Univerzitet u Beogradu

Saobraćajni fakultet

Seminarski rad iz predmeta: Elektro-vučna vozila

**Tehnički opis elektromotornog voza serije 413/417(ŽS)**

Studenti: Mentor:

Dalibor Petrovski ŽE140032 Prof.dr Dragutin Kostić

Nikola Milutinović ŽE140004

***Sadržaj***

***1. Uvod…………………………………………………………………..4***

***2. Tehnički opis…………………………………………………………5***

 ***2.1 Šinsko vozilo…………………………………………………..5***

 ***2.1.1 zaštita od sudara………………………………………5***

 ***2.2 Enterijer vozila………………………………………………..6***

 ***2.3 Šasija………………………………………………………….6***

 ***2.3.1 Struktura pogonskog obrtog postolja………………...7***

 ***2.3.2 Način funkcionisanja pogonskog obrtnog postolja….7***

 ***2.3.3 Jakobs obrtno postolje………………………………..8***

 ***2.3.4 Pneumatsko ogibljenje………………………………..8***

 ***2.4 Pogonski i energetski sistem………………………………….8***

 ***2.4.1 Pantograf……………………………………………..9***

 ***2.4.2 Strujni usmerivač……………………………………..9***

 ***2.4.3 Pogonska jedinica…………………………………...10***

 ***2.5 Upravljački sistem za režim vožnje………………………….10***

 ***2.6 Pomoćni pogonski sistem……………………………………10***

 ***2.6.1 Nezavisno napajanje………………………………...11***

 ***2.6.2 Akumulator………………………………………….11***

***2.7 Kontrolni i bezbednosni uređaj……………………………..12***

 ***2.7.1 Zaštita voza…………………………………………..12***

 ***2.7.2 Autostop sistem………………………………………12***

 ***2.7.3 Radio dispečerska veza………………………………12***

 ***2.7.4 Dijagnostički uređaj…………………………………13***

 ***2.7.5 Protivpožarni sistem…………………………………13***

 ***2.7.6 Interfon za slučaj opasnosti…………………………14***

 ***2.7.7 Spoljna kamera……………………………………...14***

 ***2.8 Osvetljenje voza……………………………………………...14***

 ***2.9 Klimatizacija…………………………………………………15***

 ***2.9.1 Klima uređaj za upravljačnicu…………………...…16***

 ***2.9.2 Grejanje………………………………………….…..16***

 ***2.10 Pomoćna oprema…………………………………….…….16***

 ***2.11 Vrata i ulazi…………………………………………….…..17***

 ***2.11.1 Sigurnosna petlja…………………………………..18***

**1. Uvod**

Železnice Srbije su iz kredita EBRD (Evropske banke za obnovu i razvoj) sprovele međunarodni tender za nabavku četvorodelnih elektromotornih vozova prema definisanim tehničkim zahtevima. Švajcarska kompanija Stadler je ponudila najpovoljnije uslove i pobedila na tenderu. Posle potpisivanja Ugovora o nabavci 21 EMG (elektromotorne garniture) u definisanom vremenu isporučene su garniture serije 413/417(ŽS). Usledila su tipska i serijska ispitivanja i dobijanje dozvole od Direkcije za železnice za eksploataciju.

**2. Tehnički opis**

 **2.1 Šinsko vozilo**

Sanduk se izrađuje od lakih aluminijumskih profila. Sanduk čine bočni zidovi, krov (gde se nalazi najveći deo opreme), prelaznica (sa tri zaštitna gumirana sloja), čeoni deo vozila (koji se izrađuje od fiberglasa sa ugradjenom zaštitom od sudara), visokopodna šasija (tamo gde se nalaze osovine) i niskopodna šasija (tamo gde osovina nema), donji ram prelaznice i čeoni zid.

 2.1.1 Zaštita od sudara

Glava vozila zbog zaštite od sudara ima sistem koji efikasno apsorbuje energiju sudara putem kontrolisanih deformacija. U slučaju sudara prednje kvačilo se uvlači u predviđen prostor, ram od fiberglasa se plastično deformiše a upravljačnica sa opremom ostaje praktično netaknuta. Ovo proizilazi iz specifične konstrukcije sudarnog zida, kutije i odbojnika, koji kontrolišu deformacije i apsorbuju energiju. Sudarni odbojnik i prednje kvačilo apsorbuju primaran deo energije kolizije a ako je energija prevelika, sekundaran deo apsorbuju sudarni zid i sudarne kutije.

**2.2 Enterijer vozila**

Enterijer ovog vozila je opremljen savremenom sigurnosnom i sanitarnom opremom.

Sigurnosna oprema sadrži čekić za hitne slučajeve (koji se nalazi kod prozora koji su predviđeni za izlaz u slučaju havarije), crvena zastavica (koja služi za signalizaciju), set za prvu pomoć, ručna lampa i signalna lampa na zadnjim kolima, aparati za gašenje požara i teleskopske merdevine (koje služe za popravku elemenata na krovu kola).

Sanitarna oprema sadrži vakuum toilet. U toaletu se nalaze SOS taster, taster za ispiranje toaleta, taster za zaključavanje vrata, dugme za dispenzer sapuna, dugme za odvod vode i dugme za dispenzer papira. Toalet je takodje opremljen za potrebe ljudi sa posebnim potrebama kao i stolom za presvlačenje beba.

Garnitura sadrži međurezervoar pri čemu se voda i fekalije pomoću pneumatske opreme šalju u rezervoar za fekalije. U slučaju niske spoljašnje temperature, dok je vozilo isključeno, postoji automatska zaštita protiv smrzavanja sistema vodovoda. Ako je vozilo isključeno na više od 12 sati, sistem vodovoda se mora ručno prazniti.

**2.3 Šasija**

Šasija ima funkciju da prenese snagu pogona i kočnica vozila na kolosek, obezbedi što bolje prijanjanje na kolosek, da vodi vozilo, da amortizuje sile koje nastaju na vezi točak-šina, da nosi sanduk vagona, da obezbedi uzemljenje, skladištenje kočione i druge opreme. Ova garnitura ima 2 pogonska i 3 jakobs obrtna postolja.

 2.3.1 Struktura pogonskog obrtnog postolja

Pogonska postolja se nalaze na početku i kraju garniture i sadrže monoblok točkove sa kočionim diskovima, ugrađenu ventilaciju vučnog motora, sekundarno ogibljenje, ram, vučni motor, rezevoare za ulje uređaja za podmazivanje, uređaj za peskarenje, prenosnik, pneumatski sistem opruga i druge elemente.

 2.3.2 Način funkcionisanja pogonskog obrtnog postolja

Pogonska osovina sadrži dve pogonske jedinice. One se sastoje od motora, prenosnog mehanizma seta točkova i klinastog gumenog paketa kvačila.

Trofazna struja napaja asinhroni motor do trenutka dostizanja odgovarajućeg obrtnog momenta. Moment se prenosi preko membranskog kvačila na prenosni mehanizam seta točkova, pa dalje na vratilo seta točkova preko klinastog gumenog paketa kvačila.

Primarno ogibljenje obezbeđuje bezbednu i stabilnu vožnju zajedno sa smanjenim habanjem točkova i šina. Sekundarno ogibljenje reguliše nivo i obezbeđuje udobnost u vožnji.

Kočenje se vrši elektrodinamički. U slučaju da je potrebna dodatna sila za kočenje, pneumatska kočnica obezbeđuje dodatnu silu.

2.3.3 Jakobs obrtno postolje

Jakobs obrtno postolje je postolje koje se ugrađuje na međuprostoru između dva kolska sanduka, da bi se smanjio ukupan broj postolja i time pojeftinila izrada vozova. Zbog specifične konstrukcije, da ne bi došlo do neudobnosti u vožnji, ovo postolje sadrži amortizere i stabilizatore. Kočenje se realizuje kao i kod pogonskih obrtnih postolja.

 2.3.4 Pneumatsko ogibljenje

Pneumatsko ogibljenje ima zadatak da obezbedi mirno i tiho kretanje vozila i izjednačenje nivoa između dva sanduka na kojima je postolje. Vazdušni mehovi stvaraju protivsile dinamičkim vibracijama koje nastaju tokom vožnje.

U slučaju kvara se aktivira sigurnosni sistem integrisan u ogibljenjima.

**2.4 Pogonski i energetski sistem**

Dovod električne energije se ostvaruje preko voznog voda, pantografa, kabla za visoki napon, glavnog prekidača i glavnog transformatora, tokom vožnje, a u depoima i radionicama preko naponskih uređaja depoa.

Pretvaranje energije se vrši preko glavnog transformatora koji pretvara naizmeničnu u trofaznu struju preko usmerivača za napajanje vučnih motora. Ta struja se pretvara u obrtno kretanje preko motora i prenosi na osovine preko kvačila i prenosnika.

Kod ovih garnitura postoji i mogućnost rekuperativnog kočenja, što znači da se kočiona energija može vratiti kao struja u vozni vod.

Pogonska oprema je raspoređena tako da u slučaju otkaza dela opreme, garnitura može da nastavi kretanje sa ostatkom pogona.

Pored svake upravljačnice postoje prostorije za mašine koje sadrže pogonsku i pomoćnu radnu opremu.

Uređaji u upravljačnici su prekidač za odvajanje, taster za proveru sigurnosnih sistema i komponente upravljačnice i releji.

Uređaji u mašinskoj prostoriji su elektro ormar xAH2/xAS1, pneumatski panel, kanal za vazduh koji služi za hlađenje vučnog motora, strujni usmerivač, uređaj za hlađenje strujnog usmerivača i elektro panel xAH1.

Na krovu se nalaze pantograf, mrežna prigušnica, visokonaponski kabl, akumulator i pneumatski sistem sa glavnim rezervoarom za vazduh.

 2.4.1 Pantograf

Pantograf ima funkciju da dovodi struju sa voznog voda na električna postrojenja vozila.

Kada se u upravljačnici pojavi signal za dizanje pantografa, cilindar meha se snabdeva komprimovanim vazduhom i podiže krak pantografa dok sam pantograf ne dostigne željenu visinu.

 U toku vožnje obezbeđuje se ravnomeran nivo pritiska pantografa na vozni vod.

U slučaju oštećenja grafitnih klizača pantografa, meh spušta pantograf. Spuštanje pantografa se obavlja tako što se mehu uskrati dotok vazduha i pantograf se vraća u spušten položaj.

 2.4.2 Strujni usmerivač

Strujni usmerivač pretvara mrežni napon u trofaznu naizmeničnu struju. Dovod napona od 25 kV naizmenične struje se ostvaruje preko dva glavna prekidača, krovnog odvajača i ulazne prigušnice i sprovodi do konvertora struje. Oni pretvaraju ulazni napon direktno u trofaznu naizmeničnu struju.

 2.4.3 Pogonska jedinica

Pogonske jedinice se nalaze u pogonskim obrtnim postoljima. Njih čine vučni motori sa membranskim kvačilima i prenosnici osovinskog sloga sa paketima kvačila.

Svako obrtno postolje skladišti dve pogonske jedinice.

Kretanje vozila se realizuje pretvaranjem električne u mehaničku energiju.

Pogonske jedinice sadrže i merne uređaje koji regulišu temperaturu, očitavaju broj obrtaja itd.

**2.5 Upravljački sistem za režim vožnje**

Upravljački sistem za režim vožnje se sastoji iz više pojedinih elemenata. Ovaj sistem čine: punjač akumulatora, upravljačka jedinica detektora dima, CAN (controller area network), FBH (vozna/kočiona poluga), FLG ( kontolna jedinica vozila), GSS (Zaštita od klizanja), HLK (Grejanje, ventilacija, klima), RCU (RailComUnit), SR (Strujni usmerivač) i TBC (Spojnica magistrale voza).

* 1. **Pomoćni pogonski sistem**

Ovaj sistem snabdeva električnom energijom razne uređaje u vozu: vodenu pumpu, ventilator vučnog motora i strujnog usmerivača, pneumatski sistem, klima uređaj/grejanje, punjač akumulatora, utičnice standardnog napona (220V, 50Hz).

2.6.1 Nezavisno napajanje

Zanimljivo je napomenuti da ovaj voz ima mogućnost nezavisnog napajanja koje se izvodi na sledeći način: na vozilu postoje dve utičnice za eksterno napajanje i kada se vozilo napaja nezavisnim napajanjem blokirano je podizanje pantografa i uključenje glavnog prekidača.

 Nezavisno napajanje mora da se aktivira preko dijagnostičkog ekrana, i dovoljna je jedna strana napajanja da bi se testirali svi pomoćni pogoni.

Pojedinačni potrošači takođe se uključuju pojedinačno.

 2.6.2 Akumulator

Osnovna namena akumulatora je da pri pokretanju voza napaja uređaje za podizanje pantografa da bi se isti priključio na kontaktnu mrežu.

Akumulator ima i druge namene (akumulacija energije i obezbeđivanje pomoćnog pogona).

Jedinice akumulatora se nalaze iznad same pogonske osovine i smeštene su u ormare (AAH2 i BAH2), dobro su zaštićene i pune se preko punjača akumulatora (koji se nalazi na krovu vozila).

Takođe, prilaz akumulatorima moguć je samo sa spoljašnje strane a jedinice akumulatora su konstantno zatvorene poklopcem alumulatora.

**2.7 Kontrolni i bezbedonosni uređaji**

 2.7.1 Zaštita voza

Zaštita voza ima više zadataka: kontrola mašinovođe, prepoznavanje signala, zaštita voza.

2.7.2 Autostop sistem

Strukturu ovog sistema čine elementi vozila: autostop centralna jedinica (RAS 8385) i balize vozila LLC (0512). Autostop sistem funkcioniše po principu tačkaste zaštite voza. Autostop sistem aktivira kočenje u slučaju opasnosti, ako vozač ne poštuje potrebne uslove vožnje.

 2.7.3 Radio-dispečerska veza:

Radio uređaj omogućava komunikaciju vozača pogonskog vozila i može se aktivirati u upravljačnici bez vozača na ključ. Uređaj za radio komukiciju čine dva upravljača uređaja po krajnjim kolima,dva govorna aparata po krajnjim kolima i centralni uređaj.

Takodje, voz ima mogućnost da se zaustavi komandom direktno iz upravljačke centrale putem radio veze.

2.7.4 Dijagnostički uređaj

Uređaj za dijagnostiku kontroliše vozilo za vreme eksploatacije i kontroliše veliki deo uredjaja u vozilu i njegova pogonska stanja. Dijagnostički uređaj pokazuje sledeće: procesne vrednosti (brzina), poruke sa greškama, pregled svih nastalih smetnji, naglašavanje redovno servisa odnosno potrošnje određenih delova na vozu. Uređaj radi i lokalizuje neispravne delove i daje uputstva za otklanjanje smetnji. Uređaj prikazuje podatke na displeju i pokazuje samo neophodne podatke da ne bi ometao vozača pogonskog vozila.

Podatke kasnije u radionici je moguće očitati, koristeci personalni računar.

2.7.5 Protivpožarni sistem

Ovaj sistem nadzire većinu prostora voza i aktivira se u slučaju razvijanja dima u vozilu: WC kabine, prostor za putnike, upravljačnice, prostorije za mašine, prelaznice, glavni upravljački ormani.

U slučaju požara signal se sprovodi iz centrale sistem do obaveštajnih sistema u upravljačnici i vozilu.

Vozač pogonskog vozila se akustično i vizuelno obaveštava, pri tome mora da potvrdi da je video poruku. Nakon potvrde vozača zvučni alarm se gasi i sistem prikazuje mesto izbijanja požara na displeju u upravljačnici.

U slučaju detektovanja dima napajanje se gasi u čitavom vozilu.

2.7.6 Interfon za slučaj opasnosti

U slučaju opasnosti, koja nije detektovana bezbednosnim senzorima vozila, interfon omogućava komunikaciju putnika i vozača pogonskog vozila.

Struktura interfona je prilično jednostavna i sastoji se iz zvučnika, svetlećih indikatora, tastera za poziv i vizuelnih poruka.

Aktiviranjem interfona u slučaju opasnosti vozač dobija vizuelnu poruku da je interfon aktiviran i na video monitoru se prikazuje video prenos putnika koji je aktivirao interfonski uređaj preko sigurnosne kamere.

Vozač preko ručnog aparata može da razgovara sa putnikom u slučaju opasnosti.

2.7.7 Spoljna kamera

Oba vagona sa upravljačnicama su opremljena spoljnim IP video kamerama, koje prenose slike na video monitor u upravljačnici.

**2.8 Osvetljenje voza**

Osvetljenje je takođe jako bitan element na vozu, bezbednost je najbitnija pa zbog toga vozač noću mora da vidi sve prepreke koje bi se mogle naći na pruzi da bi potencijalno sprečio sudare bilo kakve vrste. Sistem osvetljena na čeonoj površini čine: Vršni signal (LED), levi i desni far (Bi-xenon) i levo i desno signalno svetlo (LED). U zavisnosti od smera kretanja signalna svetla i vršni signal na početku voza svetle belom bojom dok na kraju voza svetle crvenom bojom.

Vozila koje se priključuju na vozila koja su spremna za pogon preuzimaju status osvetljenja sa drugog vozila, osvetljenje se pali kontinualno po redu priključivanja.

Upravljačka/mašinska ne podlaže prethodno opisanom principu paljenja osvetljenja, osvetljenje se u upravljačnici uključuje preko tastera koji se nalazi na upravljačkoj tabli ili na vratima upravljačnice.

Osvetljenje za putnički prostor se uključuje takođe iz upravljačnice. Ovaj voz naravno ima svetlo u slučaju opasnosti u prostoru za putnike i svetla su podeljena u dve grupe u slučaju opasnosti radi samo jedna grupa. Ovo osvetljenje se uključuje u slučajevima opasnosti kao što su požar i prenizak napon akumulatora kada se voza ne napaja iz kontaktne mreže.

**2.9 Klimatizacija**

Klima uređaj služi za grejanje, ventilaciju i hlađenje prostora za putnike u vozilu. Svaki vagon ima individualni klima uređaj koji je postavljen na krov vozila.

Uređaj za klimu snabdeva putnički prostor konstantnim dovodom vazduha, prema uslovima vazduh se greje ili hladi. Spoljašnji vazduh se usisava kroz bočnu vazdušnu rešetku, dok se opticajni vazduh usisava kroz otvore u podu i u klima uređaj.

Podesivi poklopac reguliše mešanje opticajnog i svežeg vazduha, nastala mešavina se vodi kroz isparivač i na kraju kroz grejalicu, posle grejalice se vodi kroz zvučne prigušivače u prostor za putnike.

 2.9.1 Klima uređaj za upravljačnicu

Svaka upravljačnica ima zaseban kompaktni klima uređaj, koji je montiran po strani na krajnim kolima. Klima uređaj za upravljačnicu funkcioniše na isti način kao klima uređaji za putnički proctor, jedina razlika je u tome što se klima uređaj za upravljačnicu reguliše posebnim regulatorom klime dok se regulacija klime za putnički prostor reguliše preko posebnog regulatora.

2.9.2 Grejanje

U vozila je ugrađeno električno grejanje. Sistem za grejanje čine dve grane: grejanje prostora za putnike i greajnje upravljačnice.

U prostoru za putnike nalaze se klima uređaj, električna grejna tela na bočnim zidovima iznad poda, električni ventilator za grejanje kod svakih vrata i svake prelaznice iz vagona u vagon.

U upravljačnici elementi su skoro identični, međutim upravljačnica ima grejanje u podnoj niši i u području nogu ispred upravljačkog pulta. Sistem grejanja se reguliše preko upravljačkog vozila.

**2.10 Pomoćna oprema**

Pomoćna oprema uglavnom služi da pripomogne kretanju vozila i ima namenu da poveća prijanjanje kada su šine mokre ili zaleđene, pomoću uređaja za peskarenje, i smanjenje istrošenosti oboda sa podmazivanjem.

 Peskarenje se izvodi samo zbog povećanja trenja, odnosno koeficijenta adhezije, između točka i šine u slučajevima kada su šine masne, zaleđene ili mokre. Sistemi za peskarenje se nalaze samo na pogonskim osovinama. Iznad svakog točka postoji sanduk u kome se skladišti pesak i koji se puni sa spoljne strane. Upravljački sistem kontroliše ventil sistema za peskarenje, koji dovodi vazduh u dva uređaja za prosipanje peska po osovini. Mešavina peska i vazduha se prosipa kroz cev sistema za peskarenje na šine ispred točka. Preko ventila dobijamo konstatnu količinu peska.

 Sistem podmazivanje ododa točkova mešavinom ulja u intervalima podmazuje obode točkova da bi se smanjilo trenje i istrošenost na točku i šini kao i stvaranje buke. Ovaj sistem je ugradjen u pogonskom obrtnom postolju. Kontrola podmazivanja dolazi iz upravljačkog uređaja vozila. U zavisnosti od brzine povećava se razmak između dva intervala prskanja. Klip magnetnog ventila se uključivanjem i isključivanjem potiskuje na gore i dole, ulje se usisava, meša sa vazduhom, i nanosi mlaznicama.

**2.11 Vrata i Ulazi**

Spoljašnja vrata moraju da omoguće ulaz i izlaz u prostor za putnike, zaključavanje prostora za putnike radi sprečavanja neovlašćenog ulaza i tokom vožnje radi bezbednosti putnika. Struktura spoljašnjih vrata se sastoji iz dve grupe elemenata, prva grupa su spoljni komandni i kontrolni elementi, a druga su unutrašnji komandni i kontrolni elementi.

Spoljne elemente čine: akustično upozorenje, radni prekidač spolja, taster za otvaranje vrata, taster za otvaranje vrata sa produženim vremenom otvaranja, četvorougaona brava, deblokada u slučaju opasnosti.

Unutrašnje elemente čine: akustično upozoravanje, kočnica u slučaju opasnosti za putnike, interfon za slučaj nužde, četvorougaona brava, deblokada u slučaju opasnosti, taster za otvaranje vrata, taster za otvaranje vrata sa produženim vremenom otvaranja.

Spoljašnja vrata se ne mogu otvoriti za vreme vožnje zbog zaključavanja, ali se mogu zatvoriti tokom vožnje iz upravljačnice ako je došlo do nekih grešaka. Bitno je da se vrata mogu otvoriti preko upravljačkog prekidača kada je vozilo isključeno ili stoji. Kada su spoljašnja vrata selektivno aktivirana iz upravljačnice i kada se signalizira za zaustavljanje, po otvaranju aktiviraju se klizni stepenici.

2.11.1 Sigurnosna petlja

Predstvlja serijski priključak svih pojedinačnih kontakata svakih spoljašnjih vrata. Serijski priključak vrata sadrži kontakte za zaključavanje spoljašnjih vrata i sigurnosni relejni kontakt regulacije vrata. Sigurnosna petlja je prekinuta, kada najmanje jedna spoljašnja vrata nisu zatvorena ili jasno premošćivanje zazora nije uvučeno. Kada se ovo dogodi upravljački uređaj aktivira blokadu vožnje. Ovo znači da vozač ne dobija aktivaciju za vožnju dok sva vrata nisu zatvorena i svi premošćivači zazora nisu uvučeni. Kada se sve zatvori i uvuče ukida se blokada vožnje i vozač dobija dozvolu za vožnju.