

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

IVAN BELOBRAJDIĆ

DIZEL-MOTORNI VLAK ZA REGIONALNI
PUTNIČKI PRIJEVOZ SERIJE 7023

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**DIZEL-MOTORNI VLAK ZA REGIONALNI
PUTNIČKI PRIJEVOZ SERIJE 7023**

**DIESEL MULTIPLE UNIT CLASS 7023 FOR
REGIONAL PASSENGER TRANSPORT**

Mentor: izv.prof.dr.sc. Mladen Nikšić

Student: Ivan Belobrajdić, 0195026572

Zagreb, 2018.

DIZEL-MOTORNI VLAK ZA REGIONALNI PUTNIČKI PRIJEVOZ SERIJE 7023

SAŽETAK:

U ovom radu opisan je novi dizel-motorni vlak serije 7023. Obradena je i proučena prometna potražnja u regionalnom prometu na neelektrificiranim prugama. Također je proučena struktura i stanje dize-motornih vlakova HŽ Putničkog prijevoza iz koje je vidljivo da je bilo potrebno naručiti nove vlakove za regionalni putnički prijevoz. U radu je prikazana osnovna koncepcija dizel-motornih vlakova, te su za kraj prikazani tehnički podaci i kočenje DMV-a 7023.

KLJUČNE RIJEČI: dizel-motorni vlakovi; Hrvatske željeznice; tehnički podaci; regionalni promet

DIESEL MULTIPLE UNIT CLASS 7023 FOR REGIONAL PASSENGER TRANSPORT

In this piece of work is describes a new diesel multiple unit class 7023. The structure and stte of diesel multiple unit has also been studied and it is apparent that it was necessary to order new trains for regional traffic. In this piece of work is presented concept of diesel motor trains and tehncial data and braking of diesel multiple unit class 7023.

KEY WORDS: diesel motor trains; Croatian Railways; tehncial data; regional traffic

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. STRUKTURA I STANJE DIZEL-MOTORNIH VLAKOVA HŽ PUTNIČKOG PRIJEVOZA	2
3. PROMETNA POTRAŽNJA U REGIONALNOM PROMETU NA NEELEKTRIFICIRANIM PRUGAMA	5
4. TEHNIČKI OPIS DIZEL-MOTORNOG VLAKA SERIJE 7023	14
4.1. OSNOVNA KONCEPCIJA DMV-A	14
4.1.1. OSNOVNA KONCEPCIJA DMV-A OSNOVNI TEHNIČKI PODACI DMV-A	15
4.1.2. GLAVNI POGON DMV-A	19
4.1.3. KARAKTERISTIKE GLAVNOG POGONA DMV-A	19
4.2. UPUTA O TEHNIČKIM PODACIMA DMV-A 7023	21
4.3. KOČENJE DIZEL MOTORNOG VLAKA SERIJE DMV 7023	22
4.3.1. RADNO KOČENJE	23
4.3.2. INDIREKTNA ZRAČNA KOČNICA	23
4.3.3. PRITVRDNA (OPRUŽNA) KOČNICA	24
4.3.4. KOČNICA U SLUČAJU OPASNOSTI S ODGODOM DJELOVANJA	24
4.3.5. PODACI O KOČNIM MASAMA	24
4.3.6. PROBE KOČENJA	26
5. ZAKLJUČAK	27
6. LITERATURA	28

1. UVOD

Namjena novih dizel električnih motornih vlakova (DMV) jest unaprijeđenje prijevoza putnika u lokalnom i regionalnom prometu suvremenim i većim komforom putnika, fleksibilnošću kapaciteta skraćivanjem vremena putovanja, manjim eksploatacijskim troškovima i novim prepoznatljivim dizajnom.

Prilikom gradnje serije DMV-a primarni cilj je izrada serije vlakova na istoj platformi kao i novi elektromotorni vlakovi (EMV) iz razloga unifikacije osnovnih sklopova. Također je potrebno osigurati mogućnost spajanja u višestruki sustav i upravljanje motornih vlakova na istoj platformi i to najmanje tri garniture.

Pri gradnji novih DMV svi sustavi i ugrađena oprema moraju biti usklađeni s Hrvatskim i Europskim propisima i normama. Posebno treba voditi računa o razini emisije buke izvan i unutar vozila, u svim radnim uvjetima i dozvoljenoj emisiji ispušnih plinova. Vlak treba biti opremljen GPS uređajem, vanjsim i unutrašnjim video nadzorom, uređajem za vatrodojavu, sustavom za automatku kontrolu protoka putnika (brojanje prevezenih putnika).

2. STRUKTURA I STANJE DIZEL-MOTORNIH VLAKOVA HŽ PUTNIČKOG PRIJEVOZA

Postojeći vozni park Hrvatskih željeznica relativno je star, u prosjeku starost lokomotiva, vlakova i vagona iznosi oko 30 godina, što je u usporedbi sa željeznicama nekih razvijenijih zemalja relativno puno.

Do sada se nije previše ulagalo u razvoj i modernizaciju željeznice zbog manjka kapitala. Vozila se učestalo kvare te dolazi do manjka kapaciteta i kašnjenja vlakova u putničkom prijevozu što je i jedan od većih problema. Zbog tih razloga broj putnika iz godine u godinu sve više otpada.

Tablica 1. prikazuje strukturu voznog parka vlakova za Vozni red 2010./2011. Vidljivo je da je u upotrebi bilo više dizel-motornih vlakova čija je planirana raspoloživost iznosila 22 vlaka kod jednodijelnih i dvodijelnih vozila.

Tablica1.

Vrsta	Godina proizvodnje	Ukupan broj vozila	Aktivan vozni park	Planirana raspoloživost za VR 2010./2011.
Dizel-motorni vlak za lokalni promet (jednodijelni)	1981.	35	34	22
Dizel-motorni vlak za lokalni promet (dvodijelni)	1980.-1982.	31	31	22
Dizel-motorni vlak za daljinski promet (dvodijelninagibni)	2004.	8	8	3
Elektromotorni vlak za sustav 25kV 50Hz	1978.	21	21	15
Elektromotorni vlak za istosmjerni sustav 3kV*	1965.	2	0	0

Izvor: Studija opravdanosti investicije u nove prijevozne kapacitete – motorne vlakove, Case study:

Srednjoročni plan (do 2020.)

Međutim, Hrvatske željeznice su počele ulagati u modernizaciju i obnovu postojećeg voznog parka. HŽ Putnički prijevoz ugovorio je nabavu 44 nova motorna vlaka od čega je 12 dizel električnih motornih vlakova. Nositelj proizvodnje 44 nova motorna vlaka je hrvatska tvrtka Končar – Električna vozila. Motorni vlakovi bili su isporučivani i pušteni u promet tijekom 2015., 2016. i 2017. godine. Dana 21. ožujka 2018. potpisan je dodatak Ugovoru za nabavu dizel-električnih motornih vlakova kojim je osigurana proizvodnja 4 nova dizel-motorna vlaka. Navedeni dodatak izuzetno je važan za oba poduzeća jer će se novim vlakovima dodatno unaprijediti usluga HŽPP-a na zadovoljstvo putnika, a istovremeno se osigurava posao za domaću industriju.¹

HŽ Putnički prijevoz planira nova ulaganja u nabavu motornih vlakova u narednim godinama te je u planu obnova željezničke infrastrukture.



Slika 1. Prvi serijski proizvedeni dizel-motorni vlak u suradnji HŽ PP i Končar – Električna vozila (www.hzpp.hr)

¹ www.hzpp.hr

3. PROMETNA POTRAŽNJA U REGIONALNOM PROMETU NA NEELEKTRIFICIRANIM PRUGAMA

S obzirom na tehnološku koncepciju razvoja regionalnog prometa, te prometnu potražnju za DMV² na neelektrificiranim prugama HŽ-a određeno je sedam središta regionalnog prometa iz kojih se garniture upućuju prema krajnjim kolodvorima s određenim vremenskim intervalom obrta. Navedena središta određena su prema kriteriju povezivanja regionalnih centara u vremenskom intervalu putovanja od 90 – 120 minuta, te njihovog središnjeg položaja od početka do kraja pruga na kojima se nalaze i potrebom povezivanja susjednih regionalnih centara.

Središta regionalnog prometa na prugama HŽ-a su sljedeća:

Osijek – čvorište Vc koridora i pruga R202-B i L209, granični kolodvori regionalnog područja su Erdut, B. Manastir, Vinkovci, Strizivojna Vrpolje, Našice

Virovitica – središnji položaj pruge R202-B, granični kolodvori regionalnog područja su Koprivnica, Križevci, Našice

Zabok – čvorište pruga R201, L202 i L103, granični kolodvori regionalnog područja su Đurmanec, G. Stubica, Zaprešić i Konjščina

Ogulin – čvorište Vb koridora i pruge M604, granični kolodvori su Rijeka, Zagreb i Gospić

Knin – čvorište pruga M604, M606, R103, granični kolodvori su Zadar, Ličko Dugo polje, Gospić i Perković

Perković – čvorište pruga M604 i M607, granični kolodvori su Split, Šibenik i Knin

Lupoglav – čvorište pruga L215 i R101, granični kolodvori su Buzet, Pula, Raša opcija Rijeka (nakon probijanja tunela)

² DMV – dizel-motorni vlak

S gore navedenih sedam središta prometa i njihovim regionalnim područjem kojeg pokrivaju, obuhvaćena je cjelokupna mreža HŽ-a. Budućim razvojem i unapređenjem infrastrukture, a samim time i povećanjem brzine prometovanja vlakova broj središta se može i smanjit pod uvjetom da se poštuje vremenski interval obrta od 90 – 120 minuta.

Povećanje broja prevezenih putnika moguće je ostvariti već samom zamjenom klasičnih garnitura i starih DMV vlakova novim DMV vlakovima.

Koncepcija reorganizacije linija regionalnih vlakova koja se predlaže temelji se na dvije osnovne postavke:

- nova kategorizacija regionalnih putničkih vlakova i mreže te način prometovanja pojedine kategorije vlaka;
- minimalizacija intervala obrta određivanjem kolodvora obrta garnitura.

Na temelju učinjenog izračuna ta koncepcija mora, pokazati u odnosu na postojeće stanje, da je moguće povećati raspoloživi prijevozni kapacitet i osigurati kvalitetniju uslugu korisnicima bez većih investicijskih zahvata u prijevozne kapacitete i infrastrukturu. Potrebno je definirati koncepciju tehničkog i fizičkog opisa tih vrsta prijevoza, razdvajanjem realizacije, prihoda i relacija gradsko-prigradskog od regionalnog i daljinskog prijevoza putnika.

Prema vrstama se razlikuju:

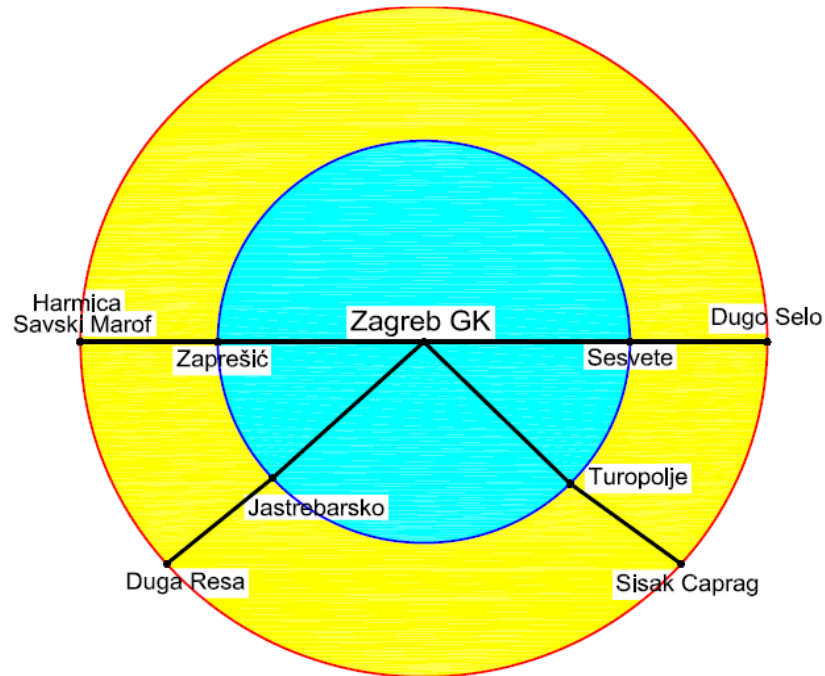
- GPP vlakovi:
 - o Prijevoz putnika vrši se integrirano sa ostalim vidovima gradskog prijevoza unutar određenih zona
 - o Prometuju oko gravitiranog središta prijevoza gdje je, glavni uvjet udaljenosti, vremenski interval prometovanja 60 minuta
- Regionalni vlakovi:
 - o Prijevoz putnika vrši se integrirano s ostalim regionalnim vidovima prijevoza-opcija
 - o Prometuju uvjetovano od početnih regionalnih kolodvora u vremenskim intervalima udaljenosti od 90 – 120 minuta
 - o DMV garniture prometuju samo do spojnog kolodvora na elektrificiranoj pruzi
 - o U područjima GPP prometa nemaju manipulacije putnicima, osim u krajnjim kolodvorima GPP-a na dvokolosječnim prugama, a na jednokolosječnim prugama takvo bavljenje bilo bi u kolodvorima s većom frekvenijom putnika
- Daljinski vlakovi:
 - o Dosadašnji brzi, ICN, EC i vlakovi iz međunarodnog prometa

Prema navedenim kriterijima određene su granice područja GPP-a 5 najvećih gradova u Republici Hrvatskoj kako slijedi³(Slika 2 – 6):

³ Prema studiji: „Studija razvoja i unapređenja kvalitete usluga gradsko-prigradskog željezničkog prijevoza putnika Grada Zagreba i okolnih Županija“

Granice GPP područja Grada Zagreba koje obuhvaćaju sljedeće kolodvore prezentirane su u nastavku:

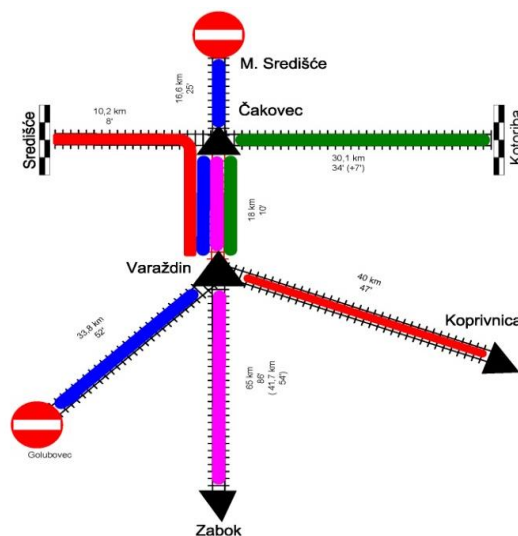
- Zaprešić (Savski Marof), Duga Resa, Sisak Caprag i Dugo Selo



Slika 2. granice GPP-a Grada Zagreba

U nastavku su prezentirane granice GPP područja grada Varaždina koje obuhvaćaju sljedeće kolodvore:

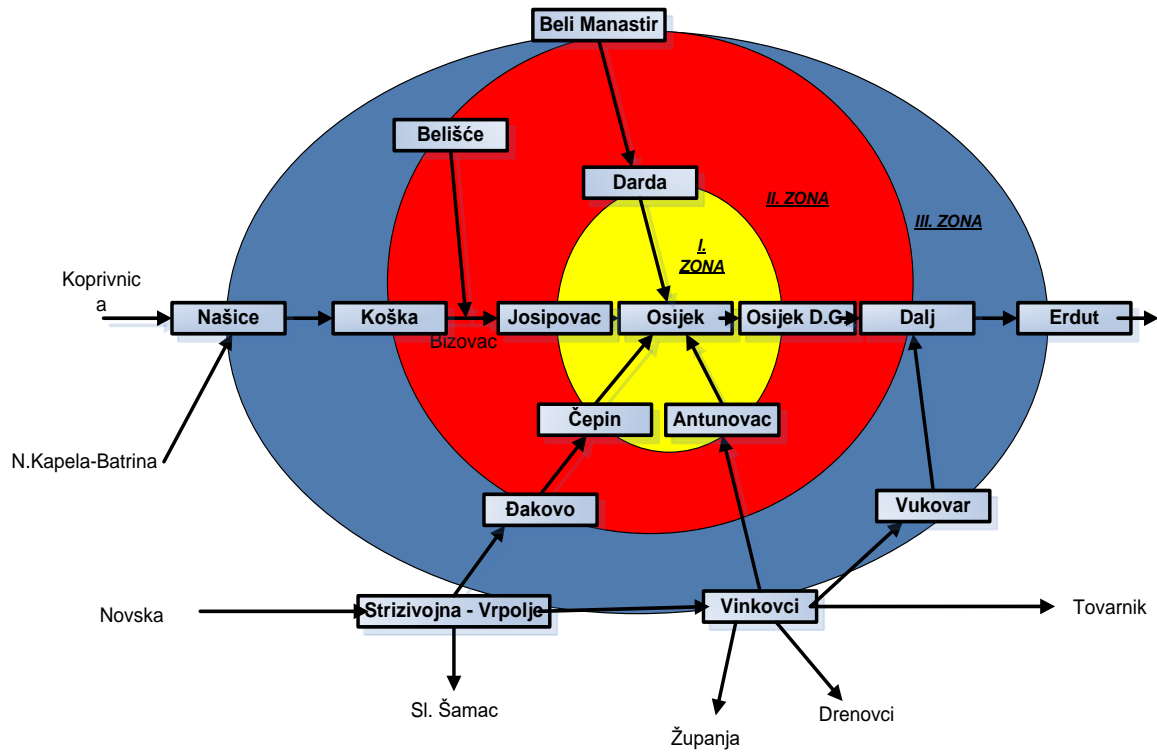
- Zabok, Koprivnica



Slika 3. granice GPP-a grada Varaždin

Granice GPP područja grada Osijeka koje obuhvaćaju sljedeće kolodvore:

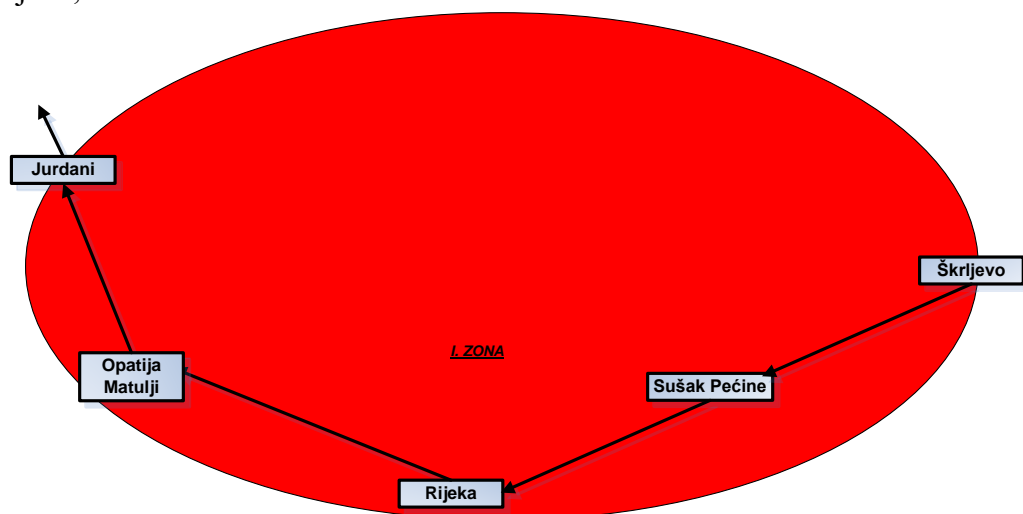
- Našice, Strizivojna Vrpolje, Vinkovci, Dalj



Slika 4. granice GPP-a grada Osijeka

Granice GPP područja grada Rijeke koje obuhvaćaju sljedeće kolodvore:

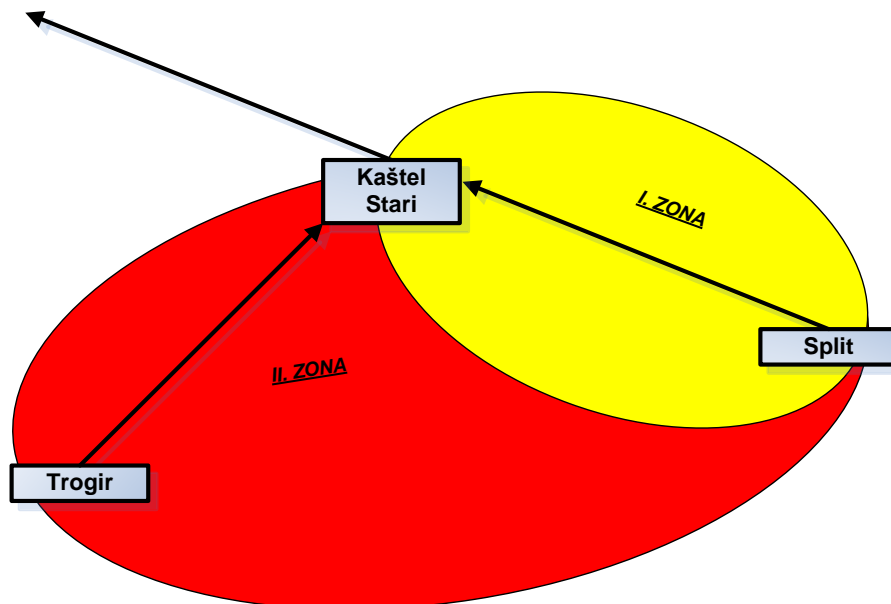
- Škrljevo, Jurdani



Slika 5. granice GPP-a grada Rijeke

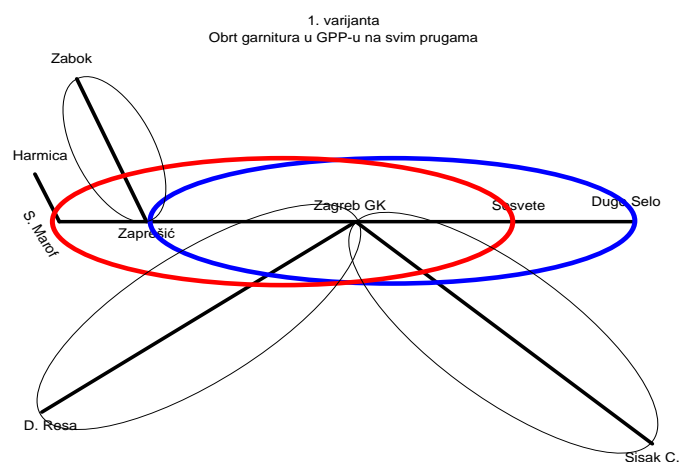
Granice GPP područja grada Splita koje obuhvaćaju sljedeće kolodvore:

- Kaštel Stari

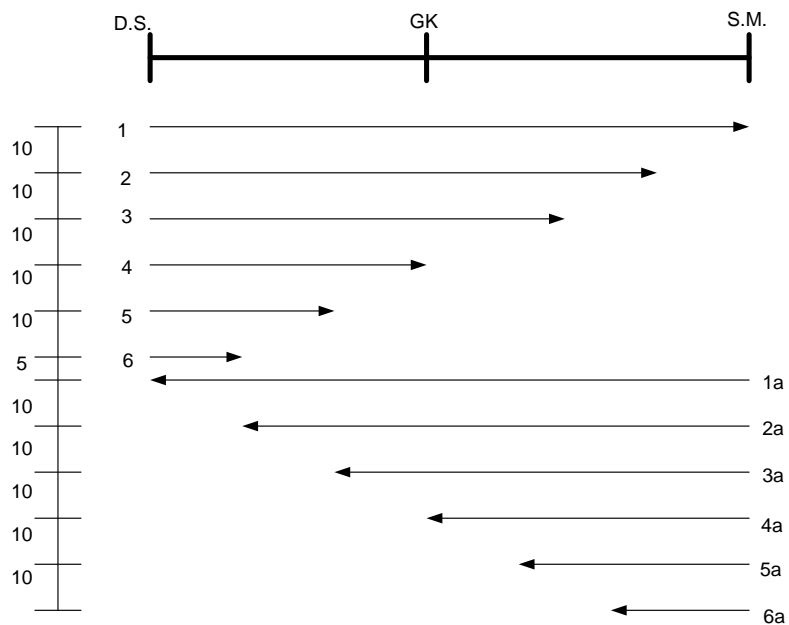


Slika 6. granice GPP-a grada Splita

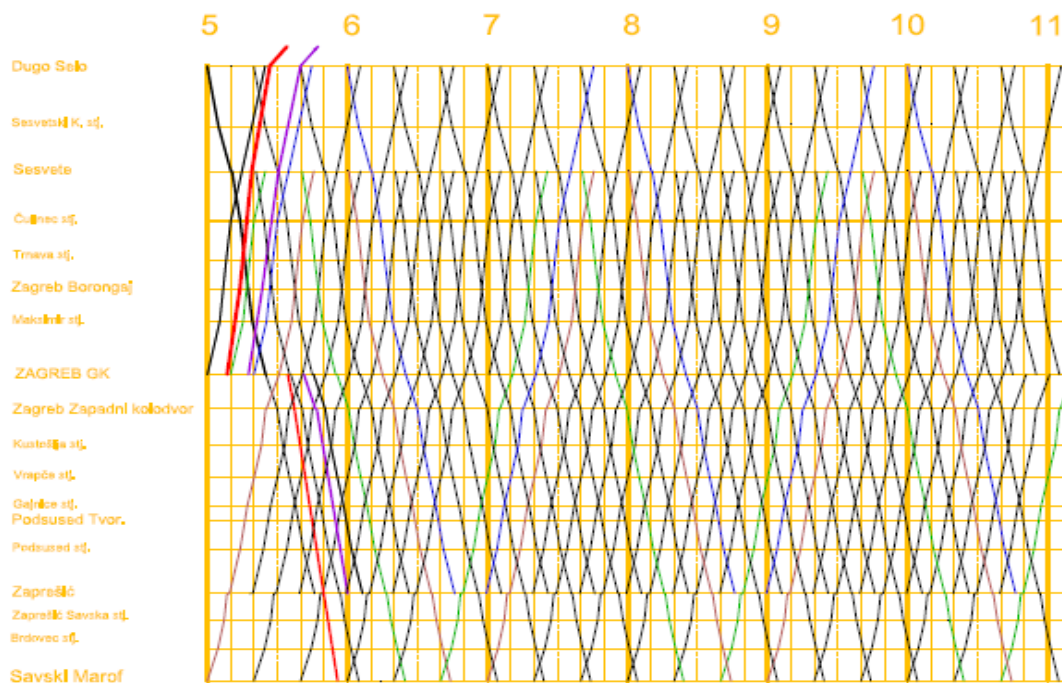
Kako bi nove garniture prometovale i kako bi se to odrazilo na postojeću raspoloživost i kapacitet objašnjeno je u nastavku. Na primjeru GPP-a Zagreba može se vidjeti sa prvom varijantom prijevoza (slika 7), način izmjene garnitura i njihova taktnost (slika 8) te predložene grafikone voznog reda (grafikon 1,2,3), može se izračunati kapacitet u vršnim satima na temelju tih podataka. U vršno opterećenje spadaju sljedeći vremenski intervali: 06,30 – 09,30 sati, te 14,30 – 17,30 sati.



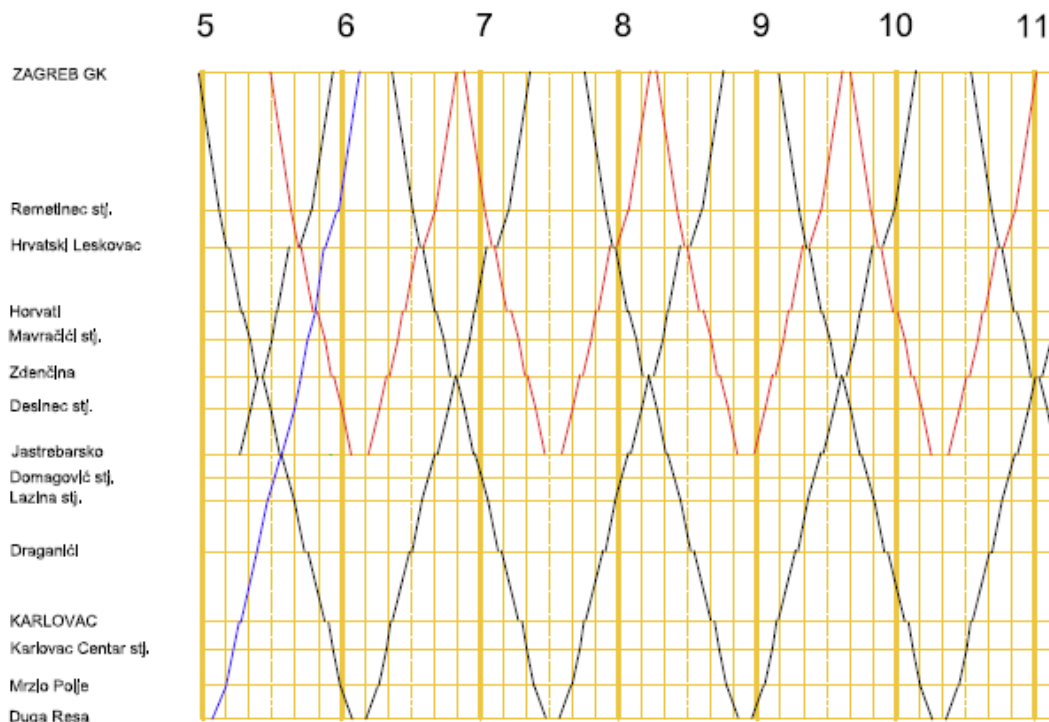
Slika 7. Prva varijanta obrta garnitura



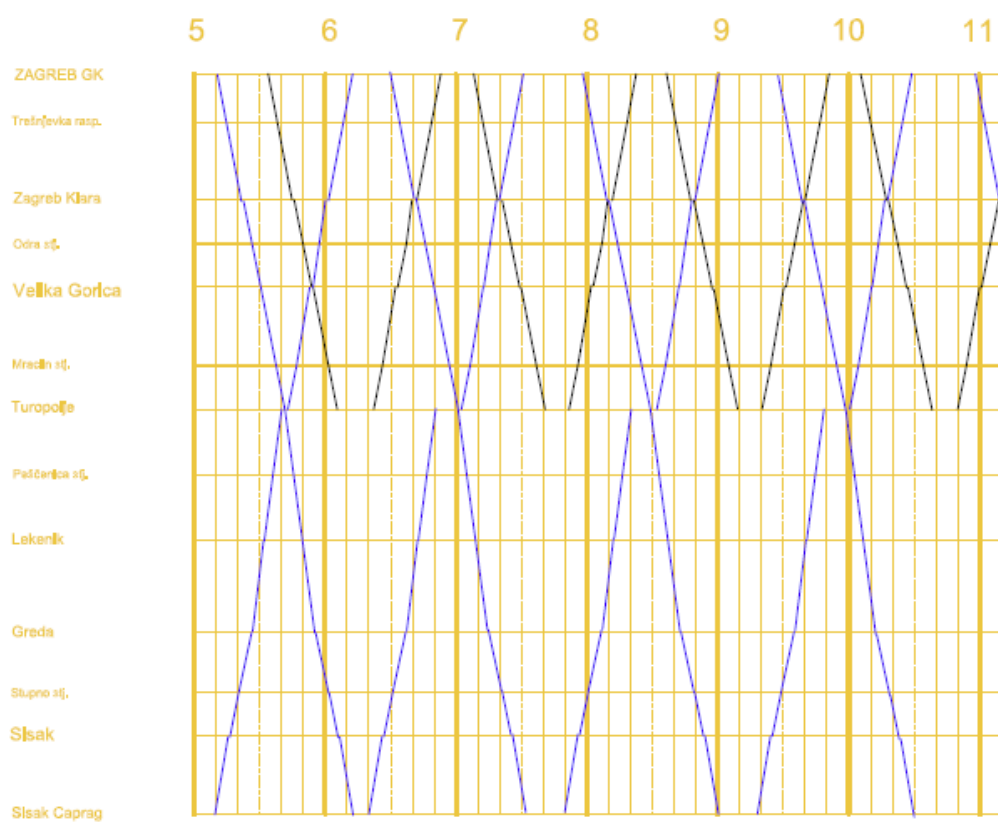
Slika 8. Pregled pozicije garnitura u taktom prometu od 10'



Grafikon 1. Dugo Selo – Savski Marof



Grafikon 2. Zagreb GK – Duga Resa



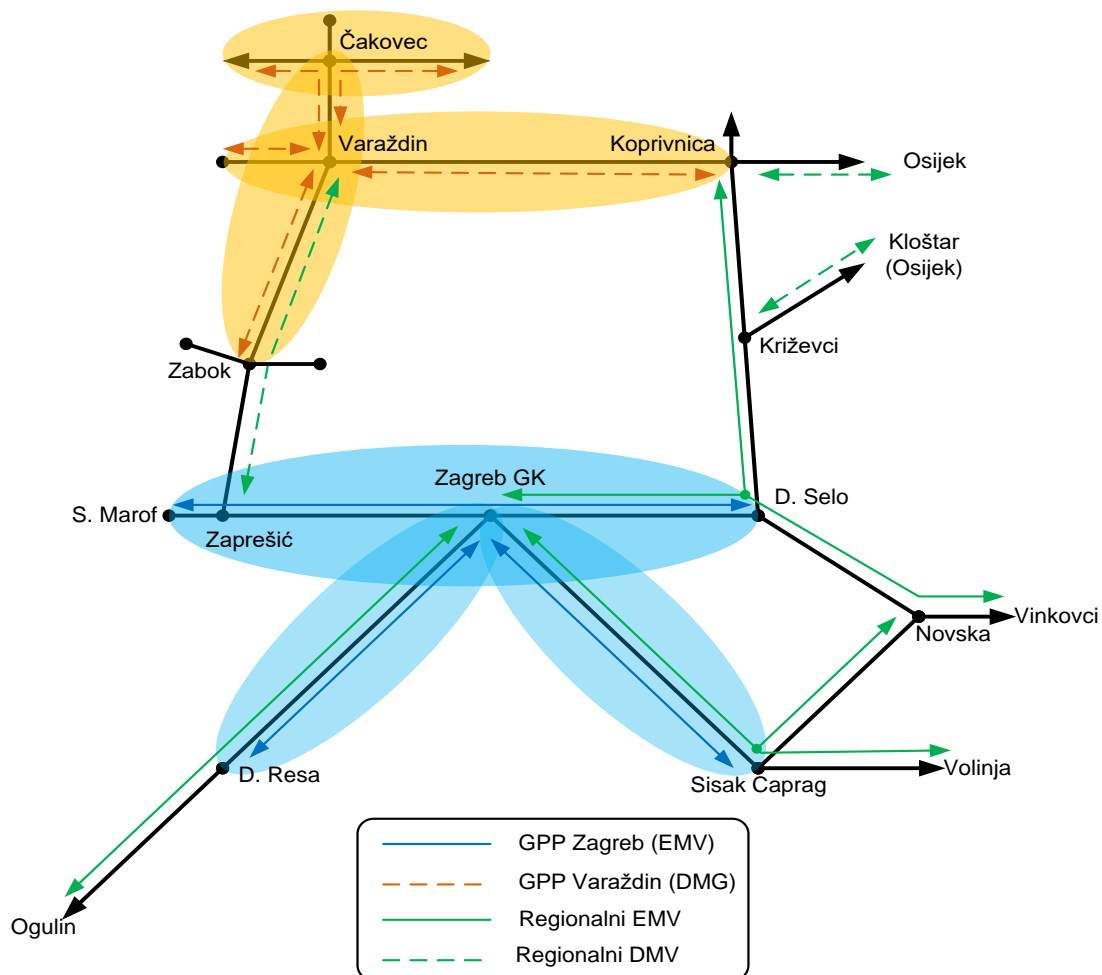
Grafikon 3. Zagreb GK – Sisak Caprag

Na pravcu Savski Marof – Dugo Selo prometuje 150 GPP i lokalnih vlakova, prema važećem redu vožnje. Ako uzmemo u obzir teoretski maksimalni broj putnika za svaku uvedenu trasu i pretpostavku da se za prijevoz koriste garniture GPP vlakova kapaciteta 1000 putnika tada maksimum iznosi:

- $150 \cdot 1000 = 150.000$ putnika / dan
- $150.000 \cdot 365 = 54.750.000$ putnika / godinu
- $36 \cdot 2 \cdot 1000 = 72000$ putnika / vršno opterećenje

Na ostalim jednokolosiječnim pravcima prosječno 70000 putnika, što ukupno iznosi 142000 putnika u vršnom opterećenju od 180'.

Kada govorimo o regionalnom prometu treba napomenuti da bi garniture imale i ulogu povezivanja zone GPP-a, što se može vidjeti u primjeru GPP prometa Varaždina i Zagreba (slika 9)



Slika 9. Pravci prometovanja GPP i regionalnih vlakova

Regionalni promet se nastavlja kompletno na impletirani sustav GPP prometa svih većih gradova u RH⁴,te ujedno povezuje zone susjednih GPP područja⁵.

Naime uvrštavanjem EMV garnitura GPP Grada Zagreba, dolazi do oslobođenja od turnusa postojećih EMV garnitura, koje bi se mogle upotrijebiti za regionalni promet na prugama Zagreb – Koprivnica i Zagreb – Ogulin.

Otprilike 7+1 garnitura bi bile dovoljne za GPP promet Grada Zagreba da u vršnim vremenskim intervalima zadovolje turnus za pokretanje svih vlakova na smjeru Dugo Selo – Savski Marof.

⁴ Prema već izrađenoj situaciji za HŽ Putnički prijevoz

⁵ Ovakvom podjelom bi se moglo sa sigurnošću analizirati kolika je iskorištenost i zarada GPP i regionalnog prometa

4. TEHNIČKI OPIS DIZEL-MOTORNOG VLAKA SERIJE 7023

4.1 OSNOVNA KONCEPCIJA DMV-A

Diesel motorni vlak za regionalni promet je trodijelna kompozicija namjenjena regionalnom putničkom prometu, s dvije motorne jedinice i jednim središnjim modulom. Moduli su:

- A- A/B Krajnji pogonski modul s upravljačnicom. Jednim je krajem oslonjen na pogonsko okretno postolje, a drugim na nosivo međupostolje na spoju dvaju modula. Sva pogonska oprema smještena je na krovu DMV-a. Sav prostor u sanduku je niskopodni putnički prostor. Na pogonskom modulu je ugrađena oprema pogona instalirane snage 390 kW, s dva vučna elektromotora. Modul je opremljen s parom dvostrukih vrata širine 1300 mm, te sjedištima višeg komfora prilagođenih regionalnom prijevozu.
- B- C putnički modul. Ugrađuje se između krajnjih modula s upravljačnicama, te se oslanja na dva međupostolja na spojevima dvaju modula. Modul je kompletno niskopodni (visina poda na 600 mm iznad tračnica a maksimalno 850 mm iznad slobodnih postolja). Modul je s parom dvostrukih vrata, te sjedištima višeg komfora prilagođenih regionalnom prijevozu. U modul ugrađen je sanitarni sklop za hendikepirane osobe. Na krovu modula nalazi se jedna motor-generatorska grupa, dva glavna kompresora i uređaj za grijanje i hlađenje modula.

Putnički prostori su međusobno spojeni mjehovima te čine jedinstveni prostor bez pregradnih stijena. Pod u području mjehova je na visini od najviše 850 mm, a prelazi s jedne na drugu razinu izvedeni su blago zakošenim rampama (nagiba 1:8). Sjedala su većinom izvedena kao dvosjedi, osim u dijelu prostora namjenjenog smještaju invalida u kolicima, te roditeljima s djecom u kolicima, gdje su ugrađeni jednosjedi i preklopna sjedala. Dio prosatora je opremljen vješalicama za bicikle. Dio putničkog prostora odvojen je od ostalog prostora transparentnim pregradama i opremljen sjedalima većeg komfora (s tri sjedala u redu) za putnike prvog razreda.

Kompletan pogon DMV-a je koncipiran tako da se sastoji iz dvije nezavisne pogonske jedinice te jednog dodatnog diesel agregata na srednjem modulu koji se ne treba niti uključivati u slučaju malog opterećenja vlaka. U slučaju kvara jednog od pogonskih modula on se može isključiti, a DMV može nastaviti vožnju ali uz smanjena ubrzanja. I vučom i kočenjem DMV-a upravlja se preko iste upravljačke ručice. U slučaju da je električna kočnica sposobna ostvariti kontolerom zadanu silu kočenja, uključuje se samo ona. Ne može li se zadana sila kočenja ostvariti samo elektro kočnicom, uključuje se i pneumatska kočnica DMV-a.

Upravljanje DMV-om riješeno je tako da omogućava povezivanje tri DMV-a u jednu cjelinu preko automatskih kvačila. Upravljanje ovako povezanim DMV-ima je identično kao da se vozi pojedinačno, a preko PC panela i signalne ploče stojovođa dobiva podatke i vrši nadzor pogona svih DMV-a u kompoziciji.

Svaki pogonski modul s obje vanjske bočne strane upravljačnice ima ugrađenu video kameru za praćenje ulaza ili izlaza putnika, a za vrijeme vožnje, i stanje DMV-a izvana.

Sve neostakljene površine sanduka DMV-a izolirane su izolacijom koja se provodi na vučnim vozilima HŽ-a. Antikorozivna zaštita, koja se provodi na vučnim vozilima HŽ-a, provedena je na cjelokupnom sanduku DMV-a uključujući i okretna postolja. Bojanje i antigrafitna zaštita izvedena je na cjelokupnom sanduku DMV-a.

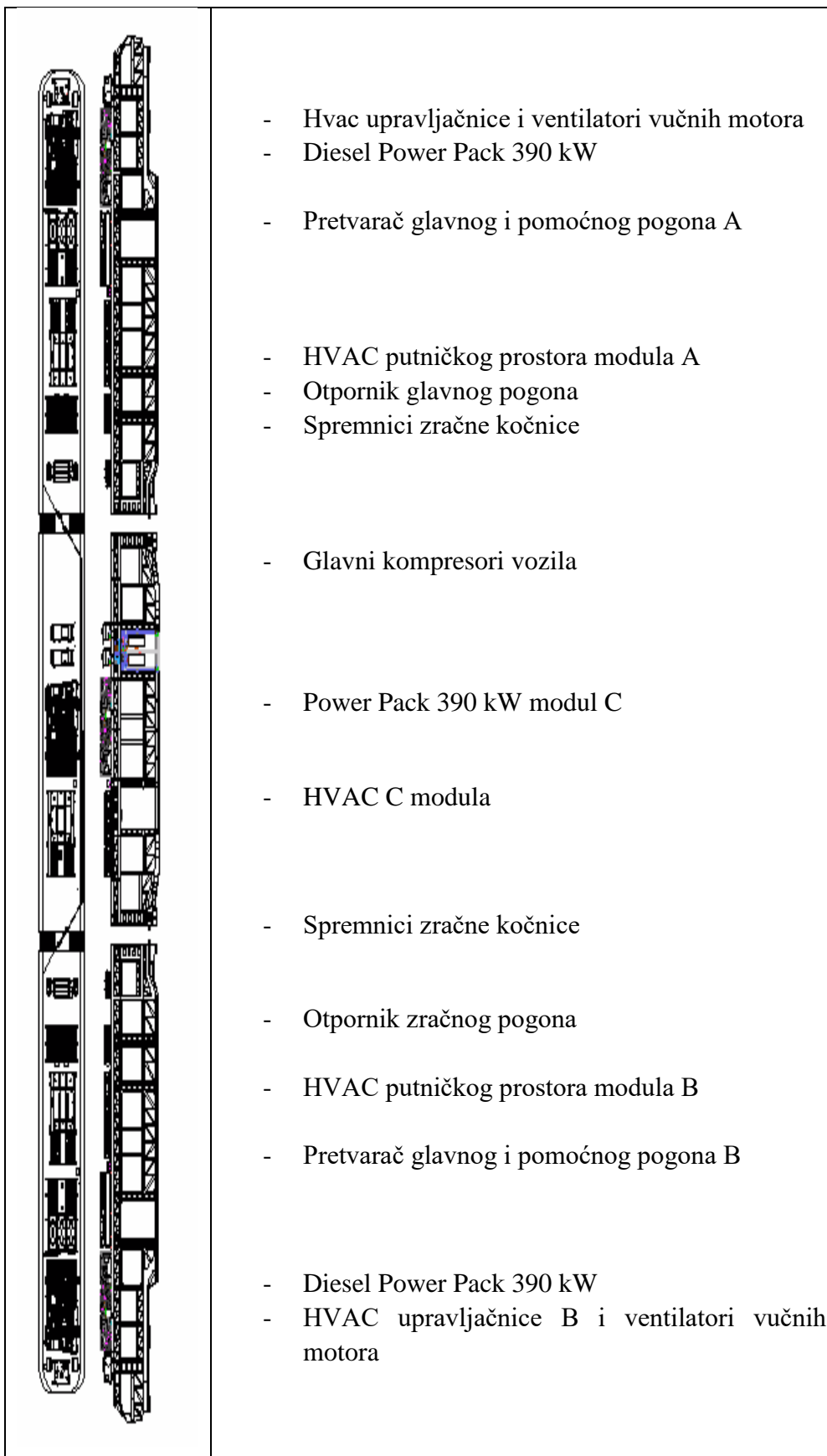
4.1.1. Osnovni tehnički podaci DMV-a

Tablica 2. Osnovni tehnički podaci DMV-a

Kinematički profil	Prema UIC 505-1
Širina kolosjeka	1435 mm
Raspored osovina	Bo'2'2'Bo'
Dužina DMV-a	58500 mm
Širina sanduka	2885 mm
Materijal izrade sanduka	Čelik
Otpornost sanduka	Prema normama ENI12663 i EN 15227
Klimatski uvjeti	Za drugu klimatsku zonu od -20°C - +35°C Snježni uvjeti, vlaga 95%
Razmak sredina okretnih postolja	16225/16550 mm
Razmak osovinkih sklopova	2700 mm
Promjer kotača pogonskog postolja nov/istrošen	860/790 mm
Promjer kotača slobodnog postolja nov/istrošen	750/690 mm
Visina poda	570-600 / 600 / 850 /1200 mm prijelaz 1:8
Broj sjedećih mjesta – Varijanta 1 (4 vrata)	164+9; preklopnih uk 173
Varijanta 2 (3 vrata)	172+9; preklopnih uk 181
Varijanta 3 (3 vrata + I razred)	28 (I razred) + 132 (II razred) + 9 pr. uk 169
Broj stajaćih mjesta (4 putnika/m ²) – Var 1.	171 – ukupno sa sjedećim 344
Var2.	160 – ukupno sa sjedećim 332
Var3.	124 – ukupno sa sjedećim 284
Broj mjesta za bicikle i kolica za hendikepirane	Najviše 5 bicikala i dvoja kolica
Broj vrata za ulaz putnika	Varijanta 1: 8 Varijanta 2 i 3: 6

Vlastita masa praznog DMV-a	115 t +/-5%
Najveći osovinski pritisak	180 kN
Max. ubrzanje (kod punog opterećenja)	0.7 m/s ²
Max. usporenje	>1,0 m/s ²
Max. usporenje kod kočenja u opasnosti	1,3 m/s ²
Maksimalna vučna sila	120 kN (sa srednje istrošenim kotačima)
Snaga električne kočnice	1460 kW
Najveća brzina DMV-a	120 km/h (160 km/h)
Broj i vrsta vučnih motora	4 asinkorna motora
Snaga diesel motora	3x390 kW
Radna kočnica	Zračna i električna
Dopunska kočnica	Magnetska na Jacobs postoljima
Pritvrdna kočnica	Opružna (do 40 ‰)
Kočnica za opasnost	U putničkom prostoru pore vrata s mogućnošću odgode prema UIC 541-5
Minimalni polumjer zavja u prometu	150 m; prolaznost kroz dvostruku S zavoj (s nadvišenjem) polumjera 240 m brzinom 80 km/h
Minimalni polumjer zaoja	Prolaznost brzinom 5 km/h, unutar radionica za popravak i održavanje vozila, kolosiječnim lukom minimalnog polumjera 90 m praznog DMV-a pri čemu okretna postolja ni dijelovi pričvršćeni za njih ne dodiruju čvrste dijelove u vagonском sanduku
Napon upravljanja	24V DC
Visina DMV-a (bez krovne opreme)	3500 mm
Maksimalna visina DMV-a	4280 mm
Širina sjedala: varijanta 1 i 2 varijanta 3	450 mm i 1025 za dvosjed Širina u I razredu 1125 za dvosjed
Širina prolaza: varijanta 1 i 2 varijanta 3	643 mm 415 mm u I razredu, II razred kao var 1 i 2
Izolacija sanduka	Zvučno toplinska k=1.5 W/m ² K u mirovanju odnosno k=2.3 W/m ² K kod brzine 160 km/h
Buka u unutrašnjosti	Max 72 dB (A)

Buka za vrijeme vožnje prema okolišu	Prema EN ISO 3095:2001
Komfor vožnje	Prema UIC 543 – umjeren
Glavni zračni rezervoari	Ukupno 300 l
Zračni cjevovodi	Od nehrđajućeg čelika
Kočenje DMV-a	Prema EN 13452-1
Indirektna kočnica	Automatska zračna s djelovanjem preko glavnog zračnog voda, a aktivira se preko posebnog kontrolera kočenosti $\lambda > 150\%$ Izvedba sukladno UIC540; UIC541-5, UIC541-6, UIC544-1, UIC546 i 612 te EN 13452-1:2003
Direktna kočnica	Mikroprocesorski upravljana zračna s kombiniranim djelovanjem s el. kočnicom kočenosti $\lambda = 150\%$
Aku baterije	Kapaciteta 2x220Ah

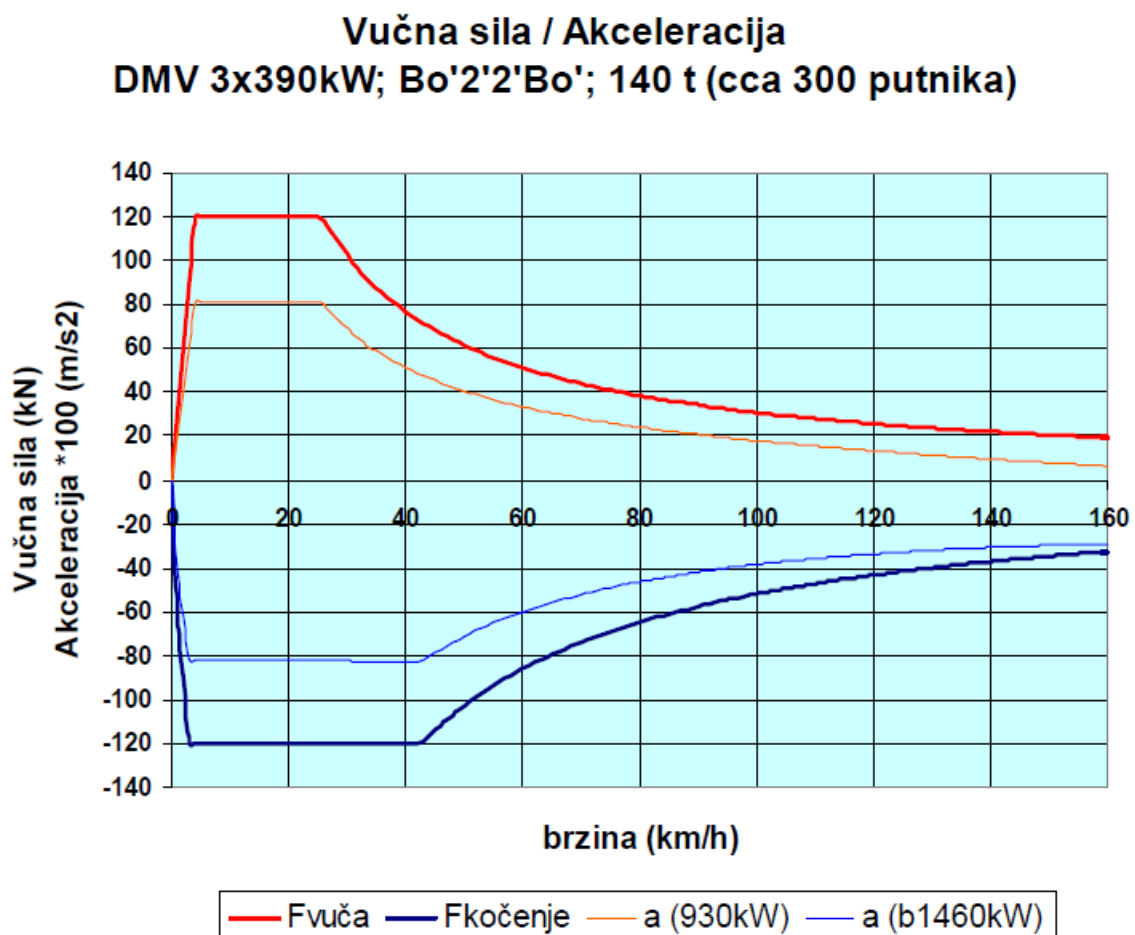


Slika10. dispozicija opreme na krovu vozila

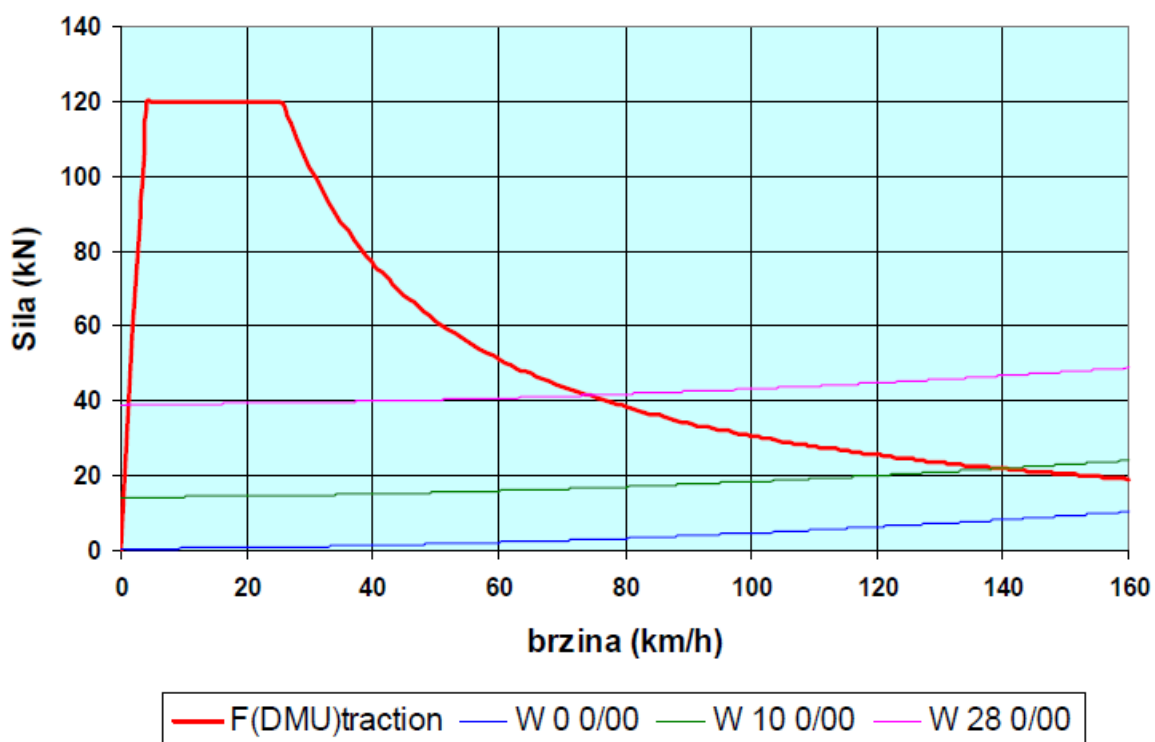
4.1.2. Glavni pogon DMV-a

Glavni pogon DMV-a sastoji se od dvije identične vučne jedinice, od kojih je svaka smještena na jedan motorni modul. Svaku vučnu jedinicu čine diesel motor, generator, rashladni blok, pretvarač vuče, kočni otpornik i dva asinkrona vučna motora, smještena na motornom postolju. Na pretvarač vuče spojeni su paralelno dva trofazna asinkrona kavezna vučna motora. Pretvarači su izvedeni u IGBT tehnologiji. Osim režima vuče pretvarači su osposobljeni i za režim električnog kočenja preko pretvarača glavnog pogona i kočnog otpornika. Sustav upravljanja je programiran da ostvari optimalne uvjete vuče i električnog kočenja. Mikroprocesorski sustav sadrži i funkcije mjerenja, zaštite, dijagnostike i memoriranje kvarova glavnog pogona te funkciju komunikacije s nadređenim računalom DMV-a. Sva ugrađena elektronika je modirane izvedbe i omogućuje brzu i jednostavn izmjenu i popravak u laboratorijskim uvjetima.

4.1.3. Karakteristike glavnog pogona DMV-a



Vučna sila / Sila otpora pruge
DMV 3x390 kW; Bo'2'2'Bo'; 140t (cca 300 putnika)



Tablica 3. Maksimalna brzina na usponu

	i=0 ‰	i=10 ‰	i=28 ‰
DMU 3x390 kW	>160 km/h	140 km/h	75 km/h

Tablica 4. Ubrzanje do zadane brzine (masa 140t –cca 300 putnika; i=0 ‰)

	60 km/h	80 km/h	100 km/h	120 km/h	140 km/h	160 km/h
DMV 3x390kW						
Vrijeme (s)	31	50,6	78	114	164	236
Put (m)	282	672	1352	2465	4258	7262
Prosječna akc. 0-... (m/s ²)	0,613	0,530	0,465	0,429	0,370	0,334

4.2 Uputa o tehničkim podacima DMV-a 7023

Zablica 5. Tehnički podaci o DMV 7023

Redni broj:	Podaci o vozilu		Mjerna jedinica	Puna UIC oznaka 95 78 7 023 001-9 Skrraćena individualna oznaka 7 023 001
				Sastav M + P + M
1	2		3	4
1.	Proizvođač			KONČAR Električna vozila – Hrvatska
2.	Godina proizvodnje			2016.
3.	Raspored osovine			Bo'2' 2'Bo'
4.	Najveća trajna snaga na obodu kotača		kW	600
5.	Najveća brzina		km/h	120
6.	Masa	vlastita	t	115
		u službi		141
7.	Nazivno opterećenje po osovini	slobodno postolje	kN/os	180
		pogonsko postolje		180
8.	Promjer kotača (novi/istrošeni)	slobodno postolje	mm	750/690
		pogonsko postolje		860/790
9.	Duljina preko kvačila		m	58,5
10.	Vrste kočnica	zračna		Knorr
		druge		elektrodinamička pritrvdna
11.	Kočna masa	R	t	200
		R lok.vuča		178
12.	Postotak kočne mase	λ	%	174
		λ lok.vuča		155

13.	Broj mjesta za putnike	sjedala 1.razred	24
		sjedala 2.razred	121
		preklopna	11
		stajanje	175
14.	Broj garnitura kojima se upravlja iz jedne upravljačnice		3
15.	Autostop uređaj		RAS 8385
16.	Radiodispečerski uređaj		MESA 26
17.	Najmanji polumjer vodoravnog luka		150 m

4.3 KOČENJE DIZEL MOTORNOG VLAKA SERIJE DMV 7023

Kočni sustav DMV 7023 djeluje na sva 4 okretna postolja, od kojih su dva postolja pogonska (POP), a dva postolja su slobodna okretna postolja (SOP)

DMV 7023 opremljen je sljedećim kočnicama:

- Indirektna automatska zračna kočnica u funkciji sigurnosne kočnice tipa Knorr (KS)
- Izravna zračna kočnica s mikroprocesorskim upravljanjem (C) kao sastavni dio radne kočnice
- Elektrodinamička kočnica (E) kao sastavni dio radne kočnice
- Pritvrdna s opružnim djelovanjem za osiguravanje od samopokretanja (Pk)

Potpuna oznaka kočnice koja se ispisuje na DMV 7023 izvana je Ks C-pn-R-A-E

KS – Knorr automatska kočnica s rasporednikom STV 200

C – izravna zračna kočnica s računalnim upravljanjem

Pn – zračno kočenje

R – kočnica brzog djelovanja

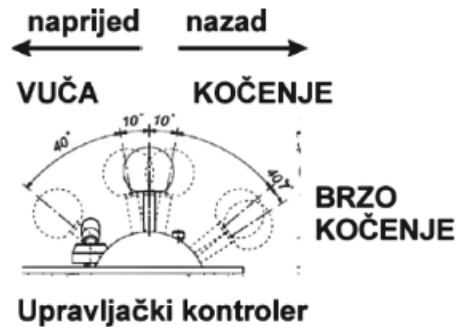
A – automatsko djelovanje

E – elektrodinamička kočnica

4.3.1. RADNO KOČENJE

Tijekom vožnje kočenje DMV 7023, radi zaustavljanja, smanjenja brzine ili održavanja brzine obavlja se združenim djelovanjem izravne zračne kočnice i elektrodinamičke kočnice koje se zavodi ručicom upravljačkog kontrolera na upravljačkom stolu stojovođe.

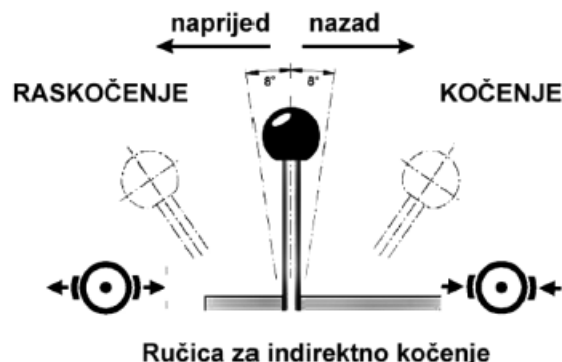
Radno kočenje DMV 7023 strojovođa zavodi povlačenjem ručice upravljačkog kontrolera prema sebi. Upravljački kontroler ima sljedeće položaje:



Postavljanjem ručice kontrolera u položaj kočenja zadaje se u režimu radnog kočenja referenca sile kočenja od 0 do 100%. Zahtijevana sila kočenja (referenca), odnosi se na adezijsku težinu DMV-a pomnoženu s koeficijentom 0,12 (pretpostavljeni koeficijent adhezije u kočenju). Postavljanjem ručice kontrolera u krajnji položaj BK (brzo kočenje), zavodi se brzo kočenje kojim se ujedno u potpunosti prazni glavni vod i aktivira Mg kočnica, a prestaje trenutno djelovati E kočnica ukoliko je prethodno bila aktivirana radnim kočenjem ili regulatorom brzine, te se vrši pjeskarenje.

4.3.2. INDIREKTNA ZRAČNA KOČNICA

Indirektna zračna kočnica DMV 7023 može se aktivirati ručicom kontrolera indirektnog kočenja na upravljačkom stolu i svakim pražnjenjem glavnog zračnog voda neovisno o pogonskom stanju DMV 7023. Položaji ručice kontrolera indirektnog zračnog kočenja jesu:



Tijekom prevlačenja DMV 7023 pomoćnom lokomotivom indirektna kočnica može se rabiti na DMV 7023, ako su ostvareni svi potrebni uvjeti, a to su:

- osigurana prolaznost glavnog zračnog voda preko pomoćnog kvačila
- uključene slavine za režim prevlačenja
- uključeni rasporednici na DMV 7023

4.3.3. PRITVRDNA (OPRUŽNA) KOČNICA

DMV 7023 opremljen je opružnom kočnicom kao pritvrdnom kočnicom (Pk), a koja djeluje na 4 osovine slobodnih okretnih postolja. Pritvrdna kočnica je djelotvorna na nagibima do 40‰, ako je DMV 7023 pun (s putnicima). Opružni kočni cilindri smješteni su na svim slobodnim okretnim postoljima. Indikatori stanja zakočenosti pritvrdne kočnice nalaze se izvana ispod sanduka 2 komada sa svake strane vlaka.

4.3.4. KOČNICA U SLUČAJU OPASNOSTI S ODGODOM DJELOVANJA

U prostoru za putnike nalaze se ručice za kočenje u slučaju opasnosti čijom se uporabom šalje zahtjev za kočenjem u slučaju opasnosti. Zahtjev za kočenje u slučaju opasnosti prihvaća se u nadređenom računalu DMV 7023 te prosljeđuje strojovođi kao svjetlosno i zvučno upozorenje na monitoru. Strojovođa može tipkalom na upravljačkom stolu blokirati zahtjev za kočenjem koji dolazi uporabom ručice za kočenje u slučaju opasnosti pri brzinama većim od 10 km/h, dotično unutar 10 s od pojave zvučnog i svjetlosnog upozorenja iz prethodnog stavka odlučuje, ovisno o situaciji na pruzi, oće li dopustiti zavođenje kočenja u opasnosti i zaustavljanje DMV-a 7023 .

4.3.5. PODACI O KOČNIM MASEMA

Kočne mase određene su za režim kočenja R i te za pritvrdnu kočnicu Pk i navedene su u tablicama 6. (vlak spreman za uporabu), 7. (za DMV 7023 pod punim opterećenjem) i 8. za neradni DMV 7023.

Tablica 6. Kočne mase DMV 7023 spreman za uporabu

Masa vlaka (t)	Vrsta kočenja	Kočna masa vlaka (t)	Postotak kočenja (%)	Najveća brzina za zaustavni put 1000 m (km/h)
115	R	200	174	120
	R lok. vuča*	178	155	80**
	Pk	76	66	0

Tablica 7. Kočne mase DMV 7023 za potpuno opterećenu garnituru

Masa vlaka (t)	Vrsta kočenja	Kočna masa vlaka (t)	Postotak kočenja (%)	Najveća brzina za zaustavni put 1000 m (km/h)
141	R	245	168	120
	R lok. vuča*	219	154	80**
	Pk	76	54	0

Tablica 8. Kočne mase DMV 7023 za neradnu garnituru sa svim uključenim rasporednicima

Masa vlaka (t)	Vrsta kočenja	Kočna masa vlaka (t)	Najveća brzina za zaustavni put 1000 m (km/h)
141	R lok. vuča*	200	50**
	Pk	76	0

* Vrijedi za R kočenje s pomoćne lokomotive

** Ograničenje brzine zbog vuče pomoćnim kvačilom

4.3.6. PROBE KOČENJA

Na DMV 7023 obavljaju se probe kočenja A (potpuna proba) i proba kočenja C (skraćena proba). Probe kočenja obavlja strojovođa samostalno, bez preglednog radnika, osim kod DMV 7023 kojeg vuče pomoćna lokomotiva. Potpunu probu kočenja strojovođa obvezno treba obaviti jednom u 24 sata. Potpunu probu kočenja strojovođa treba obaviti propisanim postupkom u sljedećim okolnostima:

1. nakon ponovnog uključivanja neke od isključenih slavina na rasporednicima (BO5)
2. ako strojovođa posumnja ili utvrdi da kočnice vlaka ne djeluju u dostatnoj mjeri
3. nakon zadržavanja vlaka u službenom mjestu ili na otvorenoj pruzi pri temperaturi nižoj od -15°C dulje od sat vremena

Skraćena proba kočenja obavlja se u sljedećim slučajevima:

1. nakon promjene upravljačkog mjesta upravljačnice zbog promjene smjera vožnje
2. kod zaposjedanja upravljačkog mjesta na onom DMV 7023, iz kojeg se nije upravljalo vožnjom vlaka, a prethodno je vozio u višestrukome sastavu
3. nakon spajanja dva ili tri DMV 7023 na svim priključnim garniturama
4. kod smjene strojovođa osim u slučaju kada se primopredaja službe obavlja u upravljačnici

Tijekom probe kočenja strojovođa na monitoru u upravljačkom pultu prati funkcioniranje kočnica svih modula DMV-a 7023. Prije probe kočenja strojovođa treba učiniti sljedeće:

- a) aktivirati pritvrdne kočnice
- b) upisati broj vlaka i identifikacijski broj strojovođe na središnjem monitoru
- c) uspostaviti tlak zraka u napojnom vodu od najmanje 7 bara
- d) uspostaviti tlak zraka u glavnom vodu od 5 bara
- e) provjeriti jesu li uključene sve komponente sustava kočnice

5. ZAKLJUČAK

Vozni park Hrvatskih željeznica je bio star i u relativno lošem stanju i vozila su bila sklona kvarovima, i bila je potrebna obnova voznog parka. Uz obnovu postojećih i nabavu novih motornih vlakova, potrebna je i rekonstrukcija željezničke mreže u Republici Hrvatskoj.

Ulaskom u sastav Europske Unije otvorila su se vrata prema europskim fondovima koje su Republika Hrvatska i Hrvatske željeznice iskoristili za nabavu novih vlakova, među njima i DMV 7023. S tim potezom HŽ Putnički prijevoz je napravio veliki korak u podizanju razine usluge HŽ putničkog prometa.

DMV 7023 je moderan vlak napravljen u Republici Hrvatskoj koji je dobro prihvaćen među putnicima. Modernim izgledom i komforom pokušava se privći što veći broj ljudi da počne koristiti ovaj oblik prijevoza.

6. LITERATURA

1. Službeni vjesnik HŽ Putnički prijevoz, godina (XLVII (LXXII)) broj 3, Zagreb, 26. siječna 2016
2. Tehnički opis diesel motornog vlaka za regionalni promet za HŽ Putnički prijevoz d.o.o., Gršković Ivica, dipl. ing, 4.9.2012.
3. www.hzpp.hr
4. www.koncar-kev.hr
5. Dizielektrični motorni vlak za regionalni promet, Mario Šimić, Milan Brkić, Sandra Bilić, Ivan Perković, Sonja Ravlić, Ivica Škrtić, Zagreb 07. siječanj 2013.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada

pod naslovom **Dizel-motorni vlak za regionalni putnički prijevoz serije 7023**

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

U Zagrebu, 9.9.2018 _____

Student/ica:

Belobrajčić

(potpis)