

Modernizacija željezničkih vozila za prijevoz putnika na prostoru Republike Hrvatske

Bratković, Tin

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:658572>

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

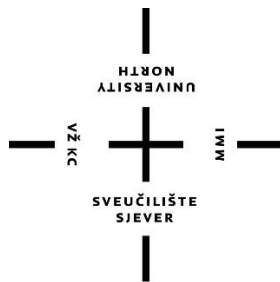
Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-20**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Završni rad br. 062/LIM/2024

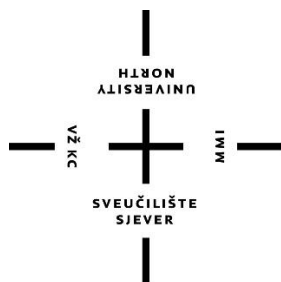
Modernizacija željezničkih vozila za prijevoz putnika na prostoru Republike Hrvatske

Student

Tin Bratković

0336050902

Varaždin, rujan 2024. godine



Sveučilište Sjever

Logistika I održiva mobilnost

Završni rad br. 062/LIM/2024

Modernizacija željezničkih vozila za prijevoz putnika na prostoru Republike Hrvatske

Student

Tin Bratković

0336050902

Mentor

Ante Klečina, mag. ing. traff.

Varaždin, rujan 2024. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Logistika i održiva mobilnost		
STUDIJ	Logistika i mobilnost		
PRISTUPNIK	Tin Bratković	MATIČNI BROJ	0336050902
DATUM	13.09.2024.	KOLEGIJ	Prometna logistika
NASLOV RADA	Modernizacija željezničkih vozila za prijevoz putnika na prostoru Republike Hrvatske		

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Modernisation of the railway vehicles for passenger transport in the area of the Republic of Croatia

MENTOR Ante Klečina, mag. ing. traff. ZVANJE Predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA	1. Ivan Cvitković, predavač, predsjednik
	2. Petra Tišler Kovač, članica
	3. Ante Klečina, predavač, mentor
	4. doc.dr.sc. Vesna Sesar, zamjenska članica
	5.

Zadatak završnog rada

BR. 062/LIM/2024

OPIS
Suvremena, udobna, efikasna i održiva vozila za željeznički javni prijevoz putnika vrlo su važna za uspostavu atraktivne i efikasne usluge putničkog prijevoza. Sukladno trendovima povećanja održivosti prometnog sektora, danas u državama Europske unije, postoje brojne mogućnosti ulaganja u razvoj suvremene flote željezničkih vozila za putnički prijevoz. Tako su i u Republici Hrvatskoj u tijeku projekti modernizacije postojećih vozila i kupovine novih, suvremenih vozila za željeznički javni prijevoz putnika.
U radu je potrebno ukratko opisati povijesni razvoj željezničkog prijevoza, posebno željezničkog putničkog prijevoza u Hrvatskoj. Također, potrebno je opisati i vrste željezničkih vozila za prijevoz putnika. Sukladno trendovima modernizacija potrebno je opisati suvremene motorne vlakove koji su u zadnjih nekoliko godina nabavljeni za potrebe putničkog željezničkog prijevoza u Hrvatskoj.
U zadnjem dijelu rada potrebno je opisati utjecaj nove flote vlakova na kvalitetu prijevoza, a posebno utjecaj na ekološku, ekonomsku i društvenu održivost ove prometne usluge.

ZADATAK URUČEN

16.09.2024.



POTPIS MENTORA

Predgovor

Ovaj završni rad izradio sam u skladu sa stečenim znanjem i prikupljenim iskustvom tijekom studiranja na Sveučilištu Sjever.

Zahvaljujem se svim profesorima Sveučilišta Sjever a posebno svom mentoru Anti Klečini, mag. ing. traff. na pomoći pri izradi ovog završnog rada, koji me je svojim korisnim savjetima i svojim stručnim znanjem usmjeravao pri izradi diplomskog rada, te na njegovom ukazanom povjerenju i strpljenju bez kojeg ovaj rad ne bi bio uspješan.

Najveću zahvalu posvećujem svojim roditeljima, obitelji i prijateljima koji su vjerovali u mene, te mi pružili motivaciju, potporu i podršku tokom studiranja.

Sažetak

U ovom radu opisana su novonabavljena željeznička vozila tvrtke Končar – električna vozila koja će biti u prometu Hrvatskom Željeznicom, a koja su namijenjena putnicima s ciljem povećanja udobnosti, efikasnosti i smanjenja emisija ugljikovog dioksida. Opisana je tvrtka Končar s naglaskom na društvo Končar – Električna vozila te njihove djelatnosti. U radu je također opisana povijest željeznice kao i vrste pogona željezničkih vozila. Obradena je uloga u javnom prijevozu kao i doprinos modernizacije vlakova.

Ključne riječi: modernizacija, Hrvatske željeznice, javni prijevoz putnika, tehničke specifikacije, vlakovi, Končar – električna vozila.

Popis korištenih kratica

HŽ – Hrvatske željeznice

EMV – elektromotorni vlak

IGBT - bipolarni tranzistor s izoliranim vratima

DMV - Dizel-motorni vlakovi

BEMV - Baterijski elektromotorni vlakovi

BMV - baterijski motorni vlak

BEMU - Hibridni električni vlakovi

KEV - KONČAR – Električna vozila

JGPP – javni gradski prijevoz putnika

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Povijest željeznice	2
2.1.	Povijesni razvoj željeznice.....	2
2.2.	Prve pruge u Hrvatskoj	4
3.	Općenit opis vozila u željezničkom putničkom prijevozu.....	5
3.1.	Željeznička vozila	5
3.2.	Elektromotorni vlakovi	7
3.2.1.	Tehničke značajke elektromotornih vlakova za regionalni prijevoz	7
3.2.2.	Tehničke značajke elektromotornih vlakova za gradsko – prigradski prijevoz	7
4.	Vrste pogona željezničkih vozila.....	10
4.1.	Elektromotorni vlakovi (EMV).....	10
4.2.	Dizel-motorni vlakovi (DMV).....	12
4.2.1.	Dizel-mehanički pogon kod motornih vlakova	13
4.2.2.	Dizel-električni pogon kod motornih vlakova	13
4.2.3.	Hibridni dizel-baterijski pogon kod motornih vlakova	13
4.3.	Vlakovi pogonjeni vodikom.....	14
4.4.	Baterijski elektromotorni vlakovi (BEMV).....	14
4.5.	Hibridni električni vlakovi (BEMU)	14
4.6.	Dizelske lokomotive.....	16
4.7.	Električne lokomotive.....	17
5.	Nabava novih motornih vlakova za HŽ Putnički prijevoz	19
6.	Djelovanje KONČAR - Elektroindustrije i društva unutar KONČAR grupe - KONČAR - Električna vozila	21
6.1.	Končar – električna vozila	21
6.1.1.	Modernizacija električnih lokomotiva.....	22
6.1.2.	Usluge održavanja i iznajmljivanje resursa	24
7.	Uloga novih motornih vlakova u javnom prijevozu u Hrvatskoj	25
7.1.	Javni gradski prijevoz putnika	25
7.2.	Planiranje javnog prijevoza putnika.....	27
7.3.	Ekološke prednosti željeznice	29
7.4.	Doprinos modernizacije vlakova.....	30
7.5.	Općenito o sustavu integriranog prijevoza putnika	31
8.	Zaključak	32
9.	Literatura	34

1. Uvod

Ubrzane tehnološke promjene i rastuća svijest o ekološkim problemima ukazuju na potrebu za prilagodbom željezničkog sustava kako bi odgovorio na suvremene zahtjeve. Ulaskom u sastav Europske Unije otvorila su se vrata prema europskim fondovima koje su Republika Hrvatska i Hrvatske željeznice iskoristili za nabavu novih vlakova. Namjena novih vlakova jest unaprjeđenje prijevoza putnika u lokalnom i regionalnom prometu suvremenim i većim komforom putnika, fleksibilnošću, skraćivanjem vremena putovanja, manjim eksploatacijskim troškovima i novim prepoznatljivim dizajnom. Hrvatska nastoji poboljšati prometnu povezanost, smanjiti emisije štetnih plinova i pružiti građanima ekološki prihvatljivu i konkurentnu alternativu cestovnom prometu. Problem rada je pad kvalitete i starenje voznog parka za prijevoz putnika na Hrvatskim željeznicama. Cilj rada je istraživanje novih vozila u floti HŽ Putničkog prijevoza te koje su njihove karakteristike.

Prvi odlomak se dotiče povijesti željeznice, njezinog razvoja, kao i prvih pruga u Hrvatskoj. U drugom odlomku ovog završnog rada biti će opisana vozila u željezničkom putničkom prijevozu i razlika između vlakova namijenjenim za regionalni prijevoz i vlakova namijenjenih za gradsko – prigradski prijevoz. U trećem odlomku su opisane vrste pogona željezničkih vozila: elektromotorni vlakovi, dizel motorni vlakovi, vlakovi pogonjeni vodikom, baterijski elektromotorni vlakovi i hibridni električni vlakovi. U četvrtom odlomku je opisana nabava baterijskih elektromotornih i baterijskih vlakova koji će se koristiti za javni prijevoz putnika, te je prikaza tehnička usporedba vlakova. Peti odlomak opisuje Končar – Elektroindustriju, društva na koja se dijeli, te je detaljnije opisano društvo Končar – Električna vozila. Šesto poglavlje daje uvid u javni prijevoz, njegovo planiranje, ekološke prednosti željeznice, doprinos modernizacije vlakova, te integrirani prijevoz putnika.

2. Povijest željeznice

Povijest željeznice ima ključnu ulogu u razvoju modernog društva i industrije, jer je revolucionirala transport, omogućujući brži i učinkovitiji prijevoz putnika i tereta na velike udaljenosti.

2.1. Povijesni razvoj željeznice

Jedan od najstarijih načina prisilnoga vođenja vozila potječe iz antičkoga doba, kada su se u ceste opločene kamenom urezivali uski žljebovi kojima su se kretali kotači zaprežnih kola. Najviše dokaza o uporabi željeznice u srednjem vijeku vezano je uz povijest rudarstva. Prvi prikaz drvenih tračnica kojima su se koristili srednjovjekovni rudari dao je Sebastian Münster u djelu Kozmografija (Cosmographia, 1544), a rudarsku željeznicu spominje i Georgius Agricola u djelu O kovinama (De re metallica, 1556). Kako su se drvene tračnice brzo trošile, nastojao im se produljiti vijek trajanja tako što su na njih montirane ploče od kovanog ili lijevanoga željeza. Engleski graditelj William Jessop 1789. prvi je pri izgradnji pruge za vlakove s konjskom vučom uporabio željeznu tračnicu nalik suvremenima. Od 1830. takva je tračnica široko prihvaćena, a engleski inženjer Charles Blacker Vignoles dodatno ju je usavršio. Prva pruga za javni promet otvorena je 1803. u južnome Londonu, a prva je javna željeznica u uporabu puštena 1825 (pruga Darlington–Stockton).

Sredinom XVIII. st. javili su se vagoni koji su koncepcijski bili vrlo slični današnjima, a koje su isprva vukli ili gurali radnici, a poslije konjske zaprege. Kako je u drugoj polovici XVIII. st. parni stroj bio usavršen, otvorila se mogućnost njegova iskorištavanja i za vuču željezničkih vozila. Prvi koji je tu zamisao uspio ostvariti bio je britanski izumitelj Richard Trevithick 1804. Njegova je parna lokomotiva u velškom rudniku Penydarren uspješno vukla pet vagona (oko 25 t) prugom dugom 15,6 km. Godine 1830. na natječaju za lokomotivu za prijevoz ugljena na liniji Manchester–Liverpool pobijedila je parna lokomotiva Rocket engleskog inženjera i izumitelja Roberta Stephensona, što je označilo početak razdoblja ubrzanog razvoja željeznice i izgradnje željezničke mreže. Od tada se razvijaju i željeznička vozila te je 1854. u austrijskom Semmeringu prvi put primijenjena lokomotiva koja je mogla vući vagone po brdskim područjima. U Švedskoj je 1913. izgrađena prva lokomotiva s dizelsko-električnim pogonom, a 1941. u Švicarskoj je konstruirana prva lokomotiva s pogonom na plinsku turbinu. [1]

Industrijski razvoj i otkriće parnoga stroja potaknuli su početkom XIX. st. ideju da se konjska vuča teretnih, napose rudničkih vagona, zamijeni samohodnim strojem. Prvo takvo vozilo načinio je u Velikoj Britaniji Richard Trevithick 1804., koristeći za pokretanje kotača parni stroj, a prvom se praktično primjenjivom lokomotivom smatra »Puffing Billy« britanskog rudarskog stručnjaka Williama Hedleya iz 1813. Otada su se mnogi inovatori i izumitelji počeli baviti konstrukcijom lokomotiva; na natjecanju konstruktora parnih lokomotiva 1829. na željezničkoj pruzi Liverpool–Manchester u Engleskoj najuspješniji su bili George i Robert Stephenson s lokomotivom »Rocket«, koja je tada postigla brzinu od 47 km/h, a nekoliko dana poslije čak 85 km/h. Tu se lokomotivu smatra pretečom parnih lokomotiva kakve su ubrzo počele prometovati na mreži željezničkih pruga koja se naglo počela širiti diljem svijeta. Parne su se lokomotive tijekom vremena tehnički usavršavale, pa su već oko 1850. postizale brzine od 100 do 120 km/h, 1883. rekord je bio 180 km/h, a aerodinamički oblikovana parna lokomotiva njemačkih željeznica postigla je 1936. brzinu od 200,4 km/h. Već 1835. sagrađena je u Velikoj Britaniji mala električna lokomotiva napajana energijom iz akumulatorske baterije, ali je taj izvor energije bio preslab. Prvu uspjelu električnu lokomotivu prikazao je W. Siemens na berlinskoj izložbi 1879., a već dvije godine poslije bila je elektrificirana kratka željeznička pruga u blizini Berlina. Potkraj XIX. st. počeli su pokušaji da se za pogon lokomotiva upotrijebe motori s unutarnjim izgaranjem. U Njemačkoj su se 1891. izvodili pokusi s lokomotivom s benzinskim motorom, a prva uspjela dizelska lokomotiva primijenjena je 1912. u Švicarskoj. U povijesti razvoja lokomotivâ značajna su još dva datuma: 1913. sagrađena je u Švedskoj prva dizelsko-električna lokomotiva, a 1941. u Švicarskoj je konstruirana prva lokomotiva s plinskom turbinom. Suvremene lokomotive mogu pri pokretanju razviti vučnu silu do 400 kN. Raspoloživa je ugrađena snaga dizelskih lokomotiva do 4000 kW, a onih električnih i do 7000 kW. Masa im je uglavnom od 80 do 120 t; lokomotive namijenjene vuči teretnih vlakova mogu tegliti do 2000 t, a one namijenjene za brze putničke vlakove mogu postići brzine i veće od 200 km/h (posebna kompozicija francuskog motornog vlaka 1990. postigla je brzinu od 515,3 km/h).

U Hrvatskoj proizvodnja lokomotiva ima dugu tradiciju. Prva je lokomotiva, »Sava«, izrađena 1939. u Tvornici vagona (danas »Đuro Đaković«) u Slavonskome Brodu. Otada se u toj tvornici proizvodilo više tipova parnih, dizelskih i dizelsko-električnih lokomotiva. U tvornici Končar–Elektroindustrija iz Zagreba električne se lokomotive proizvode od 1970., a posebno se ističe konstrukcija i proizvodnja tiristorske lokomotive 1981; u njoj je sudjelovala i

tvornica »Gredelj« iz Zagreba, koja se još od 1894. bavi popravcima i remontom lokomotiva. [1]

2.2. Prve pruge u Hrvatskoj

Početakom 1860-ih puštene su u pogon prve željezničke pruge u Hrvatskoj te se intenzivirala izgradnja novih. Osim Društva južnih željeznica, pruge su gradile Kraljevske ugarske državne željeznice i Carsko-kraljevske austrijske državne željeznice (uglavnom u Dalmaciji i Istri). Nakon što je 1880. donesen Vicinalni zakon, gradnja sporednih pruga lokalne važnosti (vicinalne željeznice) financirala se uglavnom privatnim kapitalom.

Prva željeznička pruga na području današnje Hrvatske bila je Pragersko (Slovenija)–Čakovec–Kotoriba–Nagykanizsa (Mađarska) duljine 42,4 km, izgrađena 1860. Bila je dio željezničke pruge koja je trebala povezati Budimpeštu s postojećom prugom Beč–Trst kraj Pragerskog. Duž pruge izgrađeni su kolodvori u Čakovcu, Donjem Kraljevcu i Kotoribi, te druga željeznička infrastruktura.

Prva pruga na području tadašnje Kraljevine Hrvatske i Slavonije bila je Zidani Most–Zagreb–Sisak, izgrađena 1862. s većim kolodvorima u Zagrebu (isprva Južni kolodvor, danas Zapadni kolodvor) i Sisku. Slijedila je pruga Zagreb–Karlovac otvorena 1865. kao prva dionica buduće pruge Budimpešta–Zákány (Žakanj)–Botovo–Koprivnica–Zagreb–Rijeka, koju su dovršile Kraljevske ugarske državne željeznice 1873. Iste godine Rijeka je spojena na željezničku mrežu iz smjera Slovenije (Pivka–Šapjane–Rijeka).

Ulaskom Hrvatske u EU i otvaranjem novih mogućnosti financiranja infrastrukturnih projekata, poduzimaju se ozbiljni koraci na modernizaciji željezničkih pruga. Rekonstruirane su dionice Vinkovci–Tovarnik (2012), Zagreb–Dugo Selo (2014), Novska–Okučani (2016), izgrađena je dionica Gradec–Sv. Ivan Žabno (2017; točno 50 godina nakon posljednje izgrađene pruge u Hrvatskoj), dok su 2018. započeli radovi na modernizaciji i izgradnji drugog kolosijeka pruge Dugo Selo–Križevci, potpisani su ugovori za modernizaciju pruga Zaprešić–Zabok, Vinkovci–Vukovar, Križevci–Koprivnica, a počeli su se planirati i mnogi zahvati. Od 2015. do 2017. modernizirana su 33 željezničko-cestovna prijelaza i podignuta je razina njihove sigurnosti, a od 2018. do 2022. trebalo bi ih biti modernizirano stotinjak. [1]

3. Općenit opis vozila u željezničkom putničkom prijevozu

Poglavlje opisuje željeznička vozila koja su osnovna prijevozna sredstva koja se koriste za promet ljudi i tereta po željezničkoj pruzi. Ona su ključni element željezničkog prometa a dijele se na lokomotive i vagoni.

3.1. Željeznička vozila

Kompozicija sastavljena od vagona sa lokomotivom naziva se vlak. Odnosno, vučno i vučeno vozilo čine novu formu koju nazivamo vlak.

„U vučna sredstva ubrajamo lokomotive, elektromotorne vlakove, dizel motorne vlakove i druga vozila koja se mogu koristiti za vuču vlakova i vagona. Elektromotorni vlakovi ujedno su vučna i prijevozna sredstva. Prijevozna vučena sredstva su putnički i teretni vagoni. Sva pokretna sredstva, odnosno vagoni i lokomotive označavaju se prema vlasništvu željezničke uprave. Za Hrvatske željeznice to je slovnica oznaka „HŽ“ ,a brojčana „78“. Pokretačka snaga željezničkog prometa su lokomotive.

Prema vrsti energije dijelimo ih na: parne, dizelske i električne. Može se kombinirati dizelska i električna lokomotiva u paru gdje je veći uspon na prugama, jedno vučno vozilo nije dovoljno zbog toga što je potrebna jača sila. Prema namjeni lokomotive služe za: vuču putničkih i teretnih vlakova , te za manevarski rad. Električne lokomotive prema vrsti struje mogu biti: za jednosmjernu i izmjeničnu struju. Sve se lokomotive označavaju pomoću brojčanog i slovnog sustava.“

Vučena vozila su željeznička vozila bez vlastitog pogona , koriste se za prijevoz putnika (putnički vagoni), te tereta (teretni vagoni). „Vučena vozila možemo podijeliti na tri osnovne skupine:

- putnički vagoni
- teretni vagoni
- vagoni specijalne namjene“

Putnički vagoni su željeznička vozila bez vlastitog pogona koja isključivo služe za prijevoz putnika.

„Razlikujemo nekoliko vrsta putničkih vagona, a to su:

- A – vagon prvog razreda sa sjedalima
- B – vagon drugog razreda sa sjedalima
- AB- vagon prvog i drugog razreda sa sjedalima
- AC ili AcBc – vagon s ležajevima prvog i drugog razreda
- Bc – vagon drugog razreda s ležajevima
- WLA ili WLAB – vagon za spavanje prvog i drugog razreda
- WLA ili WLB – vagon za spavanje prvog i drugog razreda
- Specijalni i kombinirani vagon – npr.restoran, salonski vagon , bife bar
- D, D Post, Post – prtljažni, poštanski i specijalni putnički vagon“

Teretni vagoni su željeznička vozila koja nemaju vlastiti pogon a namijenjena su isključivo za prijevoz robe i rasutih tereta.

Svi teretni vagoni se svrstavaju u 12 osnovnih serija:

- E- obični otvoreni vagoni s visokim stranicama (dvoosovinski i četveroosovinski)
- F- specijalni otvoreni vagoni s visokim stranicama
- G – obični zatvoreni vagoni
- H – specijalni zatvoreni vagon
- I – zatvoreni vagon hladnjača
- K- dvoosovinski platovagoni
- L- specijalni platovagoni za prijevoz automobila i drugih vozila
- R – četveroosovinski platovagoni
- S- specijalni platovagoni s četiri i više osovina
- T- specijalni vagoni s pomičnim krovom
- U- ostali specijalni vagoni
- Z- vagoni sa spremnikom [2]

3.2. Elektromotorni vlakovi

Elektromotorni vlak je vrsta željezničkog vozila koje koristi električnu energiju za pogon. Za rad elektromotornih vlakova potrebna je elektrificirana željeznička mreža, to podrazumijeva postavljanje nadzemnih električnih vodova ili treće šine duž pruge. Ova vrsta vlakova vrlo je uobičajena u suvremenom javnom prijevozu, posebno u gradskim i prigradskim područjima, gdje se koristi za prijevoz putnika na kratke i srednje udaljenosti.

3.2.1. Tehničke značajke elektromotornih vlakova za regionalni prijevoz

Vlakovi koje proizvodi Končar – Električna vozila postižu brzinu do 160 km/h. Vlakovi su četverodijelne niskopodne kompozicije opremljene rampama za ulazak i izlazak osoba u invalidskim kolicima i prostorom za bicikle, a kompletan putnički prostor je pod videonadzorom. Regionalni vlakovi imaju 4 vrata na svakoj strani vlaka, sjedala su izvedena većinom kao dvosjedi, a imaju kapacitet od 209 sjedećih i 222 stajaća mjesta. Uz vizualne i audionajave kolodvora i stajališta, putnicima u vlaku omogućen je besplatan pristup internetu (WiFi). Duljina vlaka iznosi 75 m, a u prometu je moguće spajanje dva do tri vlaka čime se osigurava veći kapacitet. Pomoću sustava rekuperativnog kočenja omogućena je proizvodnja električne energije za napajanje vlaka, pri čemu se višak energije vraća u kontaktnu mrežu. Rekuperativnim kočenjem ostvaruje se povrat električne energije od oko 26 % od ukupno preuzete energije iz mreže, čime se postiže veća energetska učinkovitost. [3]

3.2.2. Tehničke značajke elektromotornih vlakova za gradsko – prigradski prijevoz

Elektromotorni vlak za gradsko – prigradski prijevoz je četverodijelna kompozicija namijenjena gradsko – prigradskom putničkom prometu, s dvije motorne jedinice i dva središnja modula.

Putnički prostori modula su međusobno spojeni mjehovima, te čine jedinstveni prostor bez pregradnih stijena. Pod u području mjehova je na visini od najviše 850 mm, a prijelazi sa jedne na drugu razinu izvedeni su blago zakošenim rampama (nagiba 1:8). U putničkom su prostoru ugrađene djelomično transparentne pregrade, koje vizualno ne zatvaraju prostor, a štite putnike od hladnog zraka pri otvaranju vrata. Sjedala su izvedena kao jednosjedi ili dvosjedi. U dijelu prostora namijenjenog smještaju invalida u kolicima, te roditeljima s djecom u kolicima, su

ugrađeni jednosjedi i preklopna sjedala. Dio prostora je opremljen učvršćivačima za bicikle. U ovom su prostoru ugrađena preklopna sjedala koja se mogu koristiti ako nema bicikala. Putnički je prostor adekvatno grijan i hlađen. [4]

Tablica 1: Usporedba Elektromotornog vlaka 6112 za regionalni prijevoz i Elektromotornog vlaka 6112 za gradsko-prigradski prijevoz

Elektromotorni vlak 6112 za regionalni prijevoz	Elektromotorni vlak 6112 za gradsko-prigradski prijevoz
maksimalna brzina: 160 km/h	maksimalna brzina: 160 km/h
naga: 2 MW	naga: 2 MW
IGBT regulacija	IGBT regulacija
KONČAR električni vučni motori	KONČAR električni vučni motori
rekuperativno električno kočenje	rekuperativno električno kočenje
<ul style="list-style-type: none"> • VOITH osovinski prijenos • 212 sjedala 	<ul style="list-style-type: none"> • VOITH osovinski prijenos • 135 sjedala
proizvodnja: KONČAR Električna vozila Hrvatska 2011. – 2022	proizvodnja: KONČAR Električna vozila Hrvatska 2011. – 2022

Izvor: izradio autor prema podacima HŽ Putničkog prijevoza

Slika 1. Putnički prostor vlak 6112 za regionalni prijevoz



Izvor: [5]

Slika 2. Putnički prostor vlak 6112 za gradsko-prigradski prijevoz



Izvor: [6]

4. Vrste pogona željezničkih vozila

Vrste pogona željezničkih vozila ključni su faktor koji određuje efikasnost, brzinu, troškove i ekološki utjecaj željezničkog transporta.

4.1. Elektromotorni vlakovi (EMV)

Elektromotorni vlakovi električnu energiju dobivaju preko kontaktne mreže koja se u većini slučajeva nalazi iznad vlaka. Preko oduzimača struje vlak dobiva struju koja je u većini slučajeva napona 25 kV/50 Hz. Tračnice se obično koriste i kao uzemljenje vlaka kako bi se zatvorio strujni krug. Transformator u vlaku pretvara električnu struju većega napona na odgovarajuću struju manjega napona. Elektromotori koji se nalaze na osovinama u okretnim postoljima zahtijevaju trofaznu izmjeničnu struju pa se struja kroz odgovarajuće uređaje mijenja kako bi je elektromotor mogao koristiti. Elektromotori koji se koriste za pogon koriste se i za kočenje vlakova pa se tako električna energija dobivena kočenjem može vratiti u električnu mrežu.

Konstrukcija, dizajn i vozna svojstva prototipa niskopodnog elektromotornog vlaka omogućuju uspješnu primjenu i vrhunski komfor vožnje u regionalnom putničkom prometu s obzirom na dužinu prijevoznog puta. Putnički prostor je jedinstvena cjelina duž cijelog vlaka, bez pregrada i stepenica, a visina poda optimalna je za perone visine 550 mm. Vlak ima 8 vrata za brzu izmjenu putnika te klimatiziran putnički prostor i vozačke kabine. Sanduk je četverodijelna zavarena čelična konstrukcija povezana zglobovima. Na konstrukciju se lijepo oplata, izvedene iz aluminijskih sendviča, te prozori. Sva postolja imaju sustav zračnog ovjesa, dva krajnja okretna postolja su pogonska, a tri slobodna postolja su Jacobs tipa. Trofazni asinkroni vučni motori, napajani iz elektroničkih IGBT pretvarača, omogućuju visoka ubrzanja u pokretanju i vožnju maksimalnom brzinom od 160 km/h. Sustav upravljanja i dijagnostike je VCU mikroprocesorski sustav, povezan s podsustavima vlaka modernim komunikacijskim protokolima koji omogućuje povezivanje do tri vlaka u jednu kompoziciju

Tehničke značajke elektromotornog vlaka EMV 6112

- prostrani komforni interijer dizajniran prema zahtjevima korisnika
- s kraja na kraj prolazan putnički prostor bez stepenica
- po 4 vrata sa svake strane za brzu izmjenu putnika
- klimatiziran putnički prostor i vozačke kabine
- vakuum toaleti, također i za invalidne osobe
- ergonomski dizajnirana vozačka kabina
- zavarena čelična konstrukcija sanduka, lijepljene oplata od aluminijskih sendviča
- vanjska ljuska upravljačnice od stakloplastike
- postolja sa zračnim ovjesom
- redundantni vučni krug s IGBT energetske pretvaračima
- VCU sustav upravljanja vozila
- višestruko upravljanje omogućava povezivanje do tri vlaka [7]

Tablica 2. Glavne tehničke karakteristike elektromotornog vlaka EMV 6112

Glavne tehničke karakteristike	
Širina kolosjeka	1435 mm
Napon napajanja	25 kV, 50 Hz
Raspored osovina Bo'2'2'2'Bo'	Bo'2'2'2'Bo'
Mjesta za sjedenje:	
prvi razred	20
drugi razred	192
Visina poda	600 mm
Širina vrata	1300 mm
Dužina preko kvačila	75 m
Širina vozila	2885 mm
Visina sa spušenim pantografima	4280 mm
Maksimalna težina	172 t
Razmak osovina u postolju:	
pogonska postolja	2700 mm
slobodna postolja	2700 mm
Prijenosni omjer reduktora	1:4,831
Trajna snaga (na kotačima)	2000 kW
Vučna sila pri pokretanju	200 kN
Startno ubrzanje pri punom opterećenju	> 1 m/s ²
Maksimalno usporenje	> 1,3 m/s ²
Maksimalna brzina	160 km/h

Izvor: [7]

4.2. Dizel-motorni vlakovi (DMV)

Dizel-motorni vlakovi (DMV) najčešća su vrsta putničkih vlakova koji prometuju na dijelovima pruga koje nisu elektrificirane. Mogu se razlikovati tri glavna načina prijenosa snage između dizelskoga motora i pogonske osovine:

- dizel-mehanički pogon,
- dizel-električni pogon i
- hibridni dizel-baterijski pogon.

4.2.1. Dizel-mehanički pogon kod motornih vlakova

Većina DMV-ova pokretana je dizel-mehaničkim pogonom, pri čemu se snaga iz dizelskoga motora prenosi preko mjenjača i osovine izravno na pogonsku osovinu. Danas se brzine mijenjaju automatski. Druga varijanta dizel-mehaničkoga pogona jest dizel-hidraulični pogon. Energija iz dizelskoga motora prenosi se na pogonsku osovinu preko hidrauličkoga prijenosnika koji kao medij koristi ulje.

4.2.2. Dizel-električni pogon kod motornih vlakova

Druga vrsta pogona DMV-a jest dizel-električni pogon. Dizelski motor pogoni generator koji proizvodi električnu energiju. Dobivena električna energija napaja vučne motore na pogonskim osovinama. Kao svi motori s unutarnjim izgaranjem, dizel-motori također imaju svojstvo dostizanja njihove maksimalne učinkovitosti u uskome rasponu broja okretaja u minuti. Kako bi se mogli pokrenuti za vrijeme opterećenja, potreban je mjenjač s mehaničkim kvačilom. S višim potrebama opterećenja, kao što je to kod teških lokomotiva, uobičajeno je koristiti dizel-motor kao generator koji proizvodi električnu energiju za elektromotore koji ga dalje pokreću. Na taj se način dizel-motor uvijek može koristiti u optimalnome rasponu, što povećava njegovu učinkovitost u pogledu potrošnje goriva.

Za dizel-električne vlakove na tržištu također se mogu naći dual-mode motori. Općenito je to kombinacija dizelskoga generatora i jedinice za električni pogon s dodatkom jednog ili dva pantografa i povezanim modifikacijama električnoga sustava. Na dijelovima pruga koje su neelektrificirane snaga se dobiva kroz dizel-električni pogon. Dizelski generator proizvodi električnu struju za pogon elektromotora. Kada se vozilo vrati na elektrificiranu prugu, može se prebaciti na električni način rada te sustav radi kao EMV

4.2.3. Hibridni dizel-baterijski pogon kod motornih vlakova

Hibridni pogon jest onaj pogon koji koristi dva načina rada. Čest primjer hibridnoga pogona jest dizelski pogon s litij-ionskim baterijama koje se pune energijom dobivenom kočenjem vlaka. Takva pohranjena energija koristi se kako bi se rasteretio dizelski motor koji se u pojedinim trenucima gasi, a vozilo se kreće koristeći isključivo električnu energiju. Takve vrste pogona koriste se na kraćim neelektrificiranim pružnim dionicama.

S obzirom na to da se uglavnom koristi motor s unutarnjim izgaranjem, ispuštaju se štetni plinovi i stvara buka. Dizelski motori imaju približno iste karakteristike kao i kamioni i autobusi. Glavni proizvođači motora su tvrtke kao što su MAN, Iveco i MTU.

4.3. Vlakovi pogonjeni vodikom

Iako nedavno predstavljeni vlakovi pogonjeni vodikom predstavljaju „hibridizaciju“ postojećih elektromotornih vlakova, način rada vlakova pogonjenih vodikom sličniji je radu dizel-motornih vlakova. Dizelski generator zamijenjen je gorivim ćelijama, koje plinoviti vodik pohranjen u stlačenim spremnicima pretvaraju u vodenu paru. U kontroliranoj kemijskoj reakciji s atmosferskim kisikom oslobođena energija stvara električnu energiju. Ona se koristi za pokretanje elektromotora na pogonskim osovina. Kako bi elektromotori imali dovoljno energije za ubrzanje (kada vlak treba najviše električne energije), koristi se električna energija iz litij-ionskih baterija koje se mogu puniti i električnom energijom generiranom tijekom kočenja vlaka.

4.4. Baterijski elektromotorni vlakovi (BEMV)

Baterijski elektromotorni vlakovi u osnovi rade kao i elektromotorni vlakovi, čiji je pogon proširen kako bi se ugradila velika litij-ionska baterija. Navedena baterija omogućuje kretanje vlaka na prugama koje nisu elektrificirane, dok najveća udaljenost koju vlakovi mogu prijeći ovisi o kapacitetu same baterije, karakteristikama pruge, broju putnika i broju stanica. Baterija se puni preko pantografa na vlaku. Vlak se puni kada stoji na elektrificiranim stanicama ili kada se vozi na dijelovima pruge koji su elektrificirani. Sve dok se vlak kreće u dodiru s kontaktnom mrežom, dobivena energija može se koristiti za punjenje baterije i za izravan pogon elektromotornoga vlaka. Energija dobivena kočenjem vlaka može se vratiti u mrežu ili se njome mogu puniti baterije. Mogućnost pohrane energije kočenja čini sustav električne vuče najučinkovitijim vučnim sustavom na željeznici. [8]

4.5. Hibridni električni vlakovi (BEMU)

Električni vlakovi napajaju se iz gornjeg voda, kontaktne mreže koja u Europi postoji u četiri različita sustava napajanja, izuzev nekih manjih lokalnih mreža pruga. Dva sustava napajanja izvedena su s istosmjernim naponom od 3 kV i 1,5 kV te s izmjeničnim naponom od

15 kV frekvencije $16\frac{2}{3}$ Hz i od 25 kV frekvencije 50 Hz. Topologija pogonskog sustava za istosmjerni napon sastoji se od pantografa (P), istosmjernog pretvarača (PR), trofaznog izmjenjivača (TI) i vučnih motora (M). Ako su vozila namijenjena za izmjenični napon, topologija pogonskog sustava sastoji se od pantografa (P), transformatora (TR), ispravljača (IS) i trofaznog izmjenjivača (TI). Ako je vozilo namijenjeno na rad za sve sustave vuče, ima sve navedene uređaje. Takva se vozila hibridiziraju ako su namijenjena za vožnju na elektrificiranim prugama i na pružnome odsjeku koji nema kontaktnu mrežu. Da bi se izbjeglo presjedanje putnika u slučaju višedijelnih vlakova ili zamjene lokomotiva, električna željeznička vozila mogu se hibridizirati kako bi poslužila u takvim vožnjama. Topologija hibridnoga električnog vozila obuhvaća sve dijelove kao i električno vozilo, uz dvosmjerni pretvarač za rad skladišta energije (baterije ili superkondenzatora)

Nedostaci i prednosti hibridnih pogonskih sustava električnih vozila Hibridna električna vozila mogu puniti skladište energije preko kontaktne mreže, što proširuje domet vozila. U odnosu na standardna električna vozila, hibridna električna vozila mogu regenerirati energiju kočenja natrag u skladište energije, omogućujući ponovno punjenje bez korištenja drugih izvora energije (MSUI, FC). Dodatno, korištenje elektrodinamičkih kočnica omogućuje smanjenje trošenja tarnih kočnica, smanjujući troškove održavanja vozila. Treba napomenuti da takvo vozilo, dizajnirano s većom nazivnom snagom i boljom dinamikom kretanja, može lako biti uvedeno u promet na neelektrificiranome pružnom odsjeku jer ne zahtijeva dodatnu infrastrukturu. Sustav napajanja preko kontaktne mreže omogućuje ne samo pokretanje vozila, već i punjenje baterije i tijekom boravka u kolodvoru i tijekom vožnje. To umanjuje potrebu za skupim punjačima baterija.

Takvo rješenje pogonskog sustava izradio je Astolm/Bombardier, čiji vlak Talent 3 BEMU nema nikakvu emisiju štetnih ispušnih plinova. Vlak se napaja preko kontaktne mreže od 15 kV, $16\frac{2}{3}$ Hz. U njega je ugrađena litij-ionska baterija od 440 kWh koja se može napuniti za desetak minuta, a dostiže brzinu od 140 km/h (slika 3.) [9]

Slika 3. Hibridni električni vlak Talent 3



Izvor: [9]

4.6. Dizelske lokomotive

Dizelske lokomotive prema vrsti prijenosa zakretnog momenta s motora na pogonske kotače mogu biti s mehaničkim, hidrodinamičkim ili električnim prijenosom. Mehanički prijenos uz pomoć zupčaničkoga mjenjača s tarnom ili hidrauličkom spojkom (nalik onomu teretnih cestovnih vozila) prikladan je samo za industrijske lokomotive malih snaga. Dizelska lokomotiva s hidrodinamičkim prijenosom ima hidrodinamički prijenosnik zakretnoga momenta. U njegovu kućištu, ispunjenu uljem, s jedne strane smješteno je kolo rotacijske turbopumpe vezano na osovinu motora, a s druge turbinsko kolo kojega je osovina preko sklopa planetarnih zupčanika vezana na pogonske kotače. Tako se pogonski moment prenosi s motora na pogonske kotače bez mehaničkog dodira, hidrodinamičkim silama strujanja ulja između kola pumpe i turbine. Dizelska lokomotiva s električnim prijenosom (dizelsko-električna lokomotiva) ima generator izmjenične struje koji pogoni Dieslov motor. Tako dobivena struja pogoni elektromotore, koji preko zupčaničkoga prijenosa pokreću pogonske osovine. Danas se na neelektrificiranim prugama primjenjuju dizelske lokomotive s hidrodinamičkim i električnim prijenosom, ali su potonje ipak energetski povoljnije i moguće ih je izvesti s većom snagom, no zbog električne opreme (generator, elektromotori, instalacije za upravljanje) osjetljivije su i skuplje za održavanje. Lokomotive s plinskom turbinom razvijaju vrlo velike

snage, ali imaju u usporedbi s dizelskima veliku potrošnju goriva, veliku nabavnu cijenu i troškove održavanja. To je razlog zbog kojega se rabe jedino u iznimnim slučajevima. [10]

Dizelske lokomotive mogu biti građene od jednog dijela ili više odvojenih dijelova. Dio A obuhvaća vozačevu kabinu i predvodi vlak. U dijelu B je motor. Tipična dizelska lokomotiva kod brzih teških vlakova i kod vlakova koji voze preko planina sadrži jedan A dio i šest dijelova B.

Uobičajena maksimalna količina snage nastale u jednoj dizelskoj lokomotivi kreće se od oko 3500-4000 konjskih snaga. U Rusiji postoje lokomotive u kojima je nekoliko dijelova od 3000 konjskih snaga povezano zajedno. Takve lokomotive proizvode 12 000 konjskih snaga. [11]

4.7. Električne lokomotive

Električna lokomotiva pogonjena je elektromotorima. Napaja se iz kontaktnoga voda ovješena iznad tračnica preko klizača (npr. pantograf) ili iz voda položena na tlo između tračnica (npr. kod podzemne željeznice) koji njime klizi. Različitim električnim spajanjem motora dobiva se različita snaga, koja se preko zupčanika prenosi na pogonske osovine.

Dva su osnovna sustava električne vuče: istosmjerni i izmjenični. Za pogon električne lokomotive najpovoljnije su rješenje istosmjerni elektromotori, zbog njihove jednostavne regulacije koja se provodi promjenom otpora u strujnom krugu. Poteškoća je u primjeni istosmjernih motora to što je dobava istosmjerne struje (1500 V ili 3000 V) iz kontaktnoga voda zbog velikih gubitaka krajnje nepovoljna. Zbog toga su se s vremenom počeli primjenjivati jednofazni elektromotori napajani iz kontaktnoga voda izmjeničnom strujom (25 kV/50 Hz ili 15 kV/16 2/3 Hz), što je, unatoč poteškoćama u njihovoj regulaciji, bilo povoljnije rješenje.

Zahvaljujući pojavi elektronike 1960-ih, omogućeno je da se kontaktnim vodom vodi izmjenična struja, koja se uz pomoć diodnoga ili tiristorskoga mosta u samoj lokomotivi ispravlja u istosmjernu i njome napaja vučni elektromotor, čime se koriste dobra svojstva obaju sustava. Prednost je svih električnih lokomotiva njihova velika pričuva snage pogonskih elektromotora (moguće ih je kraće vrijeme opteretiti snagom više nego dvostruko većom od nominalne), pa imaju veliko ubrzanje i vrlo dobro svladavaju uspone.

Osim toga, rade tiho, a vijek im je trajanja duži nego li dizelskih lokomotiva, uz male troškove održavanja. Nedostatci su električne vuče vlakova veliki investicijski troškovi

postavljanja i održavanja električnih vodova i instalacija; zato je električne vuča prikladna za pruge s gustim prometom. [10]

Tablica 3: Tehničke specifikacije električne lokomotive serije 1 141-302...311 „Asea“

Redni broj	Podatci o vozilu		Mjerna jedinica	Serija 1 141	
				podserija*	
				000	100
1	2		3	4	5
1.	Proizvođač			ASEA Švedska, <i>Končar</i> Hrvatska	
2.	Godina proizvodnje			1968-72.	1987.
3.	Raspored osovina			B'oB'o	
4.	Sustav električnoga napajanja			25 kV, 50 Hz	
5.	Snaga na vratilu vučnih motora	trajna	kW	3860	
		satna		4080	
6.	Najveća brzina		km/h	120	
7.	Masa	vlastita	t	78	82
		u službi	t	78	82
8.	Najveće opterećenje po osovini		kN/os	195	205
9.	Nazivno opterećenje po osovini		kN/os	190	200
10.	Opterećenje po duljinskom metru		kN/m	50	53
11.	Promjer novih kotača		mm	1250	
12.	Duljina preko odbojnika		m	15,5	
13.	Grijanje vlaka električno	snaga uređaja	kW	600	
		napon uređaja	V	1500 izmjenično	
14.	Vrste kočnica	zračna		G, P, R	
		elektrodinamička snage	kW	-	1740
		druge		ručna	
15.	Autostop uređaj		Hz	Siemens-I 60	SEL*- I 60
16.	Radiodispečerski uređaj		Hz	AEG - Telefunken	
17.	Najmanji polumjer vodoravnoga luka		m	80	90
18.	Najmanji polumjer zaobljenja grbine na spuštalici		m	250	
19.	Namjena			za vlakove za prijevoz putnika i teretne vlakove	

Izvor: [12]

5. Nabava novih motornih vlakova za HŽ Putnički prijevoz

Prosinca 2022. potpisan je ugovor za kupoprodaju baterijskih vlakova i šest stabilnih energetske priključaka u sklopu projekta Primjena zelenih tehnologija u željezničkom putničkom prijevozu iz Nacionalnog plana oporavka i otpornosti 2021. – 2026. U sklopu projekta bit će nabavljen baterijski elektromotorni (BEMV) i baterijski motorni vlak (BMV) te šest stabilnih energetske priključaka za punjenje baterija koji će biti postavljeni u kolodvorima Split, Osijek, Varaždin, Bjelovar, Virovitica i Pula. Baterijske vlakove i energetske priključke proizvest će KONČAR – Električna vozila.

Baterijski elektromotorni vlak (BEMV) koristit će se za prijevoz putnika na neelektrificiranoj i elektrificiranoj mreži željezničkih pruga u RH. Na neelektrificiranoj pružnoj mreži za pogon će koristiti baterije, a na elektrificiranoj mreži klasičan sustav napajanja pomoću pantografa. Baterije će se moći puniti iz kontaktne mreže ili pomoću stabilnih energetske priključaka.

Ukupna vrijednost projekta iznosi 129.000.000 kuna bez PDV-a. Bespovratna sredstva u iznosu od 100.000.000 kuna osigurana su iz Nacionalnog plana oporavka i otpornosti 2021. – 2026.

Ovim projektom nastavlja se modernizacija voznog parka HŽ Putničkog prijevoza čime će se osigurati učinkovitiji i konkurentniji željeznički putnički prijevoz koji će ujedno doprinijeti održivosti prometnog sustava u Republici Hrvatskoj. [13]

Na projektu KONČAR intenzivno radi, a oprema redovito stiže u tvornicu KONČAR - Električnih vozila (KEV). Čelične konstrukcije vagona vlakova dolaze krajem godine i tada počinje završna montaža, koja se planira odraditi do travnja 2024. U gotovom proizvodu KONČAR društva sudjeluju s komponentama i sustavima u vrijednosti većoj od 55 posto cijene projekta, a ukupna vrijednost komponenti i sustava koji su proizvedeni u Hrvatskoj bit će više od 75 posto cijene projekta. Nakon završne montaže slijede ispitivanja u tvornici KEV-a, a potom i na pruzi.

Baterijski vlakovi bit će opremljeni rampama za ulazak i izlazak osoba u invalidskim kolicima, prostorom za bicikle i toaletima prilagođenim ulasku osoba u invalidskim kolicima, a kompletan putnički prostor bit će pod videonadzorom. U prostoru za putnike bit će postavljeni monitori za prikaz videosadržaja. Također, uz vizualne i audionajave kolodvora i stajališta, putnicima u vlaku bit će omogućen besplatan pristup internetu.

Vlakovi će, kažu iz KONČARA, biti projektirani za prosječnu dnevnu kilometražu do 480 kilometara te prosječni dnevni rad do 18 sati. U prometu je moguće funkcionalno spajanje baterijskih vlakova s niskopodnim vlakovima nove generacije, čime će biti osiguran veći kapacitet. [14]

Tablica 3. Usporedba tehničkih specifikacija BMV i BEMV

	BMV	BEMV
Širina kolosjeka	1435 mm	1435 mm
Raspored osovina	Bo'2'2'	Bo'2'2'Bo
Osovinsko opterećenje	18 t	18 t
Širina vozila	2885 mm	2885 mm
Maksimalna brzina	120 km/h	160 km/h 120 km/h
Ukupna duljina	41900 mm	56190 mm
Broj ulaznih vrata (sa svake strane)	2 (4 ukupno)	3 (6 ukupno)
Broj sjedala	113	157
Ukupno putnika	216	304
Mjesta za bicikle i invalidska kolica	2+2	2+2
Visina poda	600 mm	600 mm
Maksimalno ubrzanje (pri punom opterećenju)	>1.0 m/s ²	>1.0 m/s ²
Napon napajanja		25kV/50 Hz
Snaga baterije	736 kWh	631 kWh

Izvor: [15]

6. Djelovanje KONČAR - Elektroindustrije i društva unutar KONČAR grupe - KONČAR - Električna vozila

KONČAR - Elektroindustrija obuhvaća četiri područja djelovanja unutar kojih posluje ukupno šesnaest društava Grupe KONČAR te jedno pridruženo društvo, joint venture sa Siemens - Energyjem. [16]

Tvrtka Končar proizvodi razne vrste motornih vlakova sa suvremenim pogonima, a koje mogu nabavljati željezničke prijevoznike tvrtke. Takvi suvremeni motorni vlakovi mogu privući korisnike da putuju željeznicom umjesto automobilima, te na taj način pridonijeti povećanju održivosti prometnog sektora i ukupnom smanjenju emisija stakleničkih plinova i ostalih štetnih emisija. Također, mogu modernizirati postojeće električne lokomotive i na taj način osigurati da i one postanu dio moderne flote za održiva putovanja željeznicom.

6.1. Končar – električna vozila

Osnovana je 1972. godine pod imenom Rade Končar - Električne lokomotive, a 2005. godine mijenja naziv u KONČAR - Električna vozila.

Svoju djelatnost tvrtka Končar – električna vozila započela je proizvodnjom diodnih električnih lokomotiva po licenci švedske firme ASEA. Istovremeno je započeo vlastiti razvoj u području električnih lokomotiva koji je već 1981. godine rezultirao vlastitim rješenjem suvremene tiristorske lokomotive za sustav napajanja 25 kV, 50 Hz.

Tijekom godina modernizirano je više od 400 električnih lokomotiva za željeznice u Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini, Makedoniji, Rumunjskoj, Bugarskoj i Turskoj. U 2003. godini započeo je razvoj, a 2005. godine započela je serijska proizvodnja i isporuka 100% niskopodnih tramvaja.

U 2005. godini pokrenut je i razvojni projekt niskopodnog vlaka, a 2008. sklopljen ugovor sa željeznicama Federacije Bosne i Hercegovine za isporuku EMV RP - prvog KONČAREVOG niskopodnog vlaka. Do danas smo proizvedeno i isporučeno 55 niskopodnih EMV-a i 5 niskopodnih DMV-a.

Kad su u pitanju specijalni razvojni projekti, završena je proizvodnja mjernog vlaka, prvog vozila ovog tipa u proizvodnji Končara.

Končar – električna vozila trenutno ima gotovo 400 zaposlenih, od čega je više od trećine visokoobrazovanih, a neprekidno stručno usavršavanje zaposlenika je stalna praksa. Više od 80 inženjera i magistara elektrotehnike i strojarstva s dugogodišnjim iskustvom radi na poslovima razvoja električnih vozila i njihovih podsustava. U izvođenju svih radova, kao i u svom cjelokupnom poslovanju, pridržava se zahtjeva normi za upravljanje kvalitetom ISO 9001 i upravljanje zaštitom okoliša ISO 14001. [17]

Neke od djelatnosti kojima se bavi tvrtka Končar - električna vozila su modernizacija električnih lokomotiva i usluga održavanja i iznajmljivanja resursa.

6.1.1. Modernizacija električnih lokomotiva

Glavni cilj modernizacije postojećih lokomotiva pred istekom ili s isteklim životnim ciklusom je produžetak vremena eksploatacije za narednih 20 godina. Prilikom postupka modernizacije, postojeći sustavi se mijenjaju modernijim rješenjima s ciljem povećanja učinkovitosti, smanjenja potrošnje energije te olakšavanja i smanjenja troškova postupka održavanja.

Spomenute prednosti postižu se ugradnjom modernih mikroprocesorskih uređaja, videokamera, statičkih pretvarača glavnog i pomoćnog pogona vozila te zamjenom dotrajalog ožičenja vozila. Sve ostale vitalne komponente pregledavaju se i popravljaju po potrebi.

Ugradnjom modernih displeja, klima uređaja i ergonomskih stolaca posebna pozornost ulaže se u povećanje udobnosti za strojovođe.

Modernizacija obuhvaća:

- Rekonstrukcija vozačke kabine prema tehničkim, sigurnosnim, ergonomskim i estetskim propisima i zahtjevima
- Zamjena postojećih pretvarača glavnog pogona novim suvremenim pretvaračima
- Ugradnja suvremenih statičkih pretvarača pomoćnog pogona
- Ugradnja novog sustava proizvodnje stlačenog zraka
- Digitalizacija – implementacija mikroprocesorskog sustava upravljanja
- Instalacija sustava mjerenja potrošnje energije prema normi EN50463

Ciljevi modernizacije:

- Povećanje pouzdanosti i raspoloživosti vozila u prometu
- Povećanje vremena u eksploataciji između dva velika popravka
- Smanjenje troškova eksploatacije i održavanja
- Povećanje mogućnosti lokomotive s obzirom na vučne sposobnosti
- Ostvarivanje funkcije automatske vožnje (održavanja brzine)
- Realizacija djelotvorne protuklizne zaštite
- Poboljšanje radnih uvjeta i okruženja strojovođe
- Instalacija sustava mjerenja potrošnje energije prema normi EN50463 [18]

Slika 4. Modernizacija električne lokomotive serije 444



Izvor: [18]

6.1.2. Usluge održavanja i iznajmljivanje resursa

Jedna od djelatnosti Končar električnih vozila je održavanje flote tramvaja, vlakova i lokomotiva domaćih prijevoznika i privatnih leasing operatera. Temeljem odobrenja Ministarstva mora, prometa i infrastrukture tvrtka je ovlaštena za održavanje željezničkih vozila. Također raspolaže specijaliziranim radionicama i infrastrukturom potrebnom za sve vrste popravaka i održavanja na vozilima. Končar Izrađuje razne mehaničke i električne proračune i simulacije prema specifičnim željama kupaca. Po potrebi vrši specijalistička mjerenja mehaničkih veličina na stacionarnim i pokretnim objektima: naprezanja, vibracija, titrajnih brzina, pomaka, tlakova, temperature i slično. [19]

7. Uloga novih motornih vlakova u javnom prijevozu u Hrvatskoj

Vlakovi imaju ključnu ulogu u javnom prijevozu, kao jedno od najvažnijih sredstava javnog prijevoza, željeznice doprinose smanjenju gužvi na cestama, smanjenju zagađenja zraka i osiguravanju putnicima pristupačnost gradovima. Kako bi se korisnicima javnog prijevoza olakšao prijevoz, potrebno je pravilno isplanirati javni prijevoz putnika te ga integrirati s ostalim oblicima javnog prijevoza.

7.1. Javni gradski prijevoz putnika

Javni gradski prijevoz putnika je oblik prijevoza koji služi prevoženju velikog broja stanovnika unutar gradskog teritorija po ustaljenim trasama i voznim redovima, a njegova opća karakteristika da ga pod određenim propisanim uvjetima može koristiti svaki građanin. Zbog velike koncentracije ljudi i vozila u gradovima nastaju problemi u odvijanju gradskog prometa čime se smanjuje i kvaliteta javnog gradskog prijevoza uvjetovana zagušenjem prometa i smanjenjem pokretljivost vozila. Optimalno funkcioniranje gradskog prometnog sustava u kojem prednost imaju, osim biciklista i pješaka, vozila javnog gradskog prijevoza u odnosu na individualni prijevoz je vrlo važno jer se time podiže i kvaliteta urbanog prostora i življenja. Mreža linija predstavlja skup linija javnog gradskog prijevoza neke urbane sredine koje se međusobno presijecaju ili preklapaju. Vozila javnog prijevoza prometuju po linijama po unaprijed utvrđenom pravcu (trasi) i voznom redu te time obavljaju uslugu javnog prijevoza putnika. Pažljivo planiranje trasa linije, pri čemu je bitno uzeti u obzir geometrijski oblik grada, vrlo je važno kako bi sustav javnog gradskog prijevoza putnika dobro i produktivno djelovao. Vrlo bitan element jesu i terminali koji služe za izravnjanje vremenskih neravnomjernosti u kretanju vozila što se postiže kraćim ili dužim čekanjem vozila na ponovno kretanje u odnosu na vozni red. Javni gradski prijevoz putnika jedan je od dominantnih vidova prijevoza, s obzirom da se veliki broj putovanja ostvaruje upravo u velikim gradovima. Javni prijevoz ostvaruje veću korist na područjima veće gustoće stanovanja u kojima postoje veći zahtjevi za mobilnošću, dok je u područjima relativno male gustoće stanovanja vjerojatnije da će se koristiti osobna prijevozna sredstva. Glavni čimbenici koji determiniraju javni prijevoz su: frekvencija, fleksibilnost, cijena i udaljenost između stajališta. Temeljni problemi kojima treba posvetiti pozornost su: unapređenje kvalitete, optimalna iskoristivost kapaciteta javnih prijevoznih sredstava, smanjenje zagađenja i buke, povećanje prostora za pješake u gradovima. Osobito je

bitno unaprijediti kvalitetu usluge JGPP-a odbacujući tezu da se njime koriste samo siromašniji slojevi društva (učenici, studenti, umirovljenici). Čest je slučaj da su javni prometni sustavi previše ili premalo iskorišteni. U vrijeme vršnih opterećenja gužve smanjuju komfor dok prazne vožnje čine mnoge usluge financijski neisplativima. Kada stanovnici koriste usluge javnog gradskog prijevoza umjesto osobnih motoriziranih prijevoznih sredstava, poput osobnih automobila ili motocikala, onečišćenje okoliša u tim gradovima reducira se te se razina buke snižava i niže je razine, što u mnogočemu pridonosi kvaliteti življenja u navedenim velikim gradskim središtima u kojima je ujedno turistička djelatnost od presudne važnosti za gospodarski sustav grada. Na taj način i turistički posjetitelji mogu više cijiniti doživljaj takvih gradova i turističkih središta uz korištenje učinkovitih prijevoznih sredstava javnih gradskih transportnih mreža. U svemu navedenom leži težnja za poboljšanjem takvih usluga. Provedeno istraživanje Europske komisije o zadovoljstvu korisnika javnog gradskog prijevoza europskih građana rezultiralo je spoznajom da je više od tri četvrtine europskih građana koristilo javni gradski prijevoz najmanje jednom u životu, i to 76 posto ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju. Diljem Europske unije oko trećine ispitanika koristi javni gradski prijevoz najmanje jednom u tjednu (32 posto) Provedenim istraživanjem došlo se do spoznaje da europski građani imaju povoljan pristup javnom gradskom prijevozu te do podatka da je više od tri četvrtine europskih građana (77 posto) udaljeno manje od deset minuta od najbliže stanice javnog gradskog prijevoza. Provedenim istraživanjem došlo se do zaključka da su europski građani uglavnom zadovoljni svim aspektima javnog gradskog prijevoza s iznimkom zadovoljstva u pogledu cijene karte javnog gradskog prijevoza. Javni gradski prijevoz važan je čimbenik u funkcioniranju grada kao cjeline.

Zadovoljiti potrebe korisnika unutar okvira javnog gradskog prijevoza znači omogućiti brz, udoban, jeftin i učinkovit prijevoz. Učinkovit prijevoz, shodno tome, ima ključnu ulogu u unaprjeđenju kvalitete življenja stanovnika gradova. Smanjuju se zagušenja u prometu, emisije štetnih plinova, razine intenziteta buke te se ispravno koristi vrijeme svakog pojedinca omogućujući mu točan i brz dolazak na destinaciju njegovog putovanja. [20]

7.2. Planiranje javnog prijevoza putnika

Znanost o prometu koristi tehnološke i znanstvene principe za funkcionalno projektiranje, planiranje, rad i upravljanje svim prometnim objektima za sve vrste prometa, kako bi se omogućio što sigurniji, udobniji, brži, pogodniji, ekonomičniji i ekološki prihvatljiviji prijevoz odnosno kretanje ljudi i robe. Grana znanosti o javnom prijevozu se bavi planiranjem, geometrijskim projektiranjem i regulacijom prometa na cestama, autocestama, ulicama, terminalima, mrežama javnog gradskog prometa, prostorom koji graniči s njima te njihovim odnosima sa ostalim vrstama prijevoza. Cestovni je promet najrazvijeniji i najznačajniji. Tu spadaju putnički i teretni promet.

Danas se bez transportnog i prometnog sustava ne bi moglo normalno funkcionirati. U gradovima se odvijaju sva značajna zbivanja bilo kulturna, politička, privredna ili bilo koja druga. Transport i promet vrlo su značajne gospodarske djelatnosti u društvu koje povezuju gotovo sve sfere života ljudi. Današnji je izgled i osnovna struktura gradova naslijeđena iz davnih prošlih vremena. Gradovi su oduvijek pružali veće mogućnosti od seoskih naselja, a samim time i ekonomsku sigurnost, pa nije ni čudno da seosko stanovništvo uvelike migrira u gradove. Promjene u gradskom prijevozu nisu se odvijale jednostavno i bez problema. Svladavanje udaljenosti na brz i učinkovit način zahtijevalo je novac i napor, a često je rezultiralo i negativnim učincima. Prema mišljenju stručnjaka koji proučavaju ponašanje putnika, većina ljudi smatra putovanje kao nužno zlo, stoga ga je potrebno minimizirati na način da se poboljša prijevozni sustav kako bi zadovoljio sve zahtjevnije potrebe korisnika. Kako bi bio u mogućnosti obavljati svoju ulogu "osnovnog krvotoka" urbanog prostora, prometni sustav zahtijeva velike zemljišne površine što je posebno uočljivo u gradskim sredinama gdje cestovna mreža zauzima od 20-50 posto ukupne urbane površine.

Problem gradskog prijevoza predstavlja skup međusobno povezanih problema koje je moguće razvrstati prema sljedećim kategorijama:

- zagušenost,
- pokretljivost,
- vanjski utjecaji.

Zagušenost - stoljećima se već u gradovima pojavljuje prometna zagušenost. Uzrok k tome nisu samo automobili, zagušenost stvaraju i pješaci na pješačkim prijelazima posebno u

gradskim središtima. Kao posljedice zagušenja u prvom redu se mogu navesti povećani troškovi putnicima, gubitak vremena, povećana mogućnost prometnih nesreća kao i psihički stres.

Opći uzroci zagušenja:

1. Hiper urbanizacija – predstavlja koncentraciju ljudi i ekonomskih aktivnosti u gradskim središtima. Glavni razlog proizvodnih aktivnosti je njihovo lociranje u gradovima kao i želja ljudi da žive u gradovima kako bi se smanjilo vrijeme putovanja.
2. Specijalizacija aktivnosti unutar gradova – ljudi putuju između mjesta različitih djelatnosti koje su smještene oko grada ili u samom gradu. Ono što navodi ljude da putuju su radna mjesta, škole, mjesta stanovanja i za rekreaciju koja su koncentrirana na različitim područjima.
3. Usklađivanje ponude i potražnje – ponuda za prijevoznim sredstvima je uglavnom stalna dok se potražnja mijenja tijekom dana, te je jedna od razloga nastajanja prometnih "špica". Razlog k tome je što na posao i s posla većina ljudi započinje i završava u isto vrijeme.

Ponuda često potiče potražnju – povećanje prometnih kapaciteta potiče ljude na putovanje. Jednostavan primjer toga je izgradnja nove autoceste koja se čini prostranom kada se pusti u promet, no s vremenom nastaje zagušenje i ta prednost nestaje. Dakle, povećanje prometne infrastrukture nije uvijek dovoljno za smanjenje odnosno sprječavanje zagušenja. Gradnja infrastrukture nije ni ekonomična jer zahtijeva velike troškove stoga je bolje uz upozorenje javnosti dopustiti prometne gužve. Javni prijevoz je oblik prijevoza s velikim kapacitetom što vrijedi za centralizirane gradove u kojima je koncentracija ljudskih aktivnosti toliko intenzivna da promet osobnim automobilima izaziva konstantna zagušenja i gdje proširenje sustava ulica ne bi imalo nikakvog učinka u eliminiranju tog problema. Nemoguće je stotine tisuća ljudi do poslovnih četvrti prevoziti samo automobilima u vrijeme prometnih "špica".

Gradovi koji su se razvili u 19. stoljeću kada je dominiralo putovanje javnim gradskim prometom, imali su dobre sustave i usluge javnog prijevoza, te su se razvili u velike gradove sa dominantnim središnjim poslovnim kvartovima. U gradovima koji se nisu razvili sve do 20. stoljeća, automobil postaje najpopularnije prijevozno sredstvo te zamjenjuje javni prijevoz. Takvi gradovi se šire uokolo sa dobrim sustavom autocesta te nemaju dominantnu poslovnu četvrt. No bez obzira na slabu naseljenost imaju problem zagušenja. [20]

7.3. Ekološke prednosti željeznice

Željeznički promet ekološki je najprihvatljivija vrsta prijevoza ljudi i dobara, a okolišno je i socijalno održiv sustav te bi željeznica trebala biti okosnica bilo kojega održiva prometnog sustava. Naime željeznica prevozi 7 % svih putnika i 11 % sve robe, a odgovorna je za manje od 0,5 % emisija stakleničkih plinova povezanih s prometom. Cilj EU zacrtan Europskim zelenim planom je do 2050. za 90 % smanjiti emisiju stakleničkih plinova iz prometa, i to između ostaloga i tako da se znatan dio od 75 % kopnenog tereta koji se danas prevozi cestama do tada počne prevoziti željeznicom i unutarnjim plovnim putovima.

Stoga su Europski parlament i Vijeće proglasili 2021. Europskom godinom željeznice te je željeznici povjerena vrlo važna uloga u provedbi Europskoga zelenog plana.

U skladu s takvim ciljevima politike Europske unije HŽ Infrastruktura kao upravitelj željezničke infrastrukture u funkciji javnog dobra u općoj uporabi svoju razvojnu politiku temelji na ekološkoj i društvenoj odgovornosti prema zajednici, a osim toga doprinos očuvanosti okoliša jest bitna sastavnica komparativnih prednosti željezničkog prometa.

HŽ Infrastruktura primjereno načelu društveno odgovornog poslovanja, a u cilju zaštite okoliša, provodi sljedeće ciljeve:

- povećava razinu kakvoće prijevozne usluge kako bi se postojeći ili potencijalni štetni utjecaji na okoliš sveli na najmanju moguću mjeru (pročišćavanje otpadnih voda, sigurno odlaganje opasnih i štetnih tvari te materijala i zaštita od buke)
- radi na preventivnoj zaštiti (ekološka analiza za svaki novi projekt)
- smanjuje potrošnju pitke vode, što se postiže racionalnijim iskorištavanjem vodnih resursa te popravcima i sanacijama vodne mreže
- smanjuje potrošnju energije u svakom obliku, osobito pogonske energije za lokomotive, kao i potrošnju fosilnih goriva elektrifikacijom pruga
- promiče uporabu željezničkoga prometa radi povećavanja opsega putničkoga i teretnog prijevoza (isticanjem njegovih komparativnih prednosti i načela održiva prometa)
- provodi izobrazbu zaposlenih, potiče njihovu odgovornost za okoliš te provodi redoviti nadzor nad poslovanjem.

Zaštita okoliša u poslovima HŽ Infrastrukture obuhvaća:

- izradbu normativnih akata u području zaštite okoliša i njihovo usklađivanje sa zakonom

- praćenje primjene regulative na željeznici
- izradbu tehničkih i tehnoloških projekata za rekonstrukciju postojećih i izgradnju novih postrojenja na željezničkoj infrastrukturnoj mreži u sklopu kojih će se povećati stupanj zaštite okoliša
- poboljšavanje uvjeta za postupanje s otpadom nastalim u tehnološkim procesima
- izradbu studija i elaborata vezanih uz zaštitu okoliša
- uvođenje sustava kakvoće za područje zaštite okoliša na željezničkoj infrastrukturnoj mreži. [21]

7.4. Doprinos modernizacije vlakova

Načini na koje modernizacija vlakova utječe na kvalitetu života može se gledat s nekoliko aspekata. Smanjenje vremena putovanja čini vlakove privlačnijim za ljude koji bi inače koristili osobni automobil, osobito na duljim relacijama. Uz smanjenje vremena putovanja, novi vlakovi nude visoku razinu udobnosti, uključujući prostranost i internet , što može značiti produktivnije ili ugodnije putovanje u usporedbi s vožnjom automobilom. Putnici koji žele iskoristiti svoje vrijeme za rad ili odmor često će se odlučiti za vlak zbog uštede vremena.

Vlakovi, posebno oni sa novim vrstama pogona imaju znatno manju emisiju ugljičnog dioksida u usporedbi s osobnim automobilima. S obzirom na sve veći fokus na održivost i smanjenje emisija, mnogi putnici preferiraju korištenje vlakova kao ekološki prihvatljiviji način putovanja uz koji mogu uštediti novac s obzirom na visoke cijene goriva. Korištenje vlakova umjesto automobila značajno smanjuje zagušenja na cestama, osobito u urbanim sredinama, te ne samo da poboljšava mobilnost, već i smanjuje zagađenje zraka i buku u gradovima. Jedna od ključnih prednosti je i aspekt sigurnosti u kojemu je promet vlakom daleko sigurniji od upotrebe automobila ili ostalih cestovnih vozila.

7.5. Općenito o sustavu integriranog prijevoza putnika

Integrirani sustav predstavlja organizaciju prijevoza putnika koja se temelji na zajedničkoj tarifi prijevoznika u linijskom putničkom prijevozu na širem području opsluživanja, na kojem djeluje više prijevozničkih oblika i prijevozničkih tvrtki s usklađenim voznim redom i učestalim brojem polazaka (taktni vozni red-polasci u jednakim vremenskim razmacima – primjerice 10, 20, 30 ili 60 minuta). U ovakvoj organizaciji prijevoza korisnik usluge – putnik, svoje putovanje može ostvarivati kupnjom i korištenjem jedne vozne karte. Okosnicu sustava čini željeznica.

Prednosti integriranog sustava: usklađeni vozni redovi između operatera prijevoznika, povećanje kvalitete prijevoza putnika putem povećanja brzine putovanja, odnosno skraćanja vremena čekanja i vremena putovanja, smanjenje troškova poslovanja zbog eliminiranja paralelnih linija više prijevoznika na istoj trasi, povećanje prihoda prijevozničkih tvrtki zbog povećanja njihovog prijevoznog učinka, odnosno zbog povećanja broja putovanja, povećanje učešća javnog prijevoza u ukupnom broju ostvarenih putovanja mehaniziranim oblicima prijevoza, uz istovremeno smanjenje individualnog motornog prometa te pozitivni ekološki učinci u smanjenju onečišćenja okoliša. [22]

8. Zaključak

Modernizacija željezničkih vozila za putnički prijevoz značajno doprinosi razvoju putničkog prijevoza na više načina, uključujući poboljšanje komfora putnika, kraće vrijeme putovanja, povećanje frekvencije vlakova i broja putnika, unapređenje sigurnosti, te smanjenje emisije štetnih plinova, uz niže operativne troškove.

Uloga novih željezničkih vozila za putnički prijevoz je prilagodba željezničkog sustava kako bi odgovorio na suvremene zahtjeve. Nabavom novih vlakova postiže se konkurentniji željeznički putnički prijevoz koji omogućuje putnicima smanjenje upotrebe osobnih automobila.

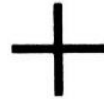
Na temelju usporedbe raznih vrsta pogona putničkih vlakova može se zaključiti to kako željeznička industrija ide u smjeru razvoja novih tehnologija. Razvoj baterija omogućio je njihovu veću upotrebu u željezničkoj industriji te su baterije koje se koriste za pogon danas zastupljene u većini novih vlakova.

Iako u razvoju i korištenju raznih novih vrsta pogona prednjače zemlje kao što su Njemačka i Austrija, i u Hrvatskoj postoji velik potencijal za korištenje raznih vrsta pogona s obzirom na mali udio elektrificirane mreže. Uz obnovu postojećih i nabavu novih željezničkih vozila, potrebna je i rekonstrukcija željezničke mreže u Republici Hrvatskoj.

Modernizacija željezničkih vozila ima ključnu ulogu u održavanju konkurentnosti i kvalitete željezničkog prometa. Ona omogućuje prijevoznicima da uz niže troškove postignu visoku razinu usluge, produže vijek vozila i povećaju zadovoljstvo putnika, čineći željeznički prijevoz održivim i efikasnim rješenjem za budućnost javnog prijevoza.



Sveučilište
Sjever



IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, TIN BRATKOVIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom MODERNIZACIJA ŽELJEZNIČKIH VOZILA ZA PUNEVOZ PUTNIKA NA PROSTORU REPUBLIKE HRVATSKE (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

TIN BRATKOVIĆ
(vlastoručni potpis)

Tin Bratković

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

9. Literatura

- [1] Uredništvo, »Željeznica,« Hrvatska tenička enciklopedija, 14. svibnja 2018.. [Mrežno]. Available: <https://tehnika.lzmk.hr/zeljeznica/>.
- [2] D. Badnjak, B. Bogović i V. Jenić, »Organizacija željezničkog prometa,« Zagreb, 2006.
- [3] »U prometu prvi regionalni vlak,« HŽ putnički prijevoz, [Mrežno]. Available: <https://www.hzpp.hr/u-prometu-prvi-regionalni-vlak?p=578>. [Pokušaj pristupa rujan 2024].
- [4] »Tehnički opis EMV GPP za HŽ Putnički prijevoz d.o.o.,« Končar - električna vozila, 2015. [Mrežno]. [Pokušaj pristupa 2024].
- [5] »Elektromotorni vlak 6112 za regionalni prijevoz,« HŽ Putnički prijevoz, [Mrežno]. Available: <https://www.hzpp.hr/elektromotorni-vlak-6112-za-regionalni-prijevoz?m=13590&mp=7676>.
- [6] »Elektromotorni vlak 6112 za gradsko-prigradski prijevoz,« HŽ Putnički prijevoz, [Mrežno]. Available: <https://www.hzpp.hr/elektromotorni-vlak-6112-za-gradsko-prigradski-prijevoz?m=13589&mp=7676>.
- [7] K. - E. vozila, »Niskopodni elektromotorni vlak za regionalni promet,« [Mrežno]. Available: <https://web.archive.org/web/20110927152707/http://www.koncar.hr/docs/koncareiHR/documents/52/Original.pdf>.
- [8] M. Dokoza, »NOVE VRSTE POGONA PUTNIČKIH VLAKOVA,« *Željeznice 21*, pp. 27-30, 2020.
- [9] M. Mišić, »TOPOLOGIJA POGONA HIBRIDNIH ŽELJEZNIČKIH VOZILA,« *željeznice 21*, p. 15, 2024.
- [10] »lokomotiva,« Hrvatska enciklopedija, [Mrežno]. Available: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/37037>.
- [11] »Dizelski vlakovi,« Prometna zona, [Mrežno]. Available: <https://www.prometna-zona.com/dizelski-vlakovi/>.
- [12] »ELEKTRIČNE LOKOMOTIVE,« HŽ Infrastruktura, [Mrežno]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/https://www.hzinfra.hr/wp-content/uploads/2018/09/Popis-zeljeznickih-vozila_List-of-railway-vehicles.pdf.
- [13] »Ugovor za baterijske vlakove,« HŽ Putnički prijevoz, 21. prosinac 2022.. [Mrežno]. Available: <https://www.hzpp.hr/ugovor-za-baterijske-vlakove?p=578>. [Pokušaj pristupa 2024].
- [14] R. Kalafatić, »Vlakovi budućnosti koje razvija Končar trebali bi biti spremni za tračnice do sljedećeg ljeta,« *Lider Media*, 29. studeni 2023.. [Mrežno]. Available: <https://lidermedia.hr/tvrtke-i-trzista/vlakovi-buducnosti-koje-razvija-koncar-trebali-bi-bit-spremn-za-tracnice-do-sljedeceg-ljeta-154383>. [Pokušaj pristupa 2024].
- [15] »Baterijski motorni i baterijski elektromotorni vlakovi (BMV i BEMV),« KONČAR - Elektroindustrija, [Mrežno]. Available: <https://www.koncar.hr/hr/kev/baterijski-motorni-i-baterijski-elektromotorni-vlakovi-bmv-i-bemv>.
- [16] »Končar društva,« Končar, [Mrežno]. Available: <https://www.koncar.hr/hr/drustva>.
- [17] »KONČAR - Električna vozila,« Končar, [Mrežno]. Available: <https://www.koncar.hr/hr/kev/o-nama>.
- [18] »Modernizacija električnih lokomotiva,« KONČAR - Električna vozila, [Mrežno]. Available: <https://www.koncar.hr/hr/kev/modernizacija-elektricnih-lokomotiva>.

- [19] »Usluge održavanja i iznajmljivanje resursa,« KONČAR - Električna vozila, [Mrežno]. Available: <https://www.koncar.hr/hr/koncar-elektricna-vozila>.
- [20] Krpan, Baričević i Maršanić, »Kvalitetan javni gradski prijevoz putnika kao odgovor ovisnosti o automobilu,« 2010. [Mrežno]. Available: <https://www.bib.irb.hr:8443/490624>.
- [21] »Ekološke prednosti željeznice,« HŽ Infrastruktura, [Mrežno]. Available: <https://www.hzinfra.hr/naslovna/drustvena-odgovornost/ekologija/>.
- [22] »NTEGRIRANI PRIJEVOZ PUTNIKA,« Integrirani promet zagrebačkog područja, [Mrežno]. Available: <https://www.ipzp.hr/ipp-2/>.