizaciji ruta i povećanju efikasnosti. Globalizacija trgovine nastavit će poticati potrebu za efikasnim intermodalnim transportom. Povezivanje različitih dijelova svijeta zahtijeva brze, pouzdane i ekološki održive logističke prakse. Budućnost intermodalnog transporta leži u pametnoj integraciji tehnologije, održivosti i efikasnosti. Kroz ove ključne faktore, intermodalni transport će imati ključnu ulogu u oblikovanju globalnog lanca opskrbe, pružajući održivo i povezano rješenje za transport robe širom svijeta [10].

Uz te sve buduće pretpostavke i planove vezane uz intermodalni transport, postoje razni primjeri i pretpostavke određenih tvrtki kako one zamišljaju svoju budućnost. Stoga, za primjer se mogu uzeti top 10 budućih trendova tvrtke InTek Freight and Logistics, a oni su [10]:

1. Povećana uporaba tehnologije
2. Održivost i ekološka prihvatljivost
3. Prijelaz na električne kamione
4. Prijelaz na kamione bez vozača
5. Usredotočenost na intermodalnu povezanost
6. Uspon digitalnih platformi
7. Širenje intermodalnih mreža
8. Razvoj specijaliziranih intermodalnih rješenja
9. Usredotočenost na isplativost
10. Poboljšanje opreme.



Slika 8. *Pametni gradovi*
Izvor: [11]

Na slici 8 nalazi se top 10 najpametnijih gradova iz 2019. godine koji se ističu i razlikuju od ostalih gradova razvijenijim i optimiziranijim prometnim sustavom, što im donosi brojna poboljšanja, prednosti i veće zadovoljstvo samih korisnika prometne infrastrukture.

7. ZAKLJUČAK

Razvoj intermodalnog transporta ključan je za suvremeni globalni logistički sustav. Kombinacija različitih transportnih sredstava poput cestovnog, željezničkog, pomorskog i zračnog prijevoza omogućava učinkovitije, ekonomičnije i ekološki prihvatljivije premještanje robe na velike udaljenosti. Analizom povijesnog razvoja, trenutnih izazova i budućih trendova, jasno je da intermodalni transport ima potencijal za daljnji razvoj i optimizaciju globalnog lanca opskrbe.

Tehnološke inovacije, poput automatizacije, telematike i digitalizacije, unapređuju intermodalni transport. Automatizacija povećava učinkovitost i preciznost, telematika omogućuje praćenje transporta u stvarnom vremenu, dok digitalizacija olakšava upravljanje dokumentacijom i komunikaciju unutar lanca opskrbe.

Ekološki aspekti intermodalnog transporta značajni su zbog smanjenja emisija stakleničkih plinova i optimizacije korištenja resursa.

Ipak, intermodalni transport suočava se s infrastrukturnim nedostacima, regulatornim ograničenjima i logističkim izazovima. Kontinuirana suradnja između vlada, privatnog sektora i međunarodnih organizacija ključna je za prevladavanje tih prepreka.

U budućnosti, očekuje se daljnji rast intermodalnog transporta potaknut tehnološkim inovacijama i trendovima prema održivom razvoju. Elektrifikacija vozila, razvoj autonomnih kamiona i širenje digitalnih platformi oblikovat će budućnost ovog načina prijevoza. Održiva rješenja postat će sve važnija, dok će se povezanost i integracija različitih transportnih sustava nastaviti razvijati.

Zaključno, intermodalni transport je ključni element globalnog logističkog sustava s velikim potencijalom za daljnji razvoj. Kroz ulaganje u tehnologiju, infrastrukturu i međunarodnu suradnju, intermodalni transport može značajno doprinijeti učinkovitosti, održivosti i konkurentnosti globalnog tržišta.

LITERATURA

1. Brnjac N, Roso V, Maslarić M, Tadić S: *Intermodalni sustavi u transportu i logistici*. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; Zagreb, 2022.
2. Donovan A. *Intermodal transportation in historical perspective*. [Pristupljeno 4. lipnja 2024.]
3. Sandberg Hanssen T, Mathisen T, Jorgensen F. *Generalized Transport Costs in Intermodal Freight Transport*. [Pristupljeno 4. lipnja 2024.]
4. Intermodalni prijevoz tereta.. Preuzeto s: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/intermodal-freight-transport-08-2023/hr/> [Pristupljeno 4. lipnja 2024.]
5. TMS Transportation. Preuzeto s: <https://www.tms-transportation.com/blogs/advantages-of-intermodal-transportation/> [Pristupljeno 4. lipnja 2024.]
6. Dawidowicz L, Stankiewicz S, Čiziuniene K, Matijošius J. *Factors influencing intermodal transport efficiency and sustainability*. [Pristupljeno 4. lipnja 2024.]
7. Ilak A. *Ekonomska opravdanost intermodalnog transporta*. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu;2017 [Pristupljeno 4. lipnja 2024.]
8. Tyroller L. *Challenges to intermodal transportation – a case study*. [Pristupljeno 4. lipnja 2024.]
9. Intermodal transportation. Preuzeto s: <https://www.visiwise.co/blog/intermodal-transportation/> [Pristupljeno 4. lipnja 2024.]
10. InTek Freight-Logistics. Preuzeto s: <https://blog.intekfreight-logistics.com/top-ten-future-trends-domestic-intermodal-shipping> [Pristupljeno 4. lipnja 2024.]
11. Pametni gradovi. Preuzeto s: <https://pametni-gradovi.eu/sastavnice-pametnog-grad/smart-projekti-gradovi/top-10-pametnih-gradova-u-svijetu/> [Pristupljeno 4. lipnja 2024.]

Popis slika

Slika 1. Kamion Dailmer iz 1896.....	3
Slika 2. Usporedba troškova intermodalnog i cestovnog prijevoza tereta	6
Slika 3. Udio narudžbi u usluzi intermodalnog transporta.....	12
Slika 4. Načini prijevoza u intermodalnim transportnim lancima	13
Slika 5. Rangiranje kriterija	14
Slika 6. Brod tvrtke Maersk Line	21
Slika 7. Union Pacific Railroad mreža u Americi	21
Slika 8. Pametni gradovi	25

Popis tablica

Tablica 1. Kriteriji odabrani za analizu	11
--	----

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 mogega 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 _____ Razvoj intermodalnog transporta na globalnoj razini _____, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, _____ 25.08.2024.

Ivan Gašparec

(ime i prezime, potpis)