

Željeznička vozila posebne namjene

Šušak, Monika

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:125042>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-21**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ŽELJEZNIČKA VOZILA POSEBNE NAMJENE

MONIKA ŠUŠAK

Zagreb, 2024.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**ŽELJEZNIČKA VOZILA POSEBNE NAMJENE
SPECIAL PURPOSE RAILWAY VEHICLES**

MONIKA ŠUŠAK

Mentor: prof. dr. sc. tech. Mladen Nikšić

Zagreb, rujan 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 28. lipnja 2024.

Zavod: **Zavod za željeznički promet**
Predmet: **Željeznička vozila**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 7747

Pristupnik: **Monika Šušak (9996002051)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Željeznički promet**

Zadatak: **Željeznička vozila posebne namjene**

Opis zadatka:

U završnom radu potrebno je objasniti podjelu, vrste i primjenu vozila za posebne namjene sustava Hrvatskih željeznica. U posebnom poglavlju opisat će se vozila za održavanje željezničke infrastrukture. Na kraju rada prikazat će se željeznička vozila za ispitivanje i održavanje željezničke kontaktne mreže.

Mentor:



prof. dr. sc. Mladen Nikšić

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

SAŽETAK

Željeznički promet je organizirani sustav za učinkovit, siguran i ekološki prihvatljiv prijevoz ljudi i robe. U središtu sustava nalaze se različita željeznička vozila, uključujući vučna, vučena i vozila posebne namjene. Vozila posebne namjene ključna su za održavanje pruga, inspekciju infrastrukture, čišćenje pruga te hitne intervencije, osiguravajući sigurnost i funkcionalnost željezničkog prometa. Poseban naglasak stavljen je na projekt "SELF PROP RAIL", koji je razvio autonomni vagon za rasuti teret s mogućnošću kontroliranog iskrcaja na tri strane.

KLJUČNE RIJEČI: željeznička vozila, samohodni vagon

SUMMARY

Rail transport is an organized system for the efficient, safe, and environmentally friendly transportation of people and goods via trains on tracks. At the core of the system are various railway vehicles, including traction vehicles, non-powered vehicles, and special-purpose vehicles. Special-purpose vehicles are essential for track maintenance, infrastructure inspection, track cleaning, and emergency interventions, ensuring the safety and functionality of railway operations. Particular emphasis is placed on the "SELF PROP RAIL" project, which developed an autonomous wagon for bulk cargo with the ability to unload in three controlled directions.

KEY WORDS: rail vehicles, self-propelled wagon

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PODJELA VOZILA ZA POSEBNE NAMJENE	3
2.1. Vozila za održavanje infrastrukture	3
2.2. Inspekcijska vozila.....	4
2.3. Vozila za čišćenje i zaštitu pruga.....	13
2.4. Vozila za hitne intervencije	15
3. VOZILA ZA ODRŽAVANJE ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE	17
3.1. Podbijačice	17
3.2. Rešetalice	23
3.3. Vozila za strojnu izmjenu pragova.....	27
4. SAMOHODNI VAGON ZA RASUTI TERET	31
5. ZAKLJUČAK	37
LITERATURA	38
POPIS SLIKA.....	40
POPIS TABLICA.....	41

1. UVOD

Željeznički promet je sustav organiziranog prijevoza ljudi i robe koji osigurava učinkovit, siguran i ekološki prihvatljiv način transporta na kratkim, srednjim i dugim relacijama. Željeznička infrastruktura uključuje kolosijeke, kolodvore, signalizaciju i ostalu potrebnu opremu za operativnost željezničkog sustava.

Željeznička vozila predstavljaju temeljni element svakog željezničkog sustava. Ona su ključna za prijevoz putnika, robe, održavanje infrastrukture, kao i za specijalne namjene. Različiti tipovi željezničkih vozila razvijeni su kako bi zadovoljili različite potrebe unutar željezničkog prometa te se mogu podijeliti u nekoliko osnovnih kategorija. Željeznička vozila obuhvaćaju vučna vozila, vučena vozila te specijalna vozila za održavanje i hitne intervencije. Lokomotive služe za vuču vagona i mogu biti dizelske, električne ili hibridne, ovisno o vrsti pogona. Vagoni se dijele na putničke i teretne, te imaju različite namjene kao što su prijevoz putnika, robe ili posebnih tereta.

Željeznička vozila posebne namjene predstavljaju ključnu komponentu željezničke infrastrukture, jer omogućuju sigurnost, održavanje i učinkovitost željezničkog prometa. Ova vozila nisu namijenjena prijevozu putnika ili tereta, već specifičnim zadacima poput održavanja pruga, popravaka, inspekcija, izgradnje i hitnih intervencija. Podjela željezničkih vozila posebne namjene temelji se na funkciji koju obavljaju, a ključne kategorije uključuju vozila za održavanje pruga, inspekcijska vozila, vozila za čišćenje i zaštitu pruga, te vozila za hitne intervencije.

Završni rad je podijeljen u pet poglavlja

Prvi dio je uvod.

U drugom poglavlju su definirane vrste željezničkih vozila i objašnjena je podjela vozila posebne namjene. Svaka kategorija ima specijalizirane funkcije, poput zamjene pragova, inspekcije tračnica, uklanjanja snijega, te pružanja brze pomoći u kriznim situacijama.

U trećem dijelu predstavljena su vozila za održavanje željezničke infrastrukture koriste se za inspekciju, popravke i redovito održavanje pruga, mostova, signalizacije te ostalih ključnih dijelova željezničkog sustava, čime se osigurava kontinuitet i sigurnost prometa.

U četvrtom poglavlju predstavljen je projekt „SELF PROP RAIL“- vagon koji omogućuje autonomni prijevoz i kontrolirani iskrcaj na tri strane što ga čini izuzetno učinkovitim. Razvijen je zbog potreba domaćeg i inozemnog tržišta s naglaskom na optimizaciju resursa i uštede energije.

U petom dijelu su zaključna razmatranja.

2. PODJELA VOZILA ZA POSEBNE NAMJENE

Željezničko vozilo je vozilo s pripadajućim ugrađenim uređajima i opremom namijenjeno za kretanje po željezničkoj pruzi i kolosijeku. [1]

Željezničko vozilo može biti: [2]

- **vučno vozilo**- željezničko vozilo s vlastitim pogonom (lokomotive, motorni vagoni, motorna vozila posebne namjene).
- **Vučeno vozilo**- željezničko vozilo bez vlastitog pogona koje može služiti za prijevoz putnika (putnički vagon), za prijevoz stvari (teretni vagon) i za posebne namjene.
- **Vozilo za posebnu namjenu**- željezničko vozilo s vlastitim pogonom ili vozilo vučeno drugim vozilom u koje ubrajamo: vagoni za mjerenje, provjeru, održavanje i izgradnju pruga, pružnih postrojenja, kontaktne mreže, provjere i mjerenja značajki vučnih vozila, vagoni pomoćnog vlaka, druge vagoni za željezničke potrebe i pružna vozila.

Željeznička vozila posebne namjene mogu se podijeliti u nekoliko glavnih kategorija, ovisno o njihovoj specifičnoj namjeni.

2.1. Vozila za održavanje infrastrukture

Održavanje pruga je ključno za sigurnost i pouzdanost željezničkog prometa. Vozila za održavanje pruga koriste se za različite zadatke, uključujući poravnavanje tračnica, zamjenu pragova i održavanje nasipa.

Vozila za pročišćavanje kolosiječnog zastora: koriste se za razbijanje kamenog nasipa ispod pragova, što je ključni proces za održavanje stabilnosti i ravnomjernosti pruge. [3]

Vozila za zamjenu pragova: specijalizirano vozilo za uklanjanje starih pragova i postavljanje novih. Zahvaljujući automatiziranim procesima, stroj za zamjenu pragova znatno ubrzava i olakšava ovaj zadatak, smanjujući potrebu za ljudskom intervencijom. [3]

Vozila za polaganje pruge: tijekom izgradnje novih pruga ili značajnih popravaka, ova vozila se koriste za polaganje pragova i tračnica. Vozilo za polaganje pruge može položiti tračnice brzo i precizno, čime se štede vrijeme i resursi. [3]

2.2. Inspekcijska vozila

Inspekcijska vozila opremljena su naprednim tehnologijama i sensorima za provjeru stanja tračnica, pragova, mostova, tunela i drugih infrastrukturnih elemenata. Ova vozila omogućuju rano otkrivanje problema te preventivno održavanje, čime se izbjegavaju ozbiljnije nesreće.

Vozila za inspekciju pruge: ova vozila koriste različite vrste senzora i kamera za snimanje stanja pruge, detekciju deformacija, pukotina ili drugih oštećenja. Mnogi su opremljeni sustavima za mjerenje geometrije pruge, kao što su laserski skeneri, ultrazvučni senzori i infracrvene kamere. Takva oprema omogućuje preventivnu detekciju problema koji mogu dovesti do iskliznuća vlakova. [4] Laserski sustavi omogućuju neprekidno prikupljanje podataka dok vozilo prolazi duž pruge, čime se izbjegava potreba za ručnim inspekcijama.

Navedene tehnologije omogućuju sigurniji i učinkovitiji način održavanja željezničke infrastrukture, smanjujući rizik od nesreća i osiguravajući redovnu detekciju problema prije nego što postanu ozbiljni.

Tračničko mjerno vozilo je šestosovinsko samohodno dizelsko motorno vozilo za posebne namjene u koje je ugrađena mjerna oprema za snimanje propisanih geometrijskih parametara kolosijeka te elektronička i računalna oprema za pohranu, prikaz i analizu snimljenih mjernih podataka. [5]

Mjerno vozilo raspolaže s dva upravljačka mjesta i kolosijek je moguće mjeriti u oba vozna smjera. Uz svako upravljačko mjesto nalazi se posebna tipkovnica za ručno registriranje podataka važnih za obavljanje mjerenja (nailazak na skretnice, željezničko cestovni prijelaz, pružne građevine) i ispravak kilometarskoga položaja. Mjerenje se obavlja pomoću mjernih osovina postavljenih između osovinskih sklopova. Njihova stabilnost u kolosijeku ostvaruje se djelovanjem uspravnih i vodoravnih sila preko zračnoga sustava. U mjernom odjeljku nalaze se mjerni stol i računalo. Mjerni stol sastoji se od uređaja za crtanje grafičkoga mjernog dijagrama i uređaja za ispis numeričkoga mjernog izvješća. Vozilo je opremljeno klima-uređajima koji održavaju stalnu temperaturu potrebnu za siguran rad računala i opreme. [5]

Tračničko mjerno vozilo tehničko-mjernih karakteristika EM-120 izgradila je tvrtka Plasser&Theurer, a nalazi se u inventarnom parku HŽ Infrastrukture.

Tračničkim mjernim vozilom tehničko-mjernih karakteristika EM-120 koje je prikazano na slici 1 provjeravaju se sljedeći geometrijski parametri uporabnoga stanja kolosijeka: [5]

- uzdužni profil voznih površina tračnica u kolosijeku (stabilnost kolosijeka),
- iskrivljenost ravnine kolosijeka,
- visinski odnos tračnica i nadvišenje vanjske tračnice kolosijeka u luku i
- smjer (zakrivljenost) tračnica u kolosijeku.



Slika 1: Tračničko mjerno vozilo EM-120

Izvor: [5]

Tablica 1: Tehničke specifikacije tračničkog mjernog vozila EM-120

Ukupna masa	48,34 t
Promjer voznih kotača	850 mm
Promjer mjernih kotača	350,7 mm
Snaga motora	368 kW
Najveća mjerna brzina	120 km/h
Najveća vozna brzina	120 km/h

Izvor: [5]

Motorna drezina je manje tračničko vozilo na motorni pogon koje se koristi za nadzor željezničkih pruga, prijevoz radnika i opreme potrebne za održavanje pruga. Zbog svoje male mase i mogućnosti brzog uklanjanja s tračnica, idealna je za rad u područjima gdje je potrebno često oslobađanje pruge za prolazak većih vlakova. Uglavnom se koristi za rutinske inspekcije, popravke i hitne intervencije, te omogućuje efikasan i brz transport radne snage i alata na različite lokacije duž pruge.

Teška motorna drezina SKL 25 je vozilo koje služi za prijevoz ljudi, strojeva, materijala za izradu pruge te materijala za varenje od i do mjesta gradnje. SLK 25 je dvoosovinsko pružno vozilo, čije se osovine pokreću preko triplex lanca, te je opremljen kranom i priključnim mjestima za priključivanje električnih i hidrauličnih uređaja. [6]



Slika 2: Teška motorna drezina SKL 25

Izvor: [6]

Tablica 2: Tehničke specifikacije teške motorne drezine SKL 25

Vlastita masa vozila	6, 1 t
Nosivost	4 t
Maksimalna brzina	60 km/h
Maksimalna priključna masa	25 t

Izvor: [6]

Teška motorna drezina SKL 26 (Slika 2) je pomoćno vozilo koje služi za prijevoz ljudi, prijevoz, ukrcaj te iskrcaj alata i pružnog spojnog pribora. SLK 26 je dvoosovinsko pružno vozilo, čije se osovine pokreću preko osovinskog prijenosnika, te je opremljen kranom i priključnim mjestima za priključivanje električnih i hidrauličnih uređaja. [7]



Slika 3: Teška motorna drezina SKL 26

Izvor: [7]

Tablica 2: Tehničke specifikacije teške motorne drezine SKL 26

Vlastita masa vozila	12,5 t
Nosivost	5 t
Maksimalna brzina	80 km/h
Maksimalna priključna masa	40 t
Sposobnost vožnje usponom pri 20 km/h i 25 t priključne mase	25 ‰

Izvor: [7]

Teška motorna drezina MTW 10 (Slika 4) služi kao samovozno građevinsko vozilo. Koristi se za kontrolu, popravke i održavanje gornjeg ustroja pruga. Masa vozila je 33,5 tona, a maksimalna brzina koju može dostići je 100 km/h. [8]



Slika 4: Teška motorna drezina MTW 10

Izvor: [8]

Teška motorna drezina Plasser & Theurer OBW 10 (Slika 5) služi za prijevoz ljudi, utovar i istovar alata, utovar i istovar pružnog spojnog pribora, utovar i istovar pragova tračnica, te vuču specijalnih i vagonskih prikolica.



Slika 5: Teška motorna drezina Plasser & Theurer OBW-10

Izvor: [9]

Tablica 4: Tehničke specifikacije tehničke motorne drezine Plasse & Theurer OBW-10

Vlastita masa vozila	27,3 t
Nosivost	8 t
Maksimalna brzina	80 km/h

Izvor: [9]

Teška motorna drezina tipa 200 „Boris Kidrič“ Maribor (Slika 6) služi za prijevoz ljudi, utovar i istovar alata, utovar i istovar pružnog spojnog pribora, pragova kočnica te vuču specijalnih i vagonskih prikolica, kao i za razne građevinske poslove. [10]



Slika 6: Teška motorna drezina tipa 200

Izvor: [10]

Tablica 5: Tehničke specifikacije motorne drezine tipa 200

Vlastita masa vozila	17 t
Nosivost	5,5 t
Maksimalna brzina	80 km/h

Izvor: [10]

Teška motorna drezina tipa 300 „Boris Kidrič“ Maribor (Slika 7) – autobusnog tipa služi za održavanje kontaktne mreže elektrificiranih željezničkih pruga, prijevoz ljudi, prijevoz alata te vuču specijalnih i vagonskih prikolica. [10]



Slika 7: Teška motorna drezina tipa 300- autobusni tip

Izvor: [10]

Tablica 6: Tehničke specifikacije motorne drezine tipa 300- autobusni tip

Vlastita masa vozila	15 t
Nosivost	2 t
Maksimalna brzina	80 km/h

Izvor: [10]

Vozila za inspekciju kontaktne mreže: koriste se za pregled električnih vodova kontaktne mreže koja napaja električne vlakove. Opremljena su platformama i alatima koji omogućuju pristup visini na kojoj se nalaze električni vodovi, te kamerama i sensorima za detekciju oštećenja ili nesukladnosti u mreži. Mjerni sustavi za visinu i pomak električnih vodiča (npr. *Overhead Wire Measurement System* - OWMS) koriste lasersku i kameru tehnologiju za praćenje visine i pomaka vodiča. Ovi parametri su ključni za osiguravanje da vodovi ostanu u ispravnom položaju te da ne dođe do odvajanja vodova od pantografa, što bi moglo dovesti do zastoja u prometu. Kamere visoke rezolucije i laserski skeneri koriste se za praćenje stanja vodiča, kao i za detekciju trošenja i oštećenja kontaktnih vodiča na duljim dionicama. Neki sustavi mogu raditi pri brzinama do 250 km/h, omogućujući kontinuiranu inspekciju bez ometanja redovnog prometa. Termalni senzori prate interakciju između pantografa i kontaktne mreže, detektirajući potencijalna mjesta pregrijavanja koja mogu dovesti do kvarova. Ovi senzori omogućuju otkrivanje problema s prijenosom električne energije na vrijeme. [11]

Spomenuta napredna vozila omogućuju sigurnije i efikasnije održavanje kontaktne mreže, što je ključno za neometano funkcioniranje elektrificiranih željezničkih sustava.

2.3. Vozila za čišćenje i zaštitu pruga

Vozila ove kategorije koriste se za održavanje čistoće i sigurnosti pruga, naročito u teškim vremenskim uvjetima ili u posebnim situacijama kao što su izvanredni transporti ili posebne operacije.

Vozila za čišćenje snijega: opremljena su plužnim uređajima, rotirajućim četkama ili ventilatorima koji uklanjaju snijeg i led s tračnica. Ključna su za osiguravanje nesmetanog prometa prugama tijekom zime. Primjeri uključuju rotacijske snježne plugove i sustave za uklanjanje snijega koji kombiniraju rotirajuće četke i ventilatore za čišćenje tračnica i trećih tračnica od snijega i leda. Oprema poput RSRS¹ sustava za brzo

¹ RSRS (eng. *Rapid Snow Removal System*) je sustav dizajniran za brzo i učinkovito uklanjanje snijega s željezničkih pruga.

uklanjanje snijega može ukloniti do 3.000 tona snijega na sat, što omogućuje održavanje prohodnosti pruga čak i tijekom najtežih snježnih oluja. [12]

HS300 (Slika 8) je jednofazni rotacijski ventilator za obavljanje teških poslova. Dizajniran je za ugradnju u prednji dio utovarivača na kotačima, ovaj veliki čistač snijega melje i puše do 3.000 tona snijega na sat, bilo da je mokar, težak ili u očvrslim i smrznutim blokovima. Sa svojom jednofaznom turbinom sa šest lopatica od 1.740 mm (68 1/2 in), HS300 može lako podnijeti velike nakupine snijega i također se bolje nositi s krhotinama. [12]

- Visokoučinkoviti prijenosni sustav. Smanjuje gubitak energije i održavanje.
- Veliki kapacitet bubnja. Dobro koristi punu snagu motora.
- Iznimno robusna šasija. Otporan na udarce.



Slika 8: Vozilo za čišćenje snijega HS300

Izvor: [12]

Vozila za zaštitu pruga od vegetacije: ova vozila koriste se za kontrolu rasta vegetacije duž pruga. Obično su opremljena alatima za rezanje ili sustavima za prskanje herbicida koji uklanjaju vegetaciju i sprječavaju njezino ponovno izrastanje. Ova vozila koriste se za kontrolu rasta vegetacije koja može ometati sigurnost željezničkog prometa.. Primjer je Brandt Rail Tool, koji koristi 52-inčni nož za košenje kako bi spriječio zaklanjanje signalizacije i osigurao vidljivost pruga. [13]

2.4. Vozila za hitne intervencije

Vozila za hitne intervencije koriste se u hitnim situacijama poput požara, izljeva kemikalija ili drugih nesreća na željeznici. Ova vozila su posebno opremljena za pružanje brze pomoći u takvim situacijama.

Vatrogasna vozila na tračnicama (Slika 9): ova vozila opremljena su spremnicima vode, pumpama i mlaznicama za gašenje požara. Brza mobilizacija ovih vozila omogućuje im da stignu na mjesto požara mnogo brže nego klasična vatrogasna vozila, što značajno smanjuje vrijeme reakcije i smanjuje štetu od požara. [3]

Vozila za spašavanje i medicinsku pomoć: opremljena su medicinskom opremom i osposobljena za pružanje prve pomoći i stabilizaciju ozlijeđenih osoba na licu mjesta. Ova vozila mogu prevoziti medicinsko osoblje i opremu, omogućujući brzi pristup u kriznim situacijama, kao što su sudari vlakova ili izlijevanje opasnih tvari. [3]

Kranovi na tračnicama: kranovi montirani na željeznička vozila koriste se za uklanjanje vagona ili drugih objekata s pruge nakon nesreća. Opremljeni su jakim dizalicama koje omogućuju brzo uklanjanje prepreka i omogućuju nastavak prometa. [9]



Slika 9: Vatrogasno vozilo za tračnice

Izvor: [14]

3. VOZILA ZA ODRŽAVANJE ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE

Održavanje željezničke infrastrukture ključno je za sigurnost i efikasnost željezničkog prometa. Vozila za održavanje željezničke infrastrukture igraju vitalnu ulogu u inspekciji, popravcima i održavanju pruga, mostova, signalizacije i ostalih sastavnih dijelova željezničkog sustava. Ova vozila uključuju širok raspon specijaliziranih alata i tehnologija dizajniranih da maksimalno povećaju učinkovitost i smanje vrijeme potrebno za održavanje.

Vozila za kontrolu i inspekciju pruga koriste napredne tehnologije poput ultrazvučne dijagnostike, laserskog skeniranja i digitalnih alata za otkrivanje oštećenja na željezničkim prugama i drugoj infrastrukturi. Ova vozila su neophodna za održavanje sigurnosti na prugama te pravovremeno otkrivanje i rješavanje potencijalnih problema.

Upotreba specijaliziranih vozila za održavanje željezničke infrastrukture ima direktan utjecaj na sigurnost željezničkog prometa. Sposobnost brzog i efikasnog odgovora na probleme, kao i preventivno održavanje, ključni su za minimiziranje rizika od nesreća. Dodatno, ova vozila pridonose većoj efikasnosti željezničkog prometa omogućujući brže i sigurnije prijevoze.

3.1. Podbijačice

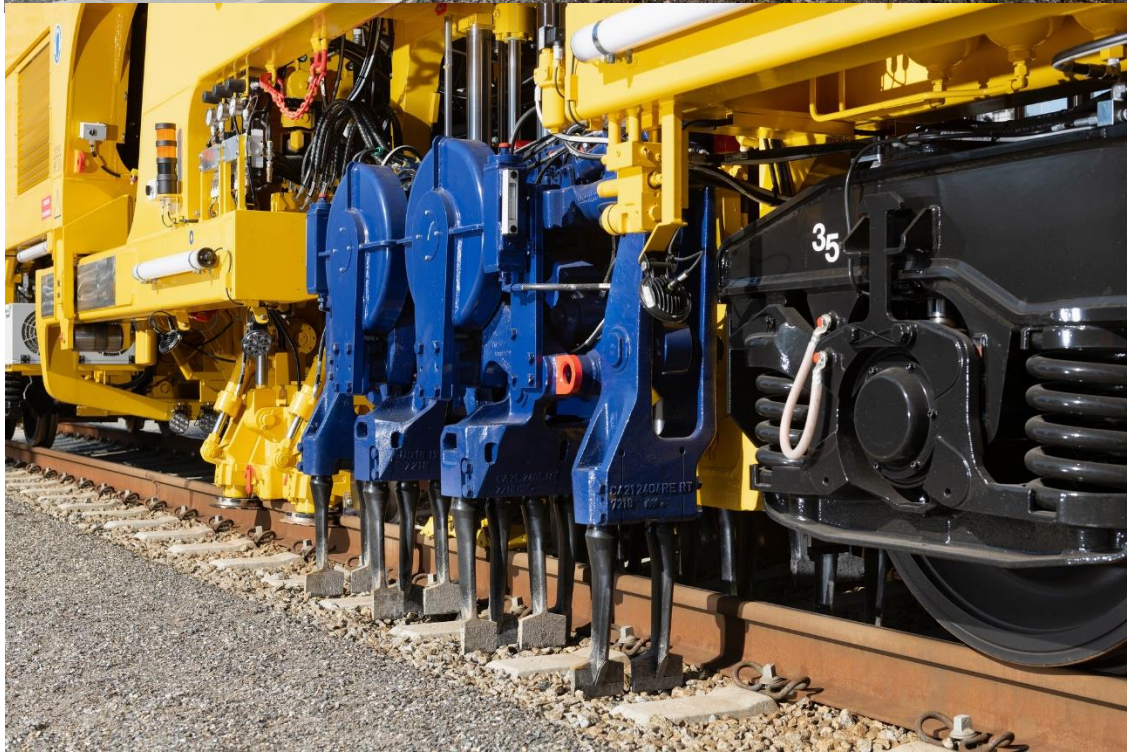
Podbijačice služe za podizanje i stabilizaciju željezničkog kolosijeka i skretnica. Može biti dizajnirana za podbijanje jednog ili više pragova istovremeno. Ovisno o načinu rada, podbijačica može raditi prag po prag ili kontinuirano, pri čemu se vozilo neprestano kreće dok uređaji za podizanje i podbijanje rade na posebnom okviru unutar vozila. Kod skretnica, podbijačica ima dodatna klijesta s kukama za podizanje tračnica. Agregati podbijača mogu se samostalno pomicati, dok neki modeli omogućuju zajedničko ili pojedinačno zakretanje, čime se omogućuje podbijanje cijele skretnice. [15]

Unutar svake podbijačice nalazi se računalni sustav koji upravlja uređajem i održava dužinsku i poprečnu ravninu, kao i smjer kolosijeka. Nakon snimanja stanja kolosijeka, računalom se izračunavaju potrebne korekcije, koje se potom prenose na radne uređaje. Glavni zadatak podbijačice je održavanje sljedećih elemenata kolosijeka u ispravnim granicama: [15]

- poprečna ravnina kolosijeka,
- dužinska ravnina kolosijeka,
- podbijanje pragova i
- smjer kolosijeka.

Ove elemente je važno održavati u ispravnim granicama kako bi se osigurala glatka i sigurna vožnja bez neugodnih udaraca, bočnih ubrzanja ili destabilizacije zbog centrifugalne sile. Podbijačica ima uređaje za mjerenje dužinske i poprečne ravnine te smjera, kao i opremu za podizanje, bočno pomicanje kolosijeka i podbijanje tucanika ispod pragova kako bi kolosijek ostao pravilno postavljen. [15]

Plasser & Theurer 09-3X Dynamic (Slike 10 i 11) je napredna podbijačica dizajnirana za održavanje željezničkih pruga visokih performansi. Ovo vozilo omogućuje istovremeno podbijanje tri praga, čime se značajno povećava efikasnost i točnost poravnanja tračnica u usporedbi s prijašnjim modelima. Idealna je za velike željezničke projekte, jer integrira dinamičku stabilizaciju pruga, čime se produljuju intervali između održavanja i smanjuju ukupni troškovi održavanja pruga. Također, vozilo može raditi pri brzinama do 2,2 km/h tijekom procesa podbijanja, što je čini vrlo učinkovitim za duge dionice pruge. [16]



Slika 10 i 11: Plasser & Theurer 09-3X Dynamic

Izvor: [16]

Tablica 7: Tehničke specifikacije Plasser & Theurer 09-3X Dynamic

Broj pragova za podbijanje u jednom ciklusu	3
Radna brzina	Do 2,2 km/h
Maksimalna brzina premještanja	80 km/h
Snaga motora	520 kW
Specifikacija	Vrijednost
Vrsta podbijačice	Dinamična, s kontinuiranim djelovanjem
Broj pragova za podbijanje u jednom ciklusu	3
Radna brzina	Do 2,2 km/h
Maksimalna brzina premještanja	80 km/h
Snaga motora	520 kW
Ukupna težina	Oko 80 tona

Izvor: [16]

Plasser & Theurer Unimat 09-32/4S Dynamic (Slika 12) je univerzalna podbijačica dizajnirana za rad na željezničkim prugama standardnog kolosijeka, kao i na skretnicama. Ovaj model omogućuje fleksibilan i učinkovit rad na različitim dionicama pruge, zahvaljujući sposobnosti podbijanja i stabilizacije pruge. Integrirana dinamička stabilizacija doprinosi povećanju trajnosti pruge, smanjujući potrebu za čestim održavanjem. [16]

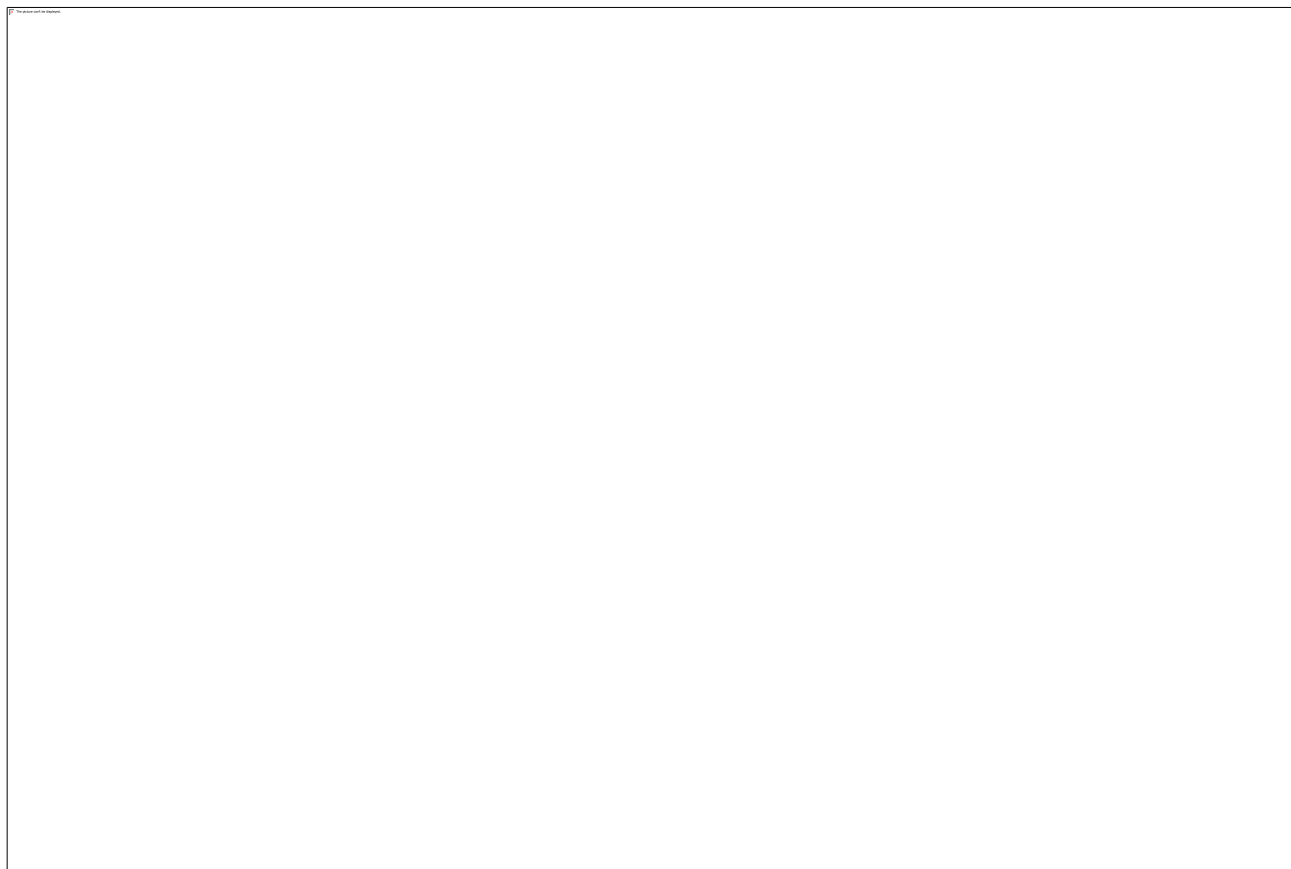


Slika 12: Plasser & Theurer Unimat 09-32/4S Dynamic
Izvor: [16]

Tablica 8: Tehničke specifikacije Plasser & Theurer Unimat 09-32/4S Dynamic

Vrsta podbijačice	Univerzalna, s kontinuiranim djelovanjem
Primjena	Standardne pruge i skretnice
Snaga motora	460 kW
Radna brzina	Do 1,8 km/h
Maksimalna brzina premještanja	70 km/h
Ukupna težina	Okolo 75 tona

Plasser & Theurer Unimat 09-4x4/4S Dynamic (Slika 13) je napredna univerzalna podbijačica dizajnirana za rad na prugama različitih konfiguracija, uključujući standardne tračnice i skretnice. Ova podbijačica omogućava visoku fleksibilnost i preciznost u procesu podbijanja pruge, što rezultira povećanom stabilnošću pruge i smanjenim troškovima održavanja. Zahvaljujući tehnologiji dinamičke stabilizacije, intervali između održavanja pruga se značajno produžuju, čime se smanjuje potreba za učestalim intervencijama. Unimat 09-4x4/4S je posebno pogodna za složene dionice pruge gdje su prisutne skretnice, a uz to nudi mogućnost podbijanja više pragova u jednom ciklusu. Dodatno, ovaj model dolazi sa naprednim sustavima kontrole, koji operaterima omogućuju lakšu i precizniju dijagnostiku i prilagodbu rada u realnom vremenu. [16]



Slika 13: Plasser & Theurer Unimat 09-4x4/4S Dynamic

Izvor: [16]

Tablica 9: Tehničke specifikacije Plasser & Theurer Unimat 09-4x4/4S Dynamic

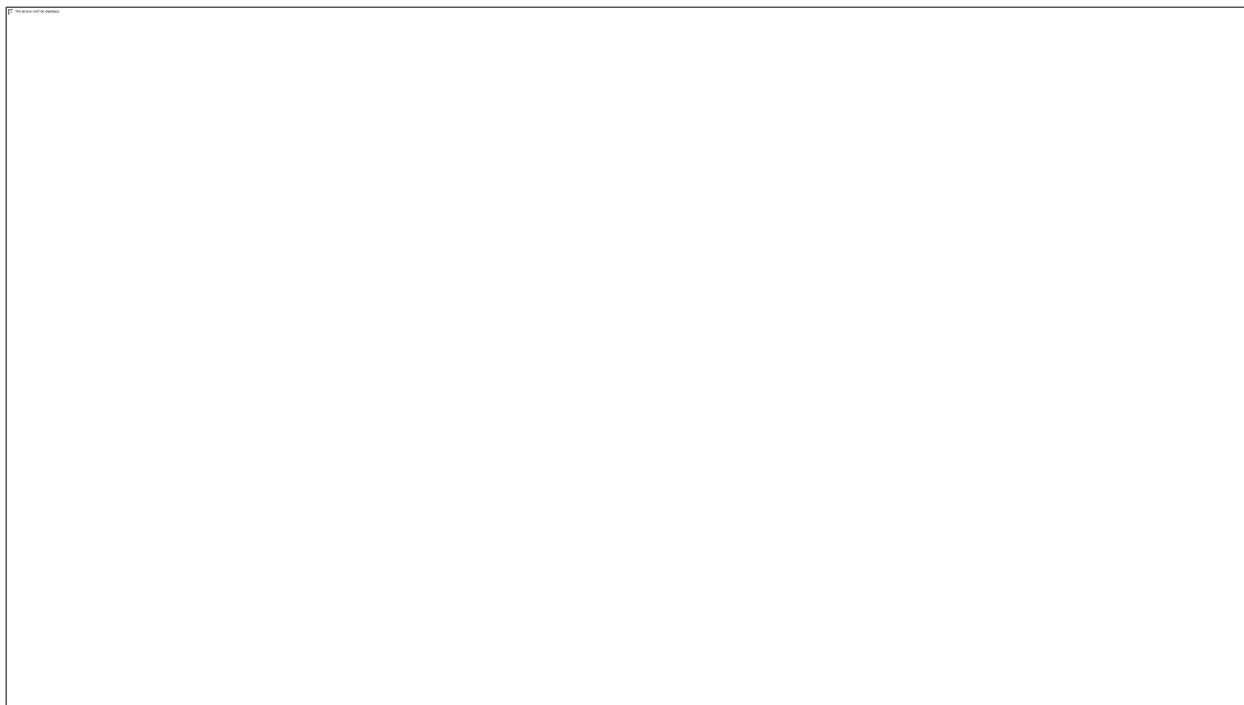
Vrsta podbijačice	Univerzalna, s kontinuiranim djelovanjem
Primjena	Standardne pruge, skretnice i kompleksni kolosijeci
Snaga motora	500 kW
Radna brzina	Do 2,0 km/h
Maksimalna brzina premještanja	80 km/h
Kapacitet podbijanja	4 pragova u jednom ciklusu
Ukupna težina	85 tona
Dimenzije (DxŠxV)	17,5 m x 3,0 m x 4,2 m

Izvor: [16]

3.2. Rešetalice

Rešetalice su specijalizirana željeznička vozila koja se koriste za čišćenje i obnavljanje kolosiječnog zastora na prugama. Ova vozila uklanjaju stariji, istrošeni balast, prosijavaju ga i vraćaju očišćeni materijal natrag ispod pruge kako bi se osigurala stabilnost željezničke infrastrukture. U nastavku su opisane tri različite vrste rešetalica koje se koriste u željezničkom održavanju.

Plasser & Theurer RM 900 je visoko učinkovita rešetalica koja omogućava brzo čišćenje i recikliranje balasta na željezničkim prugama. Ovaj model može prosijavati zastor te automatski vraćati očišćeni materijal na svoje mjesto, čime se značajno skraćuje vrijeme potrebnog održavanja. Uz to, RM 900 nudi mogućnost dodavanja svježeg zastora u sustav, čime se osigurava visoka stabilnost i dugotrajnost pruge. [15]



Slika 14: Plasser & Theurer RM 900

Izvor: [16]

Tablica 10: Tehničke specifikacije Plasser & Theurer RM 900

Specifikacija	Vrijednost
Duljina stroja	36 m
Kapacitet čišćenja	900 m ³ /h
Snaga motora	800 kW
Brzina čišćenja	300 m/h
Maksimalna brzina premještanja	70 km/h

Izvor:[16]

Matisa R21 je kompaktna rešetnica dizajnirana za srednje zahtjevne projekte održavanja pruga. Ovaj model nudi fleksibilnost u čišćenju kolosiječnog zastora jer može raditi na uskim dionicama i zahtjevnim terenima. Zbog svoje manje veličine, Matisa R21

je idealna za lokalne željezničke operacije gdje je potrebna brza reakcija i efikasno čišćenje. [17]



Slika 15: Matisa R21

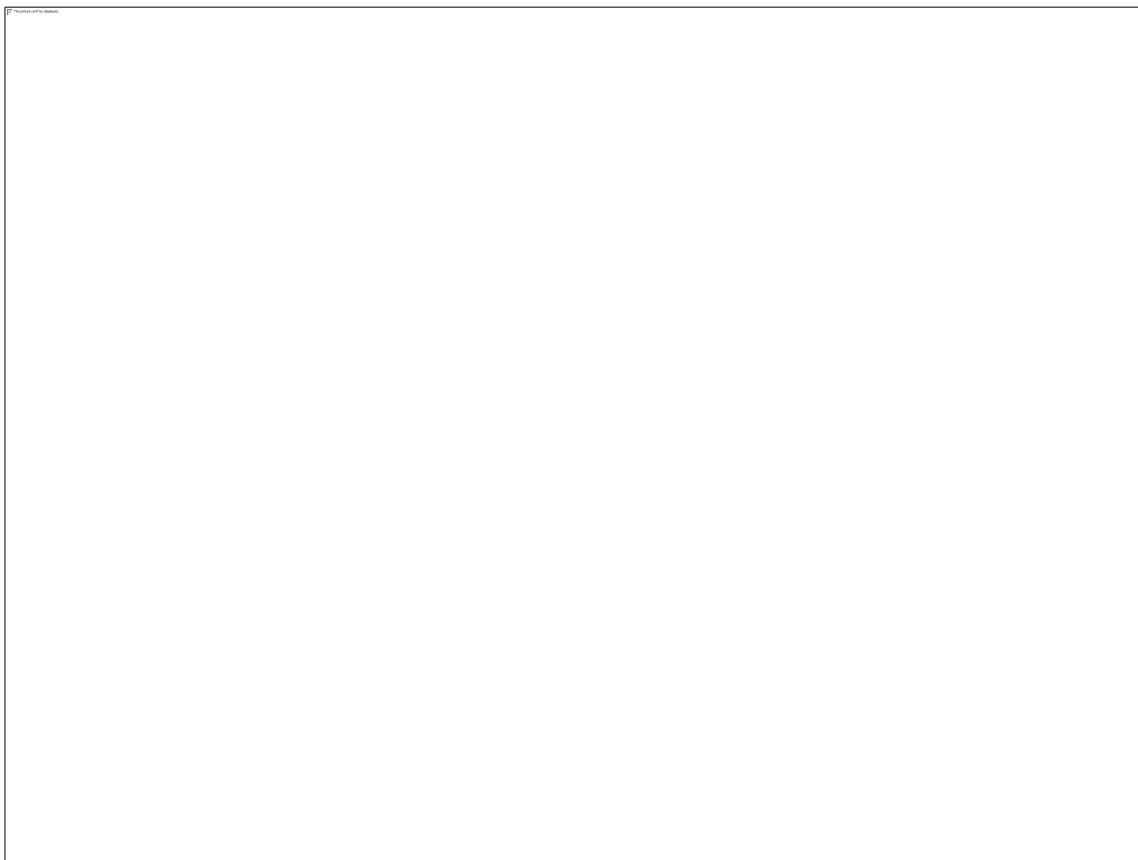
Izvor: [17]

Tablica 11: Tehničke specifikacije Matisa R21

Specifikacija	Vrijednost
Duljina stroja	28 m
Kapacitet čišćenja	450 m ³ /h
Snaga motora	600 kW
Brzina čišćenja	250 m/h
Maksimalna brzina premještanja	60 km/h

Izvor: [17]

Harsco 6700S je napredna rešetnica dizajnirana za velika održavanja pruga. Nudi visoku snagu i izdržljivost, što je čini pogodnom za dugotrajne projekte s velikim zahtjevima. Ovaj model može obraditi velike količine šljunka, a njegov sustav filtriranja osigurava visoku preciznost čišćenja.



Slika 16: Harsco 6700S

Izvor: [18]

Tablica 11: Tehničke specifikacije Harsco 6700S

Specifikacija	Vrijednost
Duljina stroja	32 m
Kapacitet čišćenja	1000 m ³ /h
Snaga motora	900 kW
Brzina čišćenja	350 m/h
Maksimalna brzina premještanja	75 km/h

Izvor: [18]

3.3. Vozila za strojnu izmjenu pragova

Strojna izmjena željezničkih pragova važan je dio održavanja željezničke infrastrukture, jer oštećeni ili dotrajali pragovi mogu negativno utjecati na stabilnost i sigurnost pruge. Korištenje specijaliziranih strojeva za ovu vrstu rada značajno ubrzava proces zamjene pragova, smanjuje troškove rada i povećava sigurnost osoblja na terenu. U nastavku su navedeni osnovni koraci i vrste strojeva korištenih u procesu strojne izmjene pragova.

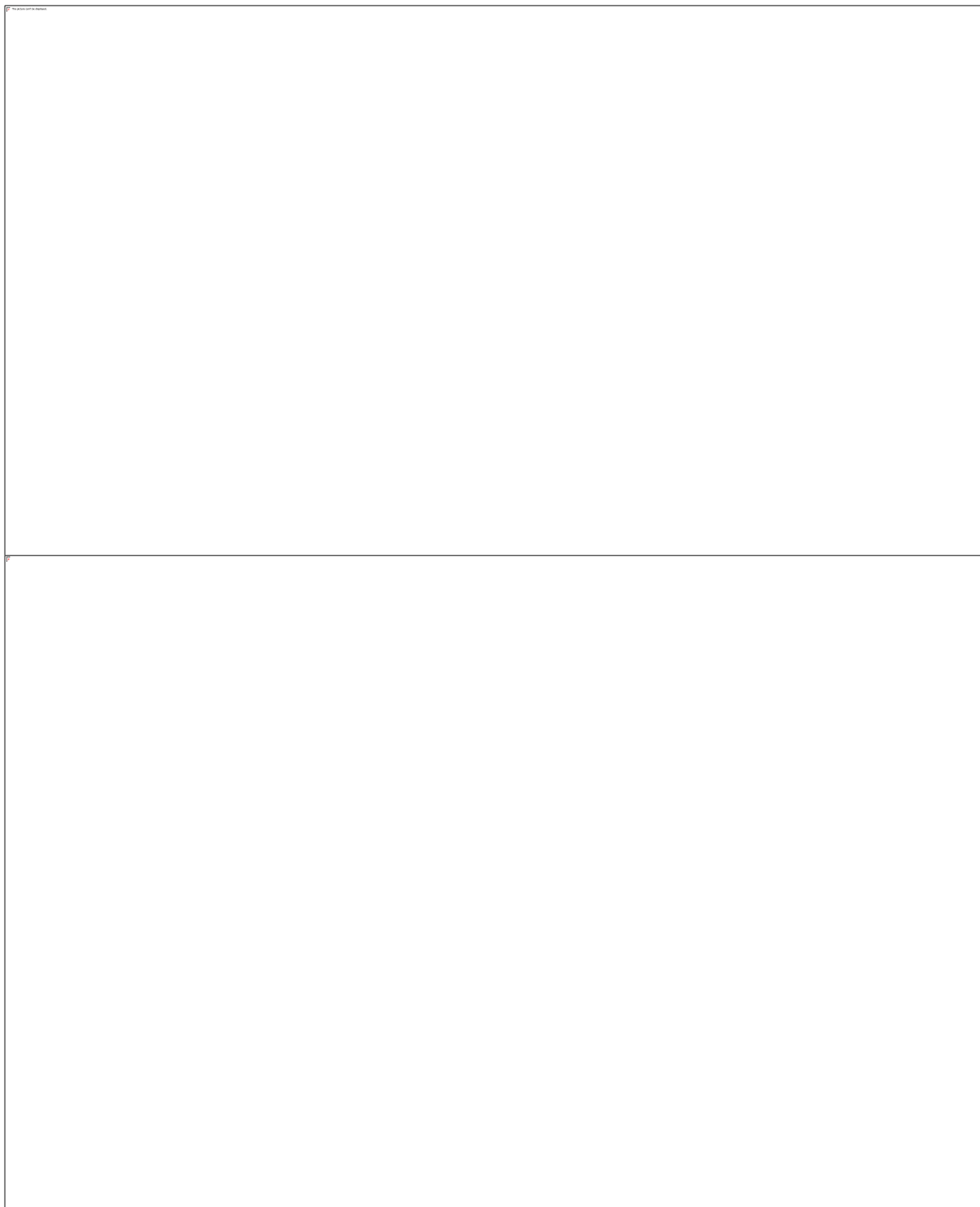
Proces strojne izmjene pragova obuhvaća nekoliko ključnih faza: uklanjanje starog praga, priprema balasta ispod pruge, postavljanje novog praga i ponovno poravnanje pruge. Ovi koraci se obavljaju pomoću specijaliziranih strojeva koji omogućuju kontinuirani rad, čime se minimizira prekid željezničkog prometa.

Plasser & Theurer SUZ 500 (Slika 17) je napredni stroj za strojnu zamjenu pragova koji omogućuje brzo uklanjanje i postavljanje pragova s minimalnim prekidima prometa. Ovaj stroj koristi sofisticirani sustav hvataljki i podiznih platformi za sigurno uklanjanje starih pragova i postavljanje novih. Zahvaljujući visokoj preciznosti, SUZ 500 osigurava stabilno postavljanje pragova i minimalne potrebe za dodatnim ispravljanjem pruge. [16]

Tablica 12: Tehničke specifikacije Plasser & Theurer SUZ 500

Specifikacija	Vrijednost
Kapacitet zamjene	do 15 pragova/min
Snaga motora	500 kW
Duljina stroja	38 m
Maksimalna brzina premještanja	80 km/h
Težina stroja	150 tona

Izvor: [16]



Slika 17 i 18: Plasser & Theurer SUZ 500

Izvor: [16]

Matisa P95 (Slika 19) je stroj za izmjenu pragova koji nudi visoku učinkovitost i fleksibilnost na različitim tipovima pruga. Ovaj model je opremljen automatiziranim sustavima koji omogućuju zamjenu pragova na teško dostupnim dionicama. Matisa P95 može raditi u kontinuiranom režimu, što ga čini idealnim za velike projekte zamjene pragova.



Slika 19: Matisa P95

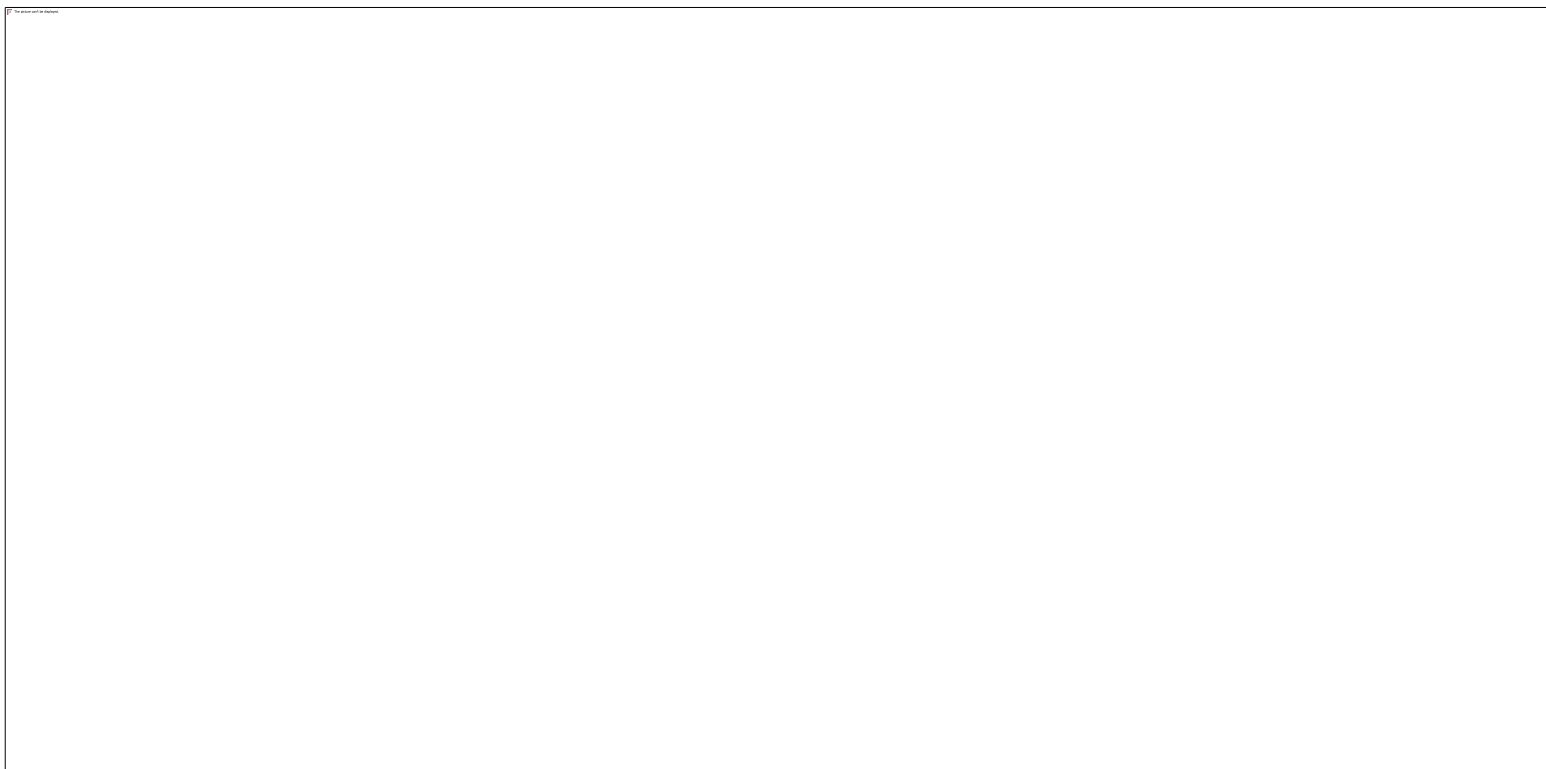
Izvor: [17]

Tablica 13: Tehničke specifikacije Matisa P95

Specifikacija	Vrijednost
Kapacitet zamjene	10-12 pragova/min
Snaga motora	450 kW
Duljina stroja	32 m
Maksimalna brzina premještanja	70 km/h
Težina stroja	120 tona

Izvor: [17]

Harsco Mark VI je stroj za zamjenu pragova s visokim kapacitetom koji je dizajniran za velike željezničke projekte. Njegov robustan dizajn omogućava zamjenu pragova u teškim uvjetima, dok napredni sustavi kontrole omogućuju precizno postavljanje novih pragova. Ovaj model je posebno učinkovit na dužim dionicama pruge koje zahtijevaju brzu i kontinuiranu zamjenu pragova. [18]



Slika 20: Harsco Mark VI

Izvor: [18]

Tablica 14: Tehničke specifikacije Harsco Mark VI

Specifikacija	Vrijednost
Kapacitet zamjene	12 pragova/min
Snaga motora	550 kW
Duljina stroja	35 m
Maksimalna brzina premještanja	75 km/h
Težina stroja	140 tona

Izvor: [18]

4. SAMOHODNI VAGON ZA RASUTI TERET

U ovom poglavlju predstavljen je projekt "SELF PROP RAIL", koji je uveo na tržište samohodni vagon za rasuti teret. Ovaj projekt je povećao učinkovitost željezničkog prijevoza, smanjio emisije stakleničkih plinova i operativnih troškova kroz inovativna tehnička rješenja. Projekt je financiran kroz program CIP Eco-innovation², s ciljem prve aplikacije i replikacije na tržištu.

Samohodni vagon je željezničko vozilo koje se može samostalno kretati bez potrebe za vučom od strane lokomotive. Ovi vagoni imaju vlastiti pogonski sustav, što ih čini posebno korisnima za razne zadatke kao što su održavanje željezničke pruge ili prijevoz specifične opreme. [19]

Samohodni vagon je učinkovit način za rekonstrukciju i izgradnju željezničke infrastrukture. Vagon štedi energiju, ljudske resurse i skraćuje vrijeme prijevoza i iskrcaja. Radi se o vremenski i troškovno učinkovitom vagonu koji omogućuje prijevoz od točke do točke zbog čega nema potrebe za zahtjevnim strojevima za rukovanje teretom ili vremenski zahtjevnim procesima za iskrcaj i ukrcaj. [20]

Ciljevi projekta su bili: [21]

- smanjiti trošenje resursa (korištenje lokomotiva) u izgradnji i rekonstrukciji željeznica do 20% na području implementacije projekta u sljedećih 5 godina.
- Smanjiti potrošnju energije prilikom izgradnje i rekonstrukcije željeznica do 20% u sljedećih 5 godina.
- Smanjiti emisiju ugljičnog dioksida i emisije drugih zagađivača prilikom izgradnje i rekonstrukcije željeznica do 20% u sljedećih 5 godina.

Na slici 21 prikazani su partneri projekta.

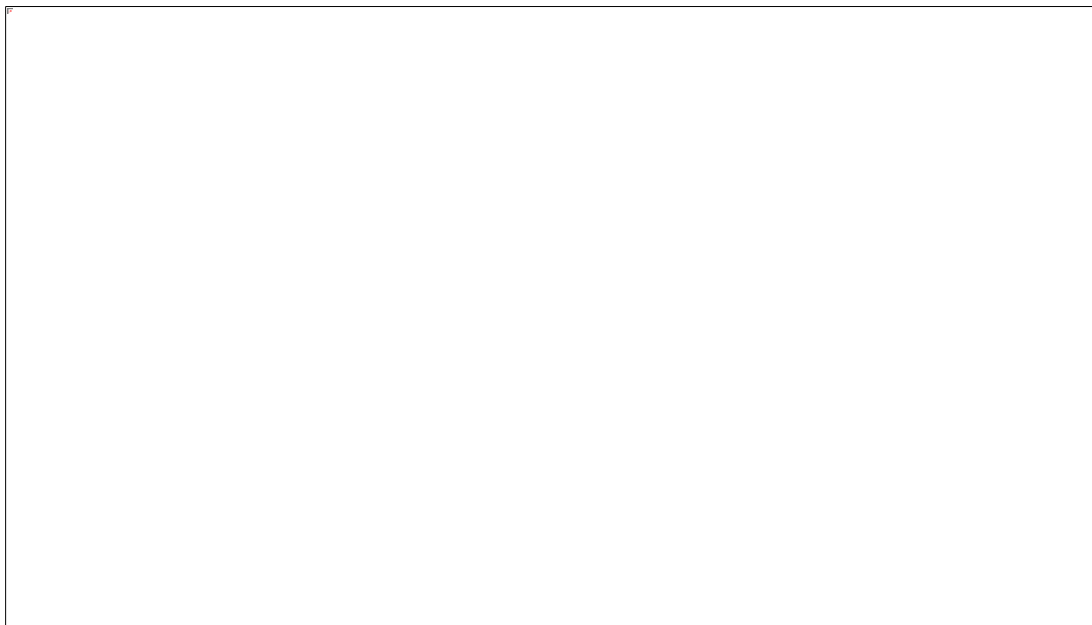
² CIP-Eko-Inovacije podupiru projekte povezane s inovativnim proizvodima, metodama i procesima kojima je cilj prevencija ili smanjenje utjecaja na okoliš ili koji pridonose optimalnoj upotrebi resursa, a financira su 50% od ukupne vrijednosti projekta.



Slika 21: partneri projekta

Izvor: [21]

Na slici 22 su prikazane uloge partnera u projektu.



Slika 22: Uloge partnera u projektu

Izvor: [21]

Na inovaciji je tri godine radilo pet inženjera RŽV-a u suradnji s Fakultetom prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, a u nju je uloženo oko 900 tisuća eura od čega je polovica financirana iz programa Eco-Innovation Europske unije.

Projektom "SELF PROP RAIL" razvijen je samohodni vagon za prijevoz rasutih tereta koji ne zahtijeva lokomotivu za kretanje tijekom iskrcaja. Ovo rješenje omogućuje: [21]

- potpunu autonomiju vagona za kretanje i iskrcaj,
- mogućnost iskrcaja tereta na tri strane,
- doziranje i kontrolirani iskrcaj tereta i
- značajne uštede u energiji i ljudskim resursima.

Razlozi za razvoj samohodnog vagona za prijevoz rasutog tereta su: [21]

- potrebe domaćeg tržišta
 - nedostatak vagona takve namjene,
 - potreba za vagonima takve namjene kod otvaranja projekta izgradnje pruge Zagreb-Rijeka,
 - nemogućnost primjene postojećih vagona kod određenih uvjeta eksploatacije,
- potrebe inozemnog tržišta,
 - postojeći upiti od strane zemalja Bliskog Istoka i arapskih zemalja
- potreba za poboljšanjem tehnike i razvoja novih tehnologija,

- postojeći vagoni ne zadovoljavaju sa svojim tehničko-tehnološkim karakteristikama.



Slika 23: Samohodni vagon za rasuti teret

Izvor: [21]

Jedan od inovativnih dijelova ovog vagona je razvoj novog načina otvaranja konstrukcije vagona i mogućnost iskrcaja tereta na tri strane. Vagon se sastoji od dva teretna sanduka s mogućnošću bočnog i frontalnog dizanja. Iskrcaj se kontrolira, omogućeno je potpuno izbacivanje tereta, kao i doziranje i djelomičan iskrcaj tereta na mjestima duž rute. Nema potrebe za ručnim iskrcavanjem tereta, za korištenjem ostalih

strojeva za iskrcaj ili primjenu fizičke sile prilikom otvaranja vrata i stranica koja je uobičajena kod postojećih vagona za iskrcaj tereta kod izgradnje željeznica. [20]

Tablica 15: Tehničke specifikacije samohodnog vagona

Specifikacija	Vrijednost
Broj osovina	4
Osovinsko opterećenje	22,5 t
Tara	37,34 t
Maksimalna masa nakrcanog vagona	90,0 t
Nosivost	52,66 t
Maksimalna brzina praznog vagona	100 km/h
Maksimalna brzina nakrcanog vagona	100 km/h
Volumen ukrcajnog prostora	50 m ³
Površina ukrcajnog prostora	35 m ²
Duljina ukrcajnog prostora	11,2 m
Širina ukrcajnog prostora	2,72 m
Duljina između okretišta	10700 mm
Duljina preko odbojnika	15740 mm
Širina tračnica	1435 mm

Izvor: [21]

Tablica 16: Prikaz ušteda samohodnim vagonom

Opis	Vrijednosti
Materijalna ušteda	172 t
Manje materijala za održavanje	35,84 t
Manje otpada u proizvodnji	6.200 t
Manje CO ₂ emisija	1.076 t
Manje materijalnog otpada	-14.436 t
Manje ukupnog otpada	91,3 %
Smanjenje potrošnje energije	5.154 milijardi Wh
Manje bezopasnog otpada	642 t
Manje opasnog otpada	-5.360 t

Izvor: [21]

5. ZAKLJUČAK

Podjela željezničkih vozila posebne namjene temelji se na specifičnim funkcijama koje obavljaju u održavanju, inspekciji, čišćenju i hitnim intervencijama na željezničkoj infrastrukturi. Svaka kategorija ovih vozila ima ključnu ulogu u osiguravanju sigurnosti i učinkovitosti željezničkog prometa, te smanjenju rizika od nesreća. Tehnološki napredak dodatno unapređuje ove procese, čineći ih sve bržima i preciznijima, što značajno doprinosi ukupnoj pouzdanosti željezničkog sustava.

Vozila za održavanje željezničke infrastrukture su neophodna za sigurnost, efikasnost i održivost željezničkog prometa. Kroz korištenje naprednih tehnologija, ova vozila omogućuju efikasno održavanje pruga, signalizacije, elektrifikacijskih sustava i infrastrukture u cjelini. Njihova uloga u inspekciji, popravcima i održavanju je neprocjenjiva, a kontinuirani razvoj i inovacije u ovoj oblasti samo će povećati njihovu važnost u budućnosti. Ulaganja u nove tehnologije i poboljšanje kapaciteta ovih vozila ključna su za budućnost željezničkog prometa.

LITERATURA

- [1] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_12_147_4047.html (30.8.2024.)
- [2] <https://www.fpz.unizg.hr/zto/PROP/Prometni%20pravilnik.pdf> (30.8.2024.)
- [3] <https://www.up.com> (2.9.2024.)
- [4] <https://www.ensco.com/rail/solutions> (2.9.2024.)
- [5] <http://www.hzinfra.hr/wp-content/uploads/2016/08/Zeljeznicar-826-rujan-2014.pdf> (5.9.2024.)
- [6] Upute za korištenje, pružno vozilo SKL 25/1 sa utovarnim kranom 1250-1
- [7] GMB Gleisbaumechnik Brandenburg, Pružno vozilo SKL 26 upute za korištenje, Brandenburg, 2005.
- [8] Plasser & Theurer; Uputa za korištenje MTW-10.217, Linz, 2003.
- [9] Plasser & Theurer; Uputa za korištenje OBW-10, Linz, 2006.
- [10] Tovarna vozil in toplotne tehnike "Boris Kidrič" Maribor; Tehnički opis teške motorne drezine serije 200, Maribor, 1981.
- [11] <https://www.globalrailwayreview.com> (2.9.2024.)
- [12] <https://grouperpmtech.com> (2.9.2024.)
- [13] <https://lanracorp.com> (2.9.2024.)
- [14] <https://www.ziegler.hr> (2.9.2024.)
- [15] Čičak M., Željeznička vozila posebne namjene, Završi rad, Fakultet prometnih znanosti u Zagrebu, Zagreb, 2012.
- [16] <https://www.plassertheurer.com> (6.9.2024.)
- [17] <https://www.matisa.ch> (6.9.2024.)
- [18] <https://www.harscorail.com> (6.9.2024.)

[19] <https://www.hiarom-railway.com> (3.9.2024)

[20] Self prop rail brošura, 2013.

[21] Vidović D., Uvođenje na tržište samohodnog vagona za rasute terete, Čakovec, 2014.

POPIS SLIKA

Slika 1: Tračničko mjerno vozilo EM-120	6
Slika 2: Teška motorna drezina SKL 25.....	7
Slika 3: Teška motorna drezina SKL 26.....	8
Slika 4: Teška motorna drezina MTW 10	10
Slika 5: Teška motorna drezina Plasser & Theurer OBW-10	11
Slika 6: Teška motorna drezina tipa 200.....	12
Slika 7: Teška motorna drezina tipa 300- autobusni tip	13
Slika 8: Vozilo za čišćenje snijega HS300	16
Slika 9: Vatrogasno vozilo za tračnice	17
Slika 10 i 11: Plasser & Theurer 09-3X Dynamic.....	20
Slika 12: Plasser & Theurer Unimat 09-32/4S Dynamic	22
Slika 13: Plasser & Theurer Unimat 09-4x4/4S Dynamic.....	23
Slika 14: Plasser & Theurer RM 900.....	25
Slika 15: Matisa R21	26
Slika 16: Harsco 6700S	27
Slika 17 i 18: Plasser & Theurer SUZ 500	29
Slika 19: Matisa P95	30
Slika 20: Harsco Mark VI	32
Slika 21: partneri projekta	34
Slika 22: Uloge partnera u projektu.....	34
Slika 23: Samohodni vagon za rasuti teret.....	36

POPIS TABLICA

Tablica 1: Tehničke specifikacije tračničkog mjernog vozila EM-120.....	6
Tablica 2: Tehničke specifikacije teške motorne drezine SKL 26	9
Tablica 4: Tehničke specifikacije tehničke motorne drezine Plasse & Theurer OBW- 10.....	11
Tablica 5: Tehničke specifikacije motorne drezine tipa 200	12
Tablica 6: Tehničke specifikacije motorne drezine tipa 300- autobusni tip	13
Tablica 7: Tehničke specifikacije Plasser & Theurer 09-3X Dynamic	21
Tablica 8: Tehničke specifikacije Plasser & Theurer Unimat 09-32/4S Dynamic ..	22
Tablica 10: Tehničke specifikacije Plasser & Theurer RM 900	25
Tablica 11: Tehničke specifikacije Harsco 6700S.....	27
Tablica 12: Tehničke specifikacije Plasser & Theurer SUZ 500.....	30
Tablica 13: Tehničke specifikacije Matisa P95.....	31
Tablica 14: Tehničke specifikacije Harsco Mark VI.....	32
Tablica 15: Tehničke specifikacije samohodnog vagona	37

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom Željeznička vozila posebne namjene, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 10.9.2024.

Student/ica:


(ime i prezime, potpis)