

Pokazatelji eksploatacije teretnih vagona po kapacitetu

Pešutić, Dorotea

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:966849>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-07**



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

Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

DOROTEA PEŠUTIĆ

**POKAZATELJI EKSPLOATACIJE TERETNIH VAGONA PO
KAPACITETU**

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**POKAZATELJI EKSPLOATACIJE TERETNIH VAGONA PO
KAPACITETU
INDICATORS OF EXPLOITATION OF FREIGHT WAGONS
BY CAPACITY
DIPLOMSKI RAD**

Kolegij: Tehnološki procesi u prometu

Mentor: prof. dr. sc. Svjetlana Hess

Student: Dorotea Pešutić

Studijski smjer: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112074802

Rijeka, rujan, 2022.

Student: Dorotea Pešutić

Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112074802

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom POKAZATELJI EKSPLOATACIJE TERETNIH VAGONA PO KAPACITETU izradila samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Svjetlane Hess.

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

Studentica

Dorotea Pešutić

Dorotea Pešutić

Student: Dorotea Pešutić

Studijski program: Tehologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112074802

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

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

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

Studentica – autor

Dorotea Pešutić

Dorotea Pešutić

SAŽETAK

Prijevoz tereta željeznicom zahtijeva kontinuirana investiranja te poboljšanja postojeće prometne usluge. Neulaganje u željezničku infrastrukturu, smanjenje kvalitete prometne usluge, te smanjenje broja vlakova rezultiraju smanjenom transportnom potražnjom u željezničkom prometu. U ovom diplomskom radu se analizira eksploatacija teretnih vagona po kapacitetu i vremenu za prijevoz robe koja se obavlja sa dva željeznička prijevozna sredstva na relaciji Gyekenyes - Koprivnica - Zagreb – Rijeka. Također će se usporediti osnovni eksploatacijski parametri vagona RGS-Z serije sa vagonima SGGNSS serije.

Ključne riječi: željeznički promet, teretni prijevoz, pokazatelji eksploatacije, vlak

SUMMARY

Freight transportation by rail requires continuous investment and improvement of the existing transport service. Failure to invest in railway infrastructure, reduction in the quality of transport services, and reduction in the number of trains result in reduced transport demand in railway transport. This thesis analyzes the exploitation of freight wagons by capacity and time for the transport of goods, which is carried out with two railway means of transport on the route Gyekenyes - Koprivnica - Zagreb - Rijeka. The basic operating parameters of the RGS-Z series wagons and the SGGNSS series wagons will also be compared.

Keywords: railway traffic, freight transport, indicators of exploitation, train

SADRŽAJ

| | |
|---|------------|
| SAŽETAK | II |
| SUMMARY | II |
| SADRŽAJ | III |
| 1. UVOD..... | 1 |
| 1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKT ISTRAŽIVANJA..... | 1 |
| 1.2. RADNA HIPOTEZA | 1 |
| 1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA | 1 |
| 1.4. ZNANSTVENE METODEDE | 2 |
| 1.5. STRUKTURA RADA..... | 2 |
| 2. ORGANIZACIJA ŽELJEZNIČKOG PROMETA..... | 3 |
| 2.1. STABILNA SREDSTVA..... | 5 |
| 2.2. POKRETNNA SREDSTVA | 6 |
| 2.3. OSOBLJE | 6 |
| 3. TERETNI VAGONI KAO PRIJEVOZNO SREDSTVO | 8 |
| 3.1. POJAM I NAMJENA | 10 |
| 3.2. OSNOVNA OBILJEŽJA | 10 |
| 3.3. VRSTE I ZNAČAJKE | 12 |
| 4. TEORIJSKA RAZMATRANJA O POKAZATELJIMA EKSPLOATACIJE TERETNIH VAGONA | 19 |
| 4.1. VRSTE POKAZATELJA..... | 19 |
| 4.2. TOKOVI PRIJEVOZA TERETA..... | 25 |
| 4.3. RASPORED I USKLAĐIVANJE VAGONA S KOLOSJEČNIM KAPACITETIMA | 26 |
| 5. ANALIZA POKAZATELJA EKSPLOATACIJE TERETNIH VAGONA PO KAPACITETU I VREMENU NA RELACIJI GYEKENYES - KOPRIVNICA - ZAGREB - RIJEKA..... | 27 |
| 5.1. BRZINE VLAKOVA..... | 29 |
| 5.2. POKAZATELJI EKSPLOATACIJE (KORIŠTENJA) VAGONA..... | 30 |
| 5.3. IZRAČUN NA RELACIJI GYEKENYESA – RIJEKA | 32 |
| 6. ZAKLJUČAK..... | 34 |
| LITERATURA | 35 |

| | |
|---------------------------|-----------|
| POPIS SLIKA | 36 |
| POPIS TABLICA..... | 36 |

1. UVOD

1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKT ISTRAŽIVANJA

Na osnovi relevantnih činjenica o problematici znanstvenoga istraživanja može se definirati problem istraživanja pokazatelja eksploatacije teretnih vagona po kapacitetu i vremenu na temelju robnih tokova, intenziteta, duljine i trajanju prijevoza i strukturi robnih tokova s obzirom na vrstu robe koja se prevozi željeznicom. Na temelju robnih tokova se može izračunati brzina teretnih vagona, prosječna vremena putovanja i broj vlakova za prijevoz tereta. Utvrđivanje robnih tokova ne određenoj relaciji služi kao pokazatelj za organiziranje prometa vlakova, dimenzioniranje kolodvorskih kapaciteta, potreban broj vagona, vlakova i dr.

Relevantne spoznaje o problematici i problemu istraživanja predstavljaju znanstvenu podlogu za definiranje predmeta istraživanja: Istražiti aktualne probleme u željezničkom prometu, a osobito one pokazatelje eksploatacije teretnih vagona koji su vezani za kapacitet i vrijeme koje je potrebno za prijevoz tereta ili robe, odrediti važnost pokazatelja eksploatacije teretnih vagona i njihovu općenitu primjenu i važnost u željezničkom prometu, ocijeniti utjecaj pokazatelja eksploatacije teretnog vagona i vlaka te predložiti konkretne mjere za što bolje utvrđivanje te primjenu istih čime se postiže učinkovitost prijevoza tereta ili roba.

1.2. RADNA HIPOTEZA

Sukladno bitnim odrednicama problema, predmeta i objekta istraživanja postavljena je radna hipoteza: Pokazatelji eksploatacije teretnih vagona po kapacitetu i vremenu predstavljaju kvantitativne pokazatelje kojim se analizira efikasnost poslovanja željezničke organizacije odnosno putem kojih se utvrđuju odnosi troškova i prihoda u eksploataciji teretnih vagona u željezničkom transportu.

1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Svrha i ciljevi istraživanja u ovom diplomskom radu očituju se u pružanju teorijskog prikaza važnosti kvantitativnih pokazatelja eksploatacije teretnih vagona prilikom prijevoza tereta u željezničkom prometu i izračunu pokazatelja na konkretnom slučaju.

1.4. ZNANSTVENE METODE

Za potrebe izrade ovog rada korištene su sljedeće znanstvene metode, metoda analize i sinteze, metode indukcije i dedukcije, matematičke metode i metoda kompilacije.

1.5. STRUKTURA RADA

U prvom dijelu, uvodu, navedeni su problem i ciljevi rada, svrha i ciljevi istraživanja, znanstvene metode te je obrazložena struktura rada. U drugom dijelu rada s naslovom Organizacija željezničkog prometa analizirani su najvažniji elementi željezničkog prometa. Teretni vagoni kao prijevozno sredstvo je naslov trećeg dijela rada u kojem je opisan tereni vagoni, njihove vrste i primjena te načini utvrđivanja neispravnosti željezničkog vagona. Četvrto poglavlje pod naslovom Teorijska razmatranja o pokazateljima eksploatacije teretnih vagona navodi vrste pokazatelja, opisuju se kvalitativni i kvantitativni pokazatelji, tokovi prijevoza tereta, te raspored i usklađivanje vagonskih s kolosiječnim kapacitetima. Potom slijedi dio rada s naslovom Analiza pokazatelja eksploatacije teretnih vagona po kapacitetu i vremenu na relaciji Gyekenyes - Koprivnica - Zagreb – Rijeka (Brajdica) u kojem se na konkretnom primjeru analiziraju i izračunavaju eksploatacijski pokazatelji. U posljednjem dijelu, zaključku, dana je sinteza rezultata istraživanja kvantitativnih pokazatelja eksploatacije teretnih vagona u željezničkom prometu.

2. ORGANIZACIJA ŽELJEZNIČKOG PROMETA

Sustav organizacije i eksploatacije željezničkog prometa predstavlja poseban oblik dijela općeg prometnog sustava. Za uspostavu i odvijanje prijevoza je nužan sustavni pristup u postupcima i zahtjevima što se definira tehnološkim pristupom. Prije svega sustavni pristup uvažava red i time omogućuje svoje normalno funkcioniranje. Općenito sustav predstavlja složenu organizaciju funkcioniranja različitih dinamičkih stanja tehnološki vođenih i praćenih pomoću povratnog djelovanja. Sustav je ciljano određen te dinamički usklađen s osnovnim različitim aktivnostima subjekta. U željezničkom prometu to su subjekti koji pružaju različite prijevozne usluge kao što je prijevoz tereta, ljudi i sl. Svi ovi subjekti objektivno čine cjelinu jer imaju zajednički cilj.¹

Željeznički promet je složen dinamični sustav. Njegova složenost proizlazi iz hijerarhijskih i linijskih odnosa koji nameću tehnološku koordinaciju. To se ostvaruje istraživanjem, planiranjem i vođenjem brojnih aktivnosti za uspostavljanje tehnoloških procesa. Dinamičnost proizlazi iz tijeka savladavanja vremena i prostora. Hijerarhijski odnosi se uspostavljaju nizom tehnoloških normativa, standarda, uputa i pravila. Osnovna značajka složenosti dinamičnih sustava je u tehnologiji rada i tehnološkoj disciplini koje moraju jednako funkcionirati na čitavom području. Ovo sve pokazuje na potrebu za tipizacijom, standardizacijom i unifikacijom svih stabilnih i pokretnih sredstava radi potrebe za integracijom u tehnički sustav.

Općenito, organizacija željezničkog prometa polazi od osnivanja poduzeća, njihove unutrašnje organizacije, funkcioniranja poduzeća do upravljanja i rukovođenja prometa. Iz toga proizlazi da organizacija željezničkog prometa polazi od dva međuovisna područja i to teritorijalnog i poslovnog. Prvo su područne organizacije po društveno-političkim zajednicama, a drugo područje se odnosi na problematiku organiziranja u smislu opsluživanja korisnika i racionalizacija korištenja sredstava željezničkog prometa.²

Svako bi se od navedenih područja moglo izučavati po razinama odnosno s određenih aspekata. Tako se područje teritorijalne organiziranosti može odnositi na željeznicu i društveno-političke zajednice i strukturu željeznice po društveno-političkim zajednicama. Drugo bi se područje odnosilo na željeznicu i njezine korisnike, na željeznicu u okviru njezine osnovne strukture i odnos željeznice spram ostalih prometnih grana.

¹ Švaljek, I., Kožulj, T., Bošnjak, M. Tehničko-eksploatacijski pokazatelji i značajke vučnih vozila Hrvatskih željeznica, Hrvatske željeznice, Zagreb, 2013., str. 5.

² Ibidem, str. 6.

Za organiziranje željezničkog prometa su potrebne jake sprege među subjektima. Radi se o tehnološkom procesu proizvodnje prijevozne usluge, prijevozu putnika i tereta. Taj tehnološki proces i suvremena organizacija moraju uvažati tehnološku i ekonomsku neminovnost prema kojoj transportna sredstva rade tek kada su u pogonu. Opće značenje pogona je ekonomija obujma po kojoj se efikasnost korištenja sredstava nalazi u što većoj duljini i količini prevezenih putnika i robe. To je ujedno i osnovna prednost željezničkog prometa naspram drugih oblika prometa.

Pojam eksploatacija predstavlja iskorištavanje raznih bogatstva i prirodnih dobara. Radi se o tehnološkom pojmu koji znači korištenje ili iskorištavanje čime se obavlja proces odvajanja i prilagođavanje prirodnih dobara ljudskim potrebama. Eksploatacija u željezničkom prometu podrazumijeva korištenje i rad transportnih sredstava sa svrhom proizvodnje transportnih usluga. Eksploatacija se treba organizacijski pravilno uspostaviti odnosno obavljati na racionalan, siguran, ekonomičan i na udoban način. Ona mora biti u funkciji organizaciji prijevoza putnika i tereta. To znači da ona mora obuhvatiti veći broj putnika i što veće količine tereta uz manji trošak vremena, sredstava i radne snage. To istovremeno znači manju uporabu materijalnih i ljudskih čimbenika. Prema tome veza između eksploatacije i organizacije prometa je maksimalizacija rezultata uz minimalizaciju rizika.

U osnovi organizacija željezničkog prometa obuhvaća dvije komponente. To su tehnika i tehnologija. Tehnika obuhvaća sredstva željezničkog prometa, a tehnologija se odnosi na skup vještina i znanja o postupcima u proizvodnji transportnih usluga. U prometu to čini proces proizvodnje transportnih usluga odnosno prijevoz putnika i tereta. Proces se može podijeliti na dijelove, a dijelovi se mogu razmatrati po fazama. Svaka od tih faza imaju svoje aspekte pristupa problematici istraživanja pojedinog područja s kojim graniči tehnologija, a u svezi s tim i organizacija željezničkog prometa.³

Elementi organizacije željezničkog prometa u širem smislu su materijalni kadrovski potencijali. Materijalni potencijali predstavljaju tehnička sredstva koja su namijenjena za prijevoz. To su stabilna i prijevozna sredstva. Najvažniji kadrovski potencijali koji su neophodni za uspostavu i odvijanje tehnološkog procesa željezničkog prometa su vozno, vlakopratno, kolodvorsko i postajno te drugo osoblje koje čini izvršnu službu željezničkog prometa. Također u sastavni dio sustava željezničkog prometa treba ubrojiti i korisnike usluga željezničkog prometa. Elementi organizacije željezničkog prometa se prikazani su u tablici 1.

³ Ibidem

Tablica 1. Opći prikaz elemenata sustava tehnološkog procesa željezničkog prometa

| Fizička podloga | | Korisnici | Usluge | Osoblje |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| vidljivo | nevidljivo | Putnički promet Teretni promet | Putnički promet Teretni promet | Vozno Kolodvorsko osoblje Vlakopratno |
| infrastruktura vuča vlakova | sustav interne organizacije prijevozna sredstva namještaj inventar | | | |

Izvor: Švaljek, I., Kožulj, T., Bošnjak, M., Tehničko-eksploatacijski pokazatelji i značajke vučnih vozila Hrvatskih željeznica, Hrvatske željeznice, Zagreb, 2013., str.13.

2.1. STABILNA SREDSTVA

Osnovu stabilnih sredstava čini prometna infrastruktura željeznice. Prometna infrastruktura je skup stabilnih uređaja koji nisu ovisni o veličini funkcioniranja rada, a služe za organiziranje i obavljanje prometa. To su gornji i donji dio ustroj pruge, umjetni objekti, signalno – sigurnosni uređaji, telekomunikacijski, informatički, električne vučne pod stanice i zgrade u eksploataciji i sl. Umjesto naziva prometna infrastruktura se često koristi pojam prometnica.

Da bi sredstva željezničkog prometa mogla nesmetano funkcionirati potrebno ih je održavati. Naime, tehnički sustav mora biti projektiran da zadovolji sve tehničke uvjete u proizvodnji. Održavanje započinje s prvim danom uvođenja u promet, a traje sve do kraja životnog vijeka određenog sredstva.

Postoji više načina i oblika održavanja, prije svega radi se o održavanju gornjeg i donjeg ustroja pruge. Prema značenju i obujmu gornjeg ustroja pruge održavanje je redovito ili tekuće poslovanje, srednji popravci i glavni popravci.

Tekuće održavanje obuhvaćaju radove održavanja na kolosijeku za normalno odvijanje prometa. To je održavanje kolosijeka i drugih postrojenja u granicama tolerancije glede odstupanja kolosijeka po smjeru, širini i niveleti. Te je radove nemoguće unaprijed planirati jer se tijekom eksploatacije pojavljuju razni nedostaci. Tu pripadaju uništavanje vegetacije, čišćenje od snijega, održavanje zastorske prizme, pritezanje kolosiječnog pribora, reguliranje skretnica i kolosijeka po visini i redovito ispitivanje te kontrola stanja gornjeg ustroja.

Srednji popravci se obavljaju periodično i sustavno. To su radovi planiranja kao što su zamjena dotrajalih pragova i tračnica. Srednji popravci se obavljaju u ovisnosti o obujmu

prometa, vrste pruge i ugrađenosti materijala. Smatra se da te radove treba izvoditi za pruge prvog reda u razdoblju od tri do četiri godine i za duge pruge od tri do četiri godine. Glavni je zadatak otkloniti nedostatke koji su se pojavili u eksploataciji.

Glavni popravci se izvode kada su nastale deformacije kolosijeka, a ne mogu se otkloniti srednjim održavanjem. U te radove pripada potpuna zamjena gornjeg ustroja. Izvode se po potrebi što znači prema intenzitetu prometa, najdalje nakon deset godina eksploatacije. To ovisi o izvođenju radova u prethodnim fazama održavanja. U svijetu se glavni popravci pruga obavljaju kada se njome preveze preko 200 milijuna BRT-a.⁴

2.2. POKRETNNA SREDSTVA

Osnova prijevozna jedinica željezničkog prometa je vlak. Vlak je kompozicija sastavljena od vagona s lokomotivom. Vučna sredstva su lokomotive, elektromotorni vlakovi, dizelski motorni vlakovi te druga vozila koja se mogu koristiti za vuču vlakova i vagona. Elektromotorni i dizelski motorni vlakovi su ujedno i vučna te prijevozna sredstva. Vučena sredstva su putnički i teretni vagoni. Prijevozna sredstva služe za prijevoz putnika i tereta. Sva prijevozna sredstva se označavaju prema vlasništvu željezničke uprave kojoj pripadaju. Za hrvatske željeznice to je slovna oznaka HŽ, a brojčana 78.⁵

2.3. OSOBLJE

Osoblje je najvažnija komponenta svake organizacije. Osoblje organizira djelatnost i s materijalnim elementima proizvodi određene proizvode ili usluge. Prema tome osoblje je prva i najvažnija komponenta željeznice jer bez njega moderna prijevozna sredstva ne daju dovoljne efekte. U uslužnoj djelatnosti osoblje se tretira kao osnovna i sporedna djelatnost. U željezničkom prometu postoje osnovna i sporedna.⁶

Osnovnoj djelatnosti pripada ono osoblje koje je potrebno za izvršenje željezničkog prijevoza. U izvršno osoblje izvršava ili osigurava prijevoz na željeznicama. Tu spada vozno, vlakopravno, kolodvorsko i drugo osoblje. Također obuhvaća službe eksploatacije i održavanja stabilnih i pokretnih sredstava. Osnovna zadaća je uspostava i normalno funkcioniranje željezničkog prometa.

⁴ Ibidem, str. 23.

⁵ Ibidem

⁶ Ibidem, str. 34.

Sve druge službe na željeznici nisu u izravnoj vezi s prometom pa se određuju kao sporedna djelatnost. Organiziranje i funkcioniranje prometa vlakova zahtijeva posebno radno vrijeme pa u pravilu ono predstavlja kontinuirani organizirani sustav s različitim dežurstvima. Uz timski rad vrlo je važno izabrati one djelatnike koji su u doticaju s korisnicima. Broj i struktura djelatnika ovisi o dodijeljenoj ulozi, opisu posla što može utjecati na njihove međusobne odnose jer upravo oni će utjecati na ponašanje, na okolinu te same korisnike.⁷

⁷ Švaljek, I. ; Kožulj, T. ; Bošnjak, M.: op.cit., str. 35.

3. TRETNI VAGONI KAO PRIJEVOZNO SREDSTVO

Željeznički promet vrlo je važan za razvoj suvremenog gospodarstva zbog čega postoje brojni istraživački radovi koji se bave problematikom željezničkog prometa, problemima koji se javljaju u ovom načinu transporta i njegovom razvoju. Cilj tih istraživačkih radova obično je razvoj infrastrukture koji se koristi za prijevoz robe ili tereta, te analiza i usporedba sa ostalim prometnim granama. Rezultati istraživanja pokazuju da je željeznički promet u odnosu na ostale prometne grane isplativiji, sigurniji i manje opterećujući za okoliš. Vrlo su važni problemi dinamike teretnih vagona tijekom eksploatacija u različitim uvjetima vožnje.

U Europi postoje prometne politike usmjerene na poticanje i razvoj željezničkog teretnog prometa te postoji mnogo statističkih podataka o gospodarskom stanju i procjene potražnje za prijevozom, ali mora se uzeti u obzir da je vozni park najvažnija imovina željezničkog prometa u postizanju ekonomske učinkovitosti i prilagođavanju zahtjevima logističkog lanca.

Teretni vagoni glavni su elementi u modernom prometnom sustavu koji povezuje željeznički promet i povezane logističke usluge. Kako bi se prilagodio tržišnim trendovima, željeznički promet mora poboljšati učinkovitost inovativnim dizajnom. Prema statistici, smanjit će se udio nabave teretnih željezničkih vozila, a akvizicije će biti usmjerene na zamjenu zastarjelih vagona. Također, željezničke kompanije postupno smanjuju svoj vozni park, a tržišni udio tvrtki koje iznajmljuju teretne vagona bilježe brz rast.

Teretni vagon, kao temeljni element modernog željezničkog teretnog prijevoza, ključni je pokazatelj produktivnosti željeznice. Predstavlja poveznicu između željezničkog prometa i povezanih logističkih usluga. Za prilagodbu tržišnim trendovima u logistici kao što su zahtjevi za individualizacijom proizvoda ili dodatnim uslugama ili tzv. "učinak strukture robe" od teških rasutih roba do lakših roba visoke vrijednosti u manjim količinama (pošiljki), željeznički prijevoz mora poboljšati svoju učinkovitost između ostalog inoviranjem dizajna i upotrebe željezničkih teretnih vagona. Bolja iskorištenost voznog parka sama po sebi može dovesti do povećanja opterećenja vagona za 30%, smanjenja troškova održavanja po vagonu za 40% i povećanja produktivnosti osoblja za 15%. Međutim, presudni čimbenik za buduću ulogu vagona je problem buke. Moderna flota vagona može poboljšati performanse željezničkog prijevoza u smislu zaštite okoliša, ali u kojoj će mjeri teretni vagoni igrati ulogu u pružanju

boljih ekonomskih učinaka za željeznicu, također će ovisiti o načinu na koji se problem buke rješava na europskoj razini.⁸

Slika 1. Teretni vagon



Izvor: Koprić, B., Teretni vagoni Hrvatskih željeznica, Hrvatske željeznice, Zagreb, 2014., str. 9.

Korištenje željezničkih vagona je učinkovita metoda za prijevoz robe. To je obično brži oblik kopnenog prijevoza u usporedbi s kamionskim prijevozom. Jedan teretni vlak također može prevesti puno veći teret nego jedan kamion. To mu daje značajnu prednost u odnosu na kamionski prijevoz, jer veći opseg rezultira smanjenim troškovima prijevoza, budući da je manje radne snage i energije potrebno za vuču iste količine tereta.

Važna prednost željezničkog prijevoza je mogućnost povećanja tereta na jednom putovanju željeznicom uz relativno niske troškove. Iako su početni troškovi željezničkog prijevoza znatni, dodavanje dodatnih vagona postojećem željezničkom vlaku nosi relativno niske troškove. Tako se nosivost teretnog vlaka može lako povećati uz relativno niske troškove. Još jedna troškovna prednost željeznice su niski javni troškovi. Održavanjem pruge upravljaju željezničke tvrtke i stoga se smatraju privatnim troškovima za te tvrtke. Budući da većinu tih troškova neizravno plaćaju putničke usluge na željezničkim prugama, teretni prijevoz vlakom snosi samo vrlo mali iznos tih troškova. Dok kamioni plaćaju naknade za korištenje cesta, teretni vlakovi mogu koristiti pruge uz relativno niske troškove.⁹

⁸ Koprić, B.: op.cit., str. 10.

⁹ Ibidem, str. 11.

3.1. POJAM I NAMJENA

Domaća industrija teretnog prometa 21. stoljeća vrlo je zahtjevna. Bilo da se roba prevozi cestom, u konačnici vrijede ista komercijalna razmatranja. Općenito govoreći, svaki je način nastojao biti ograničen na domene u kojima je njihova relevantnost jasno utvrđena. Na primjer, rasuti građevinski proizvodi velike količine, kao što su otpad i agregati, koji zahtijevaju masivnije transportno rješenje pogodniji su željeznicom, a ne cestom, dok će se paletizirana roba češće prevoziti kamionima. Tamo gdje je željeznica prisutna u opskrbnom lancu paletizirane robe, "zadnja milja" se češće još uvijek prelazi cestom.¹⁰

U željezničkom teretnom prijevozu izrazi vagon ili vagon tereta odnose se na vlakove sačinjene od pojedinačnih vagonskih pošiljki tereta. Teretni vagoni su bila teška vozila na četiri kotača koja su vukle životinje i koja su se koristila za prijevoz velikih količina komercijalne robe, zaliha, sirovina i opreme na velike udaljenosti. Zamijenila ga je današnja željeznica, kamionski prijevoz i dostava. Lakši teretni vagoni koji su korišteni za kraću vuču ne smatraju se teretnim vagonima. Ova laka teretna kola korištena su na farmama i za dostavu robe.¹¹

U Sjedinjenim Američkim Državama i Kanadi izraz teretni vagon odnosi se na jedan vagon bilo koje vrste, a manifestni vlak odnosi se na vlakove sastavljene od različitih teretnih vagona. Od 2021. godine u Europi vagonski teret predstavlja 30 do 40 % tereta koji se prevozi u mnogim zemljama uključujući Francusku, Italiju, Njemačku, Belgiju; u drugim zemljama, uključujući Ujedinjeno Kraljevstvo i Rumunjsku, prijevoz tereta u vagonima vrlo je minoran aspekt željezničkog teretnog prijevoza i predstavlja manje od 5% željezničkog teretnog prometa.

Promet teretnih vagona obično se sastoji od utovara pojedinačnih vagona s robom na odvojenim lokacijama prebačenih u ranžirne kolodvore gdje se vagoni razvrstavaju po odredištu, zatim transportiraju do odredišnog ranžirnog kolodvora gdje se pojedinačni vagoni odvajaju i skupljaju u vlakove po odredištu.¹²

3.2. OSNOVNA OBILJEŽJA

Europski dizajneri teretnih vagona dugo su se vremena rukovodili načelom da vagoni moraju biti sposobni za korištenje na svim željezničkim mrežama standardnog kolosijeka u

¹⁰ Badanjak, D., Bogović, B., Jenić, V., Organizacija željezničkog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016., str. 84.

¹¹ Ibidem

¹² Ibidem., str. 85.

Europi. Više od 50 godina Međunarodna željeznička unija standardizirala je mnoge komponente teretnih vagona, posebno njihov vozni mehanizam, kočni sustav i vučni mehanizam. To je u svrhu postizanja zamjenjivosti između različitih teretnih vagona različitog porijekla i vlasništvo koje prolazi kroz Europu. Standardizacija je neophodna za sučelja između različitih vagona u vlaku, tj. kočnih sustava i vučnog mehanizma, ali je manje očigledna za vozni mehanizam, tj. okretna postolja i jednoosovinske ovjese.¹³

Iako ovi ciljevi i načela imaju značajne prednosti u prekograničnom prometu, oni također koče razvoj teretnih vagona i, neizravno, konkurentnost željezničkog teretnog prometa. Vozni mehanizam i njegova izvedba posebno su važni tamo gdje postoji potreba za brzim noćnim prijevozom na veće udaljenosti i/ili poboljšanim prijevoznim svojstvima s gledišta oštećenja tereta.

Većina dizajna voznog mehanizma koji se koristi na današnjim teretnim vagonima u srednjoj, sjevernoj i zapadnoj Europi nastao je u 1950-im i 1960-im godinama. Vozni mehanizam su dvije vrste okretnih postolja – karika okretnog postolja ili Y25 okretnog postolja – ili jednostruke osovine s karičnim ovjesom.

Za povećanje konkurentnosti željezničkog teretnog prometa poželjno je povećati osovinsko opterećenje, a ponekad i brzinu. To bi, barem u nekim radnim uvjetima sa standardnim voznim trakama, značilo prekoračenje postojećih ograničenja za kvalitetu vožnje i sile kotač-tračnica. Jednako je važno poboljšati kvalitetu vožnje kako bi se smanjila šteta na transportiranoj robi pri uobičajenim brzinama i na taj način mogli privući kupce kojima su potrebne usluge prijevoza za osjetljivu gotovu robu.

Europski standardi koji se tiču potrebnih voznih svojstava za teretne vagone prilično su liberalni u pogledu razina vibracija. Na primjer, u frekvencijskom području od 0,4 do 10 Hz dopuštena ubrzanja na podu vagona su 5 m/s^2 u okomitom smjeru i 4 m/s^2 u bočnom. Ovo je za potpuno novi dvoosovinski teretni vagon koji se testira pod namjerno točno definiranim uvjetima. Zbog trošenja i različitih uvjeta rada, stvarna izvedba može se i pogoršati. Za visoke frekvencije (iznad 10 Hz) nema nikakvih zahtjeva.¹⁴

Lako je razumjeti da takve vibracije mogu uzrokovati štetu na određenim vrstama osjetljive robe, koja nije posebno dobro pakirana za željeznički transport. Zbog velikih kombiniranih vertikalnih i bočnih vibracija postoji opasnost od pomicanja tereta na podu vagona, što bi u konačnici dovelo do oštećenja tereta.

¹³ Badanjak, D., Bogović, B., Jenić, V. op.cit., str. 90.

¹⁴ Ibidem

Bolje dinamičke karakteristike voznog mehanizma teretnih vagona bilo bi moguće postići korištenjem novih dizajna i poboljšanjem sadašnjih standardnih dizajna. Za domaći promet u zatvorenim petljama prvi bi način mogao biti najatraktivniji, posebice na novim teretnim vagonima. Za međunarodni promet s većim zahtjevima za razmjenom i standardizacijom, kao i za poboljšanje velikog broja postojećih teretnih vagona, drugi bi način bio poželjniji. Teretni vagoni sa karičnim ovjesom danas su najčešći tip ovjesa za teretne vagona u Europi. Načelno postoji više od 100 godina. Zupčasti ovjesi koriste se na takozvanom okretnom postolju tipa G. Zupčasti ovjesi se također koriste u jednoosovinskim voznim strojevima.

Dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da je moguće bitno poboljšati vozna svojstva na postojećim teretnim vagonima s voznim trakama europskog standarda, kako na vagonima s okretnim postoljima tako i na dvoosovinskim vagonima. To se može postići dodavanjem određenog broja hidrauličkih prigušivača uobičajenim konstrukcijama. Ovo je alternativa potpuno novom dizajnu, posebno u međunarodnim teretnim operacijama s posebnim potrebama razmjene i standardizacije.¹⁵

3.3. VRSTE I ZNAČAJKE

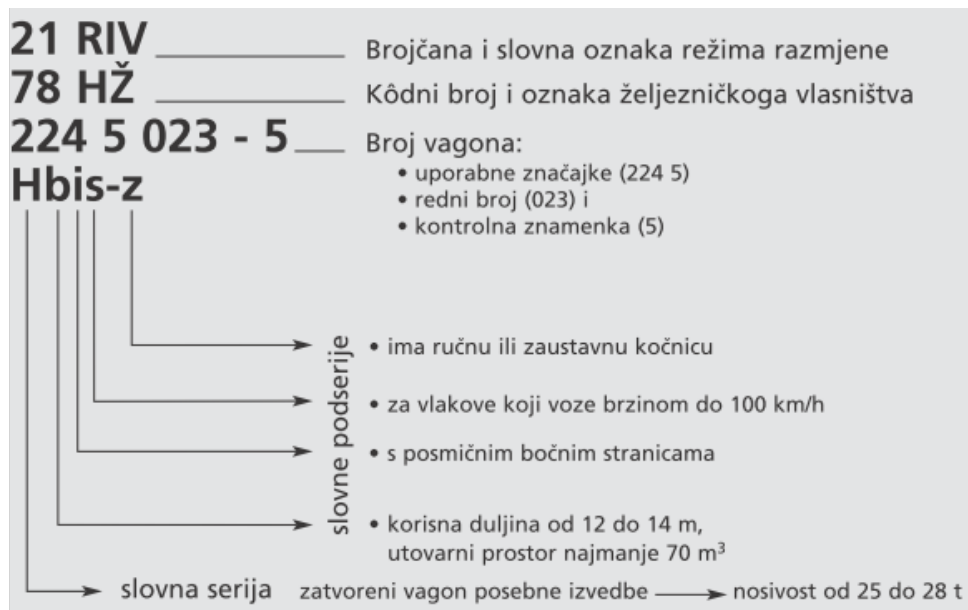
Prijevoz robe željeznicom obavlja se različitim vrstama željezničkih vozila. Ovisno o prirodi tereta, strukturi karoserije, načinu utovara i istovara, kao i osiguranju sigurnosti robe razlikuju se: natkriveni vagoni, otvoreni vagoni, platforme, cisterne, automobili, kamioni, željeznička kola tipa bunker i ref-vagoni.¹⁶

Na svakom vagonu istaknuti su brojčani i slovni natpisi kojima se označuju njegove tehničke i uporabne značajke, režim razmjene i vlasnik. Oblik, mjesto, veličina i boja obaveznih natpisa su točno propisani međunarodnim željezničkim propisima. Neobavezni natpisi pridonose tomu da rad s vagonima bude jednostavniji i brži.

¹⁵ Ibidem

¹⁶ Kunac, J., Uporaba vagona, Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015., str. 18.

Slika 2. Brojčana i slovna oznaka vagona



Izvor: Hess, S. Tehnološki procesi u prometu, nastavni materijali, <https://moodle.srce.hr/2020-2021/>

Tablica 2. Vlasničke oznake

| Brojčani kôd | Slovna kratica | Željezničko prijevozno poduzeće (željeznice) |
|--------------|----------------|--|
| 10 | VR | Finske željeznice |
| 20 | RŽD | Ruske željeznice* |
| 21 | BC | Bjeloruske željeznice* |
| 22 | UŽ | Ukrajinske željeznice* |
| 23 | CFM | Moldavske željeznice* |
| 24 | LG | Litavske željeznice |
| 25 | LDŽ | Latvijske željeznice* |
| 78 | HŽ | Hrvatske željeznice |
| 79 | SŽ | Slovenske željeznice |
| 80 | DB | Njemačka željeznica d.d. |
| 81 | ÖBB | Austrijske savezne željeznice |

Izvor: Hess, S. Tehnološki procesi u prometu, nastavni materijali, <https://moodle.srce.hr/2020-2021/>

Tablica 3. Važniji natpisi i oznake na vagonu

| | |
|---------------------|--|
| ← 14.04 m → | Duljina preko odbojnika |
| 20380 kg | Vlastita masa |
| 12.7 m | Iskoristiva podna duljina (utovarna duljina) |
| 50.8 m ² | Iskoristiva podna površina |
| 72.0 m ³ | Volumen utovarnog prostora |
| 77000l | Volumen vagona s posudama |
| → 9.00 m ← | Razmak između - krajnjih osovina (kod vagona bez okretnih postolja) - krajnjih osovina u okretnom postolju - središnjih svornjaka okretnih postolja |

Izvor: Hess, S. Tehnološki procesi u željezničkom prometu, nastavni materijali Merlin
<https://moodle.srce.hr/2020-2021/>

Glavne tehničke značajke teretnog vagona su: ambalaža (tara praznog vagona), nosivost (maksimalna težina tereta koji se u njemu može prevoziti), obujam karoserije, površina, dužina i druge linearne dimenzije.

Natkriveni vagon koristi se za prijevoz robe koja zahtijeva zaštitu od atmosferilija. Karoserija vagona je konstrukcija koja se sastoji od okvira s podovima, bočnim stranama i krovom. Utovar i istovar u univerzalnim teretnim vagonima kroz vrata smještena u bočnim zidovima.

Slika 3. Natkriveni vagon



Izvor: Kunac, J., Uporaba vagona, Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015., str. 20.

Tablica 4. Značajke natkrivenog vagona

| Veličine | Duljina | Širina | Visina |
|-------------------------|---------|--------|--------|
| Unutarnji, mm | 15724 | 2764 | 3050 |
| Vrata, mm | — | 3802 | 2334 |
| Težina, t | 26,0 | | |
| Volumen, m ³ | 138,0 | | |
| Nosivost, t | 68,0 | | |

Izvor: Kunac, J. Uporaba vagona. Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015., str. 20.

Otvoreni vagon je namijenjen za prijevoz robe koja ne zahtijeva zaštitu od atmosfere. Budući da nema krov omogućen je potpuno mehanizirani utovar. Za prijevoz rasutih tereta postoje vagoni s otvorima u podu, koje omogućuju mehanizirani istovar tereta.

Slika 4. Otvoreni vagon

Izvor: Kunac, J., Uporaba vagona, Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015., str. 21.

Tablica 5. Značajke otvorenog vagona

| Veličine | Duljina | Širina | Visina |
|-------------------------|---------|--------|--------|
| Unutarnji, mm | 12690 | 2890 | 2050 |
| Težina, t | 23,0 | | |
| Volumen, m ³ | 75,2 | | |
| Nosivost, t | 71,0 | | |

Izvor: Kunac, J. Uporaba vagona. Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015., str. 21.

Platforma je vagon za prijevoz strojeva, opreme, dugog tereta, kontejnera i rasute robe, koji ne zahtijevaju zaštitu od vremenskih uvjeta. Kontejnerske platforme nemaju stranice i opremljene su posebnim bravama za pričvršćivanje teških univerzalnih kontejnera bilo koje vrste. Platforme za prijevoz drvene građe imaju krajnje stjenke i dodatne posebne nosače koji sprječavaju pomicanje tereta.

Slika 5. Platforma



Izvor: Kunac, J. Uporaba vagona, Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015., str. 22.

Tablica 6. Značajke platforme

| Veličine | Duljina | Širina | Visina |
|---------------|---------|--------|--------|
| Unutarnji, mm | 13300 | 2770 | 400 |
| Težina, t | 23,5 | | |
| Nosivost, t | 71,0 | | |

Izvor: Kunac, J., Uporaba vagona, Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015., str. 22.

Hooper je vrsta vagona koji se koristi za masovni prijevoz gnojiva, cementa, žitarica i drugog rasutog tereta. Za zaštitu od vremenskih uvjeta korišteni su natkriveni lijevci s otvorima za utovar na krovu.

Slika 6. Hopper



Izvor: Kunac, J., Uporaba vagona, Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015., str. 23.

Tablica 7. Značajke Hopper-a

| | |
|-------------------------|------|
| Veličine | |
| Težina, t | 23,0 |
| Volumen, m ³ | 81,0 |
| Nosivost, t | 70,0 |

Izvor: Kunac, J. Uporaba vagona. Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015., str. 23.

Vagon cisterna se koristi za prijevoz tekućih tereta, ukapljenih plinova i čestica.

Slika 7. Vagon cisterna



Izvor: Kunac, J. Uporaba vagona. Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015., str. 24.

Tablica 8. Značajke vagon cisterne

| Veličine | |
|-------------------------|------|
| Težina, t | 27,0 |
| Volumen, m ³ | 83,0 |
| Nosivost, t | 67,0 |

Izvor: Kunac, J. Uporaba vagona. Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015., str. 25.

Vagoni tipa bunker su natkriveni vagoni ili natkriveni lijevci s jedinom razlikom što je u jednom okviru montirano nekoliko kontejnera namijenjenih za prijevoz specifičnih rasutih tereta (brašno, naftni bitumen, zrnati materijali).

Teretnjak služi za prijevoz i mehanizirani istovar rastresitog i gromadnog tereta.¹⁷

¹⁷ Kunac, J., op.cit., str. 26.

4. TEORIJSKA RAZMATRANJA O POKAZATELJIMA EKSPLOATACIJE TERETNIH VAGONA

U ovom se dijelu diplomskog rada definira teorijska razmatranja o pokazateljima eksploatacije teretnih vagona. U skladu s time posebno se elaboriraju tri tematske jedinice: 1) Vrste pokazatelja, 2) Tokovi prijevoza tereta i 3) Raspored i usklađivanje vagonskih s kolosiječnim kapacitetima.

4.1. VRSTE POKAZATELJA

Tehnološki proces proizvodnje prijevoznih usluga se neprestano odvija u dinamičkoj komponenti koja ima istovremeno svoju prostornu i vremensku dimenziju. Proces se odnosi na vrste i podvrste poslova koji izražavaju i odgovarajuće odnose između različitih aktivnosti što se u krajnjoj mjeri svode na razlike između složenosti i obujma radova. Time se poslovi razlikuju od radnih zadataka.

Posao predstavlja određenu trajnu aktivnost dok radni zadatak predstavlja konkretne prostorne i vremenski definirane zahvate. Prostorna komponenta znači da se zadatak mora izvršiti u određenom prostoru, a vremenska da se mora izvršiti u određenom vremenu. Prema vremenskoj komponenti radni zadatak ima svoj početak, tijek i završetak.

Prije izvršenja radnog zadatka određuje se sredstvo i tehnologija rada što uključe točno određeno vrijeme za njegovo izvršenje. Radi se o planskom zadatku koji se definira za svaku organizacijsku jedinicu. Svaki pojedini zadatak se utvrđuje pomoću njezinog rada.

Dinamičko praćenje rada u njegovim prostornim i vremenskim dimenzijama je moguće prikupljanjem podataka i analiziranjem rezultata rada. Analiza znači rastavljanje svakog elementa na njegove osnovne čimbenike. Ono se raščlanjuje pomoću većeg broja pokazatelja koji se dijele na:

- kvalitativne i
- kvantitativne.¹⁸

Kvalitativni pokazatelji iskazuju kakvoću, svojstvo, vrsnoću, vrijednost, odliku, značaj i osobito primarno izvršenje rada. Tu nije bitna količina.¹⁹

¹⁸ Švaljek, I., Kožulj, T., Bošnjak, M., str. 40.

¹⁹ Ibidem

Kvantitativni pokazatelji iskazuju količinu, veličinu planiranog i izvršenog rada te transporta. Pri tome nisu važni uvjeti izvršenja rada.²⁰

No svaki od tih pokazatelja u određenoj mjeri održavaju značajke izvršenog rada. U pravilu tu se uzima u obzir da se radi o jednoj te istoj pojavi u prvom redu obuhvaća kvalitetu rada te u drugim, uvjete pod kojim se taj rad izvršava.

Kvantitativni pokazatelji su oni kojima se kvantificira rad teretnog vagona, odnose se na obujam i aspekte rada teretnog vagona. Pokazatelji obujma rada se primjenjuju za određivanje količine rada određene organizacijske jedinice. Ono obuhvaća utovar, transport, pretovar, istovar tereta u teretni vagon te izvršen rad. Ovi pokazatelji se odnose na međunarodni i domaći željeznički prijevoz.²¹

Pokazatelji tehničkog rada se primjenjuju za planiranje te praćenje tehnološkog procesa željeznice te za obračunavanje realizacije rada, korištenja sredstava, njihove kapacitete i dr. To su vozni kilometri teretnih vlakova, vagonski kilometri teretnih vlakova, osovinski kilometri teretnih vlakova, ukupni osovinski kilometri teretnih vlakova, bruto-tonski kilometri, tara-tonski kilometri, vagonski dani voznog parka, ukupno vrijeme vožnje vlakova, ukupno vrijeme putovanja vlakova, broj utovarenih, istovarenih, primljenih i predanih vagona, ukupni red izražen u vagonima, broj vagonskih sati zadržavanja vagona u tehničkim i kolodvorima utovara i istovara, broj vagona koji su prešli tehničke kolodvore te predaja i prijenos vagona na graničnim kolodvorima.²²

Kvantitativni pokazatelji eksploatacije teretnog vagona po kapacitetu i vremenu imaju svoje teorijsko i praktično značenje. Uz opisane kvantitativne pokazatelje postoje i drugi pokazatelji koji se mogu svrstati u posebnu skupinu tzv. skupinu ostalih pokazatelja.

U skupinu kvantitativnih pokazatelja korištenja teretnih vagona po kapacitetu spadaju statističko opterećenje, dinamičko opterećenje i dinamičko opterećenje vagona radnog parka.

Statičko opterećenje teretnog vagona (P_s) je količina tona po vagonu na mjestu utovara. Ono pokazuje masu tereta u tonama po utovarenim vagonima. Prilikom utovara više vagona dobiva se prosječno statističko opterećenje po vagonu. Time se prikazuje odnos ukupne količine utovarene i primljene neto – mase tereta i broj utovarenih te primljenih vagona:

$$P_s = \frac{\Sigma P}{U} \text{ [teret/vagon]}$$

gdje je ΣP – broj utovarenih i primljenih tona tereta.

²⁰ Ibidem

²¹ Ibidem

²² Švaljek, I., Kožulj, T., Bošnjak, M., op.cit., str. 81.

Ako je poznato statističko opterećenje tada je moguće izračunati postotak iskorištenja vagona po iskorištenosti. Posljedice iskorištenja se traži u navikama pošiljatelja tereta, u neusklađenosti vagonskih kapaciteta s osovinskim opterećenjem pruga preko kojih se prevoze vagoni i u strukturi tereta koji se prevozi s obzirom na različitu specifičnu težinu pa se može dogoditi da vagoni ostanu prostorno neiskorišteni.²³

Dinamičko opterećenje vagona (P_d) je prosječno opterećenje vagona tijekom vožnje. Ono se dobiva iz odnosa neto-tonskih i vagonskih kilometara tovarnih vagona:

$$P_d = \frac{\Sigma Pl}{nstov}$$

gdje je ΣPl – neto-tonski kilometri.

Ako se umjesto vagonskih u nazivnik stave osovinski kilometri dobiti će se dinamičko opterećenje vagona po osovini:

$$P_d = \frac{\Sigma PL}{nstovos} \text{ [teret/osovina]}$$

Statičko opterećenje vagona može biti jednako dinamičnom, ali može biti i manje i veće od dinamičkog.

Dinamičko opterećenje vagona voznog parka (P_{dr}) je određeno odnosom neto-tonskih prema vagonskim kilometrima radnog parka. Ono pokazuje koliko se tona prosječno prevozi po jednom vagonu bez obzira na to u kojem je stanju natovaren ili prazan:

$$P_{dr} = \frac{\Sigma Pl}{\Sigma ns} \text{ [tona/vagon].}^{24}$$

Najvažniji pokazatelji korištenja teretnih vagona po vremenu su:

- obrt,
- dnevno trčanje,
- vrijeme rada,
- produktivnost.²⁵

Obrt predstavlja jedan od pokazatelja vremenskog korištenja vagona čija je jedinica vagonski dan, a čija se racionalizacija rada s vagonima nalazi u njihovom što manjem

²³ Ibidem

²⁴ Švaljek, I., Kožulj, T., Bošnjak, M., op.cit., str. 84.

²⁵ Ibidem

angažiranju na pojedinim ciklusima. Cilj je napraviti što više ciklusa obrta s vagonima. Ciklus je vremenski angažman vagona između dva utovara ili istovara.

Prema tome, obrt je vrijeme koje vagoni provedu između dva utovara ili istovara tereta na bilo kojoj pruzi ili kolodvoru. Pri tome je opći cilj da to vrijeme bude što kraće, ali da vagoni voze što dulje i to u utovarenom stanju. To vrijeme između dva utovara ili istovara tereta je u vezi s pojmom rada koje se utvrđuje pomoću početnih ili završnih radnji. Tu je svejedno koje će se od tih radnji uzeti u obzir, jer sa njima započinje ili završava pojedini ciklus. Bitno je da se početna radnja ne miješa sa završnom i obrnuto. Također, obrt vagona nije vrijeme od jednog utovara do drugog utovara ili istovara, jer time nije obuhvaćeno vrijeme koje vagoni provedu nakon istovara do ponovnog utovara. U svakom slučaju, to je vrijeme neproduktivno i ono se može odnositi na prazno trčanje ili čekanje u bilo kakvoj situaciji čekanja na utovar i sl.

Za utvrđivanje rada vagona uzimaju se u odnos vagonski dani i broj vagona u radu. Analiza vremena odnosno utvrđivanje pojedinih faza obrta vagona se provodi pomoću tri metodološke formule. Najvažnije metodološke formule su jednočlane, tročlane i peteročlane. Te formule su dobile ime po broju članova od kojih se sastoji ili po tome koliko elemenata sadržavaju. Pojedini članovi predstavljaju analitičko i sintetsko sagledavanje vremena koje vagoni provedu u jednom ciklusu odnosno obrtu. U prvoj formuli se utvrđuje odnos između vagonskih dana radnog parka i izvršenog rada u broju vagona. U drugoj i trećoj formuli za utvrđivanje obrta potrebno je utvrditi faze radnog procesa u kojem se vagoni nalaze između dva utovara ili istovara tereta. U tom slučaju postoji deset faza.

Svaka od tih faza je analitički razrađena. U svakoj tih faza se primjenjuje određena tehnologija transportnog procesa. Postojeća tehnologija transportnog procesa se dijeli u tri skupine. To je vrijeme koje vagoni provedu u vlakovima koji većim dijelom nalaze u transportnom procesu dok manji dio se nalazi među kolodvorima radi određenih prometnih situacija npr. u stajanju, u tehničkim kolodvorima kada vagoni stoje radi ponovnog formiranja vlakova, a može biti da se vlakovi zadržavaju radi drugih razloga u ranžiranim kolodvorima radi pripreme i izvršenja utovara ili istovara tereta.

Na osnovi te sinteze vremena obrta može se reći da se vagoni tijekom obrta nalaze u vlakovima, tehničkim ranžiranim kolodvorima i utovarno – istovarnim kolodvorima.

Obrt vagona se može računati za čitavu mrežu ili njezin dio odnosno za pojedinu jedinicu bilo koje organizacijske razine. Pri tome je važno zadržavanje vagona na određenoj mreži bilo da su u tovarenom ili u praznom stanju. Za utvrđivanje zadržavanja vagona mjerodavne su vagonске evidencije na graničnim kolodvorima koji primaju i predaju vagone

između dvije željezničke isprave, ili na nižoj razini između dva područja određene organizacijske jedinice.

Prema analogiji utvrđivanja rada odnosno prijevoza tovarnih vagona može se raditi o vagonima koji su utovareni ili istovareni na određenoj željezničkoj mreži, o vagonima koji su utovareni na drugoj, a biti će istovareni na vlastitoj mreži, vagonima koji su utovareni na vlastitoj a biti će istovareni na drugoj mreži i vagonima koji su utovareni ili istovareni na drugoj mreži.

Utjecaj pojedinih čimbenika na veličinu obrta vagona ima za cilj njihovo analitičko sagledavanje. Potrebno je znati sve te elemente koji utječu na vrijeme obrta vagona da bi se pravovremeno moglo djelovati. Pri tome, opći cilj je smanjenje vremena obrta što znači smanjenje pojedinih vremenskih faza, a da pritom vagoni što više trče i to u utovarenom stanju.

Produktivnost teretnih vagona podrazumijeva produkcija neto-tonskih kilometara u jedinici vremena odnosno obično vagonskom danu. Produktivnost, proizvodnost i učinak u navedenom kontaktu se smatraju sinonimima. Prema tome, produktivnost je proizvodnja neto-tonskih kilometara. Proizvodnja treba biti još veća u jedinici vremena pa se traži da vagoni što više proizvode odnosno da što dulje trče u tovarenom stanju.

Trčeći u praznom stanju vagoni ne proizvode neto-tonske kilometre pa se to trčanje i ne smatra radom već su to bruto-tonski kilometri. Bruto-tonski kilometri po osnovi praznog trčanja se ne smatraju produktom rada jer ne stvaraju prihod, a predstavljaju trošak, trošenje materijala, energije, radne snage i dr. Stoga je uspostavljenje odnosa između troškova i prihoda odnosno između bruto-rada i neto-rada stalni zadatak u eksploataciji željezničkog prometa.

Kako se prijevoz obavlja vagonima radnog parka tako se produktivnost proizvodnje neto-tonskih kilometara odnosi na vagone radnog parka. Prema tome, produktivnost po jednom vagonu, odnosno po vagonskom danu dobiti će se iz odnosa neto-tonskih kilometara i vagona radnog parka, odnosno onih vagona koji su te kilometre proizveli:²⁶

$$Pr = \frac{\Sigma Pl}{nr} [\text{ntkm/vag.dan}].$$

Produktivnost se može izračunati kao produkt dinamičkog opterećenja vagona radnog parka i prosječnog dnevnog trčanja:²⁷

$$Pr = P_{dr} \cdot s [\text{ntkm/vag.dan}].$$

²⁶ Ibidem, str. 114.

²⁷ Ibidem

Prema tome, produktivnost je funkcija duljine trčanja i dinamičkog opterećenja vagona u jednom danu. Veća duljina trčanja tovarenih vagona znači više neto-tonskih kilometara.

U opsežnoj analizi poslovanja željeznice produktivnost se izražava kao učinak koji se postiže u danom vremenu uz određene utroške proizvodnih elemenata. U tom kontekstu produktivnost je čimbenik efikasnosti poslovanja određene željezničke organizacije.

Produktivnost teretnih vagona ovisi o sljedećim parametrima:

- masi robe kojom se vagoni tovore,
- osovinskom opterećenju pruge,
- duljini računa tovarenih vagona i
- vremenu obrta vagona.²⁸

Svaki od tih parametara opet ovisi o drugim, ranije razmatranim. Tako samo obrt vagona ovisi o nizu tehničko-tehnoloških i organizacijsko-eksploatacijskih elemenata iz kojih je produktivnost složeni pokazatelj eksploatacije teretnih vagona.

U skupinu ostalih do sada navedenih kvantitativnih pokazatelja pomoću kojih se također utvrđuje stupanj iskorištenja sredstava pripadaju:

- prosječna bruto-masa vlaka,
- prosječna neto- masa vlaka,
- prosječni broj vagona u vlaku,
- prosječni broj osovina teretnih vagona,
- prosječna tara jednog vagona.²⁹

Masa vlaka se dobiva iz ukupne mase svih vozila u vlaku osim radnih lokomotiva. Svakom se vlaku u voznom redu određuje masu prema kojoj su utvrđena vremena vožnje. Konkretno, za svaki se vlak masa se dobiva iz vlastite mase vozila i mase tereta što je sadržano u prijevoznim dokumentima.

Prosječna bruto masa jednog vlaka se dobiva podjelom ukupne bruto mase svih vlakova koji su tu masu ostvarili. Prosječna bruto masa vlaka izražava prosječno opterećenje svih vlakova jedne pruge ili jedne organizacijske jedinice.

Prosječna neto masa vlaka je količina neto-tona tereta koja se odnosi na jedan vlak od ukupne prevezene mase svim vlakovima. Dobiva se iz odnosa ukupno prevezene neto mase i broja vlakova ili iz odnosa neto-tonskih i voznih kilometara.

²⁸ Ibidem, str. 115.

²⁹ Ibidem

Prosječni broj vagona koji se odnosi na jedan vlak dobiva se iz ukupnih vlakova određene organizacijske razine. Naziva se još i prosječni sastav vlaka. Najveći dopušteni broj osovina ovisi o vrsti i brzini vlaka, vrsti kočenja i duljini prolaznih i njima susjednih kolosijeka u kolodvorima koje vlak prolazi.

Prosječna tara vlaka se dobiva iz odnosa tara–tonskih i voznih kilometara ili dijeljenjem ukupne tare svih vlakova s brojem vlakova koji su ostvarili tu taru.

Ostali pokazatelji također služe za analizu kvalitete korištenja prijevoznih sredstava, zatim za utvrđivanje efikasnosti poslovanja željezničke organizacije što znači za sagledavanje odnosa bruto–rada i neto–rada odnosno za sagledavanje odnosa troškova i prihoda u eksploataciji prijevoznih sredstava željeznice.

4.2. TOKOVI PRIJEVOZA TERETA

Tokovi prijevoza tereta su robni tokovi određenih vrsta tereta koje cirkuliraju određenim transportnim pravcima, odnosno transportnim rutama ili koridorima. Tokovi prijevoza tereta obuhvaćaju količinu tereta u tonama, m³ ili komadima koja se premješta u određenom vremenskom periodu na datom pravcu ili punktu. Tokovi prijevoza tereta kao posljedica odvijanja robne razmjene (u svijetu) koja se obavlja pomoću prometa i trgovine, predstavljaju značajan pokazatelj intenziteta (obima), strukture i dinamike (svjetskog) prometa, odnosno robnog prijevoza.

U analizi tokova prijevoza tereta važno obilježje je i dinamika tokova tereta koja podrazumijeva određeni trend u intenzitetu tokova prijevoza tereta u određenom vremenskom periodu. Temeljem analize dinamike tokova prijevoza tereta moguće je izvesti značajne zaključke o tendenciji kretanja tokova prijevoza tereta u određenom vremenskom periodu. Spomenuti se zaključci tako odnose na ocjenu dinamike tokova prijevoza tereta u različitim oblicima, kao što su primjerice: rast ili pad tokova prijevoza tereta, stagnacija tokova prijevoza tereta i dr. i to u određenom vremenskom periodu.

Prostorni raspored tokova prijevoza tereta svijetu formira se zavisno od brojnih faktora od kojih su važniji položaj potrošačkih i proizvodnih područja tereta, stupanj privrednog razvoja pojedinih dijelova svijeta i ekonomske grupacije svijeta.

Odlučujući faktor za smjer tokova prijevoza tereta je potrošačko područje tj. njegova privlačna snaga u odnosu na izvorište tokova prijevoza tereta.³⁰

³⁰ Hlača, B., Lučka logistika, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2016., str. 13.

4.3. RASPORED I USKLAĐIVANJE VAGONA S KOLOSJEČNIM KAPACITETIMA

Simetrična raspodjela je osnovni kriterij za ukrcaj tereta na vagone. Došlo je do konsenzusa da je optimalna lokacija težišta tereta u središtu vozila bočno i uzdužno. Dakle, opći modeli vagona-tračnica pretpostavljaju da je središte gravitacije vagona isto kao i njegovo geometrijsko središte u vodoravnoj ravnini.

Budući da neravnomjerna raspodjela mase može rezultirati očitom neuravnoteženošću opterećenja kotača i ozbiljno pogoršati performanse zakrivljenija, simetrično opterećenje je osnovni preduvjet u studijama u pogledu jamčenja sigurnosti vožnje vagona.

Međutim, prema praktičnom iskustvu, koso opterećenje se ne može u potpunosti izbjeći. Radi sigurnosti vožnje vozila, objavljuju se smjernice za opterećenje nekoliko željezničkih organizacija kako bi se odredile dopuštene vrijednosti pomaka. Omjer masa po okretnom postolju trebao bi biti manji od 3:1, a omjer opterećenja između kotača (lijevo/desno) određene osovine trebao bi biti manji od 1,25:1. Štoviše, masa po osovini ne smije premašiti maksimalno osovinsko opterećenje. Uzdužno, središte težine tereta mora biti na određenoj udaljenosti od središta bilo kojeg kamiona, što ovisi o omjeru između težine tereta i granice opterećenja. Bočno, teret mora biti smješten kako bi se izjednačila težina.³¹

Poprečni razmak između težišta tereta i geometrijskog središta karoserije treba biti unutar 100 mm. Razlika između masa po okretnom postolju ne smije biti veća od 10 tona, a masa tereta na bilo kojem okretnom postolju ne smije prelaziti polovicu nosivosti vagona.³²

Prema tome, ne postoje univerzalni zahtjevi za raspodjelu mase za natovareni vagon. Štoviše, dopuštene vrijednosti pomaka navedene u smjernicama za učitavanje su nedorečene i donekle empirijske. Smjernice za utovar i ograničene prijašnje studije temelje se na pretpostavci da je najbolja lokacija tereta u središtu vagona i da bi visina WGC-a trebala biti što niža. Nadalje, treba naglasiti da je položaj kombiniranog težišta trodimenzionalna varijabla. Odluku o kosom opterećenju treba donijeti u kombinaciji s visinom težišta, koja se zanemaruje pri definiranju dopuštenog pomaka. Budući da je prednost asimetričnog opterećenja dokazana u drugim područjima, može se zaključiti da simetrična distribucija možda nije savršen plan za sve slučajeve opterećenja.³³

³¹ Zavada, J., *Željeznička vozila i vuča vlakova*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2014., str. 331.

³² Ibidem, str. 335.

5. ANALIZA POKAZATELJA EKSPLOATACIJE TERETNIH VAGONA PO KAPACITETU I VREMENU NA RELACIJI GYEKENYES - KOPRIVNICA - ZAGREB - RIJEKA

U ovom se dijelu rada analiziraju pokazatelji eksploatacija teretnih vagona po kapacitetu i vremenu na relaciji Gyekenyes – Koprivnica – Zagreb – Rijeka kao kvantitativni pokazatelji. Utvrđuju se kapaciteti i vrijeme utovara odnosno istovara tereta. Teretni vagon treba imati veliku nosivost, sigurnost te brzinu prilikom prijevoza tereta na različitim relacijama u domaćem i međunarodnom prijevozu.

Tehničke značajke vagona koji su se prevozili na relaciji Gyekenyes – Rijeka (Brajdica) prikazane su u tablicama 9 i 10. Vidljivo je da vagon serije SGGNSS ima veću vlastitu masu vagona te veću nazivnu nosivost što znači da može prevoziti veću količinu tereta, dok vagon serije RGS-Z ima veću širinu i duljinu teretnog prostora što olakšava sve vrste rukovanja s teretom.

Slika 8. Vlak RGS-Z i SGGNSS serije



Izvor: <https://rocky-rail.com/>(02.09.2022.)

Tablica 9. Značajke vagona RGS-Z serija

| ZNAČAJKE: | VAGON RGS-Z SERIJA |
|----------------------------|--------------------|
| Vlastita masa vagona: | 23 t |
| Nazivna nosivost: | 57 t |
| Duljina vagona: | 20,74 m |
| Širina vagona: | 3,012 m |
| Visina teretnog prostora: | 3,860 m |
| Širina teretnog prostora: | 2,7 m |
| Duljina teretnog prostora: | 18,6 m |

Izvor: izradila autorica

Tablica 10. Značajke vagona SGGNSS serija

| ZNAČAJKE: | VAGON SGGNSS SERIJA |
|----------------------------|---------------------|
| Vlastita masa vagona: | 27 t |
| Nazivna nosivost: | 68,5 t |
| Duljina vagona: | 25,94 m |
| Širina vagona: | 3,012 m |
| Visina teretnog prostora: | 1,155 m |
| Širina teretnog prostora: | 2,7 m |
| Duljina teretnog prostora: | 24,7 m |

Izvor: izradila autorica

Slijedi teoretski prikaz formula koje će se koristiti dalje u izračunu u dijelu 5.3. rada.

5.1. BRZINE VLAKOVA

Komercijalna ili dionička brzina (v_k), odnosno prosječna brzina putovanja vlaka, kojom se roba i putnici prevoze na transportnom tržištu izračunava se kao:

$$v_k = \frac{s}{\sum t_v + \sum t_b} \quad [\text{km/h}]$$

v_k – prosječna komercijalna brzina (km/h)

s – dužina dionice na kojoj vlak prometuje (km)

$\sum t_v$ – ukupno vrijeme vožnje vlaka na dionici s (h)

$\sum t_b$ – ukupno vrijeme bavljenja vlaka po međustanicama na dionici s (h)

Komercijalna brzina se može izračunati i kao omjer ukupnih voznih kilometara i ukupnih voznih sati vlakova na određenoj dionici željezničke pruge.

$$v_k = \frac{\sum ns}{\sum nt} \quad [\text{km/h}]$$

n – broj vlakova

s – dužina dionice na kojoj vlak prometuje (km)

t – ukupno vrijeme putovanja (km)

Tehnička brzina (v_t) je prosječna brzina vožnje vlaka koja se dobije iz odnosa dužine dionice i ukupnog vremena vožnje, tj.:

$$v_t = \frac{s}{\sum t_v} \quad [\text{km/h}]$$

Koeficijent komercijalne brzine je omjer komercijalne i tehničke brzine:

$$\beta = \frac{v_k}{v_t}$$

Komercijalna brzina služi kao pokazatelj kvalitete prijevoza s kojom željeznica nastupa na transportnom tržištu što znači da s većom komercijalnom brzinom željeznica može biti konkurentnija u odnosu na druge prometne grane. Komercijalna brzina je u isključivoj nadležnosti željeznice. Ta brzina ovisi o tehničkoj brzini, odnosno o mogućnosti uspostavljanja

organizacije prometa vlakova s obzirom na tehnička sredstva željeznice. Svako veće, nepotrebno zadržavanje vagona u vlakovima kada oni nisu u kretanju uzrokuje smanjenje komercijalne brzine. Iz toga slijedi da je komercijalnu brzinu potrebno što više približiti tehničkoj brzini.

5.2. POKAZATELJI EKSPLOATACIJE (KORIŠTENJA) VAGONA

Pokazatelji korištenja vagona po kapacitetu su sljedeći:

- statičko opterećenje vagona,
- dinamičko opterećenje vagona i
- dinamičko opterećenje vagona radnog parka

Statičko opterećenje vagona (γ_s) je količina robe u tonama po utovarenim vagonima. Pri utovaru više vagona, statičko se opterećenje dobije kao prosječno opterećenje po vagonu. Računa se kao odnos između ukupne količine utovarene neto mase tereta i broja utovarenih vagona:

$$\gamma_s = \frac{\sum m}{n_{utov}} \quad [\text{t/vagon}]$$

$\sum m$ – ukupna količina neto mase tereta u svim utovarenim vagonima,

n_{utov} – broj utovarenih vagona.

Dinamičko opterećenje vagona (γ_d) je prosječno opterećenje vagona u toku vožnje, te se dobiva kao odnos neto-tonskih kilometara i vagonskih kilometara tovarenih vagona:

$$\gamma_d = \frac{\sum ms}{\sum ns_{tov}} \quad [\text{t/vagon}]$$

$\sum ms$ – neto-tonski kilometri,

$\sum ns_{tov}$ – vagonski kilometri tovarenih vagona.

Statičko opterećenje može biti jednako, veće ili manje od dinamičkog. Ako je $\gamma_s = \gamma_d$ to znači da su svi tovareni vagoni trčali na jednakoj udaljenosti, tj. da nije bilo većeg ili manjeg trčanja pojedinih više ili manje tovarenih vagona. Ako je $\gamma_s > \gamma_d$ to znači da su manje tovareni

vagoni trčali na relativno dužoj udaljenosti. Ako je $\gamma_s < \gamma_d$ znači da su više tovareni vagoni trčali na dužoj udaljenosti. Ako više tovareni vagoni trče na dužoj udaljenosti bit će više neto-tonskih kilometara, što podrazumijeva da se vagoni bolje koriste te je bolje ako je $\gamma_d > \gamma_s$.

Dinamičko opterećenje vagona radnog parka podrazumijeva odnos neto-tonskih kilometara i vagonskih kilometara radnog parka (tovareno i prazno). Pokazuje koliko se prosječno tona prevozi po jednom vagonu bez obzira na to u kojem su stanju vagoni (tovareni ili prazni):

$$\gamma_{drp} = \frac{\sum ms}{\sum ns} \quad [\text{t/vagon}]$$

$$\sum ns = \sum ns_{tov} + \sum ns_{pr}$$

n – ukupan broj vagona (tovarenih i praznih),

$\sum ns$ – vagonski kilometri svih vagona (tovarenih i praznih),

$\sum ns_{pr}$ – vagonski kilometri praznih vagona.

Koeficijent trčanja praznih vagona (α) dobiva se iz odnosa dužine trčanja praznog vagona i dužine trčanja tovarnog vagona, a također se može dobiti iz odnosa praznih i tovarnih vagonskih kilometara:

$$\alpha = \frac{s_{pr}}{s_{tov}}; \quad \alpha = \frac{\sum ns_{pr}}{\sum ns_{tov}}$$

s_{pr} – dužina trčanja vagona u praznom stanju,

s_{tov} – dužina trčanja vagona u tovarnom stanju.

Ako je poznat koeficijent trčanja praznih vagona, dinamičko opterećenje radnog parka može se izračunati prema sljedećem izrazu:

$$\gamma_{drp} = \frac{\gamma_d}{1 + \alpha} \quad [\text{t/vagon}].$$

5.3. IZRAČUN NA RELACIJI GYEKENYESA – RIJEKA

Prema podacima dobivenim u radnom nalogu hrvatskih željeznica izračunati su sljedeći parametri:

- tehnička brzina,
- komercijalna brzina,
- koeficijent komercijalne brzina,
- statičko opterećenje vagona,
- dinamičko opterećenje,
- koeficijent trčanja praznih vagona i
- prosječno dinamičko opterećenje vagona radnog parka.

Tehnička brzina

$$V_t = \frac{s}{\sum tv} = \frac{648}{8,9} = 72,8 \text{ km/h}$$

Komercijalna brzina

$$v_k = \frac{s}{\sum tv + \sum tb} = \frac{648}{8,9 + 0,2} = 71,2 \text{ km/h}$$

Koeficijent komercijalne brzine

$$\beta = \frac{v_k}{v_t} = \frac{71,2}{72,8} = 0,97$$

Statičko opterećenje vagona

$$\gamma_s = \frac{\sum m}{\text{nutov}} = \frac{1575}{20} = 78,75 \text{ t/vagonu}$$

Dinamičko opterećenje vagona

$$\gamma_d = \frac{\sum ms}{\sum nstov} = \frac{119890}{2414} = 49,7 \text{ t/vagonu}$$

Koeficijent trčanja praznih vagona

$$\alpha = \frac{\sum n_{spr}}{\sum n_{stov}} = \frac{1500}{2414} = 0,62$$

Prosječno dinamičko opterećenje vagona radnog parka

$$\gamma_{drp} = \frac{\gamma^d}{1+\alpha} = \frac{49,7}{1,62} = 30,67 \text{ t / vagonu.}$$

Dobivenim izračunima dolazi se do zaključka da komercijalna brzina u ovom primjeru iznosi 71,2 km/h, a čim je veća komercijalna brzina željeznica može biti konkurentnija prema ostalim granama prometa. Komercijalna brzina ovisi o tehničkoj brzini, a u ovom slučaju tehnička brzina iznosi 72,8 km/h što je vrlo slično komercijalnoj brzini, a to je u praksi i poželjno. Koeficijent komercijalne brzine iznosi 0,97 što znači da se vlak zadržava kratko u međustanicama.

Statičko opterećenje vagona iznosi 78,75 t/vagonu dok dinamičko opterećenje iznosi 49,7 t/vagonu. U obrađenom primjeru statičko opterećenje je veće od dinamičkog što znači da su manje tovareni vagoni trčali na relativno dužoj udaljenosti.

Koeficijent trčanja praznih vagona mora biti manji od 1, kao što je ovdje slučaj i iznosi 0,62. Može biti i veći od 1, a to se odnosi na trčanje specijalnih vagona, koji se manje koriste.

6. ZAKLJUČAK

Željeznički promet vrlo je važan za razvoj suvremenog gospodarstva. To je razlog zašto u današnje vrijeme postoji mnogo istraživanja koja se bave ovim prijevoznim sredstvom čiji je glavni cilj modernizacija i razvoj. Treba napomenuti da se još uvijek vodi računa o starijoj infrastrukturi u željezničkom prometu koja uzrokuje velike gubitke, a ne potrebne troškove. Cilj istraživanja se obično odnosi na razvoj infrastrukture koja se koristi za prijevoz roba i ljudi, čine ga isplativijim, sigurnijim i manje opterećujućeg za okoliš.

Postojeći diplomski rad bavi se utvrđivanjem kvantitativnih pokazatelja za teretne vagona. Za konkretan odabrani slučaj prijevoz tereta na relaciji Gyekenyes – Rijeka Brajdica korišteni su teretni vagoni RGS-Z serije te vagoni SGGNSS serije. U analizi postojećih postavljenih eksploatacijskih parametara vagona RGS-Z serije te vagona SGGNSS serije utvrđeno je da su tehničke značajke slične u oba slučaja, jedina razlika je ta da vagoni serije SGGNSS imaju veću vlastitu masu te veću nazivnu nosivost što znači da se može prevoziti veća količina tereta, dok vagon serije RGS-Z ima veću širinu i duljinu teretnog prostora što olakšava sve vrste rukovanja s teretom.

Dobivenim izračunima dolazi se do zaključka da komercijalna brzina u svakom prijevoznom procesu mora biti što veća kako bi željeznički promet bio konkurentniji prema ostalim granama prometa. Rezultati prikazuju da su tehnička i komercijalna brzina u konkretnom primjeru slične, a to je u praksi i poželjno. Statičko opterećenje vagona veće je od dinamičkog što znači da su manje tovareni vagoni trčali na relativno dužoj udaljenosti.

LITERATURA

1. Badanjak, D., Bogović, B., Jenić, V., Organizacija željezničkog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
2. Hlača, B., Lučka logistika, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2016
3. Koprić, B., Teretni vagoni Hrvatskih željeznica, HŽ - Hrvatske željeznice, Zagreb, 2014.
4. Kunac, J., Uporaba vagona, Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2015.
5. Švaljek, I., Kožulj, T., Bošnjak, M., Tehničko-eksploatacijski pokazatelji i značajke vučnih vozila Hrvatskih željeznica Hrvatske željeznice, Zagreb, 2013.
6. Zavada, J., Željeznička vozila i vuča vlakova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2014.
7. Nastavni materijal iz kolegija "Tehnološki procesi u prometu" objavljen na platformi Merlin <https://moodle.srce.hr/2020-2021/> (17.05.2022.)

POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1. Teretni vagon..... | 9 |
| Slika 2. Brojčana i slovna oznaka vagona | 13 |
| Slika 3. Natkriveni vagon | 14 |
| Slika 4. Otvoreni vagon | 15 |
| Slika 5. Platforma..... | 16 |
| Slika 6. Hopper..... | 17 |
| Slika 7. Vagon cisterna..... | 17 |
| Slika 8. Vlak RGS-Z i SGGNSS serije..... | 27 |

POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Opći prikaz elemenata sustava tehnološkog procesa željezničkog prometa | 5 |
| Tablica 2. Vlasničke oznake | 13 |
| Tablica 3. Važniji natpisi i oznake na vagonu | 14 |
| Tablica 4. Značajke natkrivenog vagona..... | 15 |
| Tablica 5. Značajke otvorenog vagona..... | 15 |
| Tablica 6. Značajke platforme..... | 16 |
| Tablica 7. Značajke Hopper-a..... | 17 |
| Tablica 8. Značajke vagon cisterne | 18 |
| Tablica 9. Značajke vagona RGS-Z serija..... | 28 |
| Tablica 10. Značajke vagona SGGNSS serija | 28 |