

Dr. JOSIP ZAVADA
Fakultet prometnih znanosti
Zagreb, Vukelićeva 4

Prometna tehnika

Pregledni članak

UDK: 629.424.2.001.36 : 656.2.022.838

Primljeno: 10.01.1992.

Prihvaćeno: 23.03.1992.

DIZELSKO-MOTORNI VLAKOVI ZA PRIGRADSKI PROMET

SAŽETAK

U radu se daje pregled različitih izvedaba dizelsko-motornih vlakova, te njihovih proizvođača i korisnika. Diskutiraju se osnovne značajke ovih vlakova namijenjenih prigradskom prometu, te se ukazuje na moguće pravce daljnjeg razvoja.

Analiziraju se pojedina rješenja u pogonu, prijenosu snage i upravljanju. Također se govori o kriterijima za izbor dizelsko-motornog vlaka u prigradskom prometu.

1. UVOD

U prigradskom prometu povezuju se manja gradska naselja i predgrada s velikim gradovima. Ukupan broj putnika koji se prevozi prigradskom željeznicom je velik, a naročito u određenim vremenskim razdobljima. Pritom je velika izmjena putnika na pojedinim stajalištima.

Vlakovi za takav promet posebno su građeni i imaju specifične značajke. Prema vrsti pogona mogu biti električni i dizelski. Redovito se radi o motornim vlakovima, a ne o klasičnim vlakovima vučenim lokomotivom. Razlog tome jest bitno lakša konstrukcija motornih vlakova i njihova konstrukcijska prilagodbenost značajkama prigradskog prometa. Na neelektrificiranim prugama za ovaj promet primjenjuju se dizelsko-motorni vlakovi.

2. OSNOVNE ZNAČAJKE DIZELSKO-MOTORNH VLAKOVA

Stariji dizelsko-motorni vlakovi građeni su s mehaničkim prijenosnikom snage, vrlo jednostavne konstrukcije. Iako su ovi prijenosnici imali veliku korisnost, malu težinu i dimenzije, te bili relativno jeftini, oni su zbog svojih nedostataka ipak napušteni. U nedostatke se mogu ubrojiti: nepovoljna iskoristivost primarne snage, osjetljivost na pogrešno uključivanje stupnja prijenosa, prekidanje prijenosa snage pri promjeni stupnja prijenosa, te trošenje spojnici.

Novija rješenja razumijevaju hidrodinamičke prijenosnike snage zbog njihove male težine i dimenzija, jednostavne konstrukcije i minimalnog trošenja dijelova.

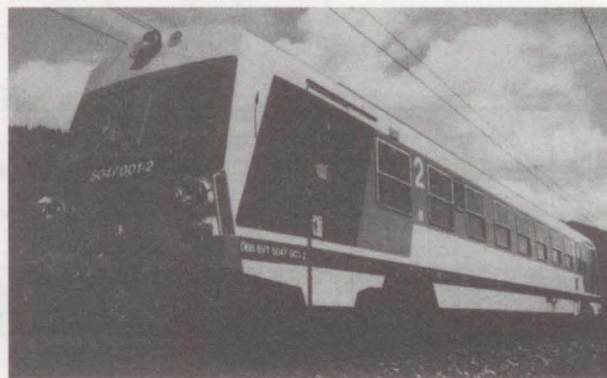
U dizelsko-motorne vlakove najnovije konstrukcije sve više se ugrađuju električni prijenosnici snage. Ovi prijenosnici omogućuju povoljnije korištenje pune snage dizelskog motora, omogućuju realizaciju vrlo velike vučne sile pri pokretanju, te imaju veliku korisnost.

Motorni vlakovi za prigradski promet moraju imati velika ulazišta. Vrata na kolima moraju biti široka, najčešće klizna i razmještena s podjednakim razmakom po duljini vlaka. To odgovara udaljenosti vrata na oko 1/4 duljine kola od svakoga kraja. To omogućuje bržu i lakšu izmjenu putnika, koja je u prigradskom prometu vrlo naglašena. Nepovoljna je izvedba kola s vratima na samim krajevima. Vrata se automatski zatvaraju i blokiraju tijekom vožnje, a otvaraju ih ili putnici ili strojovođa kada se vlak zaustavi.

Najveća brzina obično iznosi 120 do 140 km/h, ali su potrebna velika ubrzanja i usporenja (do 1 m/s^2) da bi se postigla zadovoljavajuća prosječna brzina vožnje. Za to je potrebna velika instalirana snaga i manja težina vlaka.

3. ZNAČAJKE NEKIH DIZELSKO-MOTORNH VLAKOVA

Od dizelsko-motornih vlakova HŽP za prigradski promet koristi dizelsko-hidraulične motorne vlakove serije 712/714 i dizelsko-mehaničke vlakove serije 812/818 (šinobus). Šinobusi su motorni vlakovi zastarjele konstrukcije, te se postupno stavljaju izvan uporabe i kasiraju. Prema opsegu prijevoza putnika u prigradskom prometu na neelektrificiranim prugama HŽP-a pojavljuje se potreba za nabavkom novih dizelsko-motornih vlakova. U tablici 1. je pregled osnovnih tehničko-eksploatacijskih značajki nekih poznatih europskih proizvođača [1,2,3,4].

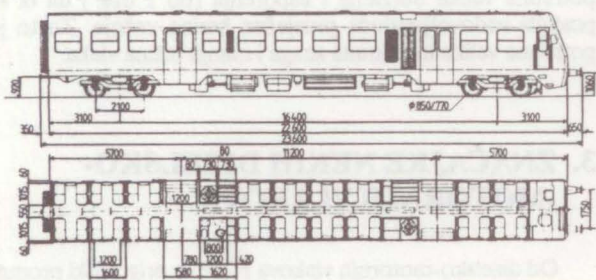


Slika 1. Dizelsko-hidraulična motorna kola serije 5047

Tablica 1. Značajke nekih dizelsko-motornih vlakova

Proizvođač ¹	Jenbacher W.	MAN GHH	Duewag	LHB	Đ. Đaković	Duewag	Duewag
Korisnik	ÖBB	CEH	NSB	Hessen	HŽP	DB	NS
Serijski broj	5047	Kategorija 2	BM/BS 92	VT/VS 2E	712/714	628.2/928.2	DH1
Sastav	MK	MK	MK+P	MK+P	MK+P	MK+P	MK
Raspored osovine	2'B'	B'B'	2'B'o+2'2'	B'o2'B'o	B'B'+2'2'	2'B'+2'2'	2'B'
Snaga diz. motora [kW]	419	2x305	2x375	2x228	2x210	410	212
Masa vlaka [t]	45	56	97	55	68	67	37
Jedinična snaga [kW/t]	9,31	10,89	7,36	8,29	6,18	6,12	5,73
Broj mjesta za putnike	62+40	72+55	136+10	96	144+68	122+21	56+7
Najveća brzina [km/h]	120	120	120	100	120	120	100
Ukupna duljina [mm]	25420	23600	49450	32500	44200	45400	22310
Tip dizelskog motora	Daimler-Benz OM 444 LA	MAN D2842 ME	Daimler-Benz OM 424 A	MAN D3256 BTYE	MAN D3256 BTXU	Daimler-Benz OM 444 A	Cummins NT 855 R4
Prijenosnik snage	Hidraulični Voith T320rs	Hidraulični	Električni BBC	Električni BBC	Hidraulični Voith T211r	Hidraulični Voith T320r	Hidraulični Voith T211r
Prikaz na slici broj	1	2	3	4	5	6	7

¹ Đ. Đaković: Tvornica lokomotiva "Đuro Đaković", Slavonski Brod, Hrvatska (Jenbacher W.: Jenbacher Werke AG, A-6200 Jembach) Duewag: Duewag AG, tvornica Uerdingen, Aptdo. 466, D-4150 Krefeld-Uerdingen (MAN GHH: MAN Ggutehoffnungshtte GmbH, Aptdo. 410100, D-8500 Nürnberg / LHB: Linke Hofmann-Busch GmbH.



Slika 2. Dizelsko-hidraulična motorna kola kategorije 2

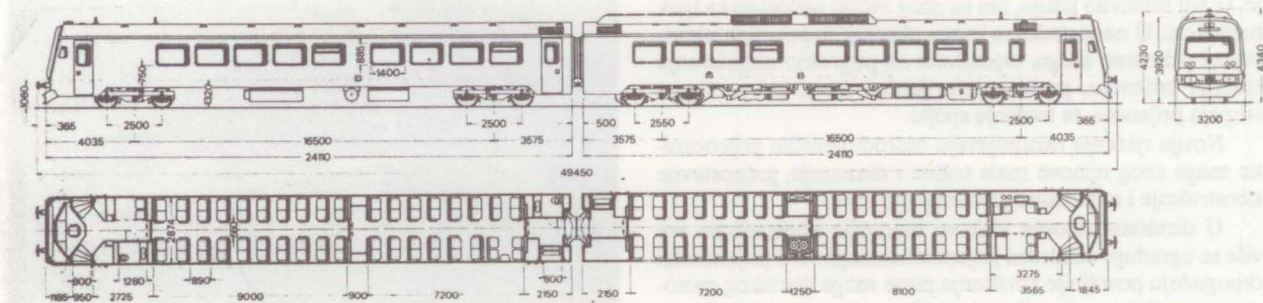
Iz tabličnog pregleda vidljivo je da se motorni vlakovi uglavnom izvode kao cjelina sastavljena od motornih kola i prikolica (dvodijelni vlak) s upravljačnicama na svakom kraju vlaka, te kao samostalna motorna kola. Pritom dvodijelni vlakovi imaju prijelaznice između kola i tehnički predstavljaju funkcionalnu cjelinu. Svi vlakovi su s okretnim postoljima, a motorna kola imaju jedno ili dva okretna postolja s pogonskim osovinama. U motorna kola ugrađuje se jedan ili dva dizelska motora, ovisno o potrebnoj snazi i raspoloživom ugrađenom prostoru. Dva dizelska motora poskupljuju

konstrukciju i povećavaju količinu potrebne opreme u prijenosu snage i regulaciji.

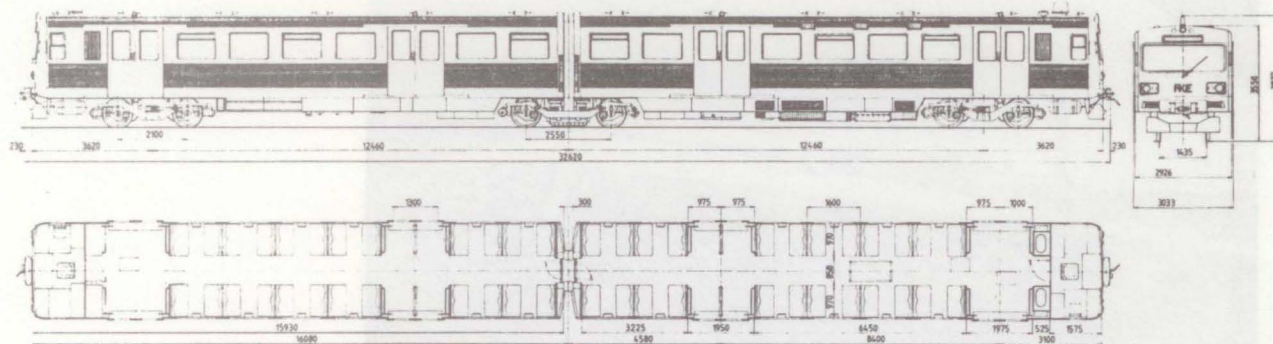
Instalirana snaga svedena na jedinicu mase važna je za ubrzanje vlaka, postizanje najveće brzine, djelotvorno svladavanje uspona i ostalih otpora vožnje. Za teške pruge s učestalim usponima potrebna je veća jedinična snaga, pa su tu u prednosti pojedinačna motorna kola, npr. motorna kola serije 5047 Austrijskih saveznih željeznica s jediničnom snagom 9,31 kW/t (sl.1), ili prototip motornih kola za Grčke željeznice kategorije 2 s 10,89 kW/t (sl. 2).

Na pretežito ravničarskim prugama instaliranom snagom zadovoljavaju dvodijelni vlakovi čija jedinična snaga iznosi više od 6 kW/t. Po tom kriteriju naročito se ističe motorni vlak serije BM/BS 92 (sl. 3) Norveških državnih željeznica, proizvodnje Duewag, koji ima jediničnu snagu 7,36 kW/t i najveću brzinu 140 km/h. Moderna konstrukcija ogleda se i u ugrađenom električnom prijenosniku snage. No, ovaj vlak ima veliku vlastitu masu, čak 97 t, što u odnosu na broj mjesta za putnike predstavlja veću potrošnju energije po prevezenom putniku, odnosno skuplju vožnju.

Vrlo visoku jediničnu snagu ima motorni vlak serije VT/VS 2E (sl. 4), čak 8,29 kW/t, zahvaljujući vrlo maloj vlastitoj masi (55 t). Ima i električni prijenosnik snage. Nedo-



Slika 3. Dizelsko-električni motorni vlak serije BM/BS 92



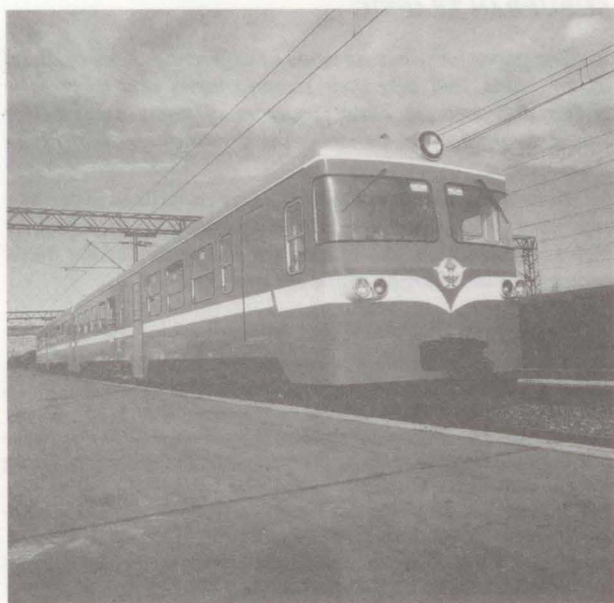
Slika 4. Dizelsko-električni motorni vlak serije VI/VS 2E

statkom se može smatrati nedovoljno velika najveća brzina vožnje (100 km/h) i manji broj mjesta za putnike (96).

Prema spomenutim kriterijima zadovoljavaju i vlakovi serije 712/714 (sl. 5) i 628.2/928.2 (sl. 6). Vlak serije 712/714, proizvodnje "Đ.Đaković", što ga koristi HŽP ima jediničnu snagu 6,18 kW/t, te uz vlastitu masu od 68 t raspolaže sa 144 sjedećih mjesta za putnike. No, on ima dva dizelska motora i dva hidraulična prijenosnika snage što usložnjava i poskupljuje konstrukciju i održavanje.

Motorni vlak serije 628.2/928.2, proizvodnje Duewag, što ga koriste Njemačke savezne željeznice, ima masu 67 t, 122 putnička mjesta i jediničnu snagu od 6,12 kW/t, koju ostvaruje s jednim dizelskim motorom. Ima hidrodinamički prijenosnik snage i postiže najveću brzinu od 120 km/h. Uz moderno mikroprocesorsko upravljanje predstavlja vrlo dobro rješenje za prigradski promet. Rješenje bi bilo još pogodnije kada bi takav vlak posjedovao električni prijenosnik snage.

Potrebno je još skrenuti pažnju na motorna kola serije DH1 Nizozemskih željeznica, proizvodnje Duewag (sl. 7). Ova kola su vrlo lagane konstrukcije (37 t), ali su ostali parametri lošiji. Jedinična snaga nešto je niža (5,73 kW/t), ima samo 56 mjesta za putnike, a najveća brzina 100 km/h.



Slika 5. Dizelsko-hidraulični motorni vlak serije 712/714

4. NEKI ASPEKTI DALJNJEG RAZVOJA

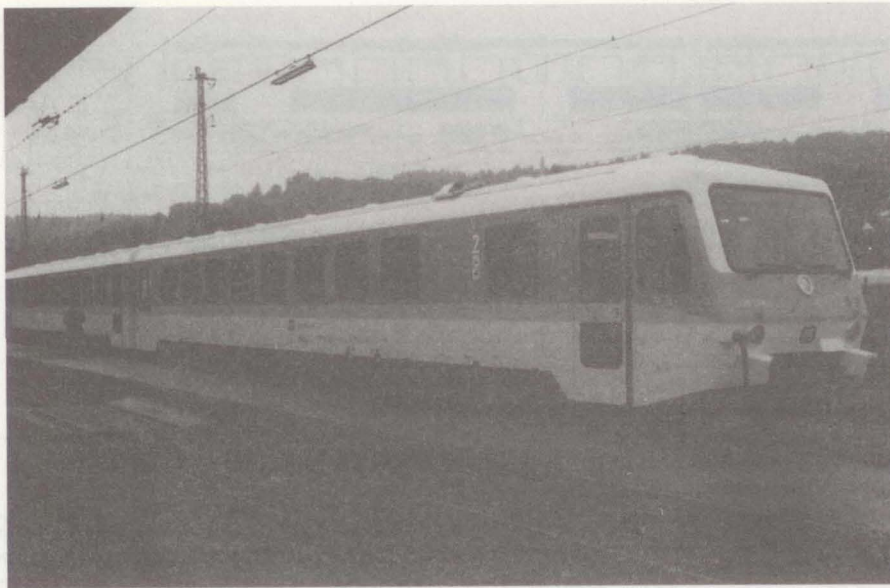
Prigradski željeznički promet mora biti privlačan za putnike. Atraktivnost tog prometa postiže se poboljšanjem udobnosti za putnike i povećanjem prosječne brzine vožnje. U tom smislu sve više se nastoji svakom putniku osigurati mjesto za sjedenje. Suvremeno rješenje putničkog prostora predviđa i mogućnost za prijevoz invalida, odnosno odgovarajući pristup s invalidskim kolicima. Pogodan je također jedan višenamjenski prostor na kraju kola, površine 6 do 8 m², u koji se mogu smjestiti bicikli, skije, veća prtljaga i slično.

Konstrukcija cijelog vlaka treba biti što je moguće lakša. Stoga se koš izrađuje kao samonoseća konstrukcija u obliku rešetke s oplatom. S obzirom na težinu, najpogodnije bi bilo kola izrađivati od aluminija. Međutim, to je skupa konstrukcija pa se rjeđe primjenjuje. Najčešće se koriste čelični profili izrađeni s dodatkom bakra za bolju zaštitu od korozije.

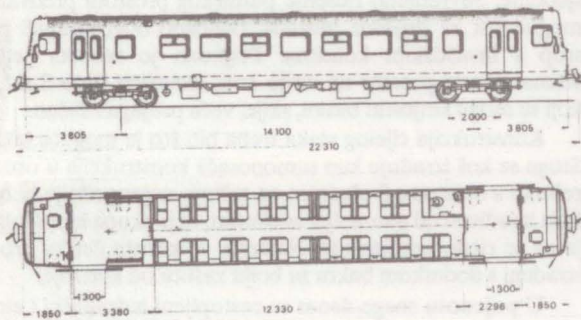
U prijenosu snage danas su zastupljeni hidraulični i električni prijenosnici. Hidraulični prijenosnici dosegli su već visok stupanj usavršenosti i imaju određene prednosti. Karakterizira ih primjena višestupjovitih hidrodinamičkih mjenjača za oba smjera vožnje, mogućnost kočenja uključivanjem suprotnog smjera vožnje i elektroničko impulsno upravljanje punjenja mjenjača uljem za male brzine. Danas su na raspolaganju i visokokvalitetna ulja za punjenje mjenjača. Međutim, pojava električnog prijenosnika trofazne struje s novim i kvalitetnim elektroničkim komponentama prihvaća se kao najbolji sustav za vučna vozila /5/. Najsloženiji sklop u prijenosniku snage, statički pretvarač, primjenom GTO-tiristora postao je jednostavniji, lakši, manji i jeftiniji. Tako su u budućnosti prednosti na strani izmjenično- izmjeničnog prijenosnika snage.

U području upravljanja motornim vlakom novija rješenja podrazumijevaju mikroprocesorsko upravljanje. To upravljanje obuhvaća obavljanje sljedećih osnovnih funkcija:

- upravljanje i nadzor dizelskog motora,
- kontinuirano upravljanje kočnicama i usklađivanje djelovanja svih ugrađenih kočnica,
- upravljanje i nadzor prijenosnika snage,
- upravljanje i nadzor uređaja na dizelskom motoru, kao što je kontrola tlaka, ulja za podmazivanje, kontrola količine i temperature rashladne tekućine i kontrola brzine vrtnje dizelskog motora,
- upravljanje i nadzor smjera vožnje i praznog hoda,
- signaliziranje brzine vožnje i kontrola najveće brzine,
- održavanje tražene konstantne brzine vožnje,
- regulacija brzine vožnje,



Slika 6. Dizelsko-hidraulični motorni vlak serije 628.2/928.2



Slika 7. Dizelsko-hidraulična motorna kola serije DH1

- višestruka vuča,
- upravljanje i kontrola pomoćnih pogona,
- upravljanje i kontrola ostalih funkcija bitnih za sigurno i pouzdano odvijanje ispravnog rada vlaka kao cjeline.

Osim toga, moderna mikroprocesorska oprema mora davati dijagnozu tehničkog stanja pojedinih agregata, sklopova i uređaja radi boljeg održavanja vlaka. Time se povećava raspoloživost vlaka zbog skraćivanja vremena bavljenja vlaka u radionicama, te se smanjuju troškovi održavanja.

Može se lako uočiti da je i na dizelsko-motornim vlakovima sve više električnih agregata i uređaja, te elektronske opreme. Za ispravno korištenje i održavanje takvih vlakova nužno je vrlo stručno osoblje. To će u budućnosti zahtijevati stanovite promjene u strukturi stručnog osoblja za eksploataciju i održavanja vučnih vozila.

5. ZAKLJUČAK

U uporabi i među proizvođačima postoji široki spektar različitih dizelsko-motornih vlakova namijenjenih prigradskom prometu na neelektrificiranim prugama. Eksploatacijom su ustanovljeni nedostaci i postavljeni zahtjevi za nove koncepcije takvih vlakova. Poznati proizvođači pronalaze suvremena rješenja za te postavljene zahtjeve.

Suvremeni motorni vlakovi imaju lakšu konstrukciju, a sve više se ugrađuju električni prijenosnici snage izmjenično-izmjeničnog tipa. Ovi prijenosnici pokazuju sve veći broj prednosti u odnosu na hidraulične. Uvodi se mikroprocesorsko upravljanje i kontrola nad osnovnim funkcijama vlaka.

Ovi vlakovi se najčešće izvode kao dvodijelni s upravljačnicama na svakom kraju vlaka, a za teže pruge s učestalim usponima, da bi se postigla zadovoljavajuća ubrzanja, izvode se kao jedna motorna kola ili motorni vlak s dvoja motorna kola.

Na odabir odgovarajućeg vlaka utječu tehnički, prometni, energetske, ekonomski i ostali kriteriji, te pritom treba biti vrlo studiozan i kompleksan pristup.

SUMMARY

DIESEL MOTOR TRAINS FOR SUBURBAN TRAFFIC

The paper furnishes a review of different designs of diesel motor trains, and lists their manufacturers and users. The author discusses the basic properties of trains designed for suburban traffic and indicates the possible trends of future development.

Individual practical propositions are committed to analysis regarding drive, transmission and operation of diesel motor trains. Furthermore, the criteria for the option of the diesel motor train in suburban traffic are reviewed.

LITERATURA

- [1] J. ZAVADA: Željeznička putnička vozila i njihov razvoj. JAZU, Bilten br. 2(1989), str. 38-42.
- [2] P. RAINER: Regionalni motorni vlakovi serije 5047 s dizelsko-hidrauličnim pogonom za austrijske savezne željeznice. Georg Siemens Verlagsbuchhandlung, 1990.
- [3] J. PLEGER: Situacion del desarrollo tecnologico en los automotores Diesel. Bundesbahn-Zentralamt München, 1990.
- [4] J. BECKER: Dieselhidraulische Triebwagen für die Griechische Staatsbahn. ETR 39(1990),4, str. 219-223.
- [5] Z. VALTER: Perspektive primjene hidrauličnog i električnog prijenosnika u dizel-vučni. Željeznice 46(1990) 8, str. 865-869.