Primjena suvremenih tehnologija u intermodalnom prijevozu

Krištofić, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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:119:067152

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mario Krištofić

PRIMJENA SUVREMENIH TEHNOLOGIJA U INTERMODALNOM PRIJEVOZU

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 28. ožujka 2019.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**
Predmet: **Integralni i intermodalni sustavi**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5088

Pristupnik: **Mario Krištofić (0135248685)**
Studij: Promet
Smjer: Cestovni promet

Zadatak: **Primjena suvremenih tehnologija u intermodalnom prijevozu**

Opis zadatka:

U radu će se prikazati cestovno-željezničke tehnologije. Objasniti će se kombinirani prijevoz i prikazati primjena suvremenih tehnologija u kombiniranom prijevozu.

Mentor:

Jasmina P. Škrinjar

izv. prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

PRIMJENA SUVREMENIH TEHNOLOGIJA U INTERMODALNOM PRIJEVOZU

USE OF CONTEMPORARY TECHNOLOGIES IN INTERMODAL TRANSPORT

Mentor: prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

Student: Mario Krištofić, 0135248685

Zagreb, rujan 2019.

SAŽETAK:

U ovom završnom radu tematike primjena suvremenih tehnologija u intermodalnom prijevozu definiran je intermodalni prijevoz, odnosno njegov razvoj, značajke, zadaća i funkcije. Objašnjen je pojedinačno cestovno-željeznički prijevoz tereta te koje se tehnologije upotrebljavaju s naglaskom na primjenu suvremenih tehnologija. Spomenut je jedan novi pojam koji je u današnjem transportu sve bitniji, a to je kombinirani prijevoz. Objašnjena je primjena suvremenih tehnologija u kombiniranom prijevozu te najvažnije tehnologije koje su unaprijedile pretovar u intermodalnom transportu, a to su paletizacija i kontejnerizacija. Detaljno je objašnjen CargoBeamer sustav za koji se može reći da predstavlja sam vrhunac suvremenih tehnologija u kombiniranom prijevozu.

KLJUČNE RIJEČI: intermodalni prijevoz; kombinirani prijevoz; cestovno željezničke tehnologije; *Huckepack* tehnologija; bimodalna tehnologija

SUMMARY:

In this final paper, themed the usage of modern technologies in intermodal transport, the term 'intermodal transport' is defined, which includes the definition of its development, features, tasks and functions. Road/rail transport is explained, as well as the technologies that are being used, with emphasis on the usage of modern technologies. A new term important for transport today is also mentioned and that is 'combined transport'. The implementation of modern technologies in combined transport is explained, as well as the most important technologies which enhanced transhipment in intermodal transport and those are palletizing and containerization. CargoBeamer system is detaily explained, for which could be said that represent high-end of modern technology in combined transport.

KEY WORDS: intermodal transport; combined transport; road rail technology; Huckepack technology; bimodal technology

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. RAZVOJ INTERMODALNOG PRIJEVOZA 2
2.1. Značajke intermodalnog prijevoza 3
2.2. Zadaća intermodalnog prijevoza 4
2.3. Funkcije intremodalnog transportnog lanca 5
2.4. Pojam intermodalnosti 6
2.4.1. Palete i paletizacija 8
2.4.2. Kontejnerizacija 10
3. PRIKAZ CESTOVNO–ŽELJEZNIČKIH TENOLOGIJA 13
3.1. Tehnologija A (RO-LA) 13
3.2. Tehnologija B - *Huckepack* 14
3.2.1. *Piggyback* 16
3.2.2. *Kengourou* 17
3.2.3. *Modalohr* 19
3.3. Tehnologija C - *Swap-body* 21
3.4. Tehnologija D - Bimodalna tehnologija 22
4. PRIMJENA SUVREMENIH TEHNOLOGIJA U KOMBINIRANOM PRIJEVOZU 24
4.1. Glavne podjele kombiniranog transporta 25
4.2. CargoBeamer 27
4.2.1. CargoBeamer – „teret budućnosti“ 29
4.2.2. Tehnologija CargoBeamer terminala 30
4.2.3. CargoBeamer vagoni i palete 32
5. ZAKLJUČAK 34
LITERATURA 36
POPIS KRATICA 40
POPIS SLIKA 41
POPIS TABLICA 42

1. UVOD

Intermodalni transport, a naročito kombinirani transport željeznicom i cestom, često se predstavlja kao perspektivno sredstvo kako bi se ublažio sve veći pritisak cestovnog teretnog prijevoza i zagušenja mreže. Tome najviše doprinosi intermodalni transport pomoću kojeg se u Europskoj uniji sve više tereta s ceste prebacuje na željeznice ili unutarnje plovne putove, dok se mali dio puta, odnosno početni i završni dio, obavlja s odgovarajućim cestovnim prometnim vozilom.

Pojavom i razvojem masovne proizvodnje i povećanjem robne razmjene povećavaju se i zahtjevi u razvitku prijevoznih, pretovarnih i skladišnih operacija. To uvjetuje i razvoj odgovarajućih transportnih sredstava koja su sastavni dio proizvodnog lanca određenog tehnološkog procesa. Zato se pretovar, kao ključni dio transportnog procesa, ne primjenjuje samo u lukama, riječnim pristaništima, željezničkim, cestovnim i zračnim čvorištima, već i u industriji, poljodjelstvu, građevinarstvu, metalurgiji, ljevaonicama, brodogradilištima, skladištima itd. Pretovar je zapravo tehnološki proces unutar svake prijevozne grane koji čini poseban oblik prijevoza za što se primjenjuju specifični tehnološki procesi uz upotrebu različitih vrsta i izvedbi pretovarnih sredstava.

Bez prometnog teretnog sustava ne bi mogli optimalno funkcionirati sustavi robne razmjene, gospodarstva i društvene reprodukcije jer je promet vrlo značajna gospodarska djelatnost. U današnje se vrijeme može reći da je tehnologija ključ za uspješan razvoj i poslovanje u prometno teretnom sustavu te da bi se održao korak s konkurencijom, mora se težiti njenom konstantnom poboljšanju, modernizaciji, rastu i razvoju.

Osim prilikom utovara robe na mjestu prozvodnje te istovaru na mjestu potrošnje, dodatna manipulacija teretom događa se i na mjestu susreta dviju prometnih grana zbog čega je bitno da tehnologija potrebna za odvijanje tih radnji bude što efikasnija. Cilj razvoja suvremene tehnologije je u što većoj mjeri ubrzati procese utovara, istovara i sortiranja tereta, a u isto vrijeme da oni budu što jeftiniji, sigurniji i kvalitetniji. Svrha suvremenih tehnologija obuhvaća i održivi prometni sustav, efikasniji prijevoz, manje zagađenje, veću sigurnost prijevoznog sustava i dr.

Ovaj završni rad strukturiran je od pet poglavlja. Nakon uvoda, drugo poglavlje opisuje razvoj intermodalnog prijevoza. U trećem poglavlju su obuhvaćene vrste cestovno-željezničkih tehnologija te su pojedinačno prikazane. U četvrtom poglavlju opisuju se glavne podjele kombiniranog prijevoza te detaljno CargoBeamer tehnologija. Ona pruža mogućnost uspostave učinkovitih i konkurentnih usluga kombiniranog prijevoza koje su ekološki prihvatljivije u odnosu na cestovni prijevoz. Zadnje poglavlje je zaključak.

2. RAZVOJ INTERMODALNOG PRIJEVOZA

Razvoj intermodalnog prijevoza važan je dio općenitog razvoja transportnog tržišta te samog gospodarstva s obzirom na mogućnosti koje intermodalni prijevoz pruža. Glavni je cilj intermodalnog prijevoza ublažiti sve veći pritisak cestovnog teretnog prijevoza koji dovodi do zagušenja cestovnih mreža.

Intermodalni prijevoz (slika 1.) ima više različitih nazivlja i definicija, a jednu od njih odredila je Konvencija o intermodalnom transportu. Na temelju posebne rezolucije Generalne skupštine Ujedinjenih naroda (UN), UNCTAD je sazvao Međunarodnu konferenciju u Ženevi. U svibnju 1980. 86 zemalja usvojilo je Konvenciju UN-a o međunarodnom intermodalnom transportu. Konverencija UN-a o međunarodnom intermodalnom transportu u čl.1. st. 1. definira pojam intermodalnog prijevoza: „prijevoz robe s pomoću najmanje dva različita načina prijevoza na osnovi ugovora o intremodalnom prijevozu iz mjesta u državi u kojoj je poduzetnik intermodalnog prijevoza preuzeo robu do mjesta određenog za isporuku robe koje je u drugoj državi.“ [1]

Ekonomska komisija za Europu Ujedinjenih naroda potvrdila je definiciju Međunarodnog foruma za transport i definira intermodalni prijevoz kao „kretanje dobara u jednoj i jedinstvenoj prijevoznoj jedinici ili cestovnom vozilu koji uspješno koristi dva ili više načina prijevoza, bez micanja dobara kod promjena načina prijevoza“. Nadalje, u hrvatskoj znanosti i praksi prihvaćena je sljedeća definicija za intermodalni transport: „Intermodalni transport podrazumijeva transport robe uz primjenu dva ili više transportnih modova i teretnih jedinica, cijelog ili dijela cestovnog vozila, bez istovara ili pretovara. Intermodalni transport je sustav koji podrazumijeva transport robe od vrata do vrata uz primjenu najmanje dva transportna moda i bez promjene transportnog moda kao što su kontejneri, izmjenjivi transportni sanduci, dijelovi ili kompletna vozila.“[2] Razlog donošenja različitih definicija bilo je različito shvaćanje pojedinih termina, kao i standardiziranje nazivlja za političare, tehničko osoblje i operatore te za sve sudionike intermodalnog prijevoza.

[1] Božičević, D, Suvremene transportne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2002., p. 12., 13.
[2] Brnjac, N.:Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 68.



Slika 1. Intermodalni prijevoz
Izvor: http://www.themeditelegraph.com/en/transport/2018/10/03/hupac-more-services-from-italy-PaXvYFNvMP1jWjQNplVljK/index.html (19. 07. 2019.)

Za jednostavnije razumijevanje intermodalnog prijevoza potrebno je definirati pojmove prometa i prijevoza koji su povezani s intermodalnim prijevozom. Pojam prometa u širem smislu obuhvaća prometnu infrastrukturu (putovi, prometnice), prijevozna sredstva (vozila, brodovi, letjelice,vlakovi…), energiju, organizaciju, osoblje i dr., a u užem smislu djelatnost koja pomoću prometne infrastrukture i prometne suprastrukture omogućuje proizvodnju prometne usluge - naziva se prijevoz.

2.1. Značajke intermodalnog prijevoza

Prednost intermodalnog transporta je ta što omogućuje u jednome putovanju kombinaciju specifičnih prednosti svake transportne grane, ponajprije fleksibilnost cestovnog prijevoza, veliki kapacitet željeznice i niske troškove prijevoza unutarnjim plovnim putovima i morem, na najbolji mogući način.

Značajke intermodalnog prijevoza su da robu, odnosno prijevozni supstrat prevozi u standardiziranoj prijevoznoj jedinici kao što su kontejner, cestovna prikolica, kompletna cestovna vozila koji su prikazani na slici 2., 3. i 4. U procesu prijevoza moraju sudjelovati najmanje dvije prometne grane. Pretovar prijevoznih jedinica vrši se bez pretovara sadržaja pomoću suvremene pretovarne mehanizacije. Veći dio prijevoznog puta odvija se željeznicom, unutarnjim plovnim putovima ili pomorskim putom. Nastoji se da se teret kreće cestom što kraće - samo odvoz, dovoz od terminala do daljnjeg korisnika - upravo zato da bi se ublažio sve veći pritisak cestovnog prometa na prometnu mrežu.



Slika 2. Kontejner
Izvor: https://hr.ilovevaquero.com/domashniy-uyut/18476-20-futovyy-konteyner-razmery-vidy-osobennosti.html (23. 07. 2019.)



Slika 3. Cestovna prikolica
Izvor: https://www.moja-djelatnost.hr/poluprikolice-i-prikolice-sesvete-zagreb/schwarzmuller-croatia-doo/MMx9HnRN (23. 07. 2019.)



Slika 4. Kamion s prikolicom
Izvor: https://www.cnbc.com/2015/03/13/investing-in-transports-intermodal-part-of-freight-business-is-flourishing.html (23. 07. 2019.)

Intermodalni prijevozni sustrav mora biti:

- gladak - prepreke pri razmjeni na čvorištima moraju biti minimizirane
- siguran – promet dobara mora biti točan i neoštećen
- raspoloživ – usluge „od vrata do vrata“ moraju biti dostupne 24/7 po cijeloj Europi
- dostupan – kupci se zaustavljaju na jednom mjestu
- siguran – robu daje onima koji ispunjavaju uvjete za to
- trajan – završen do kraja te uspostavljena dobra ravnoteža između troškova i postizanja zajedničkih ciljeva kompanija
- odgovoran – kupac ima sklopljen ugovor s jednim izvođačem koji je odgovoran za neometano odvijanje prijevoza
- povoljan – intermodalni je prijevoz u položaju da ponudi konkurentske cijene kupcima te dovoljno profita za gospodarske tvrtke i investitore
- transparentan – svi ulagatelji razumiju povezanost između javnih troškova i tržišnih cijena.[3]

2.2. Zadaća intermodalnog prijevoza

Intermodalni se prijevoz razvio zbog povećanja robnih tokova i održivog razvoja. Ulaganjem u intermodalni prijevoz nastoji se smanjiti moć cestovnog transporta, odnosno uključiti ostale prijevozne modove u transport robe. Još jedna zadaća intermodalnog prijevoza je da se smanje ukupni troškovi transporta.

[3] Vučurević, S. Intermodalni transport u Europskoj uniji (diplomski rad). Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet. 2013. (pristupljeno 23. 07. 2019.) Dostupno na: https://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.LMPP/181-2013.pdf

Glavne zadaće očituju se u uklanjanju sistemskih nedostataka željezničkog teretnog prijevoza kao što su neelastičnost, krutost i nemogućnost otpreme od vrata do vrata. Spajanje komperativne prednosti željezničkog i cestovnog teretnog prijevoza u optimalnu cjelinu korisnika prijevoza odnosi se na:

- željezničke prednosti: velike udaljenosti, masovni prijevoz
- cestovne prednosti: fleksibilni dostavni kamionski prijevoz od terminala do vrata.

Još jedna od bitnih zadaća intermodalnog prijevoza je zaštita okoliša, ušteda energije te smanjenje eksternih troškova koji su posljedica transportnih djelatnosti.[4]

2.3. Funkcije intremodalnog transportnog lanca

Funkcije intermodalnog transportnog lanca sastoje se od sljedećih elemenata:

KOMPOZICIJA

Postupak prikupljanja i združivanja (konsolidacije) tereta na terminalu koji pruža intermodalno sučelje između lokalnog/regionalnog distibucijskog sustava i nacionalnog/međunarodnog distribucijskog sustava. U idealnom slučaju roba različitih dobavljača združuje se u centru kako bi se mogla dalje otrpremiti transportnom granom velikog kapaciteta poput željeznice ili pomorskog prijevoza. Kako cestovni prijevoz nudi veliku fleksibilnost u usluzi od vrata do vrata, ujedno predstavlja i dominantnu granu na kopnu. U postupku kompozicije uključene su i usluge pakiranja i skladištenja koje su usko povezane s funkcijom proizvodnje.[5]

POVEZIVANJE

Općenito povezivanje može se definirati kao združene robne tijekove različitih transportnih grana kao što su željeznica ili kontejnerski brod, a mogu se koristiti i kolone kamiona, odnosno tegljača s poluprikolicom između barem dva terminala na području nacionalnog ili internacionalnog distribucijskog sustava. Efikasnost veze uglavnom proizlazi iz ekonomije razmjera kao što su post-panamax kontejnerski brodovi ili plato vagoni na koje se mogu utovariti po dva kontejnera. Predstavlja ujedno i jedan od najvažnijih ciljeva *Huckepack* tehnologije, a odnosi se na povezivanje cestovnog i željezničkog prijevoza na brz, racionalan i siguran način bez pretovara tereta cestovnog vozila na željeznički vagon te obrnuto s željezničkih vagona na cestovno vozilo.

[4] Vučurević, S. Intermodalni transport u Europskoj uniji (diplomski rad). Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet. 2013. (pristupljeno 23. 07. 2019.) Dostupno na: https://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.LMPP/181-2013.pdf

[5] Antonini, N.: Informacijski sustavi u intemodalnom kontejnerskom prijevozu, Pomorski fakultet, Rijeka 2008., p. 53.

IZMJENA

Izmjena, odnosno promjena transportne grane najvažnija je intermodalna funkcija i odvija se na terminalu koji treba osigurati učinkoviti kontinuitet unutar transportnog lanca. Ovi su spomenuti terminali (željezničko-cestovni i pomorski) dominantni u okviru nacionalnih i internacionalnih distributivnih robnih centara, a s lukom kao najistaknutijim primjerom.

DEKOMPOZICIJA

Dekompozicija ili razdvajanje događa se kada roba stigne na terminal blizu odredišta tako što se roba razdvaja na manje pošiljke za transfer do lokalnih ili regionalnih robno distributivnih centara. Funkcija dekompozicije povezana je s funkcijom potrošnje.

2.4. Pojam intermodalnosti

Europska komisija primijenila je širi termin intermodalnosti koji obuhvaća sve aspekte upotrebe različitih transportnih grana u pružanju usluge „od vrata do vrata“.

Intermodalnost je karakteristika transportnog sustava koji dopušta da se upotrijebe barem dvije različite transportne grane na jedan integrirani način u transportnom lancu „od vrata do vrata“. Dodatno je i pokazatelj kvalitete stupnja integracije između različitih transportnih grana. Dakle, više intermodalnosti znači i više integracije i komplementarnosti između transportnih grana što daje djelokrug za efikasniju upotrebu transportnih sustava.

Intermodalnost je indikator kvalitete na razini integracije između različitih načina prijevoza: više intermodalnosti znači veću integraciju i komplementarnost između načina rada koja osigurava prostor za efikasnije korištenje transportnog sustava. Ekonomska osnova za intermodalnost je da oblike prijevoza, u kojima se individualno prikazuju povoljne gospodarske i eksploatacijske karakteristike, može integrirati u transportni lanac „od vrata do vrata“ kako bi se poboljšala učinkovitost prometnog sustava. Integracija između sustava treba se održati na razini infrastrukture i druge opreme (npr. teretne jedinice, vozila, informacijski sustavi), usluga za poslovanje i kontrole uvjeta.

Intermodalnost nije vezana za specifične transportne sisteme. Predstavlja rezultat trgovine i transporta gdje željeznica, vodeni, cestovni i zračni promet traže načine za optimizaciju sustava u cjelini. Osim toga, oni su podržani s raznim naprednim informacijskim i komunikacijskim uslugama. Na razini prijevoza novih usluga, informacijska i komunikacijska tehnologija poboljšat će korištenje postojećih kapaciteta.

Intermodalnost se ne odnosi na forsiranje specifičnog transportnog sustava. Poboljšanjem veza između transportnih sustava te integriranjem istih u jedan sustav,

intermodalnost omogućava bolju iskorištenost željeznice, unutarnjih plovnih putova te priobalne plovidbe. Intermodalnost je, stoga, komplementarna s drugim prometnim politikama EU-a kao što su liberalizacija tržišta prijevoza i razvoj Trans-European Transport Networka (TEN-T).

Promoviranjem principa intermodaliteta, EU nastoji ostvariti integraciju različitih prometnih sektora u efektivne logističke lance kako bi se sektori optimalno koristili te kako bi se smanjili prometni zastoji. Radi promicanja inovativnih rješenja, za to je područje otvoren od 2003. europski financijski program „Marco Polo".

Intermodalnost omogućava uštedu u transportnom sustavu gdje su pojedine vrste transporta iskorištene na najproduktivniji način. Usavršena tehnologija premještanja tereta s jedne na drugu vrstu transporta olakšala je intermodalni pretovar. Uz automatizaciju i mehanizaciju pretovara važno unapređenje u kontekstu intermodalnosti je i prilagođavanje tereta pretovarnoj mehanizaciji. Osnovni je cilj da efikasnost prijevoza „od vrata do vrata" ne bude ugrožena vremenskim gubitcima u prelasku s jedne na drugu vrstu transporta.

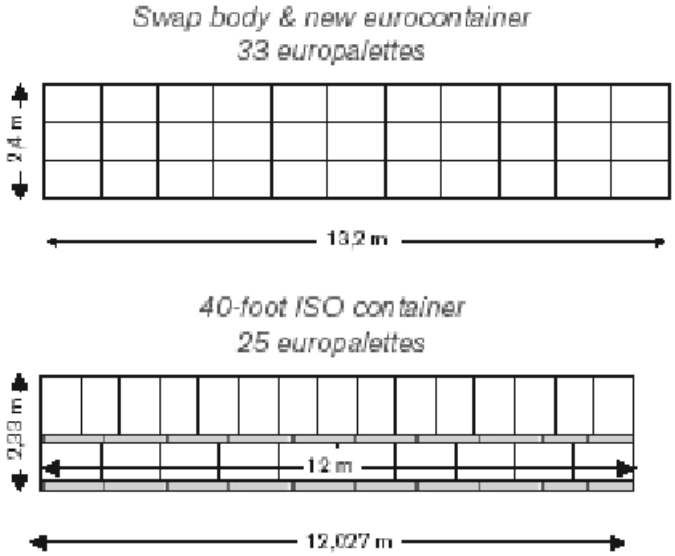
Najvažnije tehnologije koje su unaprijedile pretovar u intermodalnom i transportu uopće su:

1. paletizacija
2. kontejnerizacija (dimenzije euro i 40' kontejnera prikazane su na slici 5.)
3. tehnike kombiniranja vrsta prijevoza (prometna sredstva za prijevoz drugih prometnih sredstava).

S ciljem povećanja efikasnosti transportnih lanaca javila se inicijativa za formiranjem „Euro kontejnera", odnosno Europske intermodalne teretno-manipulativne jedinice (eng. European Intermodal Loading Unit-EILU) po principu „jedan boks za sve transportne oblike" – predstavlja izmjenjivi transportni sanduk:

- kompatibilan s cestovnim, željezničkim, riječnim transportnim sredstvima i brodovima za kratku pomorsku plovidbu
- posjeduje mogućnost slaganja „jedan na drugi" i to najmanje četiri jedinice u visinu
- može se pretovarati vertikalnim načinom pretovara
- dimenzija optimiziranja za euro palete.[6]

[6] Vučurević, S. Intermodalni transport u Europskoj uniji (diplomski rad). Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet. 2013. (pristupljeno 23. 07. 2019.) Dostupno na: https://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.LMPP/181-2013.pdf



Slika 5. Dimenzije eurokontejnera i 40' kontejnera

Izvor: Vasilis Vasiliauskas, A.,Bazaras, D. Analysis of problems with containers as intermodal loading unit Transport and Telecommunication 7(2), p. 232. - 239., 2006.
Dostupno na: https:// www.researchgate.net/figure/Comparison-of-loading-capacity-between-EILU-40-ft-ISO-container_fig1_267698639 (24. 07. 2019.)

2.4.1. Palete i paletizacija

Paletizacija je skup organizacijski povezanih sredstava za rad i tehnoloških postupaka za automatizirano manipuliranje i transport okrupnjenim jedinicama tereta od sirovinske baze do potrošača. Sustav paletizacije najpotpunije povezuje pojedinačne komadne terete u okrupnjenim jedinicama tereta i omogućuje uspostavljanje neprekidnog lanca svih sudionika od sirovinske baze do potrošača. Paletizacija je prva suvremena transportna tehnologija koja se u tijeku 100-godišnjeg razvoja afirmirala u gotovo svim zemljama svijeta.[7]

Ciljevi paletizacije su sljedeći: vremensko skraćenje prijevoza, vremensko skraćenje pretovara, okrupnjavanje tereta – komadne robe, povećanje sigurnosti prijevoza robe, smanjenje skladišnih površina i bitno reduciranje ili čak eliminiranje rada čovjeka pri manipuliranju pretovarnim jedinicama.

Paleta je specijalno izrađena i najčešće drvena podloga na koju se po stanovitim pravilima slažu komadni tereti (npr. kartoni, sanduci, vreće, bale, gajbe, bačve, role, košare i sl. s teretom) radi oblikovanja većih standardiziranih teretnih jedinica kojima se sigurno, jednostavno, brzo i racionalno manipulira.[8]

S prometno-tehničkog motrišta paleta je suvremeno transportno sredstvo, a s prometno-tehnološkog to je transportna jedinica koja s drugim odgovarajućim transportnim

[7] G. Petek. Suvremene tehnologije transporta (završni rad). Koprivnica: Sveučilište Sjever. 2018. (pristupljeno 29. 07. 2019.) Dostupno na: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:213610
[8] Zelenika, R..: Suvremeni transportni sustavi., Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet u Rijeci, 1995., p. 117.

sredstvima omogućuje uspostavljanje transportnog lanca.[9] Na slici 6. prikazana je interakcija paleta i subjekata.



Slika 6. Interakcija paleta i subjekata
Izvor: Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 108.

Viličar kao manipulacijsko sredstvo kojim se utovara, istovara, pretovara i prenosi roba smještena na paleti nema alternative s obzirom na dosadašnji razvojni sustav tehnologije prometa. Paleta bi bila samo vagon bez lokomotive da nema viličara. Vilica se uvlači u otvore palete i onda se ona može dizati i prenositi.

Postoje više raznih vrsta i tipova viličara (slika 7.). S obzirom na vrstu pogona postoje viličari s pogonom na plin, elektromotorni, viličari s Ottovim motorom i viličari s dieselskim motorom. Radna sposobnost klasičnih viličara je do 50 kN, a postoje i viličari (najveći na svijetu) nosivosti 1200 kN.

S obzirom na manipulaciju viličari se dijele na :

- vodoravne s pomičnom vilicom
- bočne s bočnom vilicom, a teleskopom se obavlja uvlačenje i izvlačenje vilica
- opkoračne s raširenim kotačima, a vilica se nalazi gore između kotača.[10]

[9] Brnjac, N.:Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p.107., 108.
[10] Božičević, D, Suvremene transportne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2002., p. 45., 46.



Slika 7. Razne vrste viličara
Izvor: https://www.everysingletopic.com/pros-and-cons-of-using-different-types-of-forklift-trucks/ (29. 07. 2019.)

2.4.2. Kontejnerizacija

Kontejnerizacija je tehnologija prijevoza robe u kontejnerima primjenom suvremenih sredstava manipulacije, a predstavlja najsloženiji oblik integralnog transporta jer omogućuje odvajanje tereta od transportnog sredstva pomoću kontejnera. Na slici 8. prikazane su razne vrste kontejnera koje su danas u upotrebi.



Slika 8. Vrste kontejnera
Izvor: Brnjac, N.:Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012.

Prednosti kontejnerizacije su sljedeće:

- kontejner kao transportna jedinica koja se pretovara s jedne prometne grane na drugu, odnosno s jednog prometnog sredstva na drugo (nema pretovara robe pri izmjeni transportnog sredstva)
- teret u postupak dolazi samo dvaput i to pri utovaru i istovaru čime se smanjuje mogućnost oštećenja pri manipulaciji
- veća zaštićenost robe prilikom transporta
- smanjuju se početni i završni troškovi
- brži obrt transportnih sredstava
- bolje korištenje željezničkih vagona formiranjem izravnih kontejnerskih vlakova.

Da bi se postigli ti ciljevi mora se upoznati s dimenzijama, gustoćom, vlastitom masom kontejnera i uvjetima koje kontejneri moraju zadovoljavati. Prema namjeni kontejneri se dijele na univerzalne i specijalne, prema veličini na male (zapremnine 1 - 3 m^3, nosivosti 1 - 3 t), srednje (zapremnine 3 - 10 m^3, nosivosti 3 - 5 t) i velike (zapremnine 10 - 60 m^3, nosivosti 5 - 30 t).[11] U nastavku se nalazi tablica 1. koja prikazuje dimenzije kontejnera ovisno o nosivosti.

Tablica 1. Dimenzije kontejnera ovisno o nosivosti

Kategorija, stopa	Dimenzije, metar			Volumen, m^3	Nosivost, tona
	Duljina	Širina	Visina		
10	3,06	2,44	2,44	18	10
20	6,09	2,44	2,44	36	20
30	9,12	2,44	2,44	54	25
40	12,19	2,44	2,44	72	30
60	18,36	2,44	2,44	108	50

Izvor: Božičević, D., Kovačević, D.: Suvremene transportne tehnologije, FPZ, Zagreb, 2002.

Sredstva za pretovar kontejnera dijele se na:

- pokretno pretovarna sredstva
- portalne kranove i prijenosnike.

[11] Brnjac, N.:Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 110. - 117.

Pokretno pretovarna sredstva mogu izvoditi utovar, istovar, pretovar i prijenos kontejnera. To su viličari i dizalice, odnosno hvatači i prijenosnici (slika 9. i 10.) različitih dimenzija i sposobnosti dizanja koji imaju neograničeno područje kretanja.[12]



Slika 9. Kontejnerski prijenosnik malog raspona
Izvor: https://www.konecranesusa.com/equipment/container-handling-equipment/straddle-carriers (29. 07. 2019.)



Slika 10. Prijenosnik velikog raspona
Izvor: http://m.cnoverheadcrane.com/gantry-crane/double-girder-gantry-crane/container-gantry-crane.html (29. 07. 2019.)

[12] Marković, I.: Integralni transportni sustavi i robni tokovi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1990., p. 37.

3. PRIKAZ CESTOVNO–ŽELJEZNIČKIH TENOLOGIJA

Glavni razlozi razvoja različitih cestovno-željezničkih tehnologija mogu se pronaći u odnosu korisne i vlastite mase željezničkih vagona i tovarno-manipulativne jedinice te u načinu pretovara, odnosno potrebi za opremanjem terminala za horizontalni i vertikalni pretovar. [13]

Cestovno–željezničke tehnologije dijele se na četiri skupine: A, B, C i D. Glavne razlike kod tih tehnologija odnose se na primjenu pretovara koji može biti horizontalni i vertikalni. Tako se za tehnologije A, B i D primjenjuje horizontalni pretovar, a kod tehnologija B i C vertikalni pretovar.

Može ih se podijeliti u dvije grupe:

1. praćeni prijevoz – prijevoz kompletnih cestovnih vozila
    - tehnologija A – pokretne autoceste (RO-LA)
2. nepraćeni prijevoz – prijevoz dijelova cestovnih vozila
    - tehnologija B – prijevoz prikolica i sedlastih poluprikolica
    - tehnologija C – prijevoz izmjenjivih kamionskih sanduka
    - tehnologija D – bimodalne tehnologije (SEMI RAIL – poluvlak).

3.1. Tehnologija A (RO-LA)

Tehnologiju A (slika 11.) još nazivaju i tehnologijom pokretne autoceste (njem. *Rollande Landrstrasse* ili skr. RO-LA u značenju „kotrljajuća cesta“ – taj se izraz često upotrebljava u njemačkom govornom području) jer je bit te tehnologije u prijevozu kompletnih cestovnih vozila s teretom na željezničkim vagonima. Vozači cestovnih vozila za vrijeme prijevoza njihovih vozila željeznicom se odmaraju ili spavaju u odgovarajućim vagonima koji su u sastavu istog vlaka. U odredišnom kolodvoru oni preuzimaju svoja vozila i voze ih do mjesta istovara ili pretovara tereta. Kod te tehnologije „bez vozača“ cestovna teretna vozila se u otpremnom kolodvoru predaju špediteru ili filijali dotičnog cestovnog prijevoznika ili njegovom korespodentu koji organiziraju prijevoz tih vozila uključujući i „druge“ vozače koji preuzimaju cestovna vozila u odredišnom kolodvoru i voze do mjesta istovara ili prema potrebi do drugog mjesta *Huckepack* terminala.

Postoji i tehnologija A naglavačke koja se ostvaruje pomoću specijalnih cestovnih prikolica (tzv. transportera) namijenjenih za prijevoz željezničkih teretnih vagona. Te cestovne prikolice imaju spušteni pod na kojem su ugrađene željezničke tračnice i veći broj osovina (najmanje četiri, a najčešće osam). Utovar željezničkih teretnih vagona na cestovne

[13] Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 165.

prikolice obavlja se pomoću fiksnog ili prenosnog vitla i posebnog vučnog cestovnog vozila. Prijelaz željezničkog teretnog vagona na specijalnu cestovnu prikolicu omogućava prelazna rampa ili prelazni most koji se nalazi na kraju željezničkog kolosjeka. [14]



Slika 11. Tehnologija A (RO-LA)
Izvor: https://de.wikipedia.org/wiki/Rollende_Landstra%C3%9Fe#/media/Datei:RoLa_Loetschberg.jpg (03. 09. 2019.)

3.2. Tehnologija B - *Huckepack*

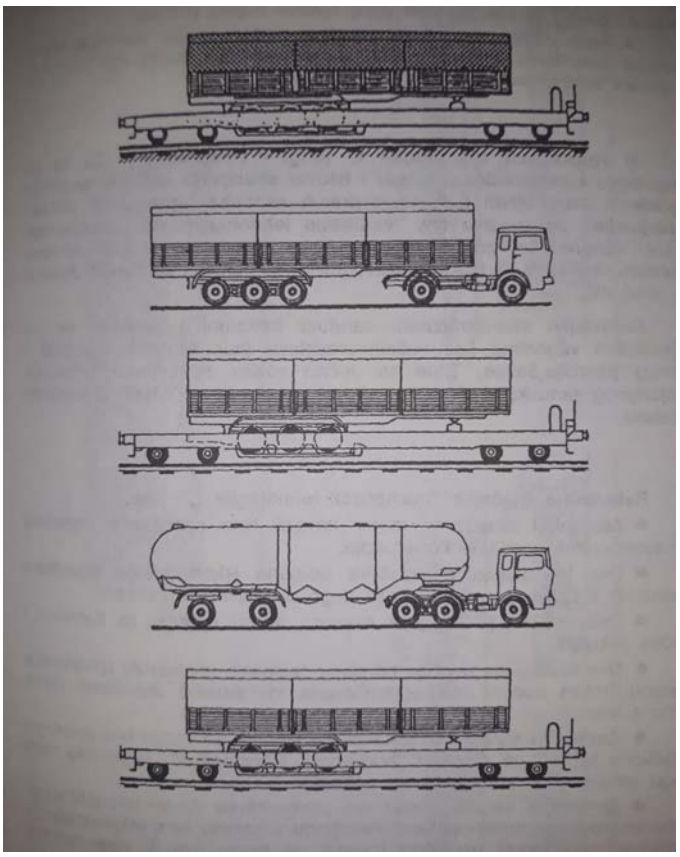
Naziv ove tehnologije prijevoza dolazi od njemačke riječi *Huckepack tragen* – nositi na leđima (uprti prijevoz). Analogno tome jest *PiggyBack* na engleskom i *Kangourou* na francuskom govornom području. To je zapravo prijevoz cestovnih vozila zajedno s njihovim teretom na željezničkim vagonima. Međutim, u Republici Hrvatskoj se *Huckepack* tehnologija (slika 12.) malo koristi. Razlozi slabog korištenja mogu se ponajprije naći u nedostatku opreme, u prvom redu vagona sa spuštenim podom, tj. niskopodnih vagona i utovarno–istovarne tehnike. Niskopodni vagoni potrebni su zbog slobodnog profila željezničke pruge, a suvremeni manipulatori (portalne dizalice) za brzi utovar i istovar. Prema iskustvu drugih zemalja, uglavnom se radi o dva načina utovara i istovara cestovnih vozila na željezničke vagone: vertikalnom i horizontalnom. Vertikalna je tehnologija utovar i istovar cestovnih prikolica i poluprikolica te izmjenjivih kamionskih sanduka s pokretnom dizalicom, slično

[14] Zelenika, R..: Suvremeni transportni sustavi., Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet u Rijeci, 1995., p. 192.,196.

kao kod kontejnera. Horizontalna tehnologija utovara tereta obuhvaća prevlačenje ili povlačenje tereta smještenog na kotačima.[15]

Utovar i istovar može se obavljati na dva načina i to: pri utovaru vozač upravlja poluprikolicom ili prikolicom unatrag (unatražnom vožnjom) preko specijalne utovarne rampe na željeznički vagon, a pri istovaru postupak je obrnut. U tom se slučaju utovar i istovar obavlja po sustavu tzv. horizontalne tehnologije. Ako se pak utovar i istovar poluprikolice ili prikolice ne može obaviti horizontalno, to će se učiniti posebnom dizalicom po sustavu tzv. vertikalne tehnologije.

U tom se sustavu ne koriste posebna vučna sredstva. Time se ostvaruju povoljniji odnosi između tzv. mrtve mase i korisne nosivosti nego kod tehnologije A tako da taj odnos u pravilu iznosi 40 : 60. Odvajanjem vučnog sredstva (tegljača, traktora) od poluprikolice ili prikolice znatno smanjuje troškove vezanog kapitala za vrijeme prijevoza tih transportnih jedinica na željezničkim vagonima. Vozači cestovnih vozila (poluprikolica i/ili prikolica) ne prevoze se zajedno s njima što znatno smanjuje troškove eksploatacije u cestovnom prometu.[16]



Slika 12. Tehnologija B - *Huckepack*
Izvor: Zelenika, R..: Suvremeni transportni sustavi., Sveučilište u Rijeci,Ekonomski fakultet u Rijeci, 1995., p. 199.

[15] Brnjac, N.: Model razvoja kombiniranog transporta u Republici Hrvatskoj [Magistarski znanstveni rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanost: 2005.
[16] Zelenika, R..: Suvremeni transportni sustavi., Sveučilište u Rijeci,Ekonomski fakultet u Rijeci, 1995., p. 198.

Teretne jedinice u *Huckepack* transportu čije su karakteristike prikazane u tablici 2. su sljedeće:

I. cestovna teretna vozila do 18 m
II. sedlasta vozila do 15 m dužine
III. izmjenjivi transportni sanduci – predstavljaju tovarni prostor cestovnog vozila bez šasije.[17]

Tablica 2. Karakteristike teretnih jedinica u *Huckepack* transportu

KLASA	DUŽINA (mm)	ŠIRINA (mm)	VISINA (mm)
A	12.192 – 13.600	2.550	2.670
B	9.000 – 9.200	2.500	2.670
C	7.150 – 7.820	2.550	2,670

Izvor: Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 166.

3.2.1. *Piggyback*

Još jedan od naziva koji se koristi za *Huckepack* tehnologiju je *Piggyback*. Potreba za piggybackom pojavila se pedesetih godina prošlog stoljeća kada su se troškovi međunarodne trgovine „probili kroz krov". Visoki troškovi opskrbe oceanom smanjili su količinu robe koju su SAD uvozile i izvele, ali ubrzo su ljudi počeli shvaćati korist korištenja više standardiziranih metalnih kontejnera za otpremu robe, sličnih onima koje je američka vojska koristila tijekom Drugog svjetskog rata. Ovi metalni spremnici mogli su se utovariti i istovariti mnogo brže - smanjujući troškove rada - i bili su mnogo sigurniji što je pomoglo u smanjenju oštećenja i krađe. Korištenjem metalnih kontejnera za smanjenje troškova, tvrtke su mogle isporučiti robu širom svijeta po mnogo nižim cijenama. Ne samo da je utjecalo na oceanske prijevoznike, već je utjecalo i na industriju kamiona i željeznice. Metalne kontejnere bilo je moguće istovariti s broda i izravno postaviti na kamionsku prikolicu ili na tovarnu površinu vagona, a zatim prevesti do krajnjeg odredišta.[18]

Vezano za cestovno-željeznički prijevoz *Piggyback* se koristi u SAD-u i Kanadi za prijevoz svih vrsta cestovnih teretnih vozila. Specifično je za tu tehnologiju da je u SAD-u 50 % svih prijevoznika na rastojanjima većim od 1300 km, a to je zbog toga jer se smatra da je na udaljenosti većoj od 1000 km ekonomičnije korištenje željezničkog transporta.

U SAD-u su uvedena specijalna plato kola dužine 21,7 m za prijevoz prikolica i

[17] Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 165.,166.
[18] *Piggyback* (transportation) Preuzeto sa: https://scmwiki2012.wordpress.com/p-2/piggyback-transportation/ (07. 08. 2019.)

kontejnera. Najveći terminal Corwith Yard nalazi se u Chicagu i pripada željeznicama Santa Fe (u toku jedne godine obradi se 400.000 poluprikolica ili kontejnera).[19]

Općenito se *Piggyback* tehnologija može razvrstati u dvije skupine:

- TOFC (eng. *Trailers On Flat Cars*) - kamionske poluprikolice utovaruju se na željezničke vagone (slika 13.)
- COFC (eng. *Containers On Flat Cars*) - postavljanje dva kontejnera na jedan željeznički vagon uz neznatno povećanje troškova, povećan je kapacitet vagona za prijevoz tereta.[20]



Slika 13. *Piggyback* – TOFC
Izvor: https://www.thesprucecrafts.com/modeling-tofc-trailer-on-flatcar-trains-2382499 (07. 08. 2019.)

3.2.2. *Kengourou*

Za *Huckepack* tehnologiju B Francuska Republika koristi naziv *Kengourou*. Ondje cestovno-željezničkim prijevozom upravlja NOVATRANS koja trenutno raspolaže s preko 80 % njenog prometa (izraženog u tonama - kilometrima) koristeći takozvani *Kengourou* sistem. Belgijske, nizozemske i talijanske željeznice koriste ovaj sistem u povezanosti s francuskom.

Mjere ograničenja kod željezničkog utovara zahtijevaju odgovarajuću prilagodbu cestovnih vozila i vagona. U slučaju francuske *Kengourou* tehnike, koja postoji od 1959. godine, cestovna vozila zahtijevaju relativno male prilagodbe, dok se vagoni koji se koriste u toj tehnici poprilično razlikuju od konvencionalnih vagona.

Poluprikolica korištena u *Kengourou* prijevozu mora biti prilagođena na sljedeći način: okrugla glava spojke smještena je na prednjoj strani kako bi spojila poluprikolicu s traktorom namijenjenim za cestovno-željeznički prijevoz; registarska tablica i stražnji branici moraju biti uvlačivi; standardne poprečne grede na postolju cestovnih vozila također su

[19] Brnjac, N.: Predavanje, Autorizirana predavanja iz kolegija Integralni i intermodalni transportni sustavi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019. Dostupno na: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/predavanje_3_(3).pdf (30. 08. 2019.)
[20] *Piggyback* (transportation) Preuzeto sa: https://scmwiki2012.wordpress.com/p-2/piggyback-transportation/ (07. 08. 2019.)

zamijenjene posebnim gredama dizajniranima kako bi omogućile precizno upravljanje i usmjeravanje poluprikolice na vagonu koji ju prevozi; na neko vrijeme i bočni su zidovi bili prilagođeni za dizanje kukom.

Trenutno postoje tri vrste vagona koji se koriste za prijevoz poluprikolica po *Kengourou* sistemu:

- dvoosni vagon starog tipa izrađen između 1959. i 1966. U ovom slučaju između nosača i presjeka poda na svakom kraju postoji prazan prostor unutar kojeg „pokretni most“ , kada je spušten u takozvanu poziciju za utovar, formira džep (od toga potječe ime *Kengourou*) koji podupire postolje poluprikolice dok njezina spojka ulazi u poseban uređaj za zaključavanje. Pokretni most, kada je podignut u tzv. poziciju za prijevoz, omogućava poluprikolici i njenom traktoru da se kreću od jednog vozila do drugog. Ovakvi vagoni starog tipa mogu se koristiti za prijevoz poluprikolica dužine do 10,5 metara, kapaciteta do 55 kubičnih metara i nosivosti do 29 tona. Njihova maksimalna brzina je 100 km/h.
- tzv. super *Kengourou* vagoni počeli su se koristiti 1966. kako bi se podigla maksimalna brzina i povećala moguća nosivost. Mogu prevoziti poluprikolice dužine 12,5 m (kapaciteta 63 kub. metra) i maksimalnom nosivosti od 32 tone pri brzini do 120 km/h. Opremljeni su istim pokretnim mostom kao na prethodno opisanom tipu vagona.
- *Kengourou* poluprikolice također se mogu prevoziti na *fixed-pocket* vagonima koji mogu nositi kontejnere ili preklopna tijela. Postoje dva tipa *fixed-pocket* vagona u Francuskoj, francuski model iz 1969. stvoren kao podvrsta super *Kengourou* vagona koji je jednostavniji, lakši i pritom ekonomičniji, ali može biti utovaren i istovaren samo opremom za dizanje te tzv. internacionalni model koji ima slične karakteristike. Tzv. „ujedinjeni“ sadrži dva postolja koja mogu prevoziti teret od 35 tona pri brzini od 120 km/h. Može prevoziti tzv. *maxi-code* poluprikolice (najveće dozvoljene po pravilima cestovnog prometa) ili preklopna tijela (npr. jedno od 12,20 metara ili dva od 7,15 m), kontejner od 40 stopa ili dva od po 20. Na stražnjoj strani džepa postoji umetak koji omogućuje precizno centriranje i fleksibilnu zaštitu od udara kako bi manevriranje u maršala dvorištima bilo izvodljivo ako je potrebno.

Poluprikolice mogu biti utovarene sprijeda vučom traktora putem mobilne rampe ili korištenjem portalne dizalice s kukom i ovo je zapravo jedina metoda koja se može koristiti u treće navedenom modelu vagona.[21]

[21] Callou, R., Schwartz, D.: Combined transport; technical, economic and commercial aspects, 1980., 135. - 150.

3.2.3. *Modalohr*

Modalohr (slika 14.) je svestran sustav horizontalnog utovara cestovno–željezničkog prijevoza. Posebno dizajnirani dvostruki zglobni vagon omogućuje prijevoz konvencionalnih poluprikolica vlakom standardnim željezničkim prugama UIC-a. Izuzetno nizak pod željezničkog vagona omogućuje prelazak vlakova preko tunela s kojima se može nositi većina europskih željezničkih mreža.

Jedinstveni sustav horizontalnog utovara olakšava brzi i učinkoviti utovar i istovar te brze prijenose između ceste i željeznice. Vagon ne zahtijeva nikakve brodske strojeve. Fiksna prizemna oprema smještena na terminalu omogućava intermodalno isključivanje poluprikolice.

Obično samo kontejneri, zamjenske karoserije ili modificirane poluprikolice imaju pristup kombiniranom prijevozu. Ključna prednost sustava *Modalohr* je ta što otvara tržište željezničkog prometa za sve poluprikolice (otprilike 97 % tržišta). To uzrokuje neke *knock-on* efekte. Prvo, emisije ugljika za željeznički teret znatno su niže nego za ekvivalentni cestovni prijevoz tako da je povećani naglasak na željeznici veliki korak k dekarbonizaciji prometa. Drugo, za kopnene prijevoze duge i veće od 500 kilometara, a posebno kroz Alpe, željeznice su brže, jeftinije i učinkovitije. Treće, prebacivanje kamiona s cestovnog na željeznički promet također doprinosi olakšanju cestovne mreže što je korisno za društvo u cjelini.[22]



Slika 14. Modalohr
Izvor: https://www.zukunft-mobilitaet.net/1276/konzepte/modalohr-umschlag-rollende-landstrasse-niederflur-doppelwagen/ (08. 08. 2019.)

Dostupno na: https://books.google.hr/books?id=1DrjAwAAQBAJ&pg=PA147&lpg=PA147&dq=railroad+kengourou&source=bl&ots=QY9hfOLlTl&sig=ACfU3U0-v4EcL131lv-pkXzqnlc7SO4o3w&hl=hr&sa=X&ved=2ahUKEwiDiLDA5fLjAhWwsaQKHWzBAUwQ6AEwEnoECAQQAQ#v=onepage&q&f=false (08. 08. 2019.)

[22] Lohr Railway System – Intermodal Loading made in France. Preuzeto sa: https://combined-transport.eu/lohr-railway-system (08. 08. 2019.)

Modalohr je višedijelni vagon (dvodijelni ili trodijelni) s tovarnom površinom koja se može zakretati s ciljem bočnog utovara. Karakterizira ga niska tovarna površina smještena svega 10 do 18 cm iznad gornjeg ruba tračnica (GRT-a).

Obrtna postolja standardne konstrukcije s kotačima promjera 840 do 920 mm znatno smanjuju cijenu vagona (u usporedbi s Ro-La vagonima). Uz to, kako bi se osigurala veća pouzdanost, kao i niži troškovi eksploatacije i održavanja, vagoni nisu opremljeni nikakvim pogonskim uređajima za zakretanje utovarne platforme. Zapravo su ti uređaji premješteni s vagona na kolosjek te predstavljaju dio fiksne opreme u *Modalohr* terminalu (slika 15.). Cilj je da se što više pojednostavi konstrukcija vagona koji predstavlja mehanički sklop. Time je uz uštedu na cijeni vagona ostvarena i ušteda u troškovima održavanja cjelokupnog sustava. Lakše je održavati opremu fiksiranu na jednom mjestu u terminalu, nego uređaje ugrađene u vagone. Uz to, moguće je ostvariti i uštede u pogledu broja neophodnih uređaja (njegovo korištenje nije blokirano dok je vlak u pokretu što bi bio slučaj da je uređaj ugrađen u vagon). *Modalohr* omogućuje prijevoz najvećeg broja standardnih prikolica i kamiona visine do 4 m.

Tom tehnikom mogu se prevoziti:

1. kompletna cestovna vozila (vučno cestovno vozilo + poluprikolica)

   Prvo se rastavi vučno vozilo od poluprikolice - poluprikolica se utovara na jedan vagon, dok se cestovno vozilo utovara na drugi dio vagona zajedno s vučnim vozilom sljedeće poluprikolice. Pri tome vozači obavljaju samo jedan jednostavan manevar.
2. samo poluprikolice

   Nakon navoženja sedlaste poluprikolice na *Modalohr* vagon, obavlja se njeno rastavljanje od cestovnog tegljača poslije čega on ostaje slobodan za tegljenje druge sedlaste poluprikolice, dok se utovarena poluprikolica transportira vlakom.

Pruge kojima prometuju *Modalohr* vlakovi moraju biti izgrađene za opterećenje od 22,5 t/osovini. Kada je u pitanju teretni profil, *Modalohr* koncept zahtijeva profil UIC GB1.[23]

[23] Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 169.,170.



Slika 15. *Modalohr* terminal
Izvor: http://www.brickshelf.com/cgi-bin/gallery.cgi?i=2820637 (08. 08. 2019.)

3.3. Tehnologija C - *Swap-body*

Za tehnologiju C (slika 16.), eng. *Swap-body* (izmjenjivi transportni sanduk), karakterističan je utovar i istovar specijalno za tu tehnologiju izgrađenih izmjenjivih i standardiziranih transportnih sanduka (spremnika) sličnih kontejnerima po sustavu tzv. vertikalne tehnologije na kontejnerske ili tzv. „džepne“ željezničke vagone. Utovar i istovar izmjenjivih sanduka s teretom obavlja se na terminalima pomoću specijalnih dizalica.

Izmjenjivi transportni sanduci (spremnici) prevoze se na željezničkim vagonima bez vučnih sredstava (npr. tegljača, traktora) i voznog postolja - šasije. Time se vučno vozilo za vrijeme prijevoza izmjenjivog transportnog sanduka može upotrebljavati za obavljanje drugih prijevoznih zadataka.

Značajke cestovno-željezničke tehnologije C su:

- izmjenjivi sanduci mogu se transportirati specijalnim vagonima i plato-vagonima normalne konstrukcije
- omogućuje potpuno iskorištenje prijevoznih kapaciteta samog sredstva, u pravilu bolje nego u prijevozu kontejnera
- za rad zahtijeva skupu posebnu opremu za kamione i njihove prikolice
- zahtijeva primjenu cestovnih prijevoznih sredstava s relativno niskim podom zbog zakonskih ograničenja maksimalne dopuštene visine vozila s teretom
- izmjenjivi transportni sanduci konstruirani su na način da bez poteškoća mogu biti korišteni kako u tehnologiji C, tako i u kontejnerskom prometu.

Nedostaci upotrebe izmjenjivih transportnih sanduka su:

- težina izmjenjivog sanduka relativno je veća u odnosu na fiksnu nadgradnju cestovnog vozila
- izmjenjivi sanduci konstruirani su na način da zadovoljavaju različite dodatne zahtjeve u željezničkom prometu
- kod upotrebe izmjenjivih sanduka sam gubitak korisne mase je oko 10 % (odnos između tzv. mrtve mase i korisne nosivosti iznosi 10 : 90).[24]

[24] Zelenika, R..: Suvremeni transportni sustavi, Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet u Rijeci, 1995., p.



Slika 16. Tehnologija C - *Swap-body*
Izvor: https://i.vimeocdn.com/video/492705330.jpg?mw=700&mh=394 (03. 09. 2019.)

3.4. Tehnologija D - Bimodalna tehnologija

Ova grana tehnologije podrazumijeva kombinaciju cesta - željeznica s time da se pod kamione podvlače i pričvršćuju dvoosovinska željeznička podvozja na prednjem i stražnjem dijelu tako da je kamion sposoban za prijevoz na tračnicama, ali mu je potrebna lokomotiva (slika 17.).

Ciljevi bimodalne tehnologije:

- sigurno, brzo i racionalno povezivanje cestovnog i željezničkog transporta bez pretovara tereta s cestovnih vozila na željezničke vagone
- ubrzavanje manipulacija i prijevoza tereta u kombiniranom cestovno-željezničkom prometu minimiziranje/isključivanje živog rada u procesu proizvodnje prometne usluge
- optimalizacija učinaka cestovne i željezničke infrastrukture i suprastrukture
- kvalitativno i kvantitativno maksimiziranje tehničkih, tehnoloških, organizacijskih i ekonomskih učinaka procesa proizvodnje prometne usluge
- maksimiziranje učinaka rada svih sudionika u bimodalnom transportu.

Prednosti:

- za prijevoz nisu potrebni posebno opremljeni terminali
- „pretvorba" je za svega 5 min te ne koristi posebne rampe i mehanizaciju
- ima veliku važnost u relativno nerazvijenim i rijetko naseljenim područjima gdje nije razvijena kontejnerizacija
- smanjuje se rizik investicija u dvoosovinska željeznička podvozja.[25]

200.,202.
[25] Stimac, H. Autorizirana predavanja iz kolegija Načini transporta (2), Ekonomski fakultet, Osijek, 2016. Dostupno na: http://www.efos.unios.hr/medunarodno-logisticko-poslovanje/wp-

Glavni nedostatak bimodalne tehnologije je nedostatak jedinstvenog standarda pri izradi poluprikolica i sustava promjene podvozja čime se omogućuje nesmetan međunarodni promet. Sljedeći problemi bimodalne tehnologije su u nedovoljnoj otpornosti šasije poluprikolice na dinamičke sile koje se pojavljuju prilikom prijevoza željeznicom, kao i velika mrtva masa cestovne poluprikolice.[26]



Slika 17. Bimodalna tehnologija
Izvor: https://www.engineeringnews.co.za/article/work-under-way-to-localise-bimodal-road-rail-cargo-technology-2016-09-27 (02. 08. 2019.)

content/uploads/sites/431/2013/04/4.-predavanje.pdf (30. 08. 2019.)
[26] Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 169.,170.

4. PRIMJENA SUVREMENIH TEHNOLOGIJA U KOMBINIRANOM PRIJEVOZU

Prema definiciji iz Direktive Vijeća 92/106/EEZ, „kombinirani prijevoz označava prijevoz robe između država članica, pri čemu se kamion, prikolica, poluprikolica, s vučnim vozilom ili bez njega, izmjenjivi sanduk ili kontejner od 20 stopa ili više, koristi na cesti pri početnoj ili završnoj dionici putovanja, a u drugoj dionici, željezničkim ili unutarnjim plovnim putom ili pomorskim prijevozom ako je ta dionica dulja od 100 km zračne linije i čini početnu ili završnu dionicu cestovnog prijevoza na tom putovanju između točke utovara robe i najbliže odgovarajuće utovarne željezničke postaje pri početnoj dionici te između najbliže odgovarajuće istovarne željezničke postaje i točke istovara pri završnoj dionici, ili unutar promjera koji nije veći od 150 km zračne linije od luke unutarnjeg plovnog puta ili pomorske luke utovara ili istovara.“[27]

Posljednjih godina Europska komisija raspravlja o povećanju promjera od 150 km kako bi se olakšao prijevoz robe. Smatraju da je Direktiva iz 1992. godine zastarjela i da moderna vremena zahtijevaju prilagodbe u pravilima kombiniranog prijevoza. Ako nova direktiva stupi na snagu, povećao bi se raspon iskoristivih terminala i više bi zemalja moglo međusobno poslovati.[28]

Iz godine u godinu kapacitet i učinkovitost kombiniranog prijevoza u svijetu raste. Na internetskoj stranici Međunarodne unije za kombinirani teretno-željeznički transport (UIRR) najnoviji dostupni statistički podatci su za 2012. godinu u kojoj je ostvaren porast od 5 % u ukupnom prometovanju poluprikolica, a produktivnost prijevoza robe povećala se za 30 % zbog veće fleksibilnosti u dopuštenoj dužini i težini vlakova. Nova linija između Ostrave i Verone uvedena je 2012. godine te je prosječna brzina prijevoza iznosila 40 km/h, a predviđeno je kako će se ta brzina svake naredne godine povećavati. [29]

Za kombinirani transport ili mješoviti transport karakteristično je da se transport robe od otpremnoga do odredišnoga mjesta obavlja uz sudjelovanje prijevoznika iz dvije ili više različitih prometnih grana (npr. brodara, cestovnoga prijevoznika - željezničkoga prijevoznika – zrakoplovnoga prijevoznika) uz jedan ugovor s kojim se prvi prijevoznik obvezuje „pribaviti i usluge“ drugih prijevoznika za nastavak i dovršenje transporta.

[27] Mppi.hr. Izvješće o dodijeljenim poticajima u kombiniranom prijevozu tereta za 2018. godinu. Preuzeto sa: http://mppi.hr/default.aspx?id=41981 (30.08.2019.)
[28] European Parliament votes on Combined Transport Directive: https://www.railfreight.com/policy/2018/07/12/european-parliament-votes-on-combined-transport-directive/?gdpr=accept (30. 08. 2019.)
[29] UIRR Report 2012. - 2013.: http://www.uirr.com/en/media-centre/annual-reports/statistics/mediacentre/576-uirr-statistics-2012.html (30. 08. 2019.)

Za kombinirani transport karakteristično je:

- da se transport robe (u pravilu sipkog, rasutog tereta) obavlja s najmanje dva različita prijevozna sredstva iz dvije različite prometne grane
- da se u transportnom pothvatu u pravilu sklapa onoliko ugovora o prijevozu koliko je sudjelovalo transportnih grana, odnosno različitih vrsta prijevoznih sredstava
- da se pribavlja ili ispostavlja onoliko isprava o prijevozu koliko je zaključeno ugovora o prijevozu
- da cjelokupni transportni proces može organizirati jedan ili više operatora transporta (Combined Transport Operator – skr. CTO).[30]

4.1. Glavne podjele kombiniranog transporta

Kao i drugi transportni sustavi, kombinirani transport sastoji se od :

- infrastrukture (ceste, unutarnji plovni putovi, pruga, terminali…)
- suprastrukture (sigurnost, pretovarna mehanizacija)
- vozila (cestovni i željeznički vozni park, brodovi)
- informacijskih sustava
- ljudskog čimbenika.[31]

U nastavku na slici 18. nalazi se prikaz kombiniranog transporta. Od točke A do točke B teret se prevozi cestovnim prijevozom te dolazi do terminala na kojem se vrši utovar tereta na brod, vlak ili tegljač. Daljnje se putovanje nastavlja željezničkim prijevozom, unutarnjim plovnim putovima ili kratkom obalnom plovidbom do sljedećeg terminala gdje se vrši istovar. Od točke C do točke D (završni dio prijevoza) obavlja se opet cestovnim prijevozom te se dolazi do odredišta.



Slika 18. Prikaz kombiniranog transporta

Izvor: Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 119.

[30] Ferenčak, J.: Uloga i značaj multimodalnog transporta u prijevozu robe (diplomski rad), Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet, 2016. (pristupljeno 09. 08. 2019.) Dostupno na: https://bib.irb.hr/datoteka/860606.ferencak_josipa_efzg_2016_diplo_sveuc.pdf

[31] Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 119.

Vezano uz infrastrukturne potrebe kombinirani transport isključivo treba terminalna područja za prelazak s jednog transportnog oblika na druge. Cestovne prometnice, željezničke pruge i unutarnji plovni putovi dizajnirani su za prijevoz vozila određenih oblika, dok su u intermodalnom transportu njegove tehnike i teretne jedinice dizajnirane tako da funkcioniraju kod svih transportnih oblika. Glavni infrastrukturni problem kombiniranog transporta je mreža pretovara na terminalima, efikasnost postojećih terminala te potreba za modernizacijom i povećanjem mreže u budućnosti. Teretne jedinice kombiniranog transporta na različitim transportnim oblicima moraju se prevoziti sigurno kroz tunele i ispod mostova vodeći računa o ostalim infrastrukturnim limitiranim dimenzijama. Tijekom proteklih nekoliko godina trend je korištenje većih teretnih jedinica u kombiniranom transportu. Danas je više od 10 % ISO kontejnera 2,9 m visine, a prvi izmjenjivi kamionski sanduci preko 3,3 m visine koriste se od 1997. godine. Prijevozni operateri moraju shvatiti da javna infrastruktura postavlja opće ograničenje na veličinu vozila i teretne jedinice u kombiniranom prijevozu i da svaki razvitak u tom području mora udovoljiti osnovnim pravilima odgovarajućeg tipa infrasturkture.

Cestovna mreža ima najmanje ograničenja vezana uz kombinirani transport uglavnom zato što su proizvođači cestovnih vozila u mogućnosti ponuditi šasije i kamione s relativno niskim platformama ako je operater voljan platiti dodatno za specijalni dizajn i maleni promjer guma.

Informacijski sustavi koji se koriste u prometu su tradicionalni i uobičajni – najčešća je komunikacija telefonom i internetom. Većina dokumentacije šalje se elektroničkom poštom i moguće je pratiti pošiljke u stvarnom vremenu. Kombinirani je transport informacijskom sustavu donio neke specifične probleme u dizajnu informacijskog sustava. Informacijski sustav koji bi trebao upravljati i kontrolirati cjelokupnu organizaciju prijevoza „od vrata do vrata“ mora pratiti i upravljanje više različitih transportnih oblika. Najstariji transportni sustavi napravljeni su samo za jedan specifični transportni oblik. Mnoge željezničke operatere informacijski sustavi ograničavaju na jednu željezničku mrežu i ne omogućuju spajanje s ostalim željezničkim mrežama na istoj ruti. Daljni razvoj informacijskog sustava trebao bi ispuniti punu intermodalnost kombiniranog transporta.[32]

Sljedeći problem vezan je uz činjenicu da najveći dio kombiniranog transporta „bez pratnje“, odnosno teretnu jedinicu ne prati vozač. U cestovnom prijevozu vozač prati teret i može prijaviti incidente i nezgode. U kombiniranom transportu informacijski sustav mora uključiti u obzir i takve situacije.

Ljudski faktor uključuje osoblje, partnere, lokalne tvrtke i uprave, kao i politička tijela

[32] Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 119. - 123.

koja čine kombinirani transport.

Da bi bio konkurentan, kombinirani tranport mora davati usluge istom tržištu i poštivati iste tržišne zakone kao i ostali oblici prijevoza tereta. Dok je kombinirani transport predmet zakona ponude i potražnje, može kao i njegovi konkurenti nuditi dodatne logističke usluge. Njegova glavna prednost proizlazi iz jednostavne činjenice da intermodalne transportne jedinice (ITU) mogu čekati jedno vrijeme prije sljedeće faze tranzita, a da pri tome ekonomski trošak ne bude previsok za razliku od vozila. Kad vozilo dođe kod primatelja, mora se odmah istovariti i osposobiti za sljedeći prijevoz. Kontejneri ili izmjenjivi kamionski sanduci mogu ostati kod pošiljatelja nekoliko dana bez stvaranja prevelikih dodatnih troškova. [33]

4.2. CargoBeamer

CargoBeamer je inteligentni sustav rukovanja koji se sastoji od upravljačkih jedinica i teretnih vagona s mobilnim bazama. Uz njihovu se pomoć poluprikolice bilo koje vrste mogu utovariti za nekoliko minuta bez ikakvih tehničkih poboljšanja. Od kamiona do vlaka - od ceste do željeznice i natrag.

CargoBeamer predstavlja sedam tehnologija sažetih u jednoj i to tako da:

1. čini sve poluprikolice, prikolice, „MEGA“ prikolice, cisterne, silose i hladnjače prikladnim za željeznice
2. pomoću CargoBeamer-a se u samo 15 minuta izvrši utovar i istovar vlaka s 36 poluprikolica
3. CargoBeamer štedi vrijeme i troškove koji odlaze na osoblje
4. CargoBeamer štiti okoliš sa smanjenom emisijom CO_2 i niskom potrošnjom energije
5. Također može raditi s dizalicama na uobičajenim terminalima
6. CargoBeamer može besprijekorno raditi s „mješovitim vlakovima“ i ostalim teretnim vagonima
7. CargoBeamer se automatski i brzo prebacuje na ruske i španjolske kolosjeke i obrnuto.

Njegov rad s poluprikolicama na terminalu CargoBeamer se može usporediti s prijevozom putnika. Kreće od toga da CargoBeamer preuzima poluprikolice s kamiona na kamion poput putnika te zatim kamion postaje taksi. Učitavanje se vrši automatski, pouzdano, brzo i bez vremena čekanja jer je paralelno. Poput taksija vozači kamiona dovode svog putnika (prikolicu, poluprikolicu, „MEGA“ prikolicu, cisternu ili silos) na terminal CargoBeamer. Tamo se smješta na bazu vagona kako bi pričekala da se na nju stavi korito

[33] Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012., p. 119. - 123.

koje se naknadno utovaruje na vagone.

Kamion može ostaviti poluprikolicu te odmah napustiti terminal. Kamion i vlak su potpuno neovisni jedan o drugom. U CargoBeameru nema čekanja te je odmah nakon isporuke vozač kamiona slobodan za novi posao u prijevozu i može ponijeti poluprikolicu koja je već stigla na terminal sa sobom. Na taj se način efikasnije koriste vučni motori, a prijevozničke tvrtke povećavaju svoju produktivnost.

Rukovanje u rekordnom vremenu:

Čim vlak stigne, rukovanje svim poluprikolicama odvija se automatski pritiskom na gumb. CargoBeameru je potrebno manje od 15 minuta da istovari i ponovno utovari čitav teret na i s vlaka - bez obzira na to koliko poluprikolica ima. Nakon nekoliko minuta provjere carinjenja vlak je ponovno spreman za polazak.

Za usporedbu: dizalici je potrebno nekoliko sati da se vozi cestom pored pruge kako bi utovarila poluprikolice jer mora dizati svaku poluprikolicu posebno kako bi ju postavila na vlak. CargoBeameru treba samo djelić vremena jer može istovremeno i paralelno učitati sve transportne jedinice.[34] Taj paralelni sustav koji daleko ubrzava proces utovara i istovara prikazan je na slici 19.



Slika 19. Prikaz CargoBeamer paralelnog utovara i istovara
Izvor: https://www.cargobeamer.eu/How-it-works-849768.html (03. 09. 2019.)

[34] CargoBeamer AG. Preuzeto sa: https://www.cargobeamer.eu/How-it-works-849768.html (03. 09. 2019.)

4.2.1. CargoBeamer – „teret budućnosti“

CargoBeamer se može nazvati „teretom budućnosti“ upravo zato jer je to brz i ekonomičan sustav, a ujedno smanjuje i gužve koje se pojavljuju na cesti. Utječe na potrošnju goriva, a samim time i na troškove prijevoza koji su upravo zbog njega manji. Društvu smanjuje troškove za 3 milijuna eura godišnje upravo zbog troškova koji proizlaze zbog zastoja, nesreća, održavanja cesta te troškova zaštite okoliša. To dovodi do zaključka da je omjer troškova i koristi CargoBeamer-a 7 : 1 što znači da za svaki uloženi euro CargoBeamer rezultira s koristi od sedam eura.

U vremenu kada svi pričaju o zaštiti okoliša CargoBeamer iznosi činjenice. Brojevi govore sami za sebe: CargoBeamer koristi otprilike 63 % manje energije od cestovnog prometa i to tako što je trenje kotrljanja kotača na tračnicama malo, a električne lokomotive djeluju na način uštede energije i okoliša. Na taj način CargoBeamer štedi približno tri četvrtine energije po poluprikolici koja je potrebna za prijevoz.

CargoBeamer rješava glavni problem današnjice koji se odnosi na globalno zatopljenje, a do njega dovodi velika količina ispušnih plinova među kojima je najveći neprijatelj okolišu stakleнički plin, CO_2 (ugljikov dioksid).

Postoje tri „zelena“ razloga zbog kojih CargoBeamer doprinosi okolišu, a to su:

- CargoBeamer smanjuje emisije CO_2 oko 55 %
- CargoBeamer smanjuje emisije CO_2 za više od polovice u odnosu na cestovni prijevoz
- koristeći jedan vlak i jednu godinu kao osnovu za izračun, CargoBeamer sprječava da oko 3.500 tona CO_2 zagađuju prirodu.[35]

Svi mogu jasno vidjeti kako su kapaciteti cesta i autocesta u Europi iscrpljeni te da im prijeti zastoj s dalekosežnim učincima na gospodarstvo, okoliš i društvo. U središtu ovog problema našla se Njemačka, ali on se odnosi na cijelu Europu. Prema Federalnom ministarstvu prometa do 2050. godine promet će godišnje rasti za 1200 milijardi tonskih kilometara. To se zagušenje može jedino smanjiti pomoću željeznice. Međutim danas samo oko 15 % svih kamiona koji su uključeni u cestovni promet može sudjelovati u kombiniranom cestovno-željezničkom prometu jer bi prikolice trebale biti posebno dizajnirane kako bi ih dizalice mogle podići i obaviti utovar/istovar. Upravo taj tehnički problem rješava CargoBeamer čineći sve poluprikolice kompatibilnima s dizalicama. To znači da se 70 % prikolica koje se trenutno nalaze na europskim cestama može upotrijebiti u kombiniranom prijevozu.

[35] CargoBeamer AG. Preuzeto sa: https://www.cargobeamer.eu/Freight-with-future-849770.html (03. 09. 2019.)

CargoBeamer donosi i mnoge prednosti za prijevozničke tvrtke:

- svoje poluprikolice mogu prevoziti željeznicom bez ulaganja u odgovarajuće utovarne jedinice
- mogu značajno povećati kapacitet svojih vučnih motora u dvosmjernom operativnom sustavu
- imaju vozače koji su sretniji jer ne moraju spavati u blizini bučnih autocesta i nakon posla mogu biti kod kuće sa svojim obiteljima
- smanjuju im se troškovi goriva i cestarine uz istovremenu zaštitu okoliša
- povećavaju ukupnu zaradu.[36]

4.2.2. Tehnologija CargoBeamer terminala

CargoBeamer terminal stvarno pravi razliku preuzimajući veliki pritisak s europskih cesta. Iza toga stoji inovativna i učinkovita terminalna tehnologija. Kako je već prije navedeno, istovremeno se paralelo vrši utovar i istovar pa terminal može postići ogromne propusne stope koje su za razliku od konvercionalnih terminala 20 – 50 puta veće. Dodatni bonus kod CargoBeamer terminala je da prilikom promjene staze na ruskoj ili španjolskoj granici (tamo je širina kolosjeka veća od normalnog) koja bi inače trajala dva do tri dana, traje najviše sat vremena upravo zbog tehnologije CargoBeamer terminala.

Izgled terminala je fleksibilan, a njegov raspored i veličina mogu se prilagoditi lokalnim uvjetima. Moduli se sastoje od gotovih betonskih dijelova pa se tako terminal može u bilo kojem trenutku brzo i jeftino instalirati i proširiti. Mehaničke su instalacije montirane na unaprijed ljevane betonske dijelove. Tračnice i mehanički sklopovi za pozicioniranje vlakova i otvaranje bočnih zidova su također montirani na na čvrsti betonski trak - to je važno za sigurnost, položaj tračnica i mehaničkih komponenti, kao i za točnost dimenzija - što osigurava gladak proces.

Terminal se sastoji od jednog ili više pretovarnih modula (slika 20.). Pretovarni modul s kolosijekom, parkirnim stazama za palete i voznim trakama za teretna vozila sa svake strane širok je 22 m i dugačak 19,3 m. Moduli se sastoje od gotovog betona tako da se terminal može brzo instalirati. Proširenje terminala moguće je u bilo kojem trenutku, a pretovar je moguć s jedne ili obje strane staze.[37]

[36] CargoBeamer AG. Preuzeto sa: https://www.cargobeamer.eu/Freight-with-future-849770.html (03. 09. 2019.)
[37] CargoBeamer AG. Preuzeto sa: https://www.cargobeamer.eu/Terminal-849771.html (03. 092019.)



Slika 20. CargoBeamer s pet pretovarnih modula
Izvor: https://www.cargobeamer.eu/Terminal-849771.html (09. 03. 2019.)

Tamo gdje je malo prostora modul za utovar i istovar (slika 21.) uspješno radi na jednoj jedinoj parkirnoj stazi. Širina modula manja je od 16 m. Stezaljke su modularne i dizajnirane za uštedu prostora. Osnovni oblik modula sastoji se od jedne staze u sredini i parkirne staze sa svake strane.[38]



Slika 21. Utovarivanje prikolice
Izvor: https://www.cargobeamer.eu/Terminal-849771.html (09. 03. 2019.)

Kompaktna i modularna tehnologija pored parkirnih staza sadrži i trak za kamione. Pješačke staze osiguravaju sigurnost vozačima i tehničarima koji su zaposleni na terminalu. Cijeli je taj dio dimenzija 22 x 19,3 m, a kreće od zelene površine koja se nalazi u neposrednoj blizini (slika 22.).[39]

[38] CargoBeamer AG. Preuzeto sa: https://www.cargobeamer.eu/Terminal-849771.html (03. 09. 2019.)
[39] CargoBeamer AG. Preuzeto sa: https://www.cargobeamer.eu/Terminal-849771.html (03. 09. 2019.)



Slika 22. Prikaz parkirnih i pješačkih staza na CargoBeamer terminalu
Izvor: https://www.cargobeamer.eu/Terminal-849771.html (03. 09. 2019.)

4.2.3. CargoBeamer vagoni i palete

Za vagon se koriste provjereni i standardni elementi poput standardnih zupčanika za vuču i odvajanje. Ne treba im električna energija, hidraulika ili senzori pa ih sve to čini robusnima i izdržljivima. Vagoni CargoBeamer (slika 23.) opremljeni su dugotrajnim puferima koji apsorbiraju šok – „1 g pufer“ - tvrtke Schwab VT iz Schaffhausena (Švicarska). Ubrzanje u prikolici ostaje na „1“ čak i uz velike udare - važan preduvjet za prijevoz osjetljive robe.

S obzirom na to da vagoni imaju dva identična standardna podvozja Y25, a ne Jacobs postolja, njihovo osovinsko opterećenje je manje od 20 tona što omogućuje utovarivanje do 37 tona teških poluprikolica. CargoBeamer vagoni mogu se spojiti s bilo kojim teretnim vagonom i bilo kojom lokomotivom. Bočne stijenke mogu se presaviti tako da se paleta može premjestiti na vagon bočno. Jednom kada su sklopljeni osiguravaju cijelu paletu uključujući i prikolicu.[40]



Slika 23. Poluprikolica na vagonu
Izvor: https://www.cargobeamer.eu/Wagon-849772.html (03. 09. 2019.)

[40] CargoBeamer AG. Preuzeto sa: https://www.cargobeamer.eu/Wagon-849772.html (03. 09. 2019.)

Palete, vrsta čeličnog korita, nalaze se čak s unutarnje strane, imaju stalan presjek i nalaze se na terminalnom podu. Rub palete je nagnuta rampa tako da kamion ima dovoljno prostora za svoj prednji branik. Razmak od tla je 102 mm iznad traga. Utovar i istovar vrši se u jednom potezu. CargoBeamer može biti sastavljen do 36 vagona i tada bi bio dugačak 700 metara. Da bi se omogućio brzi utovar i istovar, poluprikolice u paletama istovremeno se premještaju na vagone što traje manje od 15 minuta.

CargoBeamer radi i u ekstremnim uvjetima poput vrućine, snijega i leda jer ne koristi tehnologiju osjetljivu na vremenske uvjete. To znači da poluprikolice sigurno dolaze do odredišta ljeti i zimi - i sve to bez prometnih gužvi na autocesti.

Dodatna prednost CargoBeamer palete (slika 24.) je da ima zavojne rubove koji olakšavaju posao dizalicama kojima upravlja operator i mogu se pretovariti u terminale bez potrebe za posebnom opremom.[41]



Slika 24. Prikaz CargoBeamer palete na kojoj se nalazi kamion
Izvor: https://www.cargobeamer.eu/The-pallets-850347.html (03. 09. 2019.)

[41] CargoBeamer AG. Preuzeto sa: https://www.cargobeamer.eu/The-pallets-850347.html (03. 09. 2019.)

5. ZAKLJUČAK

Nakon obrađenih suvremenih tehnologija u intermodalnom prijevozu može se doći do zaključka da njihovim korištenjem dolazi do raznih prednosti, a neke od njih su: povećanje produktivnosti rada, brži prijevoz, korištenje prijevoznih sredstava, sigurniji prijevoz, smanjenje manipulacija... Jedna od dvije najbitnije suvremene tehnologije, paletizacija svodi se na povezivanje proizvodne, transportne, skladišne i radne organizacije u oblasti manipuliranja proizvodom. U tome i jest prednost paletizacije jer se roba koja je složena na palete u mjestu prizvodnje ne mora dirati sve do mjesta potrošnje. Kontejnerizacija je jedan od najsloženijih oblika integralnog prijevoza. Razvijajući se kroz godine, dobila je veliki značaj u teretnom prijevozu zahvaljujući svojoj funkcionalnosti i praktičnosti. Danas je bitna u našem društvu jer omogućava povezivanje zračnog, pomorskog, željezničkog i cestovnog prometa u prijevozu bez potrebe za stalnim pretovarom robe. To uvelike utječe na troškove i potrebu za radnom snagom koja je mnogo manja s obzirom na prijašnja vremena, a sa smanjenjem radne snage automatski se smanjuju i troškovi. Kao i svugdje, i ovdje postoje nedostatci koji pružaju otpor napretku. Najveći je problem povrat praznih kontejnera jer bili oni puni ili prazni zauzimaju prostor i stvaraju dodatne troškove skladištenja itd. Kontejnerizacija ostvaruje daljnji rast kontejnerske trgovine u svijetu, mora se konstantno obavljati razvoj standarda i normi za sve više zemalja.

Cestovno–željezničke tehnologije predstavljaju takvu vrstu prijevoza pri kojemu se cestovna vozila (kamioni, cestovna teretna vozila, poluprikolice) ili dijelovi vozila (prikolice, sedlaste prikolice, izmjenjivi transportni sanduci) na jednom dijelu puta prevoze transportnim sredstvima željezničkog prijevoza. Takva tehnologija omogućuje vrlo brz, siguran i racionalan način pretovara tereta s cestovnih vozila na željezničke vagone i obrnuto sa željezničkih vagona na cestovna vozila. Cestovno-željezničke tehnologije dijele se na praćene i nepraćene te na četiri glavne skupine A, B, C i D od kojih se bitno ističe tehnologija D, tj. bimodalna tehnologija. Bimodalna tehnologija koja koristi horizontalan pretovar ubrzava povezivanje cestovnog i željezničkog transporta, minimizira ljudski rad te ubrzava manipuliranje teretom. Kao glavni nedostatak navodi se nedovoljna izdržljivost i otpornost šasije cestovne poluprikolice na dinamične sile koje se javljaju prilikom prijevoza željeznicom. Može se zaključiti da sve te četiri tehnologije imaju velike prednosti zato što dovode do smanjenja potrošnje energije, ekološki su prihvatljive te dovode do sigurnog kombiniranog i multimodalnog prijevoza.

Veliki napredak učinkovitog kombiniranog prijevoza tereta i roba razvijen je u Njemačkoj u gradu Leipzigu pod nazivom CargoBeamer. CargoBeamer je inteligentni sustav

rukovanja koji se sastoji od upravljačkih jedinica i teretnih vagona s mobilnim bazama. Uzeli su u obzir činjenicu da velika većina zemalja u budućem razdoblju planira smanjenje prijevoza tereta cestom jer danas cestovni promet, poznat kao prometna grana koja se pretežno koristi za prijevoz tereta, najviše doprinosi onečišćenju zraka emisijama ispušnih plinova koje emitiraju teretni kamioni, bukom koju proizvodi i sve većim i većim prometnim čepovima. Kako bi se taj problem što efikasnije riješio, počele su se koristiti i druge grane prometa koje nisu toliko štetne za okoliš i koje nesmetano mogu prometovati svojim trasama, u ovome slučaju to se odnosi na željeznicu. CargoBeamer se zasigurno može smatrati suvremenom tehnologijom transporta, tj. transportom budućnosti. Ipak, s obzirom na potencijale ove vrste transporta može se reći da je on u svojim začecima i da još nije u potpunosti iskorišten. Glavna prednost ovog sustava je što koristi sve prednosti željezničkog prometa, smanjuje negativan utjecaj na okoliš i to tako što su zahvaljujući njemu emisije CO_2 ispušnih plinova manje do preko 50 %. Može ga se nazvati „teretom budućnosti“ upravo zato jer je to brz i ekonomičan sustav, a ujedno smanjuje i gužve koje se pojavljuju na cesti. Utječe na potrošnju goriva, a samim time i na troškove prijevoza koji su upravo zbog njega manji. Daljnjim razvojem kombiniranog prijevoza povećat će se efikasnost i efektivnost cjelokupnog prijevoza tereta što će imati utjecaja osim na područja djelatnosti unutar transportni lanaca, i na gospodarstvo općenito.

Najveće prednosti suvremenih tehnologija pokazuju se samo onda ako se nove tehnologije prijevoza uvode u cijelosti. Djelomično uvođenje suvremenih tehnologija prijevoza ne daje prave rezultate, a time ni ne izgledaju tako očite. Uvođenjem tehnologije u cijelosti zahtijeva visoke investicije i određeno vrijeme uhodavanja, ali ako se to iskaže korisnim mogu se dobiti tehnologije poput CargoBeamera s mnogostrukim prednostima koje su veoma očite.

LITERATURA

Knjige:

1. Antonini, N.: Informacijski sustavi u intemodalnom kontejnerskom prijevozu, Pomorski fakultet, Rijeka 2008.
2. Božičević, D.: Suvremene transportne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2002.
3. Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012.
4. Marković, I.: Integralni transportni sustavi i robni tokovi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1990.
5. Zelenika, R..: Suvremeni transportni sustavi., Sveučilište u Rijeci,Ekonomski fakultet u Rijeci, 1995.

Stručni i znanstveni radovi:

1. Brnjac, N.: Model razvoja kombiniranog transporta u Republici Hrvatskoj [magistarski znanstveni rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanost, 2005.
2. Callou, R., Schwartz, D.: Combined transport; technical, economic and commercial aspects. 1980., 135. - 150.
   Dostupno na:
   https://books.google.hr/books?id=1DrjAwAAQBAJ&pg=PA147&lpg=PA147&dq=railroad+kengourou&source=bl&ots=QY9hfOLlTl&sig=ACfU3U0-v4EcL131lv-pkXzqnlc7SO4o3w&hl=hr&sa=X&ved=2ahUKEwiDiLDA5fLjAhWwsaQKHWzBAUwQ6AEwEnoECAQQAQ#v=onepage&q&f=false (08. 08. 2019.)
3. Ferenčak, J.: Uloga i značaj multimodalnog transporta u prijevozu robe (diplomski rad), Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet, 2016. (pristupljeno 09. 08. 2019.) Dostupno na: https://bib.irb.hr/datoteka/860606.ferencak_josipa_efzg_2016_diplo_sveuc.pdf
4. Petek, G.: Suvremene tehnologije transporta (završni rad). Koprivnica: Sveučilište Sjever, 2018. (pristupljeno 29. 07. 2019.) Dostupno na: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:213610
5. Vasilis Vasiliauskas, A.,Bazaras, D.: Analysis of problems with containers as intermodal loading unit Transport and Telecommunication, 7(2), p. 232. - 239., 2006.

Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/267698639_ANALYSIS_OF_PROBLEMS_WITH_CONTAINERS_AS_INTERMODAL_LOADING_UNIT (24.07.2019.)

6. Vučurević, S.: Intermodalni transport u Europskoj uniji (diplomski rad). Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, 2013. (pristupljeno 23. 07. 2019.) Dostupno na: https://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.LMPP/181-2013.pdf

WEB izvori:

1. Brickshelf.com (2019.) Dostupno na: http://www.brickshelf.com/cgi-bin/gallery.cgi?i=2820637 (08. 08. 2019.)
2. CargoBeamer AG (2019.) Dostupno na: https://www.cargobeamer.eu/How-it-works-849768.html (03. 09.2 019.)
3. CargoBeamer AG. (2019.) Dostupno na: https://www.cargobeamer.eu/Freight-with-future-849770.html (03. 09. 2019.)
4. CargoBeamer AG. (2019.) Dostupno na: https://www.cargobeamer.eu/Wagon-849772.html (03. 09. 2019.)
5. CargoBeamer AG. (2019.) Dostupno na: https://www.cargobeamer.eu/The-pallets-850347.html (03. 09. 2019.)
6. Cnbe.com (2015.) From ship to train to truck Dostupno na: https://www.cnbc.com/2015/03/13/investing-in-transports-intermodal-part-of-freight-business-is-flourishing.html (23. 07. 2019.)
7. Cnoverheadcrane.com (2019.) Straddle Carriers Dostupno na: http://m.cnoverheadcrane.com/gantry-crane/double-girder-gantry-crane/container-gantry-crane.html (29. 07. 2019.)
7. Cnoverheadcrane.com (2019.) Container Gantry Crane Dostupno na: http://m.cnoverheadcrane.com/gantry-crane/double-girder-gantry-crane/container-gantry-crane.html (29. 07. 2019.)
8. Combined-transport.eu (2019.) Lohr Railway System – Intermodal Loading made in France. Dostupno na: https://combined-transport.eu/lohr-railway-system (08. 08. 2019.)
9. De.wikipedia.org (2019.) RoLa auf der Lötschberg Dostupno na:

https://de.wikipedia.org/wiki/Rollende_Landstra%C3%9Fe#/media/Datei:RoLa_Loetschberg.jpg (03. 09. 2019.)

8. Engineeringnews.co (2016) Work under way to localise bimodal road-rail cargo technology
   Dostupno na: https://www.engineeringnews.co.za/article/work-under-way-to-localise-bimodal-road-rail-cargo-technology-2016-09-27 (02. 08. 2019.)
9. i.vimeocdn.com (2019.) Tehnologija C - *Swap-body*
   Dostupno na: https://i.vimeocdn.com/video/492705330.jpg?mw=700&mh=394 (03. 09. 2019.)
10. Ilovevaquero.com (2019.) Kontejner od 20 stopa
    Dostupno na: https://hr.ilovevaquero.com/domashniy-uyut/18476-20-futovyy-konteyner-razmery-vidy-osobennosti.html (23. 07. 2019.)
11. Moja-djelatnost.hr (2019.) Poluprikolice i prikolice
    Dostupno na: https://www.moja-djelatnost.hr/poluprikolice-i-prikolice-sesvete-zagreb/schwarzmuller-croatia-doo/MMx9HnRN (23. 07. 2019.)
12. Mppi.hr. (2018.) Izvješće o dodijeljenim poticajima u kombiniranom prijevozu tereta za 2018. godinu.
    Dostupno na: http://mppi.hr/default.aspx?id=41981 (30. 08. 2019.)
13. Railfreight.com (2018.) European Parliament votes on Combined Transport Directive
    Dostupno na: https://www.railfreight.com/policy/2018/07/12/european-parliament-votes-on-combined-transport-directive/?gdpr=accept (30. 08. 2019.)
14. Scmwiki2012. (2012.) *Piggyback* (transportation)
    Dostupno na: https://scmwiki2012.wordpress.com/p-2/piggyback-transportation/ (07. 08. 2019.)
15. Themeditelegraph.com (2018.) Hupac, more services from Italy
    Dostupno na: http://www.themeditelegraph.com/en/transport/2018/10/03/hupac-more-services-from-italy-PaXvYFNvMP1jWjQNplVljK/index.html (19. 07. 2019.)
16. Thesprucecrafts.com (2019.) *Piggyback* – TOFC
    Dostupno na: https://www.thesprucecrafts.com/modeling-tofc-trailer-on-flatcar-trains-2382499 (07. 08. 2019.)
17. Uirr.com (2012-2013.) UIRR Report 2012. - 2013.
    Dostupno na: http://www.uirr.com/en/media-centre/annual-reports/statistics/mediacentre/576-uirr-statistics-2012.html (30. 08. 2019.)

18. Zukunft-mobilitaet.net (2019.) *Modalohr* – die rollende Autobahn
Dostupno na: https://www.zukunft-mobilitaet.net/1276/konzepte/modalohr-umschlag-rollende-landstrasse-niederflur-doppelwagen/ (08. 08. 2019.)

Ostali izvori:

1. Brnjac, N.: Predavanje, Autorizirana predavanja iz kolegija Integralni i intermodalni transportni sustavi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019. Dostupno na: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/predavanje_3_(3).pdf (30. 08. 2019.)

2. Stimac, H. Autorizirana predavanja iz kolegija Načini transporta (2), Ekonomski fakultet, Osijek, 2016. Dostupno na: http://www.efos.unios.hr/medunarodno-logisticko-poslovanje/wp-content/uploads/sites/431/2013/04/4.-predavanje.pdf (30. 08. 2019.)

POPIS KRATICA

COFC	(Containers On Flat Cars) Postavljanje dva kontejnera na jedan željeznički vagon
CTO	(Combined Transport Operator) Operator za kombinirani prijevoz
EILU	(European Intermodal Loading Unit) Europske intermodalne teretno-manipulativne jedinice
GTR	Gornji rub tračnica
RO-LA	(Rollande Landrstrasse) "Kotrljajuća cesta"
TEN-T	(Trans-European Transport Network) Transeuropska prometna mreža
TOFC	(Trailers On Flat Cars) Kamionske poluprikolice koje se utovaruju na željezničke vagone
UN	(United Nations) Ujedinjeni narodi

POPIS SLIKA

Slika 1. Intermodalni prijevoz 3
Slika 2. Kontejner 4
Slika 3. Cestovna prikolica 4
Slika 4. Kamion s prikolicom 4
Slika 5. Dimenzije eurokontejnera i 40' kontejnera 8
Slika 6. Interakcija paleta i subjekata 9
Slika 7. Razne vrste viličara 10
Slika 8. Vrste kontejnera 10
Slika 9. Kontejnerski prijenosnik malog raspona 12
Slika 10. Prijenosnik velikog raspona 12
Slika 11. Tehnologija A (RO-LA) 14
Slika 12. Tehnologija B - *Huckepack* 15
Slika 13. *Piggyback* – TOFC 17
Slika 14. Modalohr 19
Slika 15. *Modalohr* terminal 21
Slika 16. Tehnologija C - *Swap-body* 22
Slika 17. Bimodalna tehnologija 23
Slika 18. Prikaz kombiniranog transporta 25
Slika 19. Prikaz CargoBeamer paralelnog utovara i istovara 28
Slika 20. CargoBeamer s pet pretovarnih modula 31
Slika 21. Utovarivanje prikolice 31
Slika 22. Prikaz parkirnih i pješačkih staza na CargoBeamer terminalu 32
Slika 23. Poluprikolica na vagonu 32
Slika 24. Prikaz CargoBeamer palete na kojoj se nalazi kamion 33

POPIS TABLICA

Tablica 1. Dimenzije kontejnera ovisno o nosivosti..... 11
Tablica 2. Karakteristike teretnih jedinica u *Huckepack* transportu..... 16

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Primjena suvremenih tehnologija u intermodalnom prijevozu**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 06/09/2019

Student/ica:

Kristović
(potpis)