

Sustav održavanja elektromotornih vlakova serije 6112

Jelić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:497427>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-09**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH
ZNANOSTI

Ivan Jelić

SUSTAV ODRŽAVANJA ELEKTROMOTORNIH VLAKOVA
SERIJE 6112

Diplomski rad

Zagreb, srpanj 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH
ZNANOSTI

Diplomski rad

SUSTAV ODRŽAVANJA ELEKTROMOTORNIH VLAKOVA
SERIJE 6112

THE ELECTRIC MULTIPLE UNITS (EMUs) SERIES 6112
MAINTENANCE SYSTEM

Mentor: izv.prof.dr.sc Mladen Nikšić

Student: Ivan Jelić, 0242038527

Zagreb, srpanj 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 6. lipnja 2022.

Zavod: **Zavod za željeznički promet**
Predmet: **Održavanje željezničkih vozila**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 6981

Pristupnik: **Ivan Jelić (0242038527)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Željeznički promet**

Zadatak: **Sustav održavanja elektromotornih vlakova serije 6112**

Opis zadatka:

U diplomskom radu potrebno je opisati tehnologiju održavanja željezničkih vozila i tehničke značajke elektromotornog vlaka serije 6112 s posebnim osvrtom na sustav tehničke kontrole na održavanju vozila te napraviti analizu kvarova vozila za jedan vozni red. Na temelju analize dosadašnjeg rada i analize kvarova EMV 6112 potrebno je predložiti rješenja koja bi poboljšala rad pojedinih sustava vlaka te omogućila racionalno i ekonomično ljudskih i tehničkih potencijala na održavanju vlaka.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

izv. prof. dr. sc. Mladen Nikšić

SAŽETAK

Vlak serije 6112 je niskopodni elektromotorni vlak koji je proizveden za potrebe HŽ Putničkog prijevoza. Projektiran je na način da uz minimalne promjene može udovoljiti potrebama prometovanja u gradsko-prigradskom i regionalnom prometu.

Proizvodnja navedenog vlaka uzrokovala je potrebu za suvremenom tehnologijom i održavanjem. Kontinuiranim prikupljanjem podataka o svakom vozilu i analizom kvarova dolazi se do značajnih saznanja i iskustava. Na osnovu stečenog iskustva upute za održavanje potrebno je kontinuirano optimizirati i prilagođavati.

Vlak serije 6112 osigurao je kvalitetniju uslugu željezničkoga putničkog prijevoza, povećanu raspoloživost, povoljnije uvjete eksploatacije i energetske učinkovitost.

KLJUČNE RIJEČI:

elektromotorni vlak (EMV), održavanje, kontrola kvalitete, raspoloživost

SUMMARY

The 6112 series train is a low-floor electric motor train that is manufactured for the purposes of HŽ Passenger Transport. It is designed in such a way that with minimal changes it can meet the needs of both urban-suburban and regional traffic.

The production of the 6112 series train caused the need for modern technology and maintenance. The continuous collection of data on each vehicle and the analysis of failures brings significant knowledge and experience. Based on the experience gained, maintenance instructions need to be continuously optimized and adjusted.

The 6112 series train has provided better rail passenger service, increased availability, more favorable exploitation conditions and energy efficiency.

KEYWORDS:

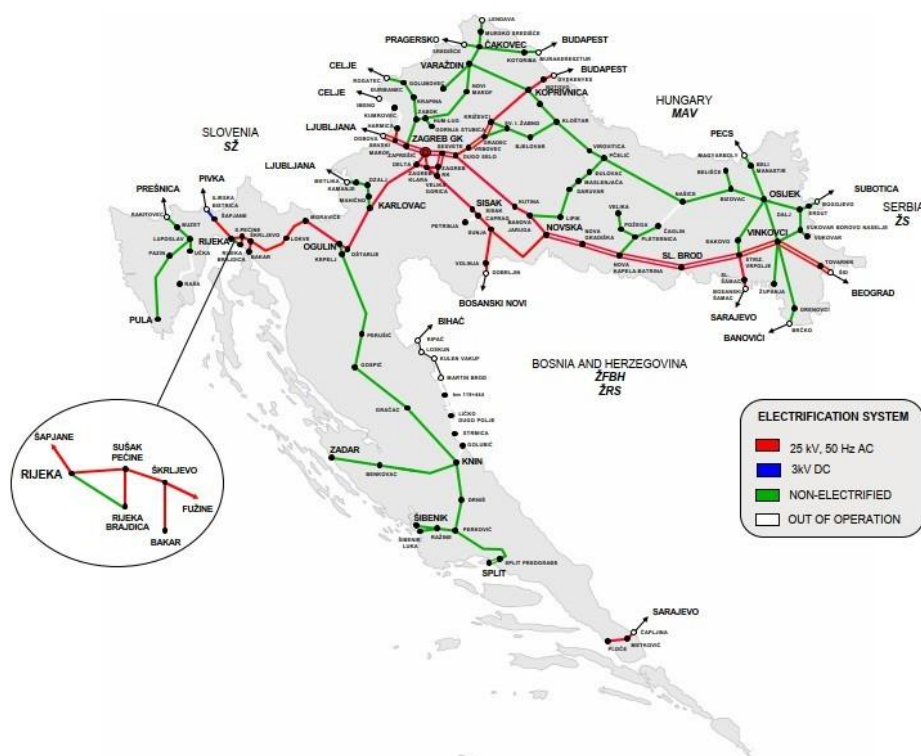
electric multiple units (EMU), maintenance, quality control, availability

Sadržaj:

1. Uvod.....	1
2. Tehnologija održavanja željezničkih vozila	3
2.1. Preventivno održavanje	8
2.2. Korektivno održavanje	11
3. Tehničke značajke elektromotornog vlaka serije 6112.....	12
4. Kontrolni pregledi elektromotornog vlaka 6112	20
5. Sustav tehničke kontrole na održavanju vozila	23
6. Pravilnici i upute za održavanje željezničkih vozila	29
7. Analiza kvarova vozila za vozni red 2020/2021	33
8. Zaključak	37
Literatura	39
Popis kratica	40
Popis slika	41
Popis tablica	42
Popis grafikona.....	43

1.Uvod

Ukupna građevinska duljina željezničke mreže u Republici Hrvatskoj iznosi 2.617 km, od čega je 2.343 km jednokolosiječnih (89,53%) i 274 km dvokolosiječnih (10,47%) pruga. S obzirom na elektrificiranost pružne mreže, 980 km (37,45%) pruga je elektrificirano, od čega 977 km izmjeničnim (AC) sustavom od 25 kV, 50 Hz, a preostala 3 km istosmjernim (DC) sustavom od 3 kV. Sustav elektrifikacije pruga u RH prikazan je na slici 1.



Slika 1. Sustav elektrifikacije pruga HŽ-a

Izvor: Izvješće o mreži 2022.

Zastarjelost voznog parka HŽ Putničkog prijevoza (HŽPP) predstavljala je veliku prepreku razvoju željezničkoga putničkog prijevoza u Hrvatskoj. Radi unaprjeđenja prijevozne usluge u drugoj polovici 2011. proizvedeni su prototipovi elektromotornih vlakova (EMV) serije 6112 za gradsko-prigradski i regionalni promet u konzorciju tvrtki TŽV Gredelj d.o.o. i KONČAR – Električna vozila d.d. (KEV). Uprave tvrtki HŽPP-a i KEV-a 2014. su potpisale ugovor o kupoprodaji 32 vlaka, a 2020. još 21 vlaka.

Realizacijom navedena dva ugovora do kraja 2024. HŽPP će organizaciju putničkog prijevoza na elektrificiranoj pružnoj mreži u Republici Hrvatskoj obavljati s ukupno 55 EMV-a serije 6112. Uvođenjem navedenih vlakova u promet putnicima se pruža veća udobnost, smanjuje

vrijeme putovanja, osigurava veći kapacitet i pouzdaniji prijevoz, odnosno poboljšava konkurentnost pruženih putničkih usluga.

EMV serije 6112 je niskopodni vlak za brzine do 160 km/h. Vlakovi su opremljeni rampama za ulazak i izlazak osoba u invalidskim kolicima i prostorom za bicikle, a kompletan putnički prostor je pod videonadzorom. Uz vizualne i audionajave kolodvora i stajališta, putnicima u vlaku omogućen je besplatni pristup internetu. Vlak ima mogućnost spajanja u kompoziciju od tri vlaka, što je izuzetno korisno u vršnim satima u gradsko-prigradskom prijevozu. Vlak ima izuzetno niske operativne troškove i pridonosi smanjenju onečišćenja okoliša. Proizvodnja ovog vlaka ima i višestruku korist za hrvatsko gospodarstvo.

Nabava novih vlakova sa suvremenom tehnologijom uzrokovala je potrebu za suvremenom tehnologijom i sustavom održavanja primjenjujući najmoderniju opremu za dijagnostiku i održavanje. Kvalitetno održavanje željezničkih vozila značajno je prvenstveno zbog poštivanja propisanih sigurnosnih kriterija prometovanja na prugama Republike Hrvatske, ali i očuvanja i produljenja vijeka trajanja te ekonomičnog korištenja vozila. Za troškove i program održavanja željezničkih vozila nadležan je vlasnik vozila HŽPP, a nositelj održavanja je tvrtka u njegovu vlasništvu Tehnički servisi željezničkih vozila d.o.o. (TSŽV).

Primarni zadatak ovog rada je opisati sustav održavanja EMV-a serije 6112, prostore u kojima se obavlja održavanje i cikluse održavanja, prikazati najučestalije kvarove i organizaciju održavanja radi preventivnog djelovanja na sve aktivnosti koje se odnose na održavanje kako bi se povećala uporaba vozila u prometu, a vrijeme i troškovi koji se odnosi na pripremu vozila sveli na najmanju moguću mjeru. Da bi se realizirao ukupni planirani učinak nabave novih vlakova, jednako važan je i kvalitetan sustav održavanja novonabavljenih prijevoznih sredstava.

2. Tehnologija održavanja željezničkih vozila

Tehnologija održavanja podrazumijeva postupak pregleda, popravka ili poboljšanja određenog uređaja, čime mu se otklanja kvar, poboljšava postojeće stanje ili produljuje radni vijek. Teorija održavanja temelji se na dva sukobljena zahtjeva:

- troškovi održavanja moraju biti što manji
- uređaj mora raditi pouzdano, odnosno održavanje mora biti što kvalitetnije i češće.

Ciljevi održavanja mogu se podijeliti na tehnološke i gospodarske. Tehnološki ciljevi održavanja:

- održavanje radne sposobnosti na potrebnoj razini
- uvođenje poboljšanja i usavršavanje
- produljenje radnog vijeka
- postizanje veće kvalitete.

Gospodarski ciljevi održavanja:

- najbolje iskorištenje opreme
- povećanje proizvodnosti
- povećanje ekonomičnosti održavanja.

Održavanje željezničkih vozila je kombinacija tehničkih, administrativnih, financijskih i upravljačkih aktivnosti radi zadržavanja ispravnog stanja vozila i njegove opreme ili vraćanja u stanje u kojemu vozilo može izvršavati temeljnu zadaću. Pod održavanjem se smatraju svi zahvati koji omogućuju rad vozila kao sustava i njegovih podsustava. Proces održavanja obuhvaća aktivnosti koje se provode sa zadaćom otklanjanja neispravnosti, odnosno sprečavanja njihova nastanka, a obilježavaju ga odnosi između pojedinih postupaka i vremena u kojemu se provode navedeni postupci.

Danas se proizvode sve složenija željeznička vozila s primijenjenom suvremenom konstrukcijom, elektronikom i mjernom opremom. Razvoj takvih željezničkih vozila i njihovih podsustava zahtijeva nove pristupe tehnologiji održavanja, dijagnostičku opremu i predviđanja ponašanja sustava i podsustava kako bi se osigurao željeni radni vijek vozila.

Sustav održavanja temelji se na preventivnom i korektivnom održavanju te kombinaciji preventivnog i korektivnog održavanja. Preventivno održavanje je održavanje koje se provodi prije nastanka kvara. Može se obavljati na osnovu prijeđenih kilometara, vremenskog

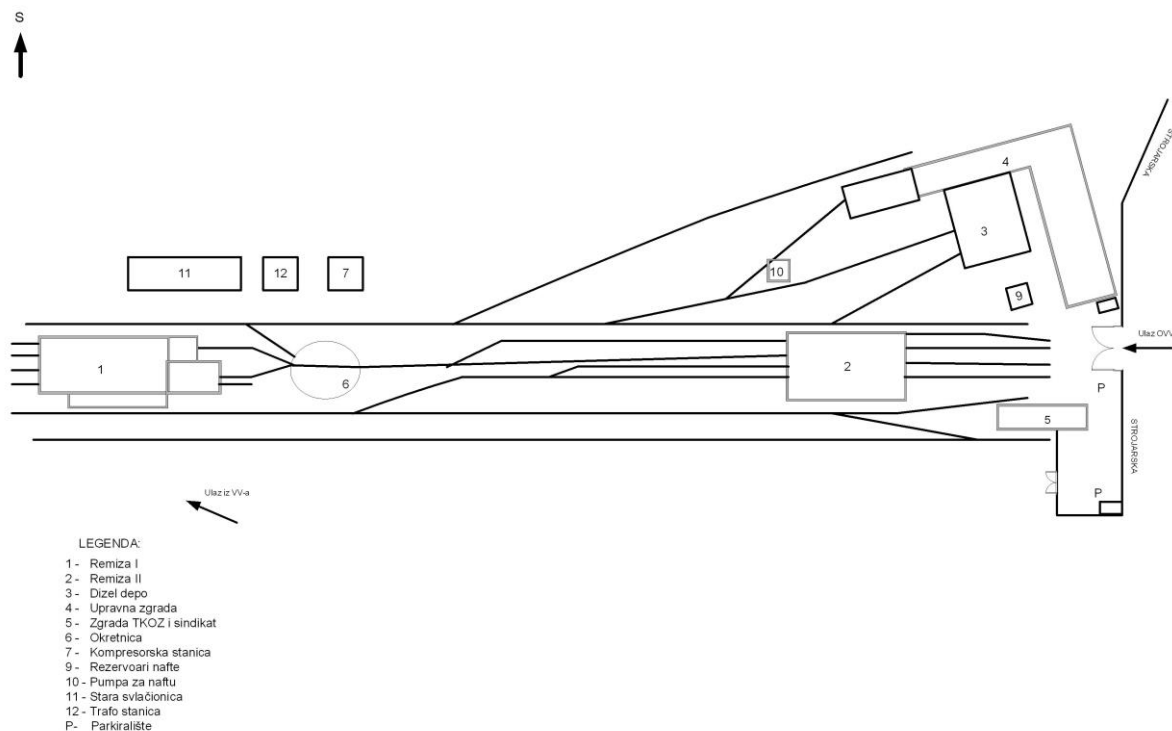
intervala, radnih sati, određenog broja izvršenih radnih operacija i sl. Cilj preventivnog održavanja je izbjeći negativna svojstva korektivnog održavanja. Korektivno održavanje je održavanje koje se provodi nakon što se pojavio kvar. Cilj korektivnog održavanja je otkloniti kvar u što kraćem razdoblju i dovesti vozilo u ispravno stanje.

Održavanje i popravak željezničkih vozila obavlja se u specijaliziranim radionicama (depoima) i tvrtkama za planski popravak željezničkih vozila. U radionicama se obavljaju servisni pregledi, kontrolni pregledi, izvanredni popravci i planski popravci (ako postoje uvjeti za to). Radionice u Republici Hrvatskoj uglavnom se nalaze u sastavu kolodvora, npr. radionice TSŽV-a u kolodvorima Zagreb GK, Zagreb RK, Vinkovci, Rijeka, Knin, Varaždin i drugima. U tvrtkama koje obavljaju planski popravak željezničkih vozila uglavnom se obavljaju planski popravci kao što su srednji popravak, veliki popravak te razne modifikacije na vozilima. Najbolji primjeri tvrtki za planski popravak željezničkih vozila u Hrvatskoj su KEV i TŽV Gredelj d.o.o. sa sjedištem u Zagrebu

Tvrtke u Hrvatskoj koje se bave održavanjem i popravkom željezničkih vozila:

- Končar – Električna vozila d.d.
- Tehnički servisi željezničkih vozila d.o.o.
- Održavanje vagona d.o.o.
- TŽV Gredelj d.o.o

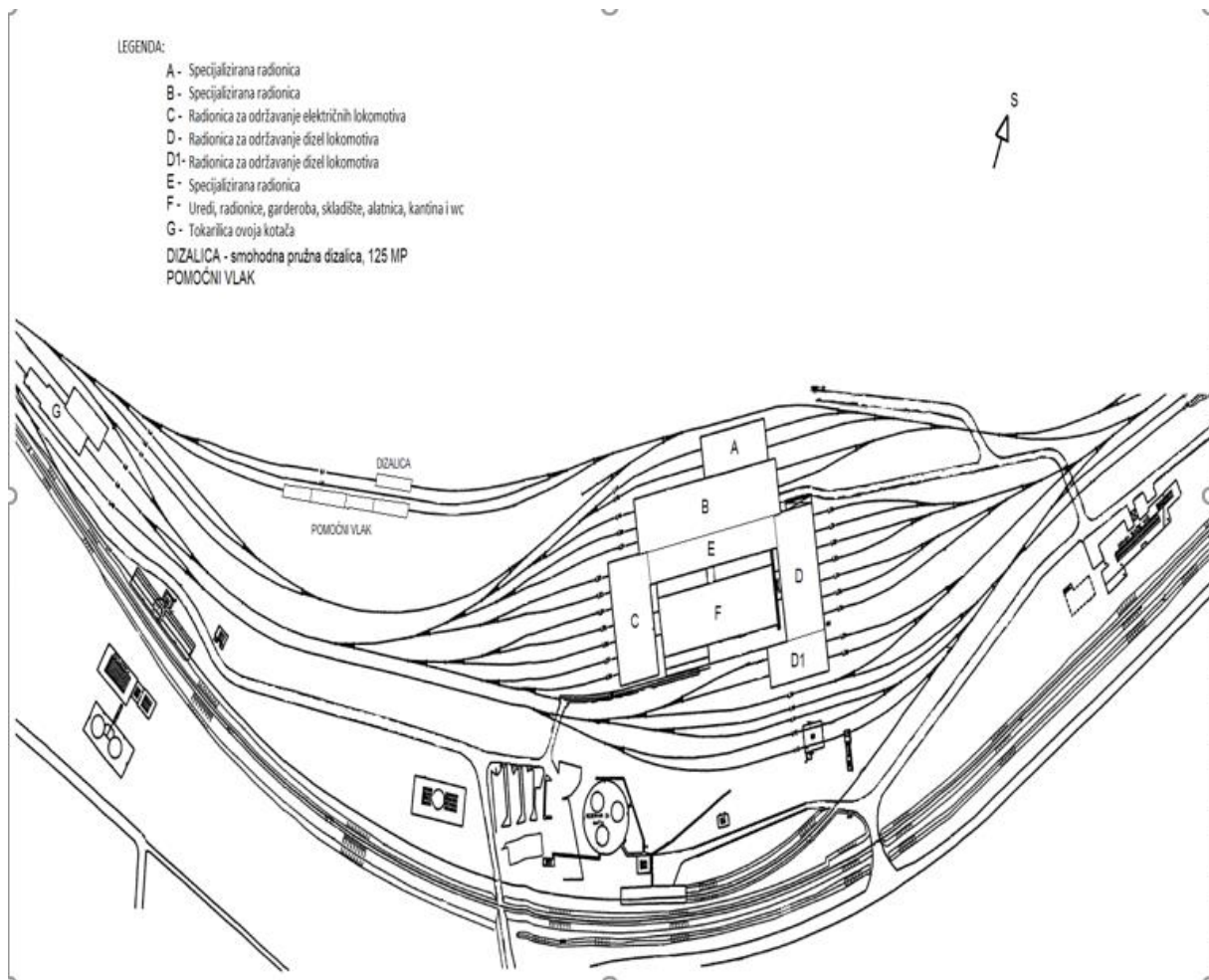
Radionica Zagreb Glavni kolodvor, koja je prikazana na slici 2., u kojoj posluju tvrtke Tehnički servisi željezničkih vozila i KONČAR – Električna vozila izvrstan je primjer radionice koja ima tehničko-tehnološke kapacitete za preventivno održavanje nižeg stupnja i manje popravke na električnim i dizelskim lokomotivama te električnim i dizel-električnim vlakovima. Preventivno održavanje nižeg stupnja (servisni pregledi, kontrolni pregled (KP) 1, KP3) i manji popravci niskopodnih EMV-a serije 6112 obavljaju se u navedenoj radionici.



Slika 2. Shematski prikaz radionice Zagreb – Glavni kolodvor

Izvor: Interna dokumentacija TSŽV-a

Radionica Zagreb Ranžirni kolodvor, koja je prikazana na slici 3., u kojoj posluje TSŽV izvrstan je primjer radionice koja ima sve tehničko-tehnološke kapacitete za redovno i izvanredno održavanje; od redovnih pregleda (RP) do razine srednjeg popravka, odnosno većih popravaka na električnim i dizelskim lokomotivama te električnim i dizel-električnim vlakovima. Radionica je opremljena vretenastim dizalicama za brzu izmjenu postolja, osovinskih sklopova, vučnih motora i opreme koja je smještena ispod donjeg okvira sanduka. Na toj lokaciji obavlja se i tokarenje profila kotača s kopirnim tokarskim strojem bez izvezivanja osovinskog sklopa.



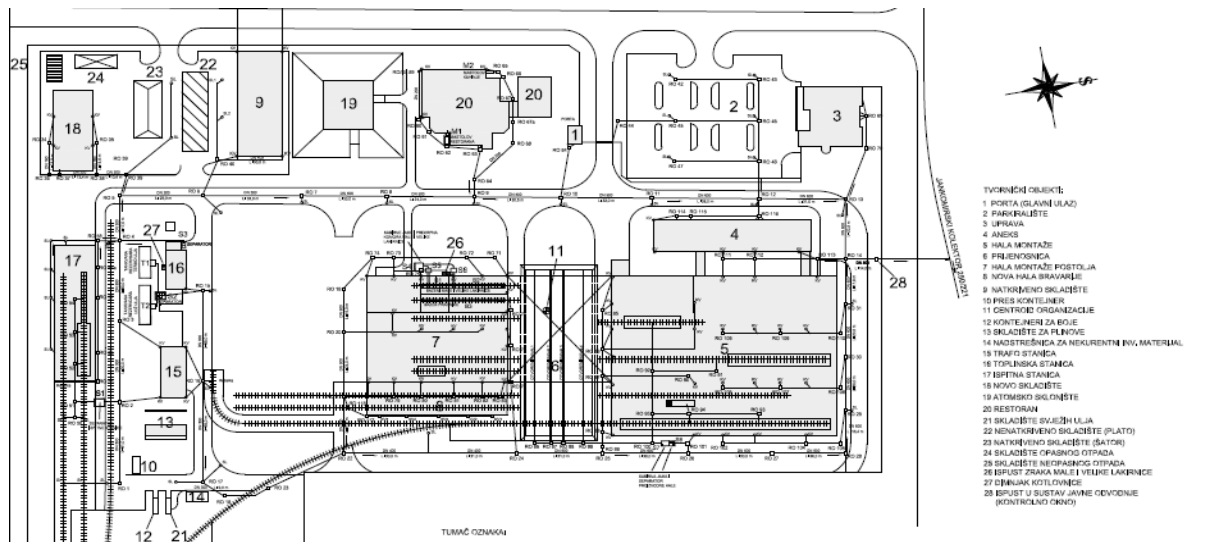
Slika 3. Shematski prikaz radionice Zagreb - Ranžirni kolodvor

Izvor: Interna dokumentacija TSŽV-a

Na shematskom prikazu na slici 4. prikazan je pogon KEV-a koji raspolaže sljedećim specijaliziranim radionicama i infrastrukturom potrebnom za proizvodnju, sve vrste popravaka i održavanja na željezničkim vozilima:¹

- specijalizirana radionica za zavarivačke radove
- specijalizirana radionica za održavanje vlačnog i odbojnog uređaja, automatskog i poluautomatskog kvačila, elemenata ovješnja i ogibljenja
- specijalizirana radionica za održavanje signalno-sigurnosnih i drugih uređaja (održavanje budnika, informatičkih displeja i elektroničkih upravljačkih i mjernih uređaja)
- kanal za pregled vozila odozdo
- skele/regali za pregled opreme na krovu vozila
- postrojenje za podešavanje okretnog postolja
- mosne dizalicama odgovarajuće nosivosti za rastavljanje vozila
- priključak za napajanje vlaka u radionici 150 kVA
- ispitna stanica sa poligonom i napajanjem 25 kV 50 Hz
- alati, uređaji i tehnička oprema.

U navedenom pogonu odvija se proizvodnja EMV-a serije 6112, preventivno održavanje (KP 4, KP 5) i veći popravci.



Slika 4. Shematski prikaz KEV-a

Izvor: Interna dokumentacija KEV-a

¹ <https://www.koncar-kev.hr/proizvodi-i-usluge/usluge-odrzavanja-i-iznajmljivanje-resursa>, preuzeto 18.05.2022.

2.1. Preventivno održavanje

Preventivno održavanje se provodi prema unaprijed izrađenom planu i rasporedu prije pojave kvara na vozilu. Rokove i obujam radova na pojedinoj vrsti preventivnog održavanja određuje vlasnik vozila uvažavajući preporuke proizvođača vozila i proizvođača pojedinih sklopova na vozilu. Planiranje preventivnog održavanja željezničkih vozila se temelji na:

- broju prijeđenih kilometara
- vremenskom intervalu
- broju radnih sati
- broju izvršenih radnih operacija
- utrošenom gorivu.

Preventivno održavanje se dijeli na dvije kategorije:

a) preventivno održavanje manjeg obujma – podrazumijeva obavljanje radnji kao što su podmazivanje, čišćenje, podešavanje, ugradnja, dopunjavanje, mjerenje, provjere i sl. kako bi se osigurao kvalitetan i siguran rad vozila. Radove obavljaju za to obučeni djelatnici koristeći jednostavne alate i uređaje. Izuzetno je bitno pravodobno upućivanje vozila i pojedinih sklopova na preventivno održavanje te temeljno i stručno izvršenje istoga kako bi se izbjeglo narušavanje učinkovitosti cjelokupnog sustava. Osoblje koje brine o organizaciji i izvršenju preventivnog održavanja manjeg obujma mora nastojati isto obaviti izvan radnog vremena vozila ukoliko to plan rada odnosno vozni red dopušta.

b) preventivno održavanje većeg obujma – vozilo je izvan prometa sve dok se ne izvrše sve planirane zadaće. Zamjenjuju se dijelovi kod kojih se očekuje potencijalni prestanak rada u bliskoj budućnosti, a prema vremenskim intervalima i kriterijima za preventivno održavanje željezničkih vozila. Na željezničkim vozilima preventivno održavanje većeg obujma se uglavnom odnosilo na srednji i veliki popravak vozila, ali liberalizacijom željezničkog prometa pojavila su se suvremenija vozila različitih proizvođača te tako i drugačiji pristupi preventivnom održavanju većeg obujma.

U prošlosti proizvođači i vlasnici željezničkih vozila u sustavu Hrvatskih željeznica nisu dovoljno pozornosti pridavali preventivnom održavanju vozila. Proizvođači vozila i pojedinih sklopova na vozilima nisu imali dovoljno detaljno propisane upute za održavanje, a tvrtke vlasnice vozila zbog ušteda su izbjegavale trošenje značajnih financijskih sredstava na preventivno održavanje i modernizaciju vozila. Intervali preventivnog održavanja vučnih vozila HŽPP-a prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Intervali preventivnog održavanja vučnih vozila HŽPP-a

Serijski broj vozila	KP 1	KP 2	KP3	KP4	K5
1141-300	30 dana ili 20.000 km	40.000 km	80.000 km	160.000 km	1.000.000 km ili 7 godina od RP
1142	30 dana ili 20.000 km	40.000 km	80.000 km	160.000 km	1.000.000 km ili 7 godina od RP
2044	30 dana ili 15.000 km	30.000 km	60.000 km	120.000 km	720.000 km ili 7 godina od RP
2132-300	30 dana ili 7.000 km	14.000 km	28.000 km	56.000 km	400.000 km ili 7 godina od RP
7121	30 dana ili 15.000 km	30.000 km	60.000 km	120.000 km	750.000 km ili 7 godina od RP
7122	30 dana ili 15.000 km	30.000 km	60.000 km	120.000 km	750.000 km ili 7 godina od RP
7123	30 dana ili 20.000 km	40.000 km	80.000 km	160.000 km	1.000.000 km ili 7 godina od RP
6111	30 dana ili 20.000 km	40.000 km	80.000 km	160.000 km	1.100.000 km ili 7 godina od RP
7022	30 dana ili 20.000 km	40.000 km	80.000 km	160.000 km	1.000.000 km ili 7 godina od RP
7023	30 dana ili 20.000 km	40.000 km	80.000 km	160.000 km	1.000.000 km ili 7 godina od RP
6112	30 dana ili 20.000 km	40.000 km	80.000 km	160.000 km	1.000.000 km ili 7 godina od RP

Izvor: Službeni vjesnik HŽ Putničkog prijevoza d.o.o, Zagreb 2020.

Najveći proizvođači željezničkih vozila prepoznali su važnost preventivnog održavanja kao temelja dugovječnosti i pouzdanosti njihovih vozila. Primjer za to je tvrtka Siemens koja je do najsitnijeg detalja propisala intervale i postupke održavanja svojih vozila, a svojim kupcima sama nudi puni paket održavanja, isporuku rezervnih dijelova, mobilno osoblje i radionice diljem Europe. Intervali preventivnog održavanja trenutno najsuvremenije i najprodavanije lokomotive Siemens Vectron prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Intervali preventivnog održavanja lokomotive Siemens Vectron

Stupanj održavanja	Opis	Planirani interval (km)	Granični interval (km)	Planirani interval (god.)
N	Pregled	30.000	33.000	
I1	Provjera 1	150.000	165.000	
I2	Provjera 2	300.000	330.000	
I3	Provjera 3	600.000	660.000	
S1	Polugodišnja sigurnosna provjera			0.5
S2	Godišnja sigurnosna provjera			1
S3	Dvogodišnja sigurnosna provjera			2
D1	Pregled okretnog postolja 1	1.200.000	1.260.000	8
D2	Pregled okretnog postolja 2	2.400.000	2.520.000	16
R1	Pregled 1	1.200.000	1.260.000	
R2	Pregled 2	2.400.000	2.520.000	

Izvor: Siemens Mobility, Program održavanja i popravaka Vectron X-4, München 2021.

Uz klasično planirano preventivno održavanje koje se provodi u nepromijenjenim vremenskim intervalima ili na temelju prijeđenih kilometara, postoje suvremeni pristupi s ciljem optimiziranja održavanja ² :

- uravnoteženo održavanje
- održavanje prema stanju (*Condition Based Maintenance* - CBM)
- pouzdanosti usmjereno održavanje (*Reliability Centered Maintenance* – RCM)

Uravnoteženo održavanje određuje podjelu potrebnog vremena za određenu aktivnost održavanja na manje dijelove, a obavlja se u vremenima smanjene prometne potražnje u cjelokupnom željezničkom sustavu. Primjenom navedenog modela može rasti raspoloživost vozila.

Održavanje prema stanju (CBM) određuje provođenje aktivnosti održavanja isključivo prema kriteriju istrošenosti (kotača, ležajeva itd.) ili stanja određenog dijela odnosno sklopa. Preventivno održavanje bit će mnogo ekonomičnije korištenjem ovog modela. Primjer uspješne primjene održavanja prema stanju je praksa velikih europskih kompanija za leasing željezničkih vozila koje uslijed istrošenosti kotača na njihovim vozilima u suradnji sa svojim radionicama partnerima zamjenjuju okretna postolja i vozilo je prijevozniku raspoloživo nakon svega 1-2 radna dana.

Pouzdanosti usmjereno održavanje (RCM) jest model za dostizanje optimiziranog i ekonomičnog sustava održavanja provođenjem *cost/benefit* kompromisnih analiza (npr. Trošak aktivnosti održavanja u odnosu na trošak kvara koji utječe na funkcionalnost bez navedene aktivnosti).

2.2. Korektivno održavanje

Korektivno održavanje na željezničkim vozilima provodi se nakon pojave kvara na vozilu ili opremi. Korektivno održavanje naziva se i izvanredno, neplansko ili interventno održavanje. Potreba za korektivnim održavanjem rezultira višim troškovima popravka i potrošnji vremena koje je predviđeno za eksploataciju. Učestalija potreba za korektivnim održavanjem pojavljuje se kod starijih vozila i novih vozila prije nego što prođe razdoblje uhadavanja.

Pojavom sve jače tržišne konkurencije proizvođači i vlasnici vozila svoje tendencije prema primjeni organiziranog i učinkovitog programa preventivnog umjesto korektivnog održavanja..

² Nikšić M. *Utjecaj kvalitete održavanja na vijek trajanja željezničkih vozila*, Disertacija, Sveučilište u Zagrebu; 2010.

3. Tehničke značajke elektromotornog vlaka serije 6112

EMV serije 6112 projektiran je na način da s istim sandukom, pogonom, sustavom klimatizacije i uz minimalne promjene u interijeru udovolji potrebama prometovanja u gradsko-prigradskom i regionalnom prometu. Vlak čine sljedeća četiri modula (slika 5.):

- A/B krajnji pogonski modul s upravljačnicom - jedan kraj oslonjen je na pogonsko okretno postolje, a drugi na nosivo međupostolje na spoju dva modula (slika 6.)
- C1/C2 putnički modul - ugrađuje se između krajnjih modula s upravljačnicama i oslanja na dva međupostolja na spojevima dvaju modula (slika 7.).



Slika 5. Konfiguracija elektromotornog vlaka 6112

Izvor: Končar -Električna vozila, Tehnički opis elektromotornog vlaka 6112, Zagreb 2015.

Moduli su opremljeni vratima i sjedištima koji su raspoređeni ovisno jesu li namijenjeni gradsko-prigradskom ili regionalnom prometu. Putnički prostori modula su spojeni mjhovima, te tako čine jedinstveni prostor. Vlak je opremljen opremom za ulaz osoba s invalidskim kolicima te prostorom za smještaj invalidskih kolica i djece u kolicima. Putnički prostor je adekvatno grijan i hlađen.³

³ Končar – Električna vozila, *Uputa za održavanje EMV-a serije 6112 prvi dio*, Zagreb 2015.

Tablica 3. Osnovni tehnički podaci EMV-a 6112

Raspored osovina	Bo'2'2'2'Bo'
Dužina	75000 mm
Širina sanduka	2885 mm
Razmak osovinskih sklopova	2700 mm
Promjer kotača pogonskog postolja nov/istrošen	860/790
Promjer kotača slobodnog postolja nov/istrošen	750/690
Vlastita masa	139.8 t
Dozvoljeni osovinski pritisak	190 kN
Nazivni napon mreže i frekvencija	25kV / 50 Hz
Najveća vučna sila	200 kN
Najveća brzina	160 km/h
Najmanji polumjer zavoja u prometu	150 m
Najmanji polumjer zavoja	Prolaznost brzinom 5 km/h, unutar radionica za opravak i održavanje vozila, kolosiječnim lukom minimalnog polumjera 90 m praznog MV-a

Izvor: Končar -Električna vozila, Uputa za održavanje elektromotornog vlaka 6112, Zagreb 2015.

Glavni okvir i sanduk izrađuju se od čelika kao jedinstvena cjelina čiji svi elementi sudjeluju u preuzimanju predviđenih opterećenja. Predviđena trajnost glavnog okvira i sanduka je 50 g.. Sljedeći elementi izvode se u dva oblika⁴:

- krajnji moduli sa strojarnicom, upravljačnicom i putničkim prostorom
- srednji moduli u kojima se nalazi samo putnički prostor.

⁴ Končar – Električna vozila, Uputa za održavanje EMV-a serije 6112 prvi dio, Zagreb 2015.



Slika 6. Sanduk A/B

Izvor: Končar -Električna vozila, Uputa za održavanje elektromotornog vlaka 6112, Zagreb 2015.



Slika 7. Sanduk C1/C2

Izvor: Končar -Električna vozila, Uputa za održavanje elektromotornog vlaka 6112, Zagreb 2015.

Vozilo ima dva pogonska i tri slobodna okretna postolja. Okviri okretnih postolja izvedeni su kao zavarena konstrukcija čeličnih limova i čeličnog lijeva.

U pogonskim okretnim postoljima (Slika 8.) nalaze se osovinski sklopovi, dva trofazna kavezna asinkrona vučna motora snage po 525 kW, reduktor, spojka, elementi primarnog i sekundarnog ogibljenja te pneumatske kočnice. Na okviru postolja ugrađena su ležišta za sljedeću opremu: vučnog elektromotora, prijenosnika, pjeskara, čistača tračnica, sustava za podmazivanje vijenaca kotača, elemenata pneumatske kočnice, mjernih uređaja i četkica za uzemljenje. Dozvoljeni osovinski pritisak je 19 t.



Slika 8. Pogonsko okretno postolje

Izvor: Končar -Električna vozila, Uputa za održavanje elektromotornog vlaka 6112, Zagreb 2015.

Slobodna okretna postolja (tzv. Jacobs)(Slika 9.) nalaze se na spojevima sanduka. Opremljena su osovinskim sklopovima, elementima primarnog i sekundarnog ogibljenja te pneumatskom kočnicom. Osim disk kočnica, dva Jacobs postolja opremljena su i magnetsko tračničkim kočnicama.

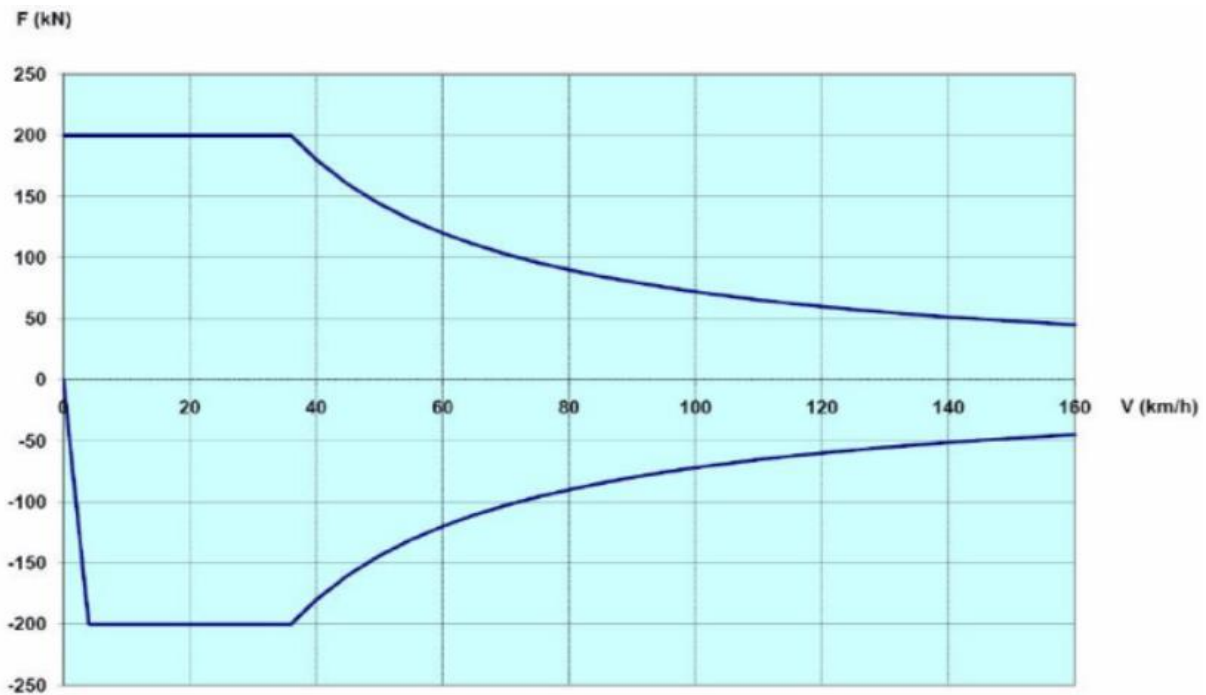


Slika 9. Slobodno okretno postolje (tzv. Jacobs)

Izvor: Končar -Električna vozila, Uputa za održavanje elektromotornog vlaka 6112, Zagreb 2015.

Pogon vlaka sastoji se od dvije identične vučne jedinice. Svaku vučnu jedinicu čine jedan transformator, dva pretvarača vuče i dva asinkrona vučna motora smještena na motornom postolju. Svaki pretvarač vuče sastoji se od dva ulazna pretvarača, istosmjernog međukruga i izlaznog izmjenjivača. Konstrukcija pretvarača je modularne izvedbe te na taj način omogućuje servisiranje zamjenom manjih modula lakših od 50 kg. Transformatori su smješteni na krovu iznad strojarnica i hlađeni su prisilno uljem i zrakom. Vučni motor vlaka je trofazni asinkroni motor tipa V6AOJ 355-04 namijenjen za pogon preko frekventnog pretvarača IGBT tranzistorima. Snaga motora je 525 kW i projektirana je tako da se i uz gubitke na prijenosu na osovini kotača dobije snaga veća od 500 kW. Hlađenje motora ostvareno je zrakom koji se u motor upuhuje ventilatorom na krovu vozila kako bi se u čim većoj mjeri osigurala odgovarajuća čistoća zraka i smanjila buka u unutrašnjosti vlaka i okolini. Pogon je ostvaren preko IGBT pretvarača i projektiran je u skladu s najnovijim dostignućima u tom području tako da omogućuje velika ubrzanja i česta kočenja, a traži minimalno održavanje. Pogon osigurava ubrzanje vozila od 120 km/h u manje od jedne minute. Mikroprocesorski sustav glavnog pogona sadrži funkcije mjerenja, zaštite, dijagnostike i memoriranja kvarova.⁵

⁵ Končar – Električna vozila, Uputa za održavanje EMV-a serije 6112 prvi dio, Zagreb 2015.



Grafikon 1. Vučno – kočna karakteristika EMV-a 6112

Izvor: Končar -Električna vozila, Uputa za održavanje elektromotornog vlaka 6112, Zagreb 2015.

Pomoćni pogon EMV-a (slika 10.) obuhvaća pretvarače pomoćnog pogona i trošila. Na EMV-u su dva identična pretvarača za napajanje pomoćnog pogona, od kojih je svaki smješten u jednu motornu glavu. Svaki pretvarač sastoji se od ulaznog pretvarača, istosmjernog međukruga, dva izlazna izmjenjivača i punjača baterija.⁶

⁶ Končar – Električna vozila, Uputa za održavanje EMV-a serije 6112 prvi dio, Zagreb 2015.



Slika 10. Pretvarač pomoćnog pogona (PJUT)

Izvor: Končar -Električna vozila, Uputa za održavanje elektromotornog vlaka 6112, Zagreb 2015.

Na krovu središnjih modula C1 i C2 smješteni su kompresorski agregati SFO 9.5/2 (slika 11.) tvrtke SERVIKOM - KOMPRESORJI za proizvodnju i pripremu zraka. Sastoje se od klipnog bezuljnog kompresora i paralelnoga membranskog sušača zraka. Kompresorski agregat osigurava stlačeni zrak za kočnice i pneumatske instalacije. Kapacitet uređaja je 675 l/min.⁷

⁷ Končar – Električna vozila, Tehnički opis EMV-a serije 6112, Zagreb 2015.



Slika 11. Kompresorski agregat SFO 9.5/2

Izvor: Končar -Električna vozila, Tehnički opis elektromotornog vlaka 6112, Zagreb 2015.

Pomoćni kompresor služi prvenstveno za podizanje pantografa i nalazi se u stalku s pneumatskom opremom.

Sustav kočnice se sastoji od⁸:

- elektrodinamičke rekuperativne kočnice (ED)
- elektropneumatske kočnice vozila (EB)
- magnetske tračničke kočnice.

Pri kočenju prioritet ima elektrodinamička rekuperativna kočnica (ED). Prilikom zavođenja elektromotornog kočenja vučni motori vlaka rade kao generatori i preko pretvarača glavnog pogona energiju kočenja pretvaraju u izmjeničnu struju koju vraćaju u kontaktnu mrežu. Prednosti ove kočnice su netrošenje mehaničkih komponenti i vraćanje energije u mrežu. Nedostatci su limitirana sila kočenja zbog djelovanja na samo četiri pogonske osovine vlaka i nemogućnost korištenja u slučaju da mreža ne može preuzeti energiju kočenja. Upravljanje sustavom kočnice izvedeno je tako da glavno računalo kočnice koristi ED koliko god je to moguće, a ako to nije dovoljno, uključuju se ostale kočnice.

Elektropneumatska kočnica vozila (EB) jedina djeluje na sve osovine vlaka i radi neovisno o kontaktnoj mreži. Može biti aktivirana na dva načina: ispuštanjem zraka iz glavnog voda vozila i pomoću ručice kontrolera vozila.

⁸ Končar – Električna vozila, Uputa za održavanje EMV-a serije 6112 drugi dio, Zagreb 2015.

Magnetska tračnička kočnica ugrađena je na dva slobodna okretna postolja pod krajevima kola A i B. Magnetska tračnička kočnica uključuje se samo u slučaju opasnosti ili kada je zadan direktan nalog za njezino uključenje, a brzina vozila veća od oko 25 km/h.

Centralni upravljački uređaj (DIRT) je mikroprocesorski sustav sa standardiziranim komunikacijskim sučeljima namijenjen za upravljanje, regulaciju, nadzor, zaštitu i dijagnostiku u vozilima. Uređaj je modularne izvedbe i ima jednostavno, korisnički orijentirano grafičko programiranje funkcija. Uređaj DIRT/EMV podržava slijedeće funkcije⁹:

- upravljanje funkcijama glavnih i pomoćnih pogona
- prilagođenje mjernih signala
- komunikacija s glavnim elektromotornim pogonima
- komunikacija s uređajima pridruženim sabirnicama vozila
- podrška inteligentnih prikaznih jedinica (dijagnostički paneli) ugrađeni u upravljačnice vozila
- registracija događaja
- podrška dijela funkcija protuklizne zaštite (zajedno s elektromotornim pogonima i pneumatskim kočnicama).

Omogućeno je povezivanje tri EMV-a u jednu cjelinu preko automatskih kvačila. Upravljanje povezanim EMV-ima identično je kao da se vozi pojedinačno, a preko PC panela i signalne ploče strojovođa dobiva podatke i vrši nadzor pogona svih EMV-a u kompoziciji.

⁹ Končar – Električna vozila, Uputa za održavanje EMV-a serije 6112 drugi dio, Zagreb 2015.

4. Kontrolni pregledi elektromotornog vlaka 6112

Kontrolni pregled vučnih vozila obavlja se radi periodičke provjere ispravnosti podsustava, sklopova i uređaja vučnog vozila prema ciklusima i u opsegu koji utvrđuje posjednik vozila. Uz radove koje je za pojedino vozilo propisao proizvođač, na kontrolnom pregledu obavezno se obavlja:

- provjera funkcionalne ispravnosti dijelova i sklopova
- zamjena istrošenih i oštećenih dijelova i sklopova
- provjera i mjerenje parametara pojedinih dijelova, sklopova i medija te njihovo dovođenje u okvir propisane vrijednosti
- izmjena i dopuna maziva
- djelomično bojanje unutarnjih oplata, sanduka i postolja.

Ovisno o vrsti i tipu vučnog vozila posjednik utvrđuje vrste kontrolnih pregleda (KP) i njihov redoslijed za pojedino vučno vozilo.

Radovi redovnog održavanja vlaka 6112 se obavljaju periodički i to¹⁰:

- KP 1 – 15.000 km ili 30 dana
- KP 2 – 45.000 km ili 3 mjeseca
- KP 3 – 90.000 km ili 6 mjeseci
- KP 4 – 180.000 km ili godinu dana
- KP 5 – 720.000 km ili 4 godine.

Ciklus redovnih pregleda vlaka provodi se prema sljedećem ciklusu: KP1 – KP1 – KP3 – KP1 – KP1 – KP6 – KP1 – KP1 – KP3 – KP1 – KP1 – KP12, što predstavlja 180.000 km ili najviše jednu godinu provedenu u prometu. Takav ciklus radova redovnog održavanja vlakova osigurava visoku pouzdanost i minimalne troškove održavanja. Svake četiri godine umjesto KP 4 obavlja se KP 5.

Svakih 2.200.000 km ili najviše 12 godina (+1g+1g) obavljaju se veći zahvati na vlaku. Nakon prvih 12 godina obavlja se srednji popravak, a nakon sljedećih 12 godina veliki popravak.

Radovi na KP 1 odnose se na otklanjanje primjedbi upisanih u knjigu primopredaje vučnog vozila, vizualnu kontrolu, nadopunu pogonskih sredstava, mjerenje profila i promjera kotača, čišćenje upravljačnice i putničkog prostora, očitavanje loggера kvarova PGP-a i DIRT-a, očitavanje brzinomjera te ispitivanje vlaka. Potrebno je vizualno prekontrolirati sanduk (iznutra i izvana), krovnu opremu (odvodnike prenapona, pantografe, rastavljače, glavni prekidač, naponski mjerni transformator), vrata, cjevovode, spojeve i sapnice podmazivanja

¹⁰ Končar – Električna vozila, *Radovi redovnog održavanja i kontrolnih pregleda niskopodnog vlaka serije HŽ 6112*, Zagreb 2020.

vijenca kotača i pjeskara, opruge, osovinski slog, sjedišta i plombe. Nadopuna pogonskih sredstava odnosi se na nadopunu pijeska, maziva za podmazivanje vijenaca kotača, sredstva za pranje stakla i vode u WC-u. Ispitivanje vlaka odnosi se na kontrolu ispravnosti kočnice, rasvjete, RDV-a, budnika, autostopa, sustava ozvučenja, videonadzora, najave stanica, multimedije i Wi-Fi sustava, rada pomoćnog kompresora, kompresora, pomoćnog pogona, sirena, vrata, podmazivanja vijenca kotača i pjeskarenja, pranja i brisanja čeonih stakala te rampe za osobe u invalidskim kolicima..

Uz sve radove koji se obavljaju na KP-u 1, KP 2 obuhvaća i vizualnu kontrolu transformatora i razine ulja tijekom rada, AS uređaja, elastične prirubnice davača brzine i vučnih motora, provjeru funkcija svih komponenti WC-a, podmazivanje ležajeva, zglobova i cilindara pantografa, čišćenje i podmazivanje automatskog kvačila i zamjenu filtera zraka klima-uređaja putničkog prostora.

Uz sve radove propisane KP-ima 1 i 2, KP 3 propisuje i detaljniji pregled određenih komponenti. Na krovu vlaka potrebno je očistiti izolatore, podesiti sile pantografa te vrijeme spuštanja i dizanja, podmazati kontakte rastavljača, provjeriti i očistiti izmjenjivač topline hladila glavnog transformatora i po potrebi zamijeniti silikagel. Potrebno je kontrolirati i očistiti hladnjak PGP-a, kontrolirati opće stanje PJUT-a, prekontrolirati davač brzine, izvršiti provjeru energetskih vodiča i davača broja okretaja vučnih motora, akumulatorskih baterija i funkcionalnosti nivelacijskog i diferencijalnog ventila sustava nivelacije.

Uz sve navedene radove na prethodnim KP-ima, na KP-u 4 obavljaju se dodatni radovi na glavnom prekidaču, glavnom transformatoru, hladnjaku PGP-a, pretvaraču pomoćnog pogona, ormaru elektronike, klima-uređaju upravljačnice i putničkog prostora, upravljačkoj opremi u upravljačnici, vratima putničkog prostora, mijehu s prelaznicom, glavnom i pomoćnom kompresoru, pročistaču zraka, automatskom i pomoćnom kvačilu, osovinskom slogu i za osobe s invaliditetom. Na glavnom prekidaču potrebno je pregledati brojač ciklusa i izmjeriti pomak glavnih kontakata. U glavnom transformatoru djelatnici moraju provjeriti kvalitetu ulja i pumpu za ulje, odušnik, otporni termometar, indikatore protoka i razine ulja, uljokaz, uzemljenje i zaštitnu boju kotla. Potrebno je dotegnuti vijke gumenih cijevi hladnjaka PGP-a i očistiti unutrašnjost, hladilo i sklopnike. U ormaru elektronike potrebno je provjeriti rad DIRT-a, ispravnost uređaja za kontrolu temperature ležaja i mjerila energije. Na klima-uređajima u upravljačnici i putničkom prostoru potrebno je izvršiti provjeru rashladne tekućine, razine ulja u kompresoru, tlačnih sklopki, spojeva, utikača, držača i svih ostalih elemenata. U upravljačnici djelatnici otvaraju kontroler vožnje te provjeravaju stanje, čiste i podmazuju mehanizam kontrolera i umjeravaju manometre na upravljačkom pultu. Na vratima putničkog prostora potrebno je provjeriti i podmazati sve brtve i mehanizme. Na mijehu s prelaznicom pregledavaju se potrošni ulošci na vodilici te ih se po potrebi mijenja. Na glavnom kompresoru mijenja se usisni filter i uložak finog pročistača, a na pomoćnom kompresoru potrebno je očistiti ili zamijeniti usisni filter. Potrebno je podesiti visinu automatskog kvačila te provjeriti i podmazati pomoćno kvačilo. Obavlja se zamjena ulja u kućištu reduktora ako je vlak prešao 150.000 km od prethodne zamjene. Na dizalu za osobe s

invaliditetom provjerava se i po potrebi zamjenjuje hidraulička tekućina, provjeravaju hidraulički spojevi, cilindri i ventili te podmazuju zglobovi platforme.

Uz sve radove na nižim razinama održavanja, KP 5 zahtjeva generalni servis pantografa i glavnog prekidača, provjeru izolacije prigušnice, zamjenu tekućine u rashladnom sustavu, zamjenu puhala isparivača na klima-uređajima, provjeru brtvenih traka mijeha, pražnjenje i čišćenje spremnika za podmazivanje vijenca kotača i ultrazvučnu provjeru osovina.

5. Sustav tehničke kontrole na održavanju vozila

Svako željezničko vozilo podliježe opsežnim provjerama tijekom procesa proizvodnje, puštanja u promet, održavanja i eksploatacije. Proces počinje u trenutku sklapanja ugovora o proizvodnji i isporuci vozila između proizvođača (prodavača) i korisnika (kupca). Uz to što precizno definira tehničku izvedbu, financijske uvjete isporuke i druge relevantne odnose između ugovorenih strana, ugovor definira i način i opseg svih ispitivanja i provjera pojedinih komponenata, faza građenja vozila i kompletnog vozila. Plan kontrole kvalitete (PKK), koji je uobičajeni prilog ugovoru, definira aktivnosti kojima će proizvođač provoditi kontrolu i ispitivanja (npr. sirovina, isporuka dobavljaču, procesa proizvodnje, kompletiranog vozila i postupka predaje u promet.) PKK uključuje i plan ispitivanja kojim će proizvođač dokazati da je vozilo ispunilo sve zahtjeve definirane ugovorom.¹¹

Tvrtke koje se bave proizvodnjom i održavanjem željezničkih vozila moraju imati plan kontrole kvalitete održavanja željezničkog vozila te ustrojen sustav upravljanja kvalitetom kojom se osigurava stalno poboljšanje i učinkovitost sustava upravljanja kvalitetom. Za upravljanje i osiguranje kvalitete održavatelj mora imati sljedeće:¹²

- Poslovník kvalitete
- nadzor procesa rada na održavanju
- upravljanje zapisima o kvaliteti
- opis procesa usmjerenog prema vlasniku
- upravljanje ljudskim resursima
- postupak upravljanja i kontrola nabave rezervnih dijelova, materijala i usluga za održavanje
- opis upravljanja tehnološkim procesom održavanja
- opis upravljanja opremom za nadzor i mjerenje
- opis upravljanja nesukladnim proizvodima.

U sklopu tehničke kontrole i završnih ispitivanja obavlja se pokusna vožnja. Prije pokusne vožnje provodi se provjera funkcionalnosti vozila u mirovanju.

¹¹ Šakić Ž. *Električna vučna vozila*, Presentacija, Sveučilište u Zagrebu; 2009.

¹² Republika Hrvatska. *Pravilnik o uvjetima kojima moraju udovoljavati pravne i fizičke osobe ovlaštene za održavanje željezničkih vozila*. Izdanje: NN 99/2011. Zagreb: Narodne novine; 2011.

Slučajevi kada se obavlja pokusna vožnja:

- nakon obavljenog redovitog popravka vučnog vozila
- nakon provedenih modifikacija ili rekonstrukcija pojedinih sklopova na vozilu kojima se mijenjaju njegove karakteristike bitne za uporabu
- nakon zamjene okretnog postolja vučnog vozila
- nakon zamjene osovinskog sklopa na lokomotivi i motornom vlaku
- radi tipskog, serijskog ili istraživačkog ispitivanja željezničkog vozila ili njegovog podsustava ili sklopa
- nakon zamjene elemenata primarnog ogibljenja na vučnom vozilu
- nakon izvršenog vaganja vozila i uravnoteženja mase
- zbog funkcionalnog ispitivanja kočnice poslije obavljenog RK-2 i RK-3
- zbog funkcionalnog ispitivanja vučne karakteristike
- nakon zamjene kočnog polužja na vučnom vozilu i više od 1/4 istovrsnih izvršnih kočnih uređaja na višedijelnom motornom vlaku
- nakon izvanrednog popravka kod kojega su bili obavljene radovi koji utječu na sigurno korištenje vozila.

Provjere na vozilu koje se provode u stajanju :¹³

- provjera dimenzija vozila
- provjera koeficijenta fleksibilnosti vozila (neobavezno tj. može se nadomjestiti odgovarajućim proračunom)
- mjerenje masa i osovinskih pritisaka
- ispitivanje vodonepropusnosti
- ispitivanje električne izolacije
- ispitivanje povratnog strujnog kruga
- ispitivanje brtvljenosti zračnog sustava i funkcioniranja pneumatskih uređaja
- ispitivanje kočnice
- ispitivanje pomoćnog pogona
- provjera uređaja za punjenje akumulatorskih baterija

¹³ Šakić Ž. Električna vučna vozila, Prezentacija, Sveučilište u Zagrebu; 2009.

- provjera sustava upravljanja
- ispitivanje rada sigurnosnih uređaja
- ispitivanje buke i vibracija
- ispitivanja sposobnosti vozila za izlazak na pokusnu vožnju.

Mjerenje mase i osovinskih pritisaka provodi se tako da se vozilo naveze smanjenom brzinom na mjesto vaganja (slika 12.), pri čemu se izvrše četiri uzastopna mjerenja osovinskih pritisaka. Kao rezultat ukupne mase uzima se aritmetička sredina izmjerenih opterećenja pojedinih kotača..



Slika 12. Mjerenje mase i osovinskih pritisaka

Izvor: Šakić Ž. Električna vučna vozila, Presentacija, Sveučilište u Zagrebu; 2009.

Ispitivanje vodonepropusnosti se utvrđuje tako da se vozilo smanjenom brzinom provlači kroz/ispod uređaja za proizvodnju umjetne kiše (slika 13.). Potrebno je utvrditi da ne dolazi prodiranja vode u vozilo tj. da nema štetnog utjecaja na električnu instalaciju i opremu te da je otpor izolacije pri umjetnoj kiši iznad minimalno dozvoljenih vrijednosti.



Slika 13. Ispitivanje vodonepropusnosti na umjetnoj kiši EMV-a 6112

Izvor: Autor

Ispitivanje brtvljenosti zračnog sustava i funkcioniranja pneumatskih uređaja obuhvaća provjeru rada glavnog i pomoćnog kompresorskog agregata, ispitivanje brtvljenosti zračne instalacije, provjera rada uređaja za pjeskarenje, provjera rada uređaja za podmazivanje vijenca kotača, provjera rada zračne sirene, oduzimača struje i drugih pneumatskih uređaja.

Ispitivanje kočnice obuhvaća provjeru zračne kočnice, uz snimanje dijagrama njezina rada te funkcioniranje zajedničkog djelovanja zračne i drugih kočnica na vozilu (elektrodinamičke, magnetske i sl.).

Ispitivanje pomoćnog pogona obuhvaća probe pokretanja, ispitivanje ventilacije i cirkulacije rashladnih uređaja, mjerenje naponskih i strujnih prilika i snage pomoćnih pogona.

Ispitivanje sigurnosnih uređaja podrazumijeva provjeru rada brzinomjera i registrirajućeg uređaja, uređaja za kontrolu budnosti, AS uređaja, RDU-a, akustičnih signala, vatrodojavnog sustava i sl.

Nakon što je vozilo zadovoljilo na provjerama, stečeni su uvjeti za početak ispitivanja u vožnji. Ispitivanja u vožnji obavljaju se na realnoj infrastrukturi i posebnim ispitnim

poligonima. Pokusna vožnja vučnog vozila obavlja se s i bez opterećenja. Pokusna vožnja lokomotive s opterećenjem provodi se vučom vlaka odgovarajuće mase prema mogućem opterećenju lokomotive, a pokusna vožnja motornih vlakova provodi se bez opterećenja..

Provjere na vozilu koje se provode na pokusnoj vožnji:¹⁴

- ispitivanje vučnih karakteristika
- ispitivanje kočnica
- ispitivanje zagrijavanja komponenata
- ispitivanje tipičnog voznog reda
- ispitivanje otpora gibanja
- ispitivanje sustava regulacije brzine
- ispitivanje automatske zaštite vlaka
- ispitivanje međusobnog djelovanja vozila i kolosijeka
- ispitivanje mirnoće hoda
- provjera kinematičkog profila vozila (neobavezno tj. može se nadomjestiti odgovarajućim proračunom)
- provjera uređaja za podmazivanje vijenca kotača
- provjera oduzimača struje
- provjera aerodinamičkog efekta
- provjera elektromagnetske kompatibilnosti
- ispitivanja prekidanja i skoka napona te kratkog spoja kontaktne mreže
- ispitivanje buke
- provjera rada ciklusa glavnog kompresora
- provjera rada uređaja za pranje i brisanje stakla
- provjera sustava upravljanja vozilom
- ispitivanje adhezijskih svojstava vozila
- ispitivanje funkcioniranja vozila u ekstremnim klimatskim uvjetima.

Nakon provedene pokusne vožnje obavezno se sastavlja zapisnik. Zapisnik mora sadržavati broj vozila, dionicu pruge na kojoj je obavljena, datum pokusne vožnje, svrhu pokusne vožnje, vrstu pokusne vožnje (s opterećenjem ili bez opterećenja), izmjerene zaustavne putove, najveću ostvarenu brzinu, uočene nedostatke i zaključak o uspješnosti pokusne

¹⁴ Šakić Ž. Električna vučna vozila, Prezentacija, Sveučilište u Zagrebu; 2009.

vožnje. Zapisnik o obavljenoj pokusnoj vožnji mora potpisati predstavnik posjednika i predstavnik održavatelja.

Ako se tijekom pokusne vožnje ustanove neispravnosti koje utječu na sigurnost prometa ili na glavne eksploatacijske značajke, pokusna vožnja se ponavlja nakon otklanjanja tih neispravnosti.

Pokusne vožnje EMV-a serije 6112 u pravilu se odvijaju između kolodvora Podsused Tvornica i Okučani. Ispitivanja na pokusnim vožnjama provode djelatnici odjela Kontrola kvalitete KEV-a (proizvođač), uz prisustvo predstavnika HŽPP-a (kupac) i TSŽV-a (nositelj održavanja).

6. Pravilnici i upute za održavanje željezničkih vozila

Željeznička vozila i njihovo održavanje definirani su sljedećim zakonom i pravilnicima:

- Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava
- Pravilnik o uvjetima kojima moraju udovoljavati pravne i fizičke osobe ovlaštene za održavanje željezničkih vozila
- Pravilnik o željezničkim vozilima.

Odredbes navedenih pravilnika odnose se na sljedeća vozila:

- lokomotive
- motorne vlakove
- motorna vozila za posebnu namjenu
- putničke vagone
- upravljačke vagone
- teretne vagone
- vagone za posebne namjene.

Osim državnih propisa, u međunarodnom i interoperabilnom prometu potrebno se pridržavati propisa Međunarodne željezničke unije (UIC), a na području Europske unije, Direktive o sigurnosti željezničkog prometa i Direktive o interoperabilnosti željezničkog sustava unutar Europske unije, koje je donijela Europska agencija za željeznicu (ERA).¹⁵

Održavanje željezničkih vozila je stalan proces preventivnog karaktera kojem je svrha sigurno, pouzdano, ekonomično i ekološki prihvatljivo korištenje željezničkih vozila u javnom željezničkom prometu, a podijeljeno je na redovito i izvanredno održavanje.

Redovito održavanje željezničkog vozila je skup unaprijed planiranih radova na željezničkom vozilu kojim se prema utvrđenom opisu radova i odgovarajućem tehnološkom postupku utvrđuje opće stanje vozila, obavlja pregled podsustava, dijelova i sklopova te otklanjaju nedostaci na željezničkom vozilu nakon čega se provjerava ispravnost željezničkog vozila.

¹⁵ Nikšić M. Utjecaj kvalitete održavanja na vijek trajanja željezničkih vozila, Disertacija, Sveučilište u Zagrebu; 2010.

U redovito održavanje spada:

- pranje, čišćenje i dezodoracija
- dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija putničkih vagona i motornih vlakova
- servisni pregledi vučnih vozila
- kontrolni pregledi
- redoviti popravci.

Izvanredno održavanje željezničkog vozila je skup radova na željezničkom vozilu koji se obavljaju na podsustavima, dijelovima i sklopovima na kojima je tijekom korištenja vozila došlo do oštećenja ili kvara kako bi se željezničko vozilo dovelo u ispravno stanje. Radovi izvanrednog održavanja mogu se obavljati zasebno ili u sklopu redovitog održavanja.

U izvanredno održavanje spada:

- pranje i čišćenje teretnih vagona
- dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija putničkih vagona i motornih vlakova
- izvanredni popravci zbog kvarova, istrošenosti i nasilnih oštećenja
- izvanredni popravci nakon izvanrednog događaja.

Osim redovitog i izvanrednog održavanja, pravilnici su definirali stalni nadzor nad vučnim vozilima koji obavlja osoblje vučnih vozila. Osoblje vučnog vozila stalni nadzor obavlja prilikom pripreme vozila za rad, tijekom rada vozila i po završetku rada vozila. Priprema vozila za rad obuhvaća vizualnu kontrolu stanja dijelova, sklopova, uređaja i opreme na vozilu; kontrolu opskrbljenosti vozila pogonskom i potrošnim materijalom; kontrolu razine rashladne tekućine i ulja za podmazivanje u pojedinim uređajima i instalacijama; puštanje u rad i zagrijavanje uređaja na vozilu i kontrolu ispravnosti rada uređaja na vozilu. Tijekom rada vozila osoblje vučnog vozila prati ispravnost rada svih sklopova i uređaja na vozilu. Po završetku rada vozilo se ako je potrebno namiruje pogonskim i potrošnim materijalom (gorivo, mazivo, rashladna tekućina i pijesak) i podvrgava vizualnom pregledu stanja instalacija, dijelova, sklopova, uređaja i opreme.

Održavanje željezničkih vozila ima pravo obavljati održavatelj, odnosno pravna ili fizička osoba kojoj je posjednik povjerio održavanje željezničkog vozila ugovorom ili drugim pravno valjanom aktom i koja za održavanje željezničkih vozila ima zakonom propisano odobrenje. Odobrenje izdaje ministarstvo nadležno za promet na rok od pet godina, a može ga ukinuti u dijelu ili u cijelosti ako utvrdi da je održavatelj prestao ispunjavati određene uvjete. Za

izdavanje odobrenja za održavanje željezničkih vozila održavatelj mora ispuniti sljedeće uvjete:¹⁶

- posjedovati registraciju za obavljanje djelatnosti i policu osiguranja kod osiguravajućeg društva
- posjedovati akt organizacijskog ustroja
- imati propisan sustav upravljanja dokumentima
- imati propisan sustav za praćenje utjecaja održavanja na sigurnost i pouzdanost željezničkih vozila u prometu
- imati propisan sustav nabave zamjenskih dijelova, materijala i usluga održavanja
- imati propisane tehnološke postupke sukladne s propisanim normama
- imati zaposlenike s odgovarajućom stručnom osposobljenošću
- imati potrebnu infrastrukturu i tehničku opremljenost
- posjedovati potrebnu tehničku dokumentaciju i propisane tehnološke postupke za održavanje željezničkih vozila
- raspolagati s odgovarajućom mjernom i ispitnom opremom
- imati uspostavljen propisan sustav upravljanja i osiguranja kvalitete

Redoslijed kontrolnih pregleda i redovitih popravaka utvrđuje posjednik vozila na temelju tehničke dokumentacije proizvođača željezničkog vozila, odnosno proizvođača sklopova i dijelova ugrađenih na vozilo i na temelju iskustava stečenih prethodnim korištenjem takvih ili sličnih željezničkih vozila o uporabnoj ispravnosti dijelova i sklopova ovisno o prevaljenom putu ili proteklom vremenu korištenja.

Mjerila za redovito održavanje željezničkih vozila su:

- kalendarsko vrijeme iskorištavanja vozila
- prijeđeni kilometri, odnosno brutotonski kilometri za teretne vagone.

Osnovna načela pri organizaciji održavanja željezničkih vozila jesu:

- pripremljena tehnička dokumentacija za održavanje vozila u obliku podesnom za neposrednu primjenu u radionicama i pogonima
- unaprijed propisane vrste, opisi i rokovi održavanja

¹⁶ Republika Hrvatska. Pravilnik o uvjetima kojima moraju udovoljavati pravne i fizičke osobe ovlaštene za održavanje željezničkih vozila. Izdanje: NN 99/2011. Zagreb: Narodne novine; 2011.

- prilagodba opisa i rokova na temelju stalnog praćenja stanja vozila u prometu i pri obavljanju radova održavanja. Radovi na održavanju moraju biti prilagođeni stvarnim istrošenjima i oštećenjima dijelova i sklopova na vozilu
- pridržavanje propisanih rokova i opsega radova za pojedine vrste redovitog održavanja
- opseg poslova na održavanju i ugrađeni materijal moraju jamčiti za kvalitetu
- optimiziranje radnog vremena i materijala za obavljanje radova na održavanju
- pravodobno osiguravanje zamjenskih dijelova potrebnih za zamjenu istrošenih dijelova i određen broj zamjenskih sklopova radi mogućeg organiziranja popravka vozila po sustavu zamjene sklopova
- ugradnja originalnih zamjenskih dijelova ili dijelova proizvedenih po originalnoj tehničkoj dokumentaciji odnosno dijelova za koje postoji odgovarajući certifikat kojim se potvrđuje podobnost za ugradnju na željezničko vozilo
- postojanje specijaliziranih radionica za obavljanje popravaka određenih serija vozila ili pojedinih sklopova i uređaja
- vođenje propisanih evidencija i njihovo čuvanje.

Za svaku vrstu kontrolnih pregleda i redovitih popravaka željezničkog vozila određene serije vozila utvrđuje se opseg obveznih radova kojima se postiže pogonska pouzdanost i omogućuje sigurno korištenje vozila u prometu.

Tijekom održavanja željezničkog vozila mogu se obavljati modifikacije i rekonstrukcije vozila. Modifikacije i rekonstrukcije vozila obavljaju se u skladu s tehničkom dokumentacijom koju odobrava posjednik vozila.

7. Analiza kvarova vozila za vozni red 2020/2021

Vozni red 2020/2021. na snazi je bio od 13. prosinca 2020. do 18. prosinca 2021. godine. U vrijeme izvršenja voznog reda 2020/2021. HŽPP je raspolagao s 27 EMV-a serije 6112. Od 2011. u prometu su prototipovi vlaka 6112 001 za regionalni promet i 6112 101 za gradsko-prigradski promet. Tijekom 2015. i 2016. proizvedeno je i pušteno u promet još 10 vlakova za regionalni promet (6112 002-011) i 10 vlakova za gradsko-prigradski promet (6112 102-111). U drugoj polovici 2021. u promet je pušteno još 5 novih vlakova namijenjenih gradsko-prigradskom prometu (6112 112-115 i 117). EMV serije 6112 namijenjen regionalnom prometu prosječno godišnje prelazi 151.405 km, a EMV serije 6112 namijenjen gradsko-prigradskom prometu 115.706 km. Prijedeni kilometri vlakova po mjesecima prikazani su u tablici 4.

Tablica 4. Prijedeni kilometri EMV 6112 u 2021. godini

	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studeni	prosinac	2021	UKUPNO
EMV 6 112 001	12.473	10.853	8.070	9.455	14.472	9.554	11.735	13.263	14.308	10.128	9.638	7.520	131.469	1.474.259
EMV 6 112 002	14.901	12.189	17.096	12.339	13.872	15.341	15.916	13.198	13.163	12.770	14.730	15.131	170.646	1.014.123
EMV 6 112 003	9.383	13.969	12.918	12.933	15.580	13.203	12.866	13.394	11.700	13.551	12.076	14.383	155.956	977.461
EMV 6 112 004	10.087	12.474	13.614	12.389	14.815	11.787	16.128	12.516	14.484	12.998	11.176	13.846	156.314	947.379
EMV 6 112 005	13.120	14.099	11.206	13.744	14.182	10.999	13.344	12.597	13.209	14.457	6.977	6.218	144.152	967.934
EMV 6 112 006	13.518	11.929	14.729	14.677	14.702	12.272	15.533	11.345	10.487	15.961	15.042	14.770	164.965	996.704
EMV 6 112 007	11.851	11.432	14.313	12.348	9.267	11.984	15.901	14.375	13.765	11.973	12.314	13.314	152.837	939.731
EMV 6 112 008	12.823	12.763	13.601	13.162	14.222	9.531	13.005	13.846	12.785	14.991	14.869	12.049	157.647	950.705
EMV 6 112 009	13.001	13.489	14.232	15.554	10.145	8.736	13.090	14.385	12.844	12.262	12.946	8.685	149.369	925.673
EMV 6 112 010	10.073	4.635	12.193	12.141	10.610	8.023	14.052	12.797	11.548	11.752	10.747	10.061	128.632	894.198
EMV 6 112 011	12.386	13.077	14.091	12.943	11.294	14.607	11.801	13.381	12.347	12.733	12.485	12.320	153.465	920.117
EMV 6 112 101	4.561	9.871	11.633	11.007	9.931	7.212	2.478	10.568	8.128	8.440	7.540	9.514	100.883	1.318.510
EMV 6 112 102	12.628	12.296	2.291	10.966	12.455	10.111	10.780	7.611	10.279	7.689	9.228	11.202	117.536	800.120
EMV 6 112 103	5.389	9.127	8.816	9.700	12.772	10.018	10.632	8.167	9.796	6.637	7.737	11.606	113.397	767.597
EMV 6 112 104	11.972	9.766	11.073	10.308	6.936	9.035	12.565	9.240	7.807	6.633	9.521	7.897	112.753	799.018
EMV 6 112 105	11.253	6.538	10.552	7.667	9.975	11.878	11.839	11.291	0	8.141	9.607	11.348	110.089	775.208
EMV 6 112 106	11.817	9.953	12.120	10.786	12.248	8.395	10.153	8.893	7.881	7.647	5.797	11.833	117.523	762.809
EMV 6 112 107	12.340	11.273	11.109	12.349	12.359	11.312	5.116	8.436	9.935	7.843	9.205	8.691	119.968	779.556
EMV 6 112 108	11.740	9.116	11.312	3.117	8.630	11.562	9.681	9.139	10.216	9.426	9.997	10.008	113.944	766.143
EMV 6 112 109	12.088	10.534	10.943	12.736	11.382	10.418	9.231	11.564	11.496	9.950	11.843	8.622	130.807	734.238
EMV 6 112 110	10.074	9.861	9.789	9.715	11.470	10.668	9.531	10.901	9.827	11.805	6.195	11.235	121.071	766.151
EMV 6 112 111	9.905	12.904	10.706	10.665	9.455	7.946	6.236	9.209	8.702	10.381	11.689	7.001	114.799	757.282
EMV 6 112 112							2.948	8.069	9.439	9.542	10.442	9.392	49.832	50.249
EMV 6 112 113								2.744	6.526	7.492	8.792	11.037	36.591	37.008
EMV 6 112 114									2.816	7.857	9.029	9.901	29.603	30.020
EMV 6 112 115											8.410	11.404	19.814	20.177
EMV 6 112 117											401	6.772	7.173	7.735

Sa željezničkog motrišta kvar vučnog vozila predstavlja izvanredni događaj koji se službeno registrira ako je zbog njega došlo do kašnjenja vlaka duljeg od 30 minuta ili zamjene vučnog vozila neovisno o ostvarenom zakašnjenju vlaka. Kvarovi na EMV-ima serije 6112 podijeljeni su na kvarove na strani održavatelja zbog kojih je vlak izvan prometa, kvarove koji nisu na strani održavatelja zbog kojih je vlak izvan prometa i kvarove kod kojih je vlak defektiran u vožnji te ga je potrebno dovući pomoćnim vozilom. Primjeri kvarova koji nisu na strani održavatelja su zamjena kotača, tokarenje, razbijeno staklo i ostale štete, prazne baterije i sl. Na temelju prikupljenih podataka u tablici 5. prikazani su kvarovi EMV serije 6112 za vozni red 2020./2021.

Tablica 5. Kvarovi EMV 6112 za vozni red 2020./2021.

	Kvarovi na strani održavatelja:	Kvarovi koji nisu na strani održavatelja:	Defekt:	Broj kvarova za vozni red 2020/2021:
EMV 6 112 001	11	3	0	14
EMV 6 112 002	2	4	0	6
EMV 6 112 003	6	2	1	9
EMV 6 112 004	6	2	0	8
EMV 6 112 005	3	2	0	5
EMV 6 112 006	1	4	0	5
EMV 6 112 007	5	4	0	9
EMV 6 112 008	3	2	1	6
EMV 6 112 009	3	2	1	6
EMV 6 112 010	9	3	0	12
EMV 6 112 011	3	1	0	4
EMV 6 112 101	18	2	0	20
EMV 6 112 102	6	3	1	10
EMV 6 112 103	9	4	0	13
EMV 6 112 104	5	2	0	7
EMV 6 112 105	6	3	0	9
EMV 6 112 106	6	3	0	9
EMV 6 112 107	5	4	0	9
EMV 6 112 108	5	5	0	10
EMV 6 112 109	4	2	0	6
EMV 6 112 110	7	1	0	8
EMV 6 112 111	7	2	0	9
EMV 6 112 112	2	1	0	3
EMV 6 112 113	9	1	0	10
EMV 6 112 114	4	0	0	4
EMV 6 112 115	6	0	0	6
EMV 6 112 117	2	0	0	2

Na EMV 6112 prosječno po vozilu se dogodilo 8,11 kvarova po vozilu.

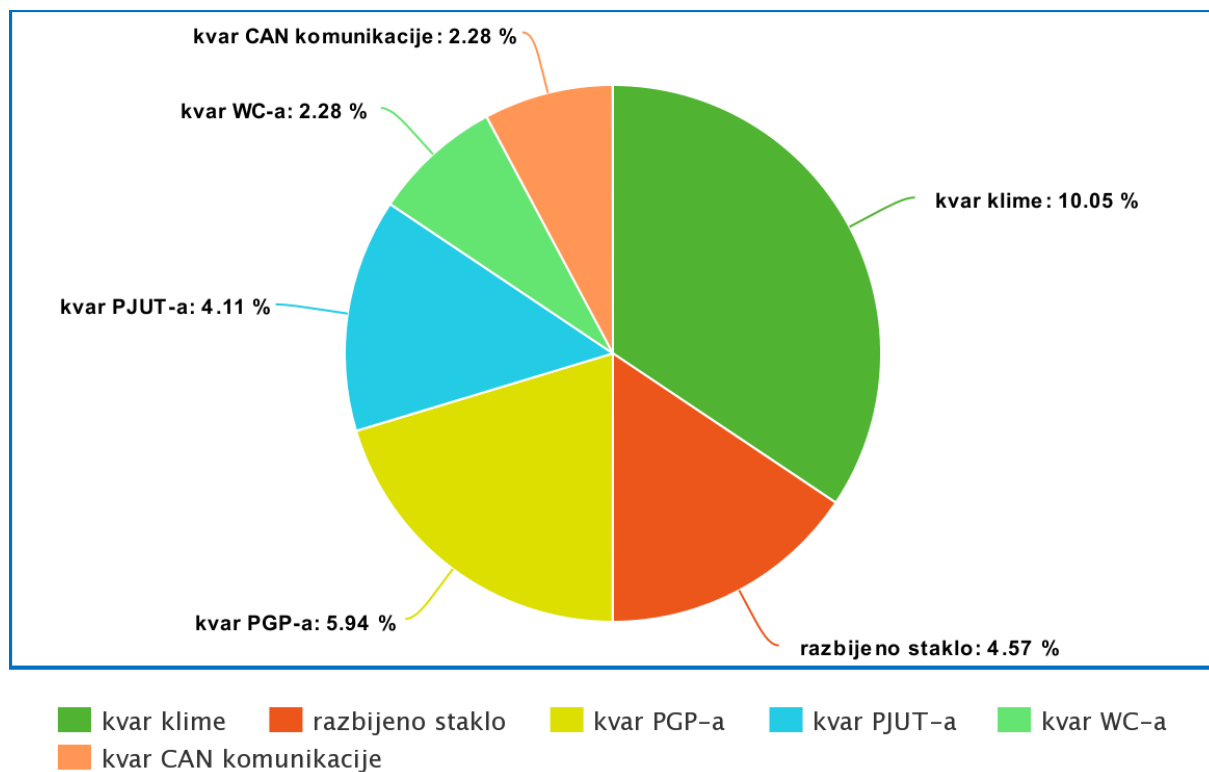
Zbog složenosti otklanjanja pojedinih kvarova vlakovi su izvan prometa bili dulje od jednog dana. U tablici 6. prikazani su dani izvan prometa zbog kvarova.

Tablica 6. Dani izvan prometa EMV 6112 zbog kvarova za vozni red 2020./2021.

	Dani izvan prometa zbog kvarova na strani održavatelja:	Dani izvan prometa zbog kvara koji nisu na strani održavatelja:	Dani izvan prometa zbog defekta:	Ukupan broj dana izvan prometa zbog kvarova za vozni red 2020/2021:
EMV 6 112 001	31	3	0	34
EMV 6 112 002	4	5	0	9
EMV 6 112 003	10	3	1	14
EMV 6 112 004	6	8	0	14
EMV 6 112 005	9	34	0	43
EMV 6 112 006	1	4	0	5
EMV 6 112 007	8	9	0	17
EMV 6 112 008	5	3	1	9
EMV 6 112 009	4	19	1	24
EMV 6 112 010	17	18	0	35
EMV 6 112 011	4	1	0	5
EMV 6 112 101	74	4	0	78
EMV 6 112 102	11	25	1	37
EMV 6 112 103	11	43	0	54
EMV 6 112 104	12	17	0	29
EMV 6 112 105	13	29	0	42
EMV 6 112 106	8	16	0	24
EMV 6 112 107	9	22	0	31
EMV 6 112 108	5	31	0	36
EMV 6 112 109	5	2	0	7
EMV 6 112 110	8	3	0	11
EMV 6 112 111	26	2	0	28
EMV 6 112 112	2	1	0	3
EMV 6 112 113	20	3	0	23
EMV 6 112 114	4	0	0	4
EMV 6 112 115	8	0	0	8
EMV 6 112 117	2	0	0	2

Vlakovi zbog kvara prosječno izvan prometa provode 2,86 dana. Zbog kvara na strani održavatelja vlak prosječno izbiva iz prometa 2,07 dana, a zbog kvara koji nije na strani održavatelja 4,92 dana.

Na EMV-ima serije 6112 u voznom redu 2020./2021. dogodilo se 219 kvarova, pri čemu se šest vrsta kvarova dogodilo u 64 slučaja, odnosno sudjelovalo je u ukupnom broju kvarova sa 32 % (slika 14).



Slika 14. Najčešći kvarovi na EMV 6112 za vrijeme trajanja voznog reda 2020./2021.

Uslijed visokih ljetnih temperatura u vlakovima s velikom brojem putnika u gradsko-prigradskom prometu dolazilo je do otkazivanja rada klima-uređaja. Analizom kvarova ustanovljeno je da su kvarovi učestaliji kod vlakova koji su dulje u prometu te da je potrebna preventivna zamjena pojedinih komponenti klima-uređaja.

Na razbijena stakla na vlaku uslijed kamenovanja ili naleta na druga prijevozna sredstva i divljač posjednik vozila i održavatelj ne mogu imati preventivni utjecaj, osim osigurati zalihe rezervnih dijelova kako bi se osigurala agregatna zamjena oštećenih komponenti.

Raspoloživost predstavlja vjerojatnost da će vozilo ili njegov podsustav u svakom ili točno određenom trenutku biti spreman uključiti se u rad, odnosno početi s obavljanjem postavljenog zadatka. Prosječna raspoloživost EMV-ova serije 6112 u voznom redu 2020./2021. iznosila je 95,62%. Raspoloživost po vozilu prikazana je u tablici 7.

Tablica 7. Raspoloživost EMV 6112 po vozilu za vozni red 2020./2021.

	R %
EMV 6 112 001	90,55
EMV 6 112 002	98,94
EMV 6 112 003	97,11
EMV 6 112 004	98,14
EMV 6 112 005	97,42
EMV 6 112 006	99,74
EMV 6 112 007	97,87
EMV 6 112 008	98,43
EMV 6 112 009	98,63
EMV 6 112 010	95,36
EMV 6 112 011	98,69
EMV 6 112 101	80,47
EMV 6 112 102	96,66
EMV 6 112 103	96,77
EMV 6 112 104	95,10
EMV 6 112 105	96,33
EMV 6 112 106	97,83
EMV 6 112 107	97,51
EMV 6 112 108	98,58
EMV 6 112 109	98,69
EMV 6 112 110	97,90
EMV 6 112 111	93,19
EMV 6 112 112	98,80
EMV 6 112 113	84,73
EMV 6 112 114	95,92
EMV 6 112 115	87,50
EMV 6 112 117	93,75

8. Zaključak

Nabavom novih suvremenih EMV-a za gradsko-prigradski i regionalni promet osigurana je kvalitetnija usluga željezničkoga putničkog prijevoza, povećan je kapacitet i udobnost za putnike, ugodniji rad strojnog i vlakopravnog osoblja, prijevoz dostupan osobama s invaliditetom, povećana raspoloživost i povoljniji uvjeti eksploatacije i energetska učinkovitost. Prosječna raspoloživost EMV-a serije 6112 za vozni red 2020./2021. iznosila je izvrsnih 95,58%, što pokazuje veliku pouzdanost i dosljednost u pružanju prijevozne usluge.

Za potpuno iskorištenje potencijala EMV-a serije 6112 i značajnije podizanje konkurentnosti cestovnom prometu potrebna su značajnija ulaganja u željezničku infrastrukturu i kapacitete za održavanje. U Republici Hrvatskoj u tijeku je veliki investicijski ciklus u modernizaciju željezničkog sustava. Veliki infrastrukturni projekti i projekt obnove voznog parka najvećim dijelom su financirani EU sredstvima. O značaju željezničkog prometa za Europsku uniju, govori i činjenica da je Europska unija 2021. godinu proglasila Europskom godinom željeznice.

Uvidom u pravilnike o održavanju željezničkih vozila i upute za održavanje EMV-a serije 6112 uočene su manjkavosti i nedorečenosti. Kontinuiranim prikupljanjem podataka o svakom vozilu, analizom kvarova, analizom stanja kotača i druge opreme na vozilima dolazi se do značajnih saznanja i iskustava. Na osnovu stečenog iskustva upute za održavanje potrebno je kontinuirano optimizirati i prilagođavati.

Smanjenje troškova održavanja i povećanje raspoloživosti novonabavljenih vlakova moguće je ostvariti kvalitetnim planiranjem nabave rezervnih dijelova, optimiranjem preventivnog održavanja i drugih postupaka na otklanjanju kvarova, organizacijom učinkovitih kanala dobave za zamjenske i potrošne materijale te skraćanjem vremena prevažanja vlakova na različite lokacije održavanja. Također, primjerenim čuvanjem od vandalizma i zaštitom od niskih i visokih temperatura u vremenu kada su vozila garažirana povećava se raspoloživost vozila.

Uvođenjem sofisticirane opreme na vlakove kao npr. videonadzor, Wi-Fi, GPS, sustav za informiranje putnika, a uskoro i ETCS, posebnu pozornost treba posvetiti kvalitetnom školovanju strojnog osoblja i djelatnika na održavanju vlakova.

Realizacijom ugovora o nabavi 55 EMV-a te budućim nabavama vlakova na alternativne pogone, postojeće radionice za održavanje te kapaciteti za pranje i čišćenje, namiru i čuvanje vozila na Zagreb Glavnom kolodvoru neće moći udovoljiti potrebama željezničkoga putničkog prijevoza. Potrebno je izgraditi novi tehničko-putnički kolodvor izvan gradskog središta koji bi bio kvalitetno povezan sa Zagreb Glavnim kolodvorom i na kojemu će se organizirati sve tehnološke aktivnosti za pripremu vlakova za promet. Atraktivno zemljište u središtu grada moguće je kvalitetno komercijalizirati, a na Zagreb Glavnom kolodvoru zadržati samo aktivnosti vezane uz prihvat i otpremu vlakova. Investicija u nabavu novih vlakova ne garantira uspješnost poslovanja i zadovoljstvo korisnika usluge ako se dovoljno

pozornosti ne posveti svim navedenim aktivnostima oko organizacije željezničkoga putničkog prijevoza, pri čemu posebnu pozornost treba posvetiti kvalitetnom sustavu održavanja.

Literatura

- 1) Nikšić M. Utjecaj kvalitete održavanja na vijek trajanja željezničkih vozila, Disertacija, Sveučilište u Zagrebu; 2010.
- 2) KONČAR - Električna vozila, Tehnički opis elektromotornog vlaka 6112, Zagreb 2015.
- 3) KONČAR - Električna vozila, Uputa za održavanje elektromotornog vlaka 6112, Zagreb 2015.
- 4) KONČAR - Električna vozila, Uputa za održavanje EMV-a serije 6112 prvi dio, Zagreb 2015.
- 5) KONČAR - Električna vozila, Uputa za održavanje EMV-a serije 6112 drugi dio, Zagreb 2015.
- 6) KONČAR - Električna vozila, Radovi redovnog održavanja i kontrolnih pregleda niskopodnog vlaka serije HŽ 6112, Zagreb 2020.
- 7) Siemens Mobility, Program održavanja i popravaka Vectron X-4, München 2021.
- 8) Šakić Ž. Električna vučna vozila, Presentacija, Sveučilište u Zagrebu; 2009.
- 9) Republika Hrvatska. Pravilnik o uvjetima kojima moraju udovoljavati pravne i fizičke osobe ovlaštene za održavanje željezničkih vozila. Izdanje: NN 99/2011. Zagreb: Narodne novine; 2011.
- 10) Službeni vjesnik HŽ Putničkog prijevoza d.o.o., Zagreb 2020
- 11) Izvješće o mreži 2022., HŽ Infrastruktura, Zagreb
- 12) Interni dokumenti tvrtke HŽ Putnički prijevoz d.o.o.
- 13) Interni dokumenti tvrtke Tehnički servisi željezničkih vozila d.o.o.
- 14) Interni dokumenti tvrtke Končar – Električna vozila d.d.
- 15) <https://www.koncar-kev.hr/proizvodi-i-usluge/usluge-odrzavanja-i-iznajmljivanje-resursa>, preuzeto 18.05.2022.

Popis kratica

KEV – Končar – Električna vozila

HŽPP – HŽ Putnički prijevoz

TSŽV – Tehnički servisi željezničkih vozila

CBM (Condition Based Maintenance) – održavanje prema stanju

RCM (Reliability Centered Maintenance) – pouzdanosti usmjereno održavanje

EMV – elektromotorni vlak

IGBT (Insulated-gate bipolar transistor) – bipolarni tranzistor s izoliranim vratima

PJUT – pretvarač za napajanje pomoćnih pogona

DIRT (Digital Regulation In Traction) – modularni mikroprocesorski sustav namijenjen za primjenu u vozilima na tračnicama

KP – kontrolni pregled

PGP – pretvarač glavnog pogona

RDV – radio-dispečerska veza

PKK – plan kontrole kvalitete

RK – revizija kočnice

AS uređaj – autostop uređaj

UIC (International Union of Railways) – Međunarodna željeznička unija

ERA (European Union Agency for Railways) – Europska agencija za željeznicu

EU – Europska unija

Popis slika

Slika 1. Sustav elektrifikacije pruga HŽ-a	1
Slika 2. Shematski prikaz radionice Zagreb – Glavni kolodvor.....	5
Slika 3. Shematski prikaz radionice Zagreb - Ranžirni kolodvor	6
Slika 4. Shematski prikaz KEV-a	7
Slika 5. Konfiguracija elektromotornog vlaka 6112	12
Slika 6. Sanduk A/B	14
Slika 7. Sanduk C1/C2	14
Slika 8. Pogonsko okretno postolje	14
Slika 9. Slobodno okretno postolje (tzv. Jacobs)	15
Slika 10. Pretvarač pomoćnog pogona (PJUT)	17
Slika 11. Kompresorski agregat SFO 9.5/2	18
Slika 12. Mjerenje mase i osovinskih pritisaka.....	25
Slika 13. Ispitivanje vodonepropusnosti na umjetnoj kiši EMV-a 6112	26
Slika 14. Najčešći kvarovi na EMV 6112 za vrijeme trajanja voznog reda 2020./2021.....	35

Popis tablica

Tablica 1. Intervali preventivnog održavanja vučnih vozila HŽPP-a.....	9
Tablica 2. Intervali preventivnog održavanja lokomotive Siemens Vectron	10
Tablica 3. Osnovni tehnički podaci EMV-a 6112.....	13
Tablica 4. Prijedeđeni kilometri EMV 6112 u 2021. godini	33
Tablica 5. Kvarovi EMV 6112 za vozni red 2020./2021.....	34
Tablica 6. Dani izvan prometa EMV 6112 zbog kvarova za vozni red 2020./2021.....	34
Tablica 7. Raspoloživost EMV 6112 po vozilu za vozni red 2020./2021.....	36

Popis grafikona

Grafikon 1. Vučno – kočna karateristika EMV-a 6112.....	16
---	----

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ diplomski 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 SUSTAV ODRŽAVANJA ELEKTROMOTORNIH VLAKOVA SERIJE 6112, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 05.07.2022.

ELIĆ NAD, Milić
(ime i prezime/potpis)