

ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

Raziskovalna naloga

STADLER FLIRT

Avtor:

Julijan PEVEC, S-4. a

Mentor:

Martin AMON, mag. inž. str.

Celje, marec 2019

Mentor Martin Amon v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom Stadler Flirt, katere avtor je Julijan Pevec:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, _____

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

*

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so mi kakorkoli pomagali pri nastajanju raziskovalne naloge, bodisi z nasveti bodisi z idejami za nastanek zanimivejše naloge.

Mentorju g. Martinu Amonu sem hvaležen za njegovo pomoč, za vse strokovne nasvete in potrpežljivost ob nastajanju moje naloge. Posebej sem mu hvaležen, da je bil vedno pripravljen odgovoriti na vsa moja vprašanja in mi s svojo strokovnostjo pomagati.

Hvala g. Žanu Podbregarju, da me je navdušil za raziskovalno delo in izdelavo raziskovalne naloge.

Zahvalo namenjam tudi Slovenskim železnicam – Potniški promet, d. o. o. in gospodu Romanu Pevcu za vse posredovane ključne vsebinske podatke in literaturo in tako omogočili nastanek raziskovalne naloge.

Posebne besede zahvale pa namenjam tudi lektoricama ga. Damjani Hohler in ga. Barbari Škorc.

STADLER FLIRT

Ključne besede: Stadler FLIRT, Siemens Desiro, prevoz, vlakovna garnitura, tehnične lastnosti

POVZETEK

Moja raziskovalna naloga zajema tehnične lastnosti in predstavitev naše nove potniške vlakovne garniture z nazivom Stadler FLIRT. V prvem sklopu raziskovalne naloge smo pregledali literaturo o vlakovnih garniturah Stadler Flirt ter splošno predstavili samo vlakovno garnituro ter njen način delovanje. V drugem sklopu smo izvedli primerjavo med garniturama Stadler Flirt in »predstavnikom« prejšnje generacije potniških vlakov pri nas - Simensovo garnituro Desiro.

Stadler FLIRT serije 510/515 je elektromotorna vlakovna garnitura, namenjena za delovanje v potniškem prometu. Je najnovejša in prav tako tudi najsodobnejša pridobitev Slovenskih železnic. Namen nakupa te serije vlakov je bil izboljšati učinkovitost delovanja v potniškem prometu, saj sta za prevoz tolikšnega števila potnikov, kot ga v maksimalnem številu premore FLIRT, potrebni dve vlakovni garnituri Siemens Desiro, ki sta speti skupaj. V raziskovalno nalogo smo vključili tudi izvedeno primerjavo med obema generacijama oziroma vrstama vlakov, kjer smo primerjali splošne značilnosti obeh vlakovnih garnitur. V primerjavi so jasno razvidne prednosti oziroma slabosti obeh vlakov. Moramo pa poudariti, da se garnitura Desiro na slovenski »sceni« pojavlja že od leta 2002, tako da se je v gospodarskem vidiku s projektom nakupa novih vlakov pojavila tudi modernizacija Slovenskih železnic.

STADLER FLIRT

Key words: Stadler FLIRT, Siemens Desiro, transport, train set, technical features

ABSTRACT

My research paper includes the technical features and presentation of our new Stadler FLIRT passenger train set. In the first part of the research paper we have reviewed the literature on the Stadler Flirt train sets and generally presented only the train set and its mode of operation. In the second part, we have made a comparison between the Stadler Flirt sets and the "representative" of the previous generation of passenger trains in our country - the Siemens Desiro set.

The Stadler FLIRT 510/515 series is an electric train set designed for passenger operation. This is the latest and also the most modern acquisition of Slovenian Railways. The purpose of purchasing this series of trains has been to improve the efficiency of passenger transport as the two Siemens Desiro train sets, connected together, are required to transport the maximum number of FLIRT passengers. In our research task we have also included a comparison between the two generations or types of trains, where the general characteristics of the both train sets have been compared. This comparison clearly shows the advantages and disadvantages of the both trains. However, we must emphasize that the Desiro set has been appearing on the Slovenian "scene" since 2002, so that the project of purchasing new trains have also led to the modernization of Slovenian Railways in the economic aspect.

KAZALO VSEBINE

| | | |
|----------|--|----|
| 1 | UVOD | 1 |
| 1.1 | Hipoteze..... | 2 |
| 1.2 | Metode raziskovanja..... | 2 |
| 1.3 | Struktura raziskovalnega dela..... | 2 |
| 2 | STADLER FLIRT | 3 |
| 2.1 | Zunanja zgradba-Groba | 5 |
| 2.2 | Vklop vozila | 6 |
| 2.3 | Upravljalni elementi v strojevodski kabini..... | 8 |
| 2.3.1 | Strojevodski pult | 9 |
| 2.4 | Centralna krmilna naprava vozila..... | 11 |
| 2.5 | Vlakovna varnostna naprava | 14 |
| 2.6 | Budnik | 16 |
| 2.7 | Napajanje vlakovne garniture | 17 |
| 2.8 | Elektro vlečni motorji..... | 19 |
| 2.9 | Podstavni vozički..... | 20 |
| 2.9.1 | Pogonski podstavni voziček..... | 20 |
| 2.9.2 | Prosti podstavni voziček | 22 |
| 2.10 | Zračno vzmetenje | 23 |
| 2.11 | Zavorna naprava | 24 |
| 2.11.1 | Zasnova zavorne naprave..... | 24 |
| 2.11.2 | Zasnova zavorne naprave..... | 25 |
| 2.12 | Pomožne naprave..... | 27 |
| 2.12.1 | Naprava za peskanje..... | 27 |
| 2.12.2 | Naprava za mazanje sledilnih vencev | 28 |
| 2.13 | Pnevmatski sistem | 30 |
| 2.13.1 | Kompresor..... | 30 |
| 2.13.1.1 | Zasnova kompresorja..... | 30 |
| 2.13.2 | Pomožni kompresor | 33 |
| 2.14 | Plošče za pnevmatiko | 34 |
| 2.15 | Notranja oprema vlaka..... | 39 |
| 2.15.2 | Ročni gasilni aparat..... | 40 |
| 2.15.3 | Toaletni Prostor..... | 41 |
| 2.15.4 | Oddelek za vlakospremno osebje..... | 42 |
| 2.16 | Potniški prostor..... | 43 |
| 2.17 | Sistem WLAN | 44 |
| 2.18 | Vpliv na okolje | 46 |
| 3 | SIEMENS DESIRO..... | 49 |
| 3.1 | Strojevodski pult..... | 50 |
| 3.2 | Potniški prostor..... | 51 |
| 3.3 | Vpliv na okolje..... | 53 |
| 4 | PRIMERJAVA OSNOVNIH ZNAČILNOSTI VLAKOVNIH GARNITUR | 54 |

| | | |
|---|--|----|
| 5 | PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE..... | 56 |
| 6 | ZAKLJUČEK..... | 58 |
| 7 | VIRI IN LITERATURA..... | 59 |

KAZALO SLIK

| | |
|--|----|
| Slika 1: Vlakovna garnitura Stadler FLIRT 510/515 [4] | 3 |
| Slika 2: Diagram vlečne sile in hitrosti [5] | 4 |
| Slika 3: Zunanji pregled vozila Stadler FLIRT [5] | 5 |
| Slika 4: Deljenje garniture na odseke [5] | 5 |
| Slika 5: Upravljalni elementi v strojevodski kabini [5] | 8 |
| Slika 6: Strojvodski pult [5] | 9 |
| Slika 7: Strojvodski pult na Stadler FLIRT [4] | 10 |
| Slika 8: Shema centralne krmilne naprave [5] | 12 |
| Slika 9: Lokacija vlakovne varnostne naprave [5] | 14 |
| Slika 10: E-omara BAG1 [5]..... | 14 |
| Slika 11: Shema vlakovne varnostne naprave [5] | 15 |
| Slika 12: Lokacija budnika [2] | 16 |
| Slika 13: Odjemniki toka [5]..... | 17 |
| Slika 14: Lokacija odjemnika toka [5] | 18 |
| Slika 15: Sestava odjemnika toka [5]..... | 18 |
| Slika 16: Elektrovlečni motorji [5]..... | 19 |
| Slika 17: Lokacije podstavnih vozičkov [5]..... | 20 |
| Slika 18: Pogonski podstavni voziček [5]..... | 21 |
| Slika 19: Prosti podstavni voziček Jakobs [5]..... | 22 |
| Slika 20: Zračno vzmetenje na prostem in na pogonskem podstavnem vozičku [5] | 23 |
| Slika 21: Shema zavorne naprave [5]..... | 24 |
| Slika 22: Vzmetna akumulacijska zavora [5]..... | 26 |
| Slika 23: Naprava za peskanje [5]..... | 27 |
| Slika 24: Naprava za mazanje sledilnih vencev [5] | 28 |
| Slika 25: Sestava naprave za mazanje sledilnih vencev [5] | 29 |
| Slika 26: Zasnova kompresorja [5] | 30 |
| Slika 27: Kompresor [5]..... | 31 |
| Slika 28: Batni kompresor [5] | 33 |
| Slika 29: Lokacije plošč za pnevmatiko [5] | 34 |
| Slika 30: Plošča za pnevmatiko PT1 [5] | 35 |
| Slika 31: Plošča za pnevmatiko PM1 [5] | 35 |
| Slika 32: Plošča za pnevmatiko PM1 [5] | 36 |
| Slika 33: Plošča za pnevmatiko PM4 [5] | 36 |
| Slika 34: Plošča za pnevmatiko PM5 [5] | 37 |
| Slika 35: Plošča za pnevmatiko PM11 [5] | 37 |
| Slika 36: Plošča za pnevmatiko PM9 [5] | 38 |
| Slika 37: Plošča za pnevmatiko PM8-2 [5]..... | 38 |
| Slika 38: Inventarne omare [5]..... | 39 |
| Slika 39: Lokacija gasilnih aparatov [5] | 40 |
| Slika 40: Piktogram [5] | 40 |
| Slika 41: Lokacija toaletnih prostorov [5]..... | 41 |
| Slika 42: Toaletni prostor [5] | 41 |
| Slika 43: Oddelek za vlakospremno osebje [5]..... | 42 |

| | |
|--|----|
| Slika 44: Prvi razred [8] | 43 |
| Slika 45: Drugi razred [8]..... | 43 |
| Slika 46: Shema sistema WLAN [5] | 45 |
| Slika 47: Stadler FLIRT [8] | 46 |
| Slika 48: Meritve porabe električne energije vlak 510 [5]..... | 47 |
| Slika 49: Siemens Desiro 310/317 [8]..... | 49 |
| Slika 50: Strojvodski pult Desiro [8]..... | 50 |
| Slika 51: Strojvodski pult Desiro [8]..... | 51 |
| Slika 52: Strojvodski pult Desiro [8]..... | 51 |
| Slika 53: Potniški prostor [8] | 52 |
| Slika 54: Potniški prostor [8] | 52 |
| Slika 55: Siemens Desiro [8]..... | 53 |

KAZALO GRAFOV

| | |
|---|----|
| Graf 1: Moč vlakovne garniture | 55 |
| Graf 2: Poraba električne energije..... | 55 |

KAZALO TABEL

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Sestava diagrama vlečne sile in hitrosti | 4 |
| Tabela 2: Elementi v strojni kabini | 8 |
| Tabela 3: Strojvodski pult | 9 |
| Tabela 4: Centralna krmilna naprava | 13 |
| Tabela 5: Vlakovna varnostna naprava | 14 |
| Tabela 6: Elementi budnika..... | 16 |
| Tabela 7: Vrste odjemnikov toka | 18 |
| Tabela 8: Sestavne komponente odjemnikov toka | 18 |
| Tabela 9: Podstavni vozički | 20 |
| Tabela 10: Pogonski podstavni voziček komponente | 21 |
| Tabela 11: Prosti podstavni voziček elementi..... | 22 |
| Tabela 12: Vzmetenje prosti podstavni voziček..... | 23 |
| Tabela 13: Vzmetenje pogonski podstavni voziček | 23 |
| Tabela 14: Elementi sheme zavorne naprave | 25 |
| Tabela 15: Elementi vzmetne akumulacijske zavore | 26 |
| Tabela 16: Naprava za peskanje..... | 27 |
| Tabela 17: Elementi naprave za mazanje sledilnih vencev | 29 |
| Tabela 18: Elementi kompresorja | 30 |
| Tabela 19: Zasnova kompresorja | 31 |
| Tabela 20: Zasnova batnega kompresorja | 33 |
| Tabela 21: Elementi inventarne omare..... | 39 |
| Tabela 22: Zasnova toaltnih prostorov | 41 |
| Tabela 23: Sestav oddelka za vlakospremno osebje | 42 |
| Tabela 24: Primerjava osnovnih značilnosti vlakovnih garnitur | 54 |

UPORABLJENE KRATICE

kg – kilogram

mm – milimeter

cm – centimeter

m – meter

cm³ – kubični centimeter

km² – kvadratni kilometer

KM – konjska moč

W – Watt

kW – kilo Watt

kWh – kilo Wattna ura

d. o. o. – družba z omejeno odgovornostjo

1 UVOD

Pri nas je potniški železniški promet izjemno velikega pomena, saj imamo z njim povezave tako po celi naši državi kot tudi s sosednjimi državami in tako s preostalo Evropo. V Sloveniji smo lahko ponosni na razvoj in funkcionalnost naših železnic, vendar pa se s strateškim načrtom Slovenskih železnic v prihodnjih desetih letih pričakuje občutno povečanje uporabnikov železniškega potniškega prometa. Zato so se pri vodstvu železnic odločili, da je napočil čas, da tudi Slovenija stopi v korak z modernizacijo potniškega prometa in bil je sprejet dogovor o prenovi voznega parka. Odločili so se za nakup novih potniških vlakovnih garnitur Švicarske firme Stadler. Najboljša vrsta oziroma najbolj primerni modeli vlakov za obnovo voznega parka so bil model FLIRT, Flirt DMV in Kiss. Prva pogodba za nakup novih vozil Stadler FLIRT je bila sklenjena aprila leta 2018. Na slovenske proge pa so se prvi novi vlaki modela FLIRT zapeljali septembra leta 2020. Takrat so bili na njih izvedeni razni testi in izobraževanja za upravljanje in delovanje z njimi. Ko so bili vsi testi zaključeni, so bile garniture pripravljene za prevoz potnikov. Prva vožnja v rednem potniškem prometu je bila opravljena 4. julija 2021.

Z prihod vlakovnih garnitur Stadler smo izvedeli, malo preden so ti začeli uradno voziti po naših progah, in sicer preko revije Slovenskih železnic, Nova proga. Tam so bile objavljene vse novice v zvezi z novim vlakom in določeni podatki o njem ter nekatere tehnične lastnosti novega modela vlaka. To nas je navdušilo in dalo idejo za raziskovalno nalogo. Vedeli smo, da večina zanimivih statistik in podatkov še ni na voljo širši javnosti, zato smo stopili v stik z inštruktorjem strojevodji gospodom Romanom Pevcem, ki nam je posredoval vse potrebne podatke o novih vlakih Stadler FLIRT.

1.1 Hipoteze

Pred raziskovanjem smo postavili naslednje hipoteze:

- 1) Nove vlakovne garniture porabijo manj električne energije kot prejšnja generacija vlakovnih garnitur.
- 2) V Sloveniji je bil nakup sodobnejših vlakov potreben, saj se število potnikov pri železniških prevozih zvišuje.
- 3) Novejše garniture imajo boljši vpliv na okolje kot do sedaj uporabljeni vlaki.
- 4) Prejšnja generacija potniških vlakov je bolj učinkovita za prevoz potnikov kot sedanja generacija potniških vlakov.

1.2 Metode raziskovanja

Pri nastajanju raziskovalne naloge nismo imeli na razpolago veliko javno objavljenih virov v zvezi s temo raziskovalne naloge, saj je bil projekt nabave, uvajanja in delovanja novih železniških garnitur v Sloveniji še razmeroma nov. Zaradi tega še ni bilo objavljenih veliko člankov o statističnih podatkih, vezanih na izbrano temo. Tako smo večino informacij pridobili od Slovenskih železnic – službe za vleko in tehniko. To nam je delo zelo olajšalo, saj smo vedeli, da so vsi ti podatki točni in preverjeni.

1.3 Struktura raziskovalnega dela

V prvem sklopu raziskovalne naloge smo pregledali literaturo o vlakovnih garniturah Stadler Flirt ter na splošno predstavili vlakovno garnituro in njen način delovanja. V drugem sklopu smo izvedli primerjavo med garniturama Stadler Flirt in predstavnikom prejšnje generacije elektromotornih potniških vlakov pri nas, Simensovo garnituro Desiro. Iskali smo faktorje, po katerih bi lahko določili dejansko učinkovitost novih vlakov, njihov vpliv na okolje in njihove prednosti v primerjavi z garniturami prejšnjih generacij. Iskali smo tudi podatke, po katerih bi lahko določili potrošnjo novih vlakov.

2 STADLER FLIRT

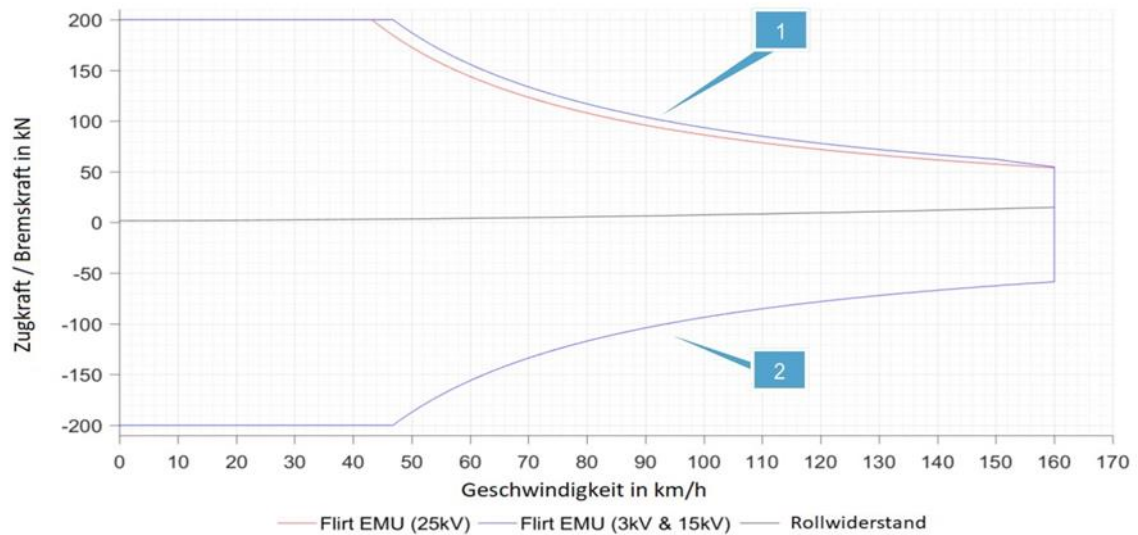
Stadler FLIRT serije 510/515 je več sistemska potniška vlakovna garnitura proizvajalca Stadler Rail iz Švice. FLIRT je vlak, ki deluje na osnovi štirih elektro motorjev, ki premorejo skupno moč 2600 kW in lahko proizvedejo vlečno silo pri speljevanju do maksimalno 200 kN.

Vlak meri v dolžino (merjeno po dolžini spenjače) 80,7 m, v širino 2,82 m in v višino 4,12 m. Masa celotnega vlaka znaša 136 ton. Največja hitrost vlakovne garniture je 160 km/h, kar pa je tudi največja dovoljena hitrost na naših železnicah. Na testiranjih je FLIRT pokazal svojo najvišjo možno hitrost, ki dosega 200 km/h (testi hitrosti niso bili izvedeni na slovenskih progah). Maksimalni pospešek vlaka pri speljevanju znaša $1,3 \text{ m/s}^2$.



Slika 1: Vlakovna garnitura Stadler FLIRT 510/515 [4]

Na spodnjem diagramu lahko vidimo spreminjanje vlečne sile v razmerju s hitrostjo. Prav tako je na diagramu prikazana zavorna sila.



Slika 2: Diagram vlečne sile in hitrosti [5]

Tabela 1: Sestava diagrama vlečne sile in hitrosti

| | | | |
|---|--------------|---|--------------------------|
| 1 | Vlečna sila | x | Hitrost |
| 2 | Zavorna sila | y | Vlečna sila/zavorna sila |

2.1 Zunanja zgradba - groba

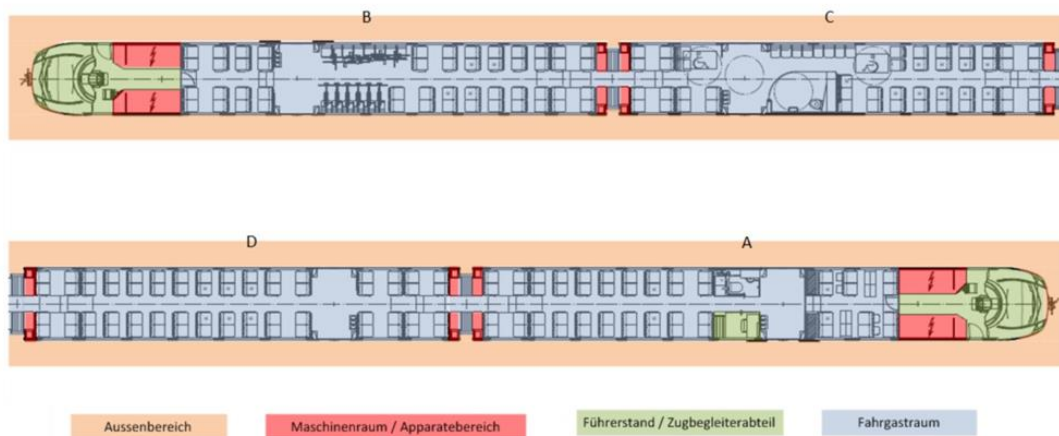
Zunanja zgradba vozila Stadler FLIRT je v grobem razdeljena na tri odseke: A, B, C, D.



Slika 3: Zunanji pregled vozila Stadler FLIRT [5]

Spodnja slika prikazuje deljenje vlakovne garniture FLIRT na štiri odseke, ti osek pa so razdeljeni glede na njihovo dostopnost.

- Zunanje področje je v mirovanju vlaka dostopno vsem.
- Potniški prostor je v mirovanju vlaka dostopen vsem, v času vožnje pa samo potnikom in vlakospremnemu osebju.
- Strojevodske kabine, strojnice in E-omare z napravami so dostopne samo strojevodji.
- Strojevodska kabina in oddelek za vlakospremno osebje sta vedno dostopna strojevodji in vlakospremnemu osebju.



Slika 4: Deljenje garniture na odseke [5]

2.2 Vklop vozila

Postopek vklopa vlakovne garniture lahko v grobem razdelimo na tri osnovne korake, ki so natančneje sestavljeni iz več različnih faktorjev. Ti postopki so:

1. Stikalo na ključ je postavljeno v položaj "Vklop"

- Centralna krmilna naprava vozila izvede samotestiranje in se nato vklopi.
- Diagnostični in upravljalni monitorji se vklopijo.
- Elementi za upravljanje (tipke, stikala) so aktivni.
- Razpenjanje je možno.
- Zunanja razsvetljava vlaka se vklopi.
- Krmiljenje vrat je aktivno.
- Potniški informacijski sistem je aktiven.
- Razsvetljava potniških prostorov je aktivna.
- Vlakovne varnostne naprave so aktivne.
- Merilnik hitrosti je aktiven.
- Vse radijske naprave (GSM-R) v spregi so aktivne.
- Pnevmatiki sistemi so aktivni (če je zagotovljen ustrezen zračni tlak).

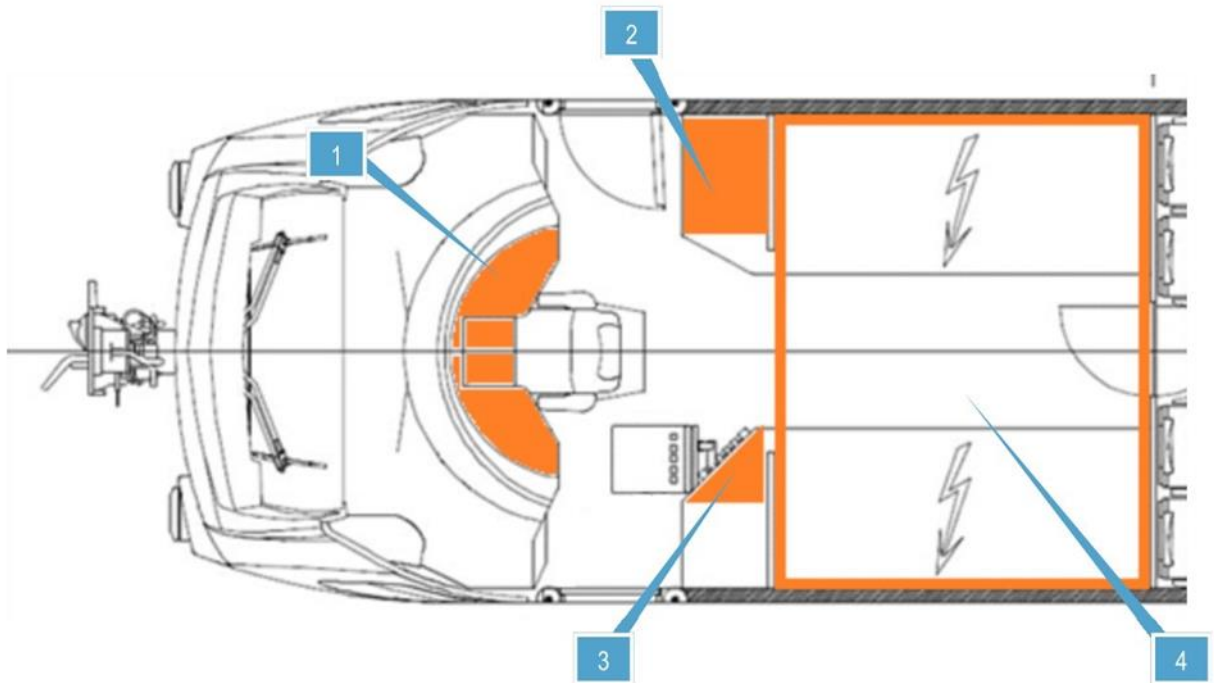
2. Aktivacija mehke tipke "Dvig odjemnika toka" na upravljalnem/diagnostičnem monitorju

- Če v pnevmatskem sistemu ni dovolj tlaka, se samodejno aktivira pomožni kompresor, ki zagotovi potrebno količino komprimiranega zraka za dvig odjemnika toka. Če se pomožni kompresor ne aktivira samodejno, je treba pomožni kompresor na upravljalnem/diagnostičnem monitorju vklopiti ročno.
- V skladu z izbranim sistemom napetosti se dvigne ustrezen odjemnik toka.

3. Aktivacija mehke tipke "Vklop glavnega odklopnika" na upravljalnem monitorju

- Napajanje pomožnih pogonov je aktivno.
- Napajanje s komprimiranim zrakom je aktivno.
- Sistemi napajanja na vozilu in polnjenje baterij so aktivni.

2.3 Upravljalni elementi v strojevodski kabini



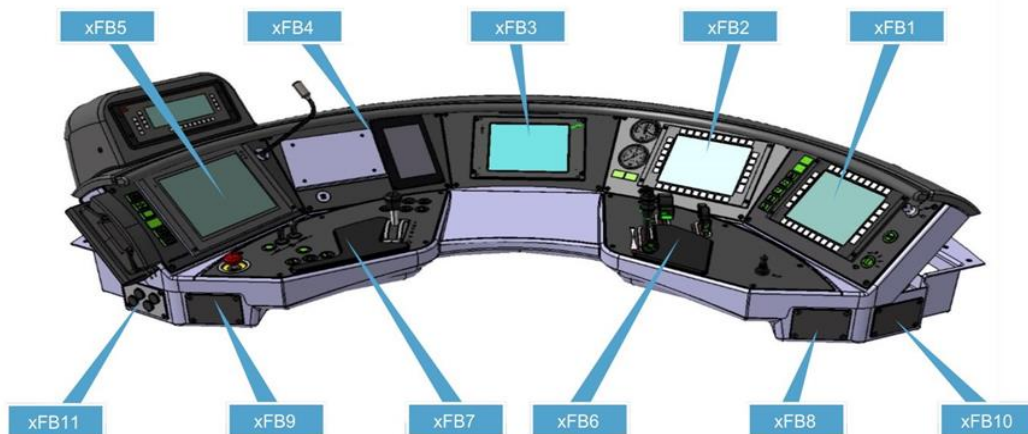
Slika 5: Upravljalni elementi v strojevodski kabini [5]

Tabela 2: Elementi v strojni kabini

| | | | |
|---|-------------------|---|------------------------------|
| 1 | Strojevodski pult | 3 | Prostor za inventarno opremo |
| 2 | E-omara (xFS1) | 4 | Strojnica |

2.3.1 Strojevodski pult

Strojevodski pult ima več ključnih funkcij. Njegove glavne naloge pa so krmiljenje vozila, nadzor funkcij vozila in komunikacija s potniki in prometno službo. Strojevodski pult je razdeljen na več upravljalnih plošč (segmentov). Med središčnima ploščama je predviden prostor za voznoredno dokumentacijo. Poleg upravljalnih elementov na ploščah so predvideni še elementi, ki so integrirani v samem strojevodskem pultu.



Slika 6: Strojevodski pult [5]

Tabela 3: Strojevodski pult

| | | | |
|------|---|-------|--|
| xFB1 | Vklop vozila, krmiljenje pomožnih pogonov, naprave za zagotavljanje udobja pri vožnji | xFB7 | Vrata, zračna zavora in drugi upravljalni elementi |
| xFB2 | Diagnostika in nadzor procesnih vrednosti | xFB8 | Slepa plošča |
| xFB3 | Vlakovni varnostni sistem in prikazovalnik hitrosti | xFB9 | Slepa plošča |
| xFB4 | Prikaz voznega reda in vlakovna varnostna naprava | xFB10 | Vmesniki za servisiranje |
| xFB5 | Monitor in upravljalni elementi za potniški informacijski sistem | xFB11 | Vmesniki za servisiranje |
| xFB6 | Krmiljenje (vožnja vlaka) | | |

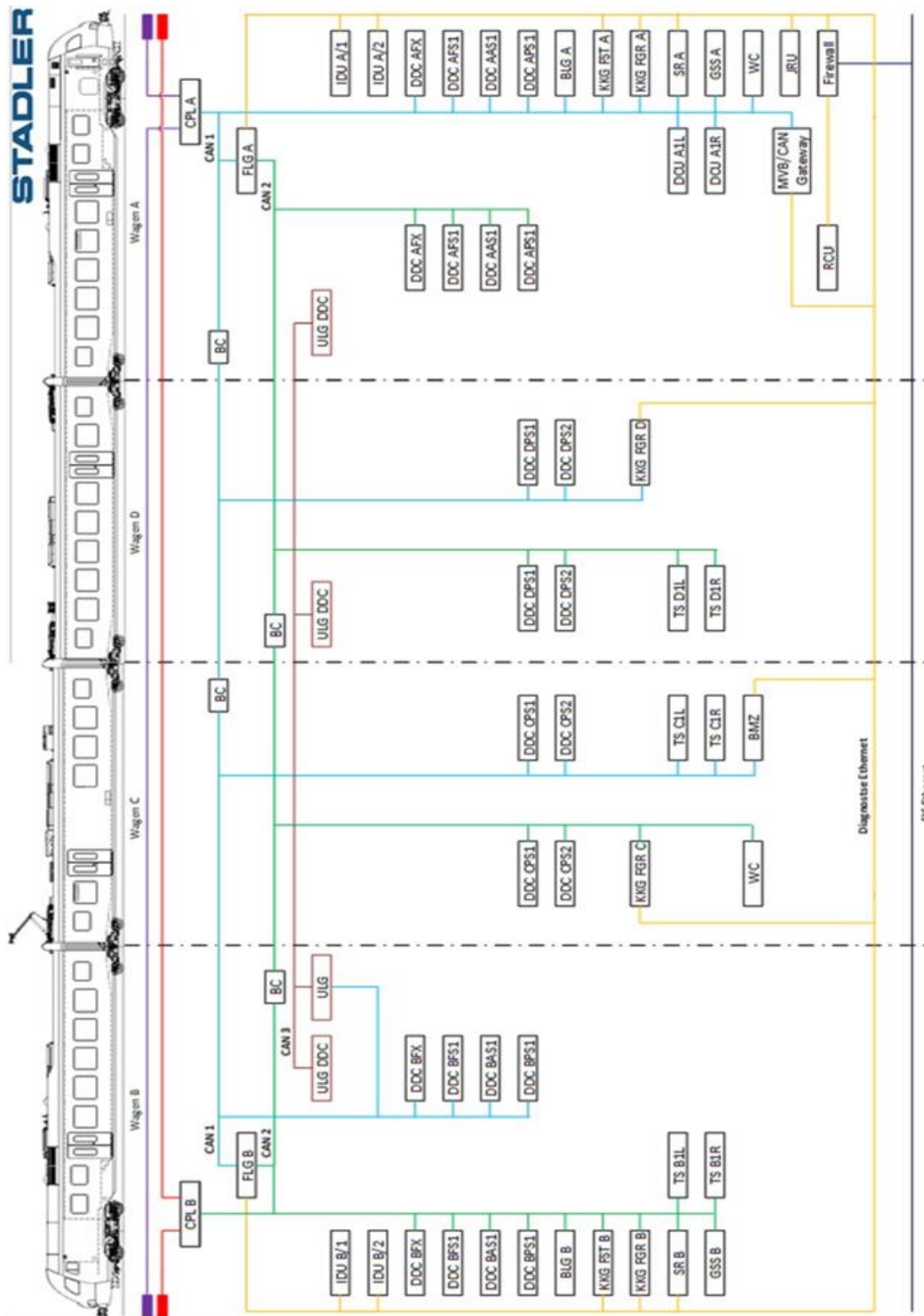


Slika 7: Strojevodski pult na Stadler FLIRT [4]

2.4 Centralna krmilna naprava vozila

Centralna krmilna naprava vozila ima naslednje naloge:

- Nadzor in izvajanje vseh varnostno zahtev v normalnem načinu delovanja in vseh drugih načinih delovanja.
- Zaznavanje zahtev za povečanje/zmanjšanje vlečne in zavorne sile ter posredovanje teh podatkov do glavnega zavornega računalnika.
- Krmiljenje in nadzor pomožnih pogonov.
- Zapisovanje/registriranje podatkov o vožnji.
- Obdelava, shranjevanje in prikaz podatkov za vožnjo in analiza teh podatkov.



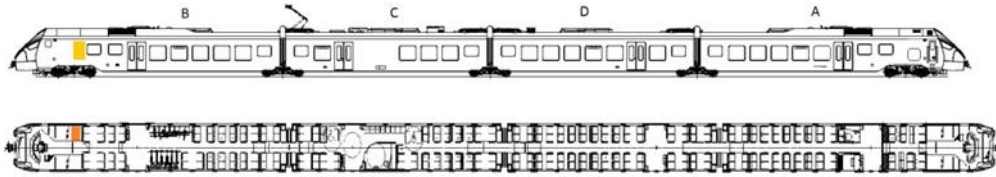
Slika 8: Shema centralne krmilne naprave [5]

Tabela 4: Centralna krmilna naprava

| | |
|-----------------|---|
| CPL | »Train Bus Coupler'« (spojnik za vlakovno vodil |
| DDC | Decentralne I/O-enote |
| FBH | Ročica za vleko in zaviranje |
| Požarni zid | Varnostni vmesnik med diagnostičnim sistemom in potniškim informacijskim sistemom |
| PIS | Potniški informacijski sistem |
| FLG | Centralna krmilna naprava opravlja funkcijo krmiljenja in koordinacije vseh funkcij na vozilu |
| GSS | Pnevmatska protidrsna zaščita |
| IDU | Upravljalni monitor |
| JRU | Naprava za registriranje podatkov za posamezne vlakovne varnostne naprave |
| KKG | Kompaktna klimatska naprava |
| MVB/CAN Gateway | Vmesnik med CAN-vodilom in vodilom MVB |
| RDS/RCU | »Remote Control Unit« (naprava za daljinsko krmiljenje) |
| SR | Želene vrednosti, ki jih centralna krmilna naprava vozila posreduje do pogonske krmilne naprave pretvornika toka: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Vrtilni moment vlečnega motorja ➤ Frekvenca pretvornika pomožnih pogonov (10 Hz ... 50 Hz) |
| TS | Krmilna naprava za vrata |
| ULG | Nadzorna krmilna naprava |
| WC-modul | Toaletni prostor, WC-kabina |

2.5 Vlakovna varnostna naprava

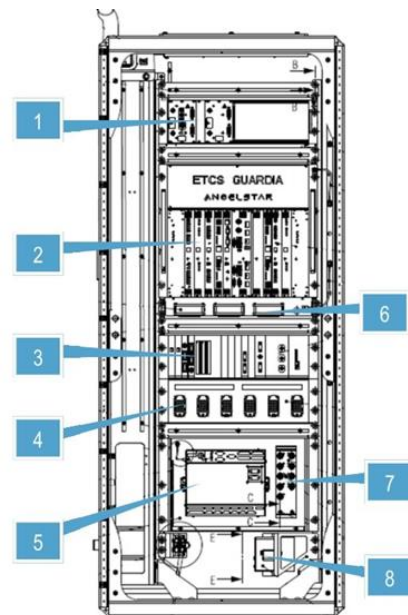
Vozilo je zasnovano oziroma opremljeno z varnostnima sistemoma ETCS (European Train Control System) in PZB (Točkovna varnostna naprava). Oba sistema sta nameščena v vagonu B v E-omari BAG1.



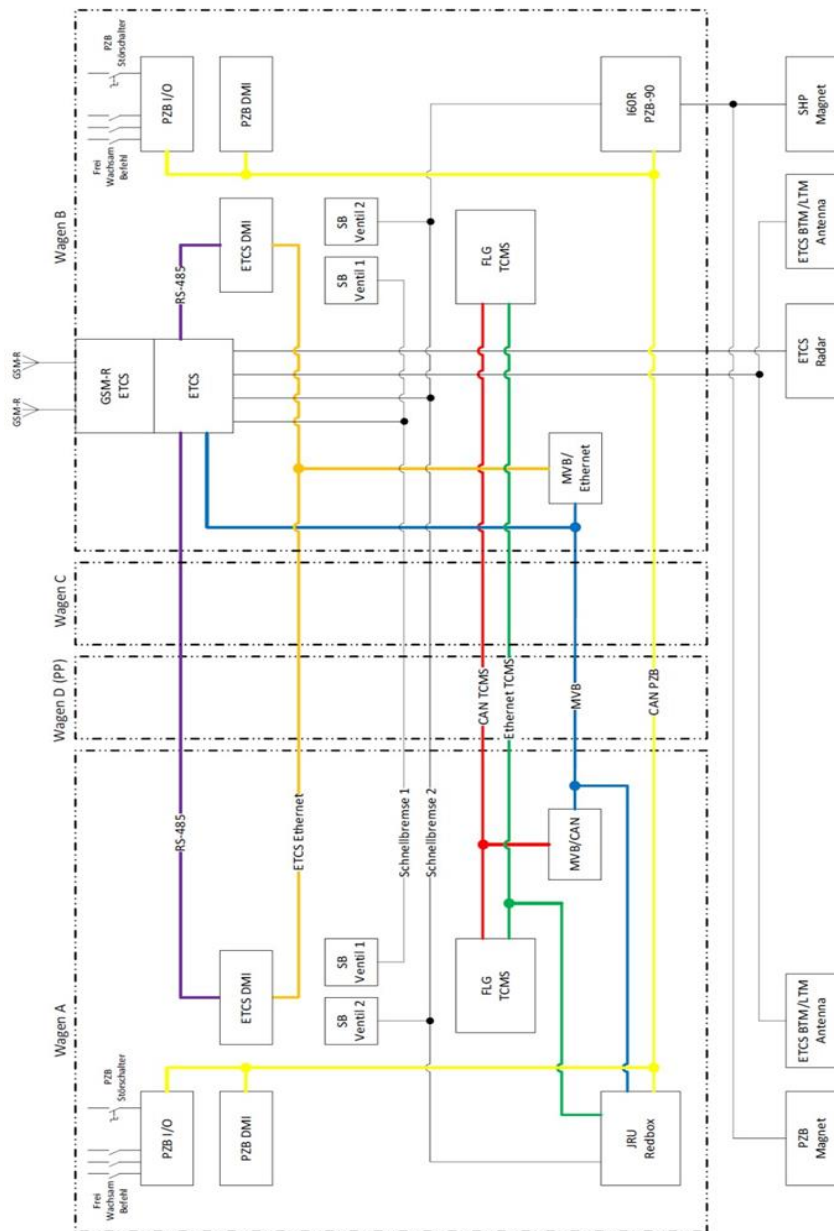
Slika 9: Lokacija vlakovne varnostne naprave [5]

Tabela 5: Vlakovna varnostna naprava

| | |
|---|---|
| 1 | Ohišje omare za ETCS (Mobile Terminals) |
| 2 | Moduli za ETCS |
| 3 | Modul za PZB |
| 4 | Povezovalni modul za PZB |
| 5 | I/O-moduli |
| 6 | Ventilator |
| 7 | Stikalo za ethernet |
| 8 | PZB-zavorna grupa |



Slika 10: E-omara BAG1 [5]



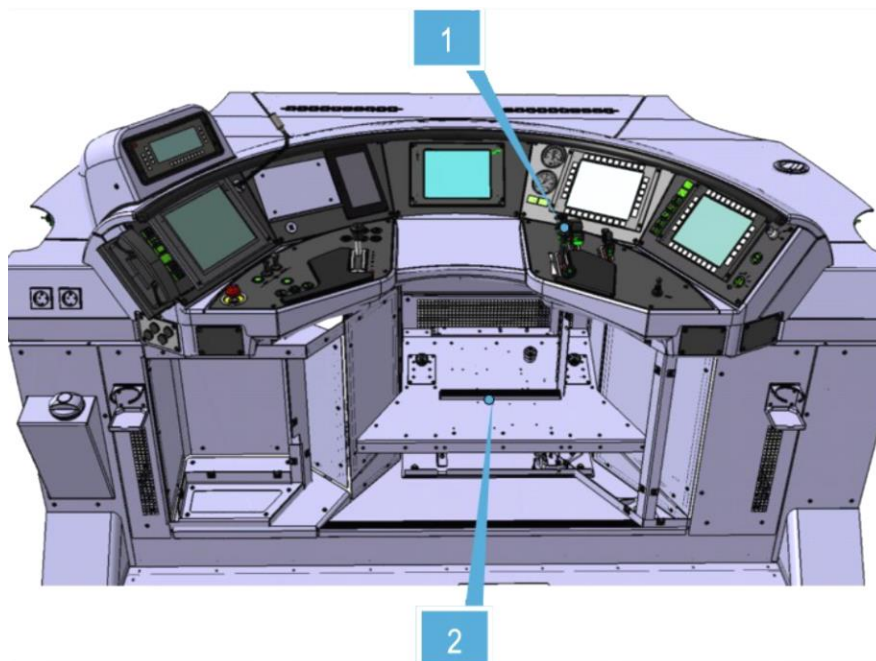
Slika 11: Shema vlakovne varnostne naprave [5]

Vlakovni varnostni sistem ETCS je enotni evropski vlakovni varnostni sistem in predstavlja del sistema ERTMS (European Rail Transport Management System). Ta sistem je bil razvit za zagotavljanje zmožnosti informacijskih podsistemov, vodenje, upravljanje in signalizacijo železniških sistemov.

2.6 Budnik

Budnik ima dve osnovni nalogi. Prva naloga je preprečevanje nadaljnje vožnje, če je strojevodja zaradi takšnih ali drugačnih razlogov nesposoben voziti vlak. Druga naloga je zaustavitev vlaka, če strojevodja ne potrdi budnika v določenem časovnem intervalu (2,5 sekunde).

Budnik lahko strojevodja potrdi na dva načina, in sicer z nožno tipko budnika ali pa s tipko na ročici za vleko in zaviranje.



Slika 12: Lokacija budnika [2]

Tabela 6: Elementi budnika

| | |
|---|--|
| 1 | Tipka budnika v ročici za vleko in zaviranje |
| 2 | Nožna tipka budnika |

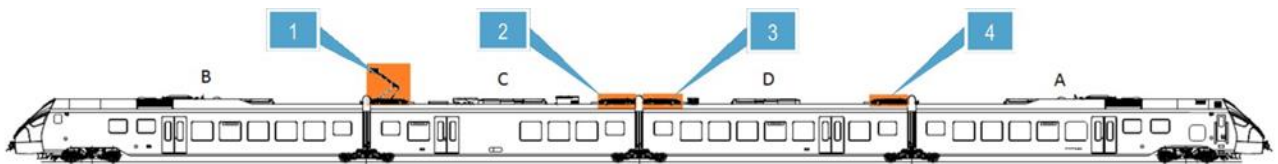
2.7 Napajanje vlakovne garniture

Napajanje vlaka s potrebno električno energijo poteka skozi en dvignjen odjemnik v času, ko je garnitura v pogonu oziroma v delovanju. Posebnost te potniške garniture je ta, da vsebuje 3 vrste odjemnikov, torej je vlakovna garnitura trisistemska. Prvi odjemnik je za odjem 25 kV toka in je namenjen za vožnjo vlaka na Hrvaškem, drugi odjemnik je namenjen odjemu 15 kV toka in je pripravljen v primeru vožnje potniške garniture v Avstriji, tretji odjemnik pa je namenjen za vožnjo vlaka oziroma odjemu električnega toka pri nas v Sloveniji, kjer pa odjema 3 kV tok.



Slika 13: Odjemniki toka [5]

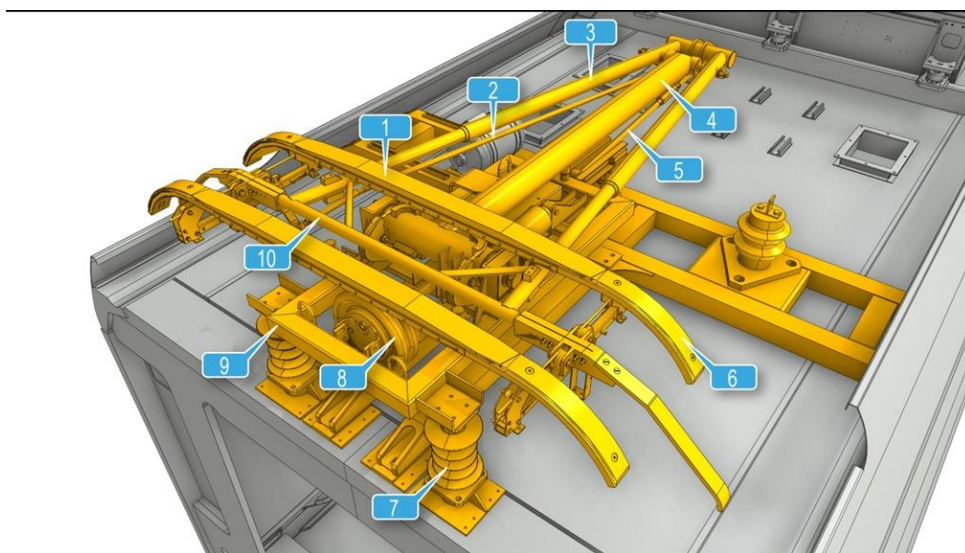
Odvzem oziroma napajanje vlaka poteka tako, da ko dvignjeni odjemnik (ima stik z progovnim električnim sistemom) sprejme električno napetost iz uvozne žice, jo preusmeri do systemskega ločilnika, kjer sistem preveri, ali je želena oz. izbrana napetost enaka tisti v uvozni žici. Če se napetost ujema, jo sistem spusti do glavnega stikala, s katerim fizično upravljamo iz kabine. Električna napetost nato nadaljuje do transformatorja, kjer se napetost zmanjša. Nato nadaljuje naprej na pretvornik toka, kjer se napetost iz enosmerne pretvori v izmenično in nadaljuje do elektrovlečnih asinhronskih motorjev. Manjši delež elektrike pa se uporablja še za pomožne naprave npr. kompresorji, klimatske naprave.



Slika 14: Lokacija odjemnika toka [5]

Tabela 7: Vrste odjemnikov toka

| | | | |
|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | Odjemnik toka 25 kV AC (Hrvaška) | 3 | Odjemnik toka 3 kV DC (Slovenija) |
| 2 | Odjemnik toka 15 kV AC (Avstrija) | 4 | Odjemnik toka 3 kV DC (Slovenija) |



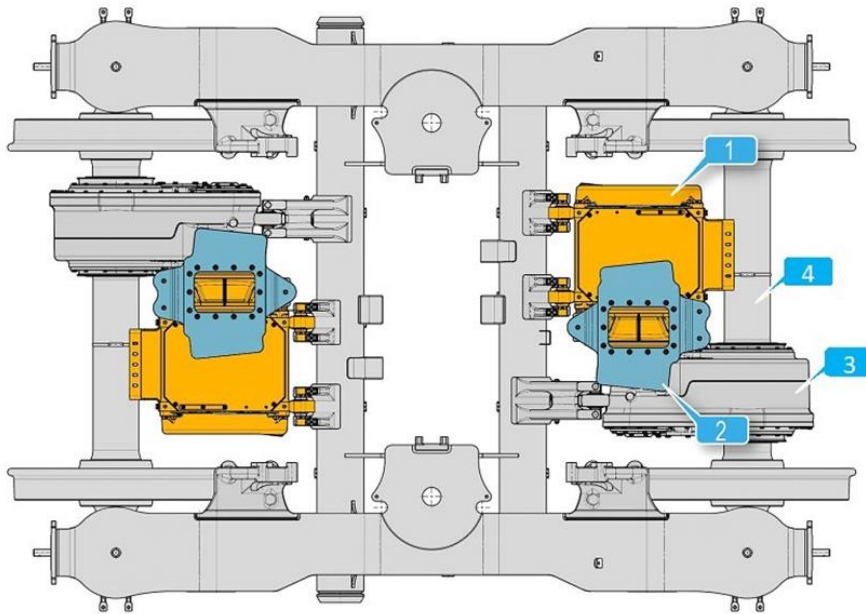
Slika 15: Sestava odjemnika toka [5]

Tabela 8: Sestavne komponente odjemnikov toka

| | | | |
|---|------------------------|----|------------------------------|
| 1 | Drsalka odjemnika toka | 6 | Rogelj |
| 2 | Omejevalec palete | 7 | Izolator |
| 3 | Nadlaht | 8 | Zračni valj |
| 4 | Podlaht | 9 | Nosilni okvir odjemnika toka |
| 5 | Spojni drog | 10 | Paleta odjemnika toka |

2.8 Elektro-vlečni motorji

V vlaku Stadler FLIRT so vgrajeni štirje asinhronski (se pravi trifazni) elektro-vlečni motorji. Vsak motor premore moč 650 kW. Skupna moč vseh štirih elektrovlečnih motorjev 2600 kW.

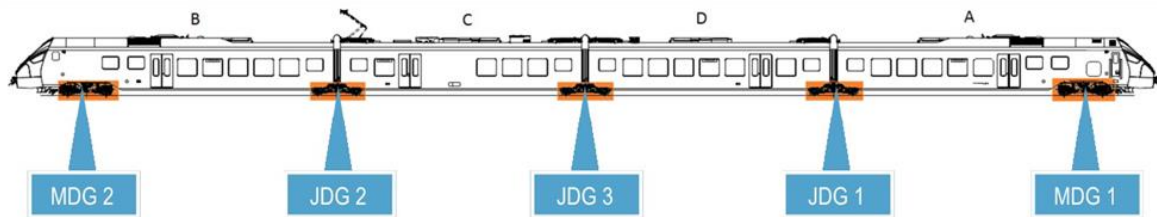


Slika 16: Elektrovlečni motorji [5]

Na zgornji sliki je prikaz pogonskega podstavnega vozička. Na njem se nahajata dva elektrovlečna motorja, označena z rumeno barvo in s številko 1. Vse ostale komponente pogonskega podstavnega vozička so predstavljene v nadaljevanju naloge.

2.9 Podstavni vozički

Na celotni vlakovni garnituri imamo v pet podstavnih vozičkov. Vendar pa so od tega trije prosti in dva sta pogonska podstavna vozička.



Slika 17: Lokacije podstavnih vozičkov [5]

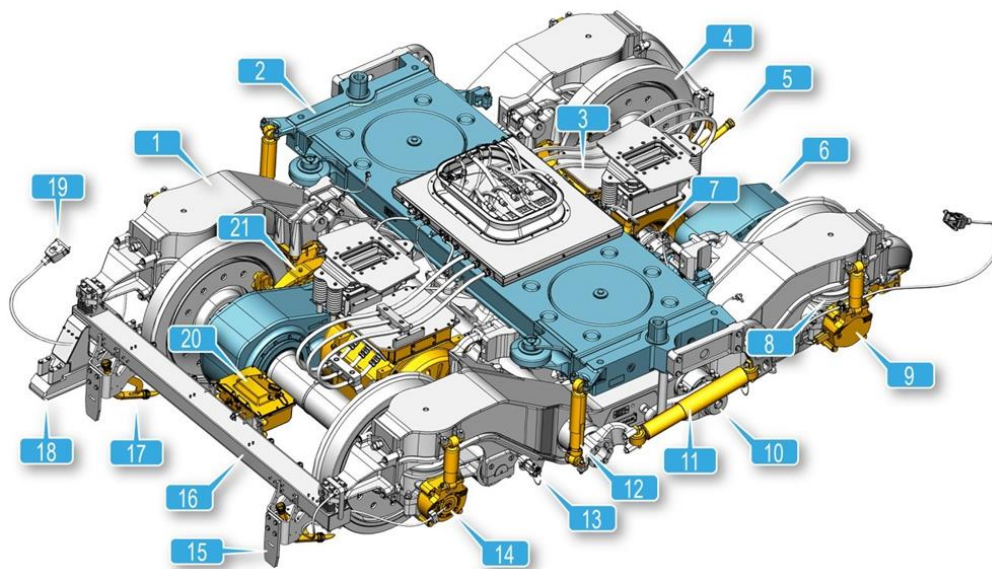
Tabela 9: Podstavni vozički

| | | | |
|-----|----------------------------|-----|-----------------------------------|
| MDG | Pogonski podstavni voziček | JDG | Prosti podstavni voziček "Jakobs" |
|-----|----------------------------|-----|-----------------------------------|

2.9.1 Pogonski podstavni voziček

Pogonski podstavni voziček je opremljen z dvema vlečnima motorjema z zunanjim prezračevanjem, ki sta nameščena v prečni smeri z reduktorjem kolesne dvojice v okvirju podstavnega vozička.

Na vsakem pogonskem podstavnem vozičku dve pogonski enoti s pomočjo zobate sklopke zagotavljata prenos moči motorja na reduktor. Od tu se navor prenaša na gred pogonske kolesne dvojice.



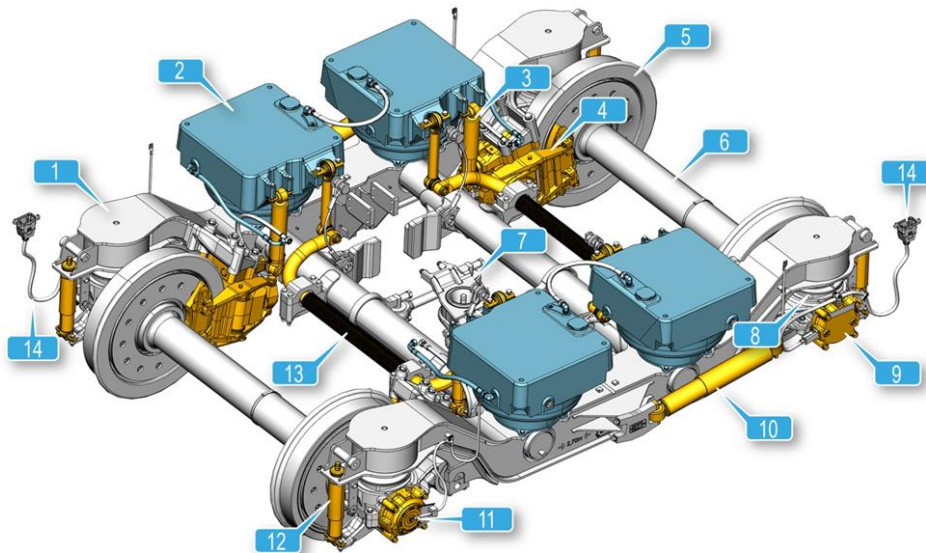
Slika 18: Pogonski podstavni voziček [5]

Tabela 10: Pogonski podstavni voziček komponente

| | | | |
|----|---------------------------------------|----|--|
| 1 | Okvir podstavnega vozička tipa 202 | 12 | Sekundarno vzmetenje z indikatorjem za prikaz nivoja vzmetenja |
| 2 | Sekundarno vzmetenje | 13 | Naprava za sprostitve vzmetne akumulacijske zavore v sili |
| 3 | Vlečni motor | 14 | Oprema na oseh: Ozemljitveni kontakti |
| 4 | Pogonska kolesna dvojica | 15 | Snežni plug |
| 5 | Naprava za peskanje (zadaj) | 16 | Nosilec za vlakovno varnostno napravo |
| 6 | Pogon (reduktor) kolesne dvojice | 17 | Naprava za peskanje (spredaj) |
| 7 | Zobata sklopka | 18 | Baliza vlakovne varnostne naprave |
| 8 | Primarno vzmetenje | 19 | Električni priključki za pogonski podstavni voziček |
| 9 | Oprema na oseh: Impulzni dajalci poti | 20 | Naprava za mazanje sledilnih vencev |
| 10 | Stabilizator | 21 | Zavorne čeljusti (z zračnim valjem vzmetne akumulacijske zavore) |
| 11 | Vrtljivi bočni amortizer | | |

2.9.2 Prosti podstavni voziček

Prosti podstavni vozički Jakobs imajo v prehodnem območju nižjo višino vgradnje. Na ta način je za potnike zagotovljen prehod med vagoni s pomočjo brezstopenjsko dvignjene rampe.



Slika 19: Prosti podstavni voziček Jakobs [5]

Tabela 11: Prosti podstavni voziček elementi

| | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Okvir prostega podstavnega vozička Jakobs | 8 | Primarno vzmetenje |
| 2 | Sekundarno vzmetenje | 9 | Oprema osnih ležajev |
| 3 | Amortizer sekundarnega vzmetenja | 10 | Vrtljivi bočni amortizer |
| 4 | Zavorne čeljusti | 11 | Oprema osnih ležajev |
| 5 | Monoblok kolo z disk zavoro | 12 | Amortizer primarnega vzmetenja |
| 6 | Prosta kolesna dvojica | 13 | Stabilizator |
| 7 | Povezovalni element (povezava med košem vlaka in okvirjem podstavnega vozička) | 14 | Električni priključki za prosti podstavni voziček "Jakobs" |

2.10 Zračno vzmetenje

Zračno vzmetenje je namenjeno kompenziranju nepravilnosti na železniški progi. Njegov glavni namen je omogočanje mirne in udobne vožnje. Poleg tega pa služi tudi kot dušilec hrupa pri vožnji, ob enem pa zagotavlja regulacijo nivoja vzmetenja v odvisnosti od obremenitve (število potnikov).

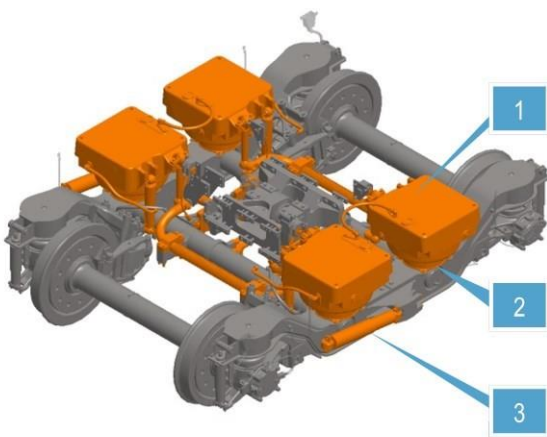


Tabela 12: Vzmetenje prosti podstavni voziček

| | |
|---|------------------------------------|
| 1 | Ohišje z integrirano zračno posodo |
| 2 | Zračna blazina |
| 3 | Vrtljivi bočni amortizer |

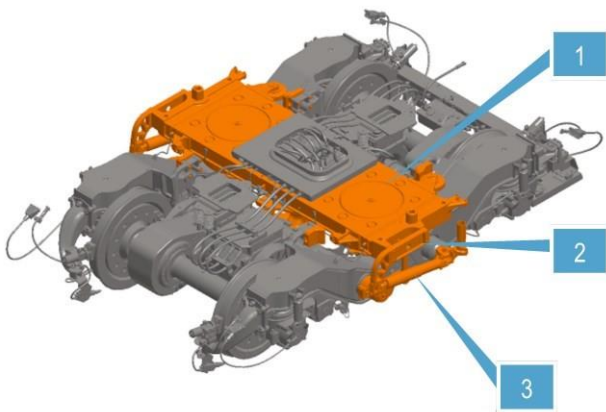


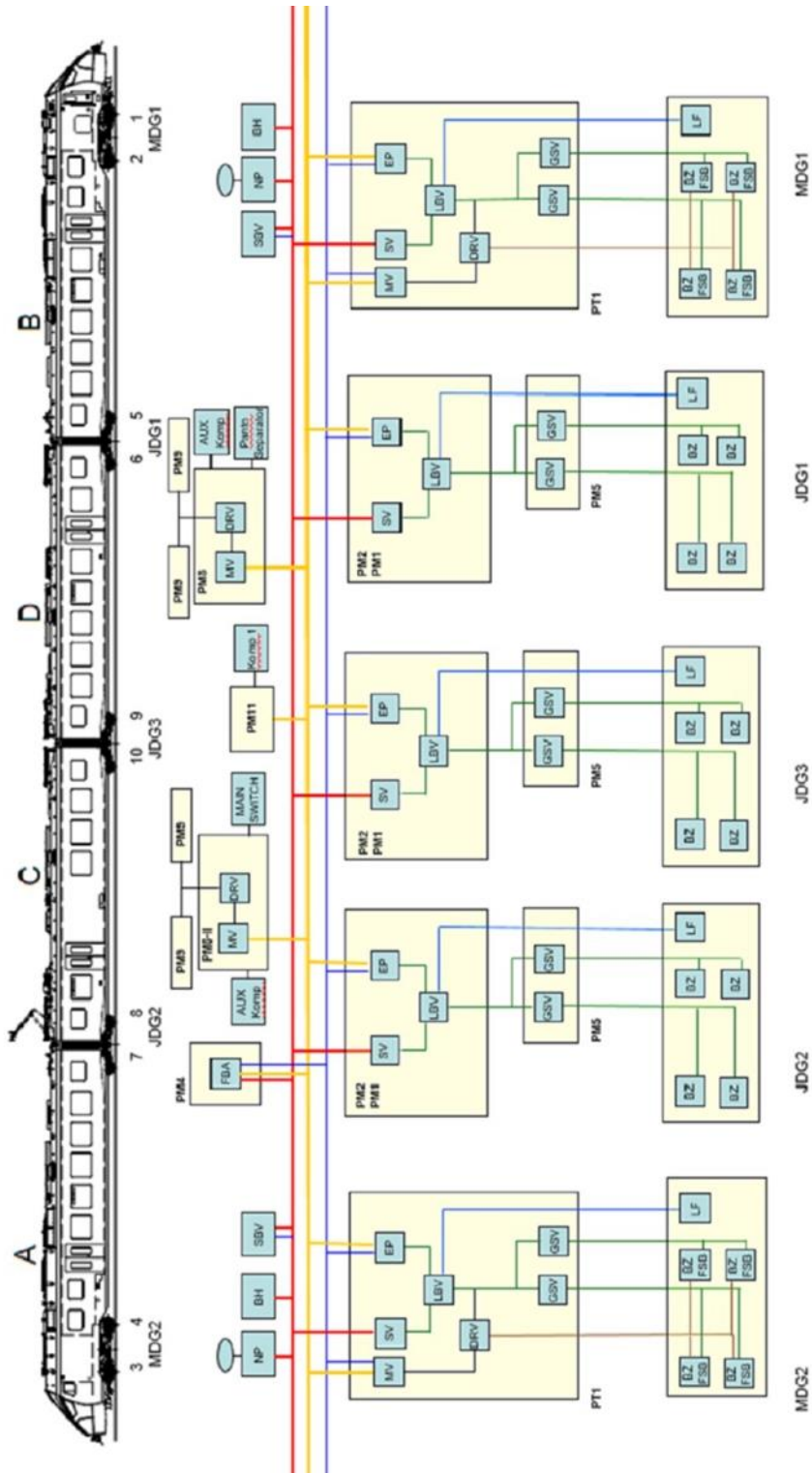
Tabela 13: Vzmetenje pogonski podstavni voziček

| | |
|---|--------------------------------------|
| 1 | Traverza z integrirano zračno posodo |
| 2 | Zračna blazina |
| 3 | Vrtljivi bočni amortizer |

Slika 20: Zračno vzmetenje na prostem in na pogonskem podstavnem vozičku [5]

2.11 Zavorna naprava

2.11.1 Zasnova zavorne naprave



Slika 21: Shema zavorne naprave [5]

Tabela 14: Elementi sheme zavorne naprave

| Barvne oznake zavorne napeljave | Naziv |
|---------------------------------|--|
| Rdeča | Glavni zavorni vod (GZV) |
| Rumena | Glavni pnevmatski vod (GPV) |
| Zelena | Zavorna napeljava |
| Rjava | Napeljava za sprostitve V/A zavore |
| Temno modra | Tlak v odvisnosti od bremena/obremenitve |
| Svetlo modra | Električna krmilna napeljava |

2.11.2 Zasnova zavorne naprave

Vozilo je opremljeno s štirimi različnimi zavornimi sistemi:

Elektro-dinamična zavora (ED-zavora)

Elektro-dinamična zavora je prioriteta zavora vlaka. Gre za zavoro, ki se krmili z mikroprocesorjem in pri kateri vlečni motor deluje kot generator. Zasnovana je kot trajna neizčrpana zavora, ki omogoča zaviranje vozila do mirovanja. Energija, ki pri tem nastane, se uporabi za napajanje pomožnih pogonov, lahko pa se odvede tudi nazaj v vozno mrežo. Električna energija, ki se ne odvede nazaj v vozno mrežo, se odvede v zavorni upor in se pretvori v termično energijo.

Elektro-pnevmatska zavora (EP-zavora)

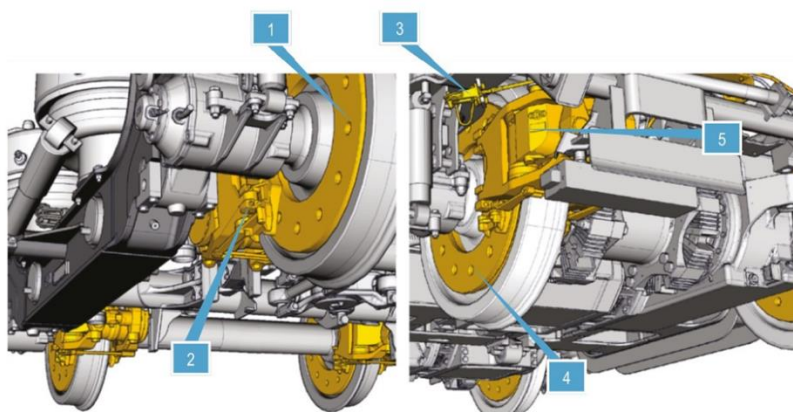
Elektro-pnevmatska zavora je zavora z direktnim učinkom, ki deluje na vse osi in dopolni delovanje ED-zavore. Ta zavora se krmili z elektro-pnevmatskimi regulatorji tlaka, če je zahteva za zavorno silo, ki jo strojevodja poda z ročico za vleko in zaviranje, višja od dejanske zavorne sile, ki jo v danem trenutku lahko zagotovi elektro dinamična zavora.

Indirektna zavora

Znižanje tlaka v glavnem zavornemvodu preko razporednikov povzroči zvišanje zavornega tlaka v zavornih valjih. Če se za zaviranje uporabi indirektna zavora, ko je aktivna elektrodinamična zavora, se slednja samodejno zmanjša, da bi tako preprečili prekomerno zaviranje. Indirektna zavora se v normalnem načinu delovanja ne uporablja. Uporablja se za zaviranje v sili, hitro zaviranje ali za prisilno zaviranje ter pri hladnem prevozu. Indirektna zavora se pri tem samodejno krmili s strani vlečnega vozila preko glavnega zavornega voda.

Vzmetna akumulacijska zavora

Vzmetna akumulacijska zavora je ročna zavora z zračnimi valji. Nameščena je na vseh pogonskih kolesnih dvojicah (dve zavorni enoti na posamezni kolesni dvojici). Omogoča zavarovanje vozila v mirovanju in ne vpliva na zaviranje.



Slika 22: Vzmetna akumulacijska zavora [5]

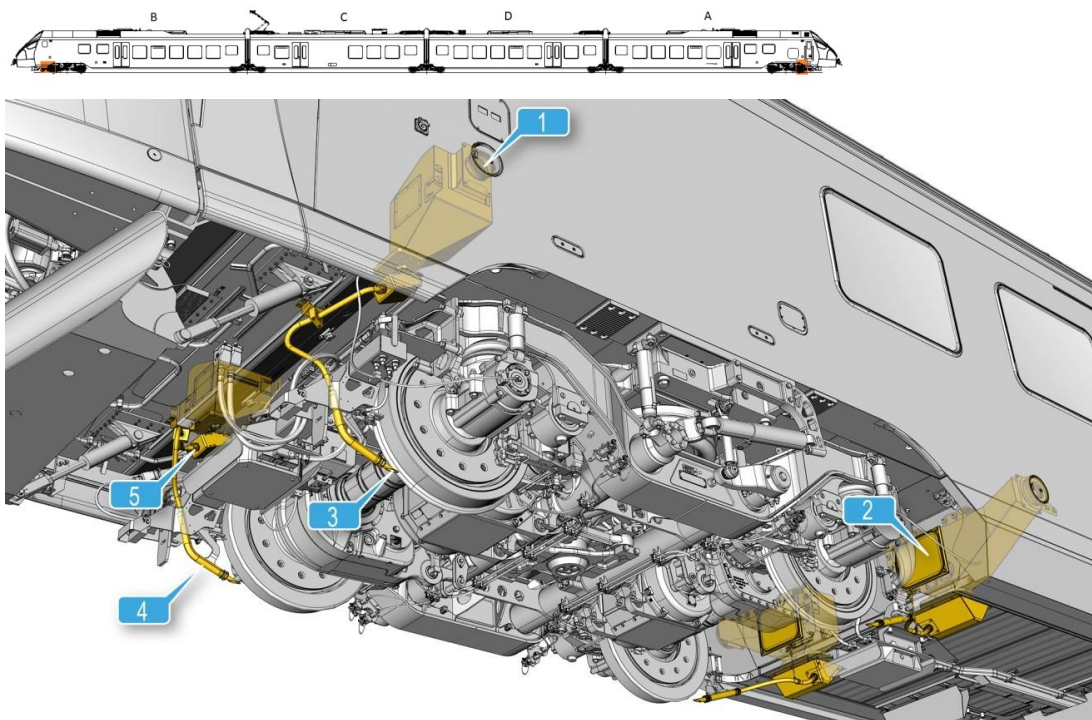
Tabela 15: Elementi vzmetne akumulacijske zavore

| | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | Zavorni disk – prosti podstavni voziček "Jakobs" | 4 | Zavorni disk – pogonski podstavni voziček |
| 2 | Zavorne čeljusti – prosti podstavni voziček "Jakobs" | 5 | Zavorne čeljusti – pogonski podstavni voziček |
| 3 | Naprava za sprostitev V/A zavore v sili (pogonski podstavni voziček) | | |

2.12 Pomožne naprave

2.12.1 Naprava za peskanje

Naprava za peskanje se aktivira s pritiskom svetlobne tlačne tipke z nazivom 'Naprava za peskanje' na strojevodskem pultu. Posledično se aktivira peskanje, s čimer se poveča torni stik med tirnicami in kolesi. Naprava za peskanje je nameščena na pogonskem podstavnem vozičku pri obeh končnih vagonih. Nad vsakim pogonskim kolesom je vgrajena posoda za pesek, ki se lahko polni z zunanje strani. Ventil za peskanje se nahaja pod posodo za pesek.



Slika 23: Naprava za peskanje [5]

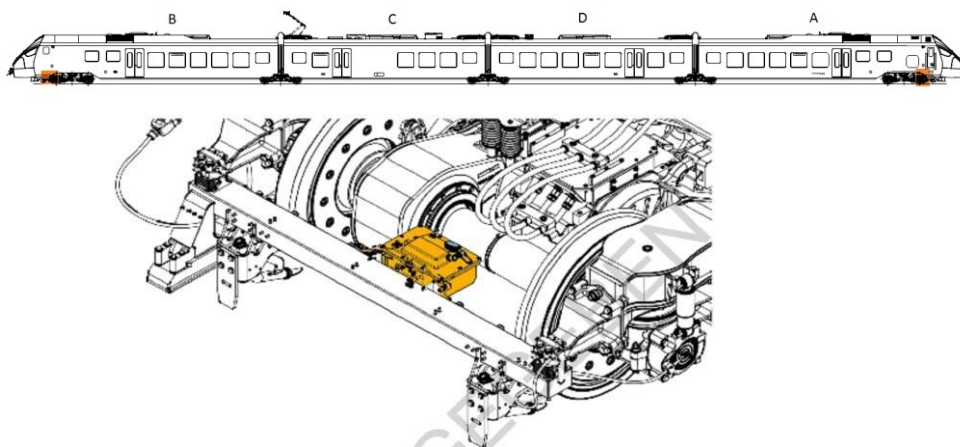
Tabela 16: Naprava za peskanje

| | | | |
|---|------------------------|---|----------------------------|
| 1 | Pokrov posode za pesek | 4 | Cev za peskanje |
| 2 | Posoda za pesek | 5 | Ventil naprave za peskanje |
| 3 | Šoba za peskanje | | |

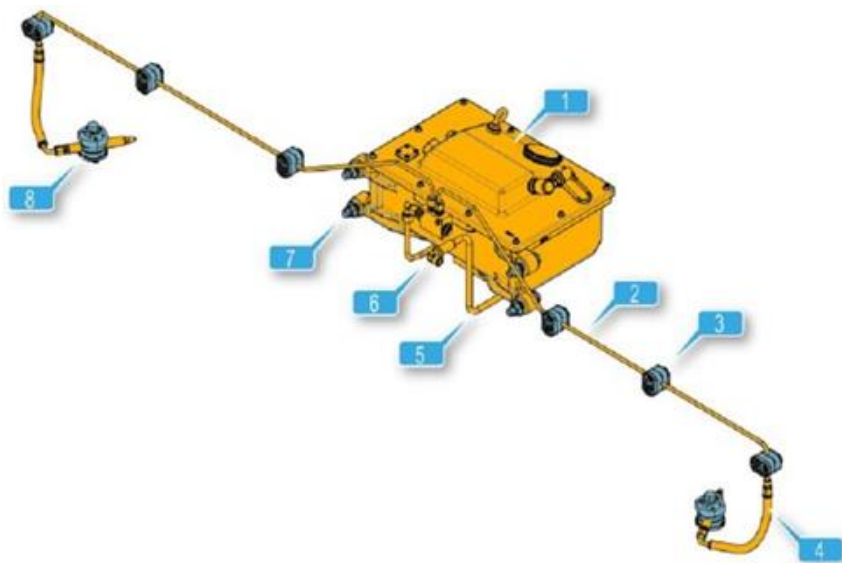
2.12.2 Naprava za mazanje sledilnih vencev

Naprava za mazanje sledilnih vencev zagotavlja mazanje sledilnih vencev sprednjih osi (v odvisnosti od smeri vožnje) v predvidenih časovnih intervalih. Za mazanje se uporablja mešanica maziva in zraka. Na ta način se zmanjšajo trenje med kolesi in tirnicami, obraba in hrup.

Napravo za mazanje sledilnih vencev krmili centralna krmilna naprava vozila. Intervali za mazanje sledilnih vencev se določijo v odvisnosti od hitrosti vozila. Mazivo za mazanje sledilnih vencev, ki je v breztladni posodi, se s pomočjo batne črpalke s pnevmatskim pogonom odvede v mešalno posodo. Od tu se s pomočjo komprimiranega zraka posreduje naprej v cevno napeljavo in se nato preko razdelilne plošče porazdeli v dve napeljavi. Na koncu posamezne napeljave je nameščena šoba za mazanje, ki mešanico zraka in maziva v kapljicasti obliki prši po sledilnih venci.



Slika 24: Naprava za mazanje sledilnih vencev [5]



Slika 25: Sestava naprave za mazanje sledilnih vencev [5]

Tabela 17: Elementi naprave za mazanje sledilnih vencev

| | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | Naprava za mazanje sledilnih vencev (proizv. BEKO) | 5 | Cevna napeljava |
| 2 | Cevna napeljava | 6 | Kotni nastavek |
| 3 | Cevna objemka z distančno podložko | 7 | Privijačenje – naprava za mazanje sledilnih vencev |
| 4 | Napeljava gibkih cevi | 8 | Šoba za mazanje sledilnih vencev |

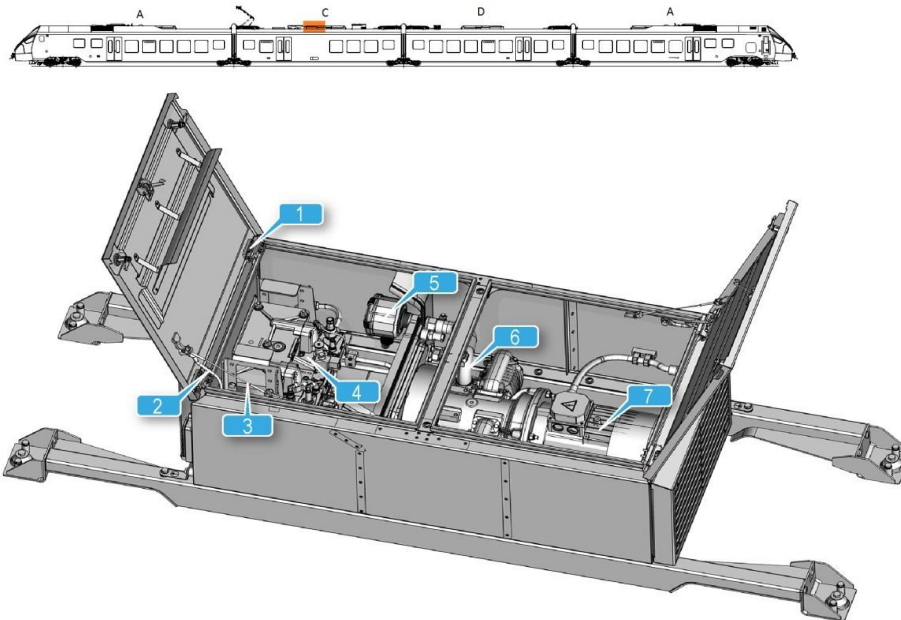
2.13 Pnevmatiski sistem

2.13.1 Kompresor

Kompresor ima naslednje naloge:

- Proizvajanje komprimiranega zraka.
- Oskrba zračnih sistemov na vozilu.

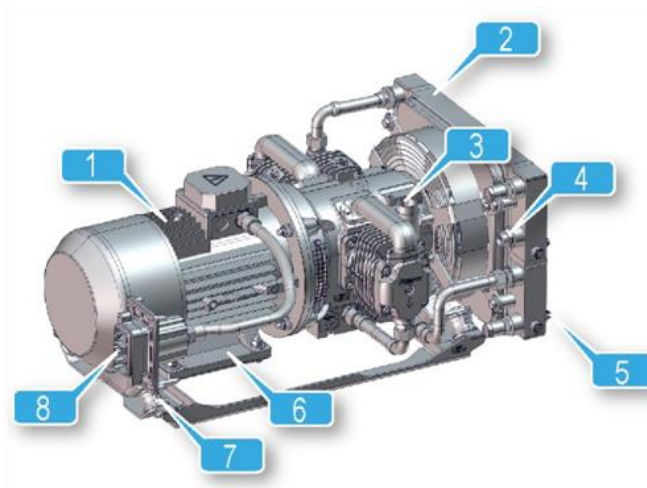
2.13.1.1 Zasnova kompresorja



Slika 26: Zasnova kompresorja [5]

Tabela 18: Elementi kompresorja

| | | | |
|---|---------------------|---|-------------------------------|
| 1 | Tečaj pokrova | 5 | Zračni filter |
| 2 | Ozemljitvena vezica | 6 | Gibka cev za vsesavanje zraka |
| 3 | Držalna jeklena vrv | 7 | Kompresor |
| 4 | Sušilna naprava | | |



Slika 27: Kompresor [5]

Tabela 19: Zasnova kompresorja

| | |
|---|--|
| 1 | Električni motor |
| 2 | Hladilna naprava |
| 3 | Priključek za gibko cev za vsesavanje zraka |
| 4 | Priključek za komprimirani zrak |
| 5 | Odvod kondenčne tekočine iz vmesne hladilne posode |
| 6 | Nosilec |
| 7 | Elastično uležajenje |
| 8 | Priključnica za napajanje |

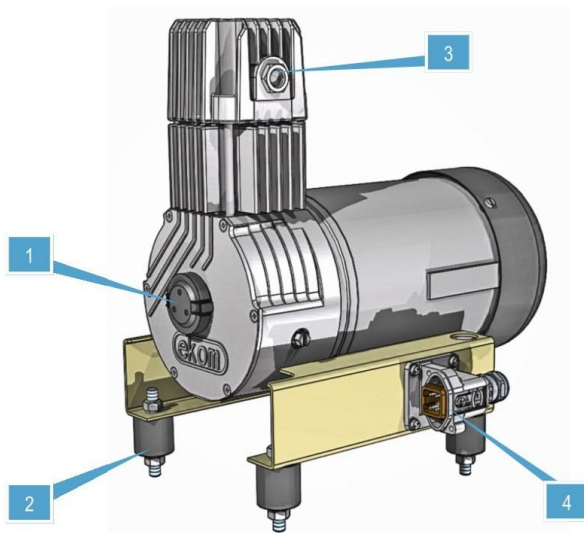
V modulu kompresorja je vgrajen brezoljni batni kompresor. Motor kompresorja se napaja z napetostjo pomožnih pogonov. Kompresor je z motornim zaščitnim stikalom zaščiten pred preveliko obremenitvijo. Vklon in izklop kompresorja regulira centralna krmilna naprava vozila.

Kompresor s pomočjo glavnih zračnih posod napaja naslednje sisteme/naprave:

- zavorna naprava
- odjemnik toka
- glavni odklopnik
- sistemski ločilnik
- zračno vzmetenje za podstavne vozičke
- pnevmatsko vzmetenje za sedež strojevodje
- sirena
- naprava za peskanje
- naprava za mazanje sledilnih vencev
- avtomatska spenjača
- WC-kabina vključno z vakuumsko WC-školjko

2.13.2 Pomožni kompresor

Pomožni kompresor ima nalogo, da v primeru nezadostnega zračnega napajanja (tlak v sistemu < 5,5 bar) generira komprimirani zrak, ki je potreben za dvig odjemnika toka. Vklon pomožnega kompresorja po potrebi zagotovi centralna krmilna naprava vozila, vklon pa se izvede samodejno. Tlačno stikalo preko digitalnega vhoda centralni krmilni napravi vozila posreduje sporočilo, da je tlak za napajanje odjemnika toka ali pa za delovanje glavnega odklopnika ali sistemskega ločilnika prenizek. Če strojevodja posreduje ukaz za dvig odjemnika toka, se posledično vklopi pomožni kompresor.



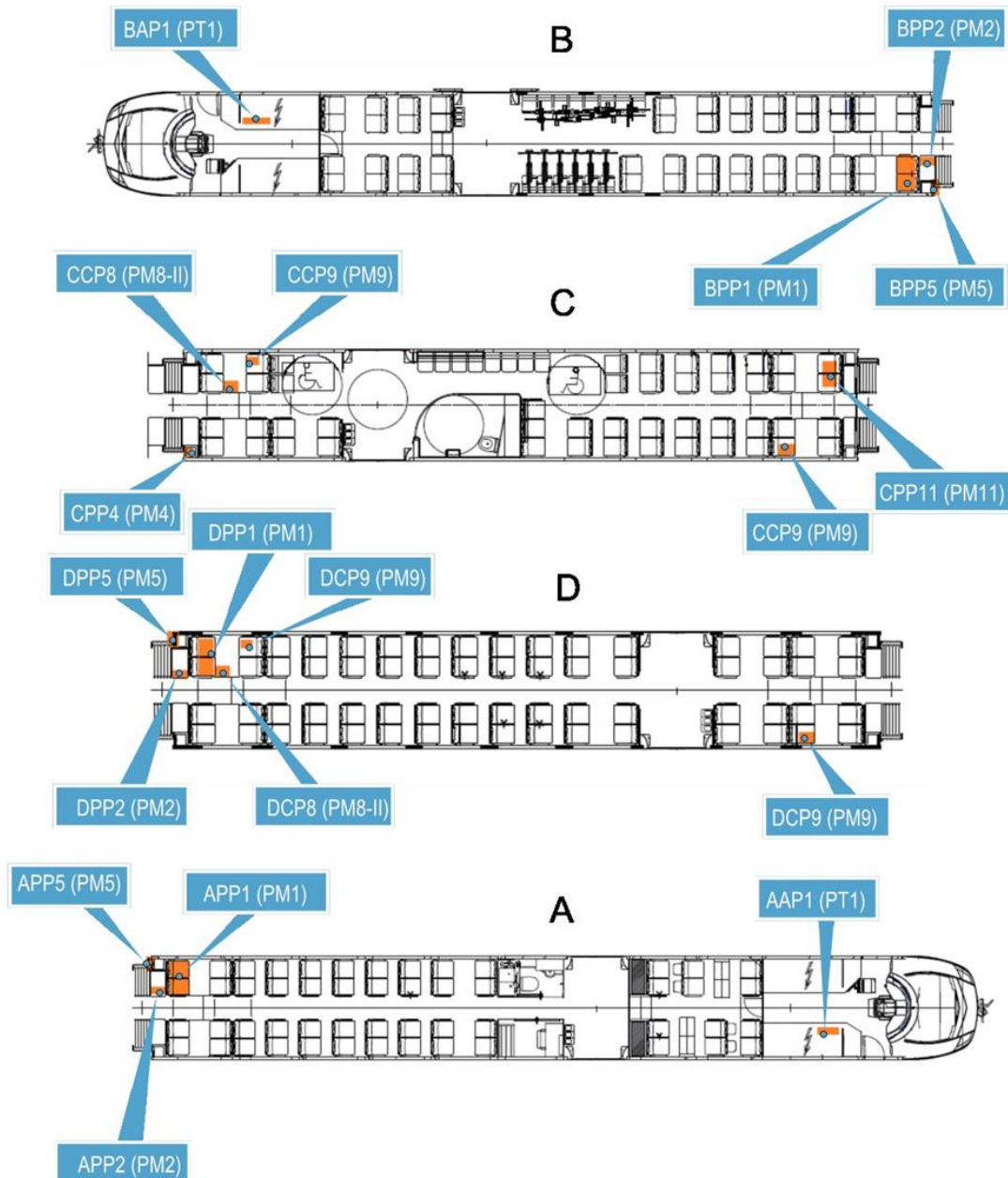
Slika 28: Batni kompresor [5]

Tabela 20: Zasnova batnega kompresorja

| | | | |
|---|---------------|---|-------------------------|
| 1 | Zračni filter | 3 | Odprtina za odvod zraka |
| 2 | Silent bloki | 4 | Vtič Harting |

2.14 Plošče za pnevmatiko

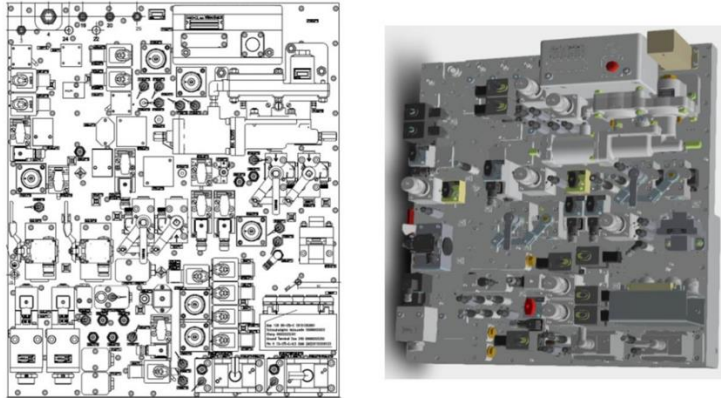
Pnevmatske ploščice so ploščice, na katerih se nahajajo ventili in zaporne pipe za zračno oskrbo vozila.



Slika 29: Lokacije plošč za pnevmatiko [5]

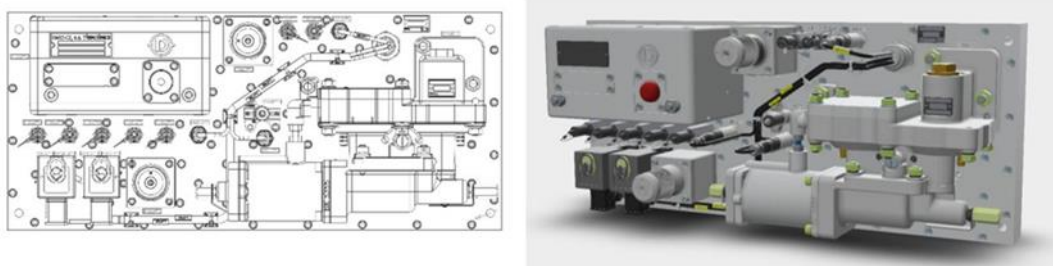
(Ploščice za pnevmatiko, ki so navedene in označene na zgornji sliki, so posamezno prikazane tukaj)

Plošča za pnevmatiko PT1:



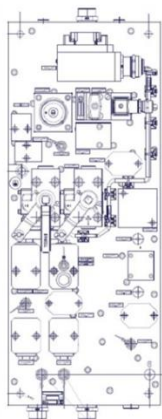
Slika 30: Plošča za pnevmatiko PT1 [5]

Plošča za pnevmatiko PM1:



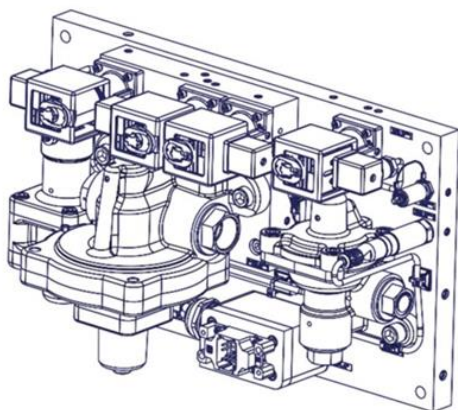
Slika 31: Plošča za pnevmatiko PM1 [5]

Plošča za pnevmatiko PM1:



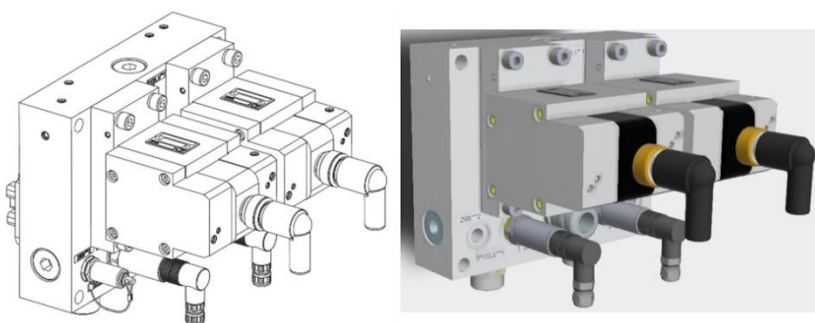
Slika 32: Plošča za pnevmatiko PM1 [5]

Plošča za pnevmatiko PM4:



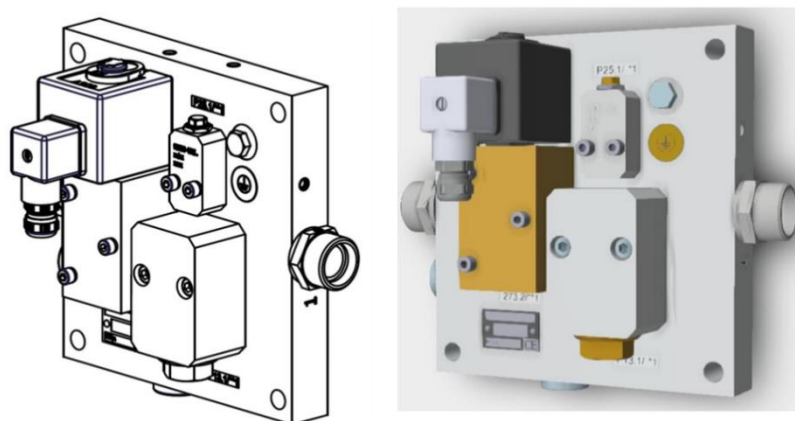
Slika 33: Plošča za pnevmatiko PM4 [5]

Plošča za pnevmatiko PM5 :



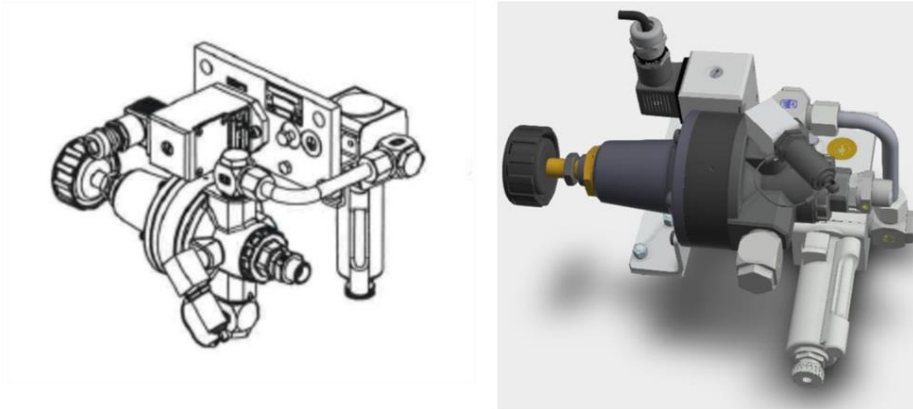
Slika 34: Plošča za pnevmatiko PM5 [5]

Plošča za pnevmatiko PM11:



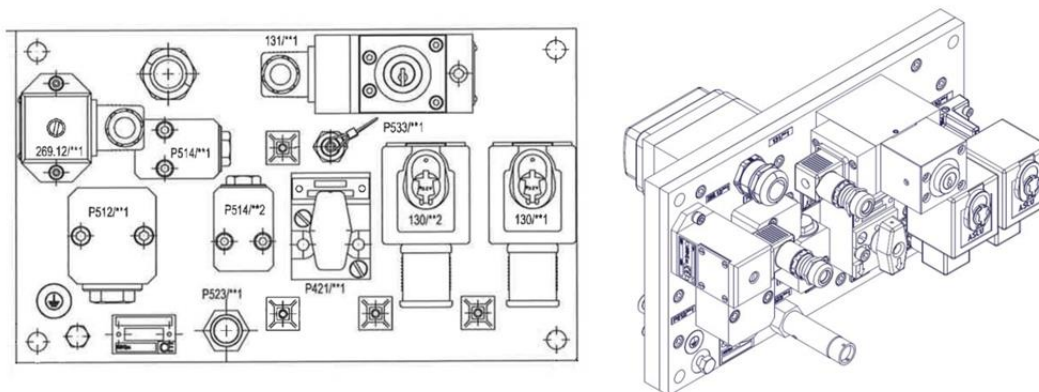
Slika 35: Plošča za pnevmatiko PM11 [5]

Plošča za pnevmatiko PM9:



Slika 36: Plošča za pnevmatiko PM9 [5]

Plošča za pnevmatiko PM8-II:

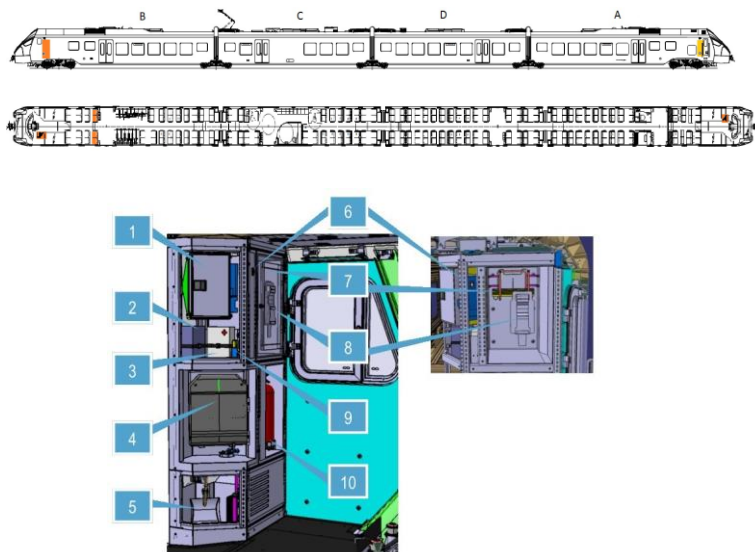


Slika 37: Plošča za pnevmatiko PM8-2 [5]

2.15 Notranja oprema vlaka

2.15.1 Inventarne omare

V inventarnih omarah je spravljena različna oprema. Inventarne omare služijo tudi kot prostor za shranjevanje.



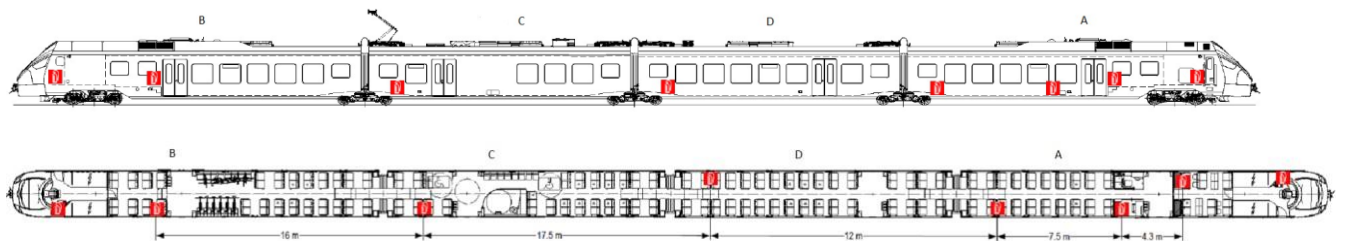
Slika 38: Inventarne omare [5]

Tabela 21: Elementi inventarne omare

| | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Termopredal | 6 | Stikalo za regulacijo termopredala (hlajenje/gretje) |
| 2 | Omarica s prekrivno folijo in rokavicami | 7 | Lestev |
| 3 | Omarica za prvo pomoč | 8 | Sklepni signal/sklepna ploščica |
| 4 | Preklopni sedež | 9 | Ročna svetilka |
| 5 | Metlica s smetišnico | 10 | Ročni gasilni aparat |

2.15.2 Ročni gasilni aparat

Potniški prostor je zasnovan tako, da je omogočen dostop do gasilnega aparata s kateregakoli mesta na razdalji 15 m. Maksimalna razdalja med gasilnimi aparati (v potniškem prostoru) znaša 27,5 m. Gasilni aparati so nameščeni v potniškem prostoru kot tudi v strojevodski kabini.

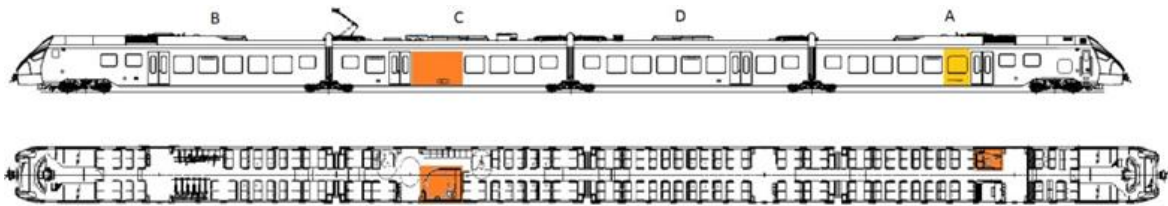


Slika 39: Lokacija gasilnih aparatov [5]



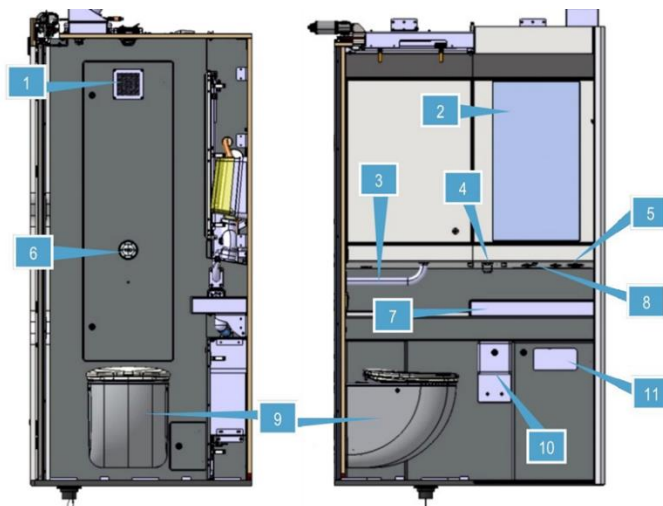
Slika 40: Piktogram [5]

2.15.3 Toaletni Prostor



Slika 41: Lokacija toaletnih prostorov [5]

Toaletni prostor je namenjen opravljanju potreb, poleg tega pa tudi za umivanje in previjanje majhnih otrok med vožnjo.



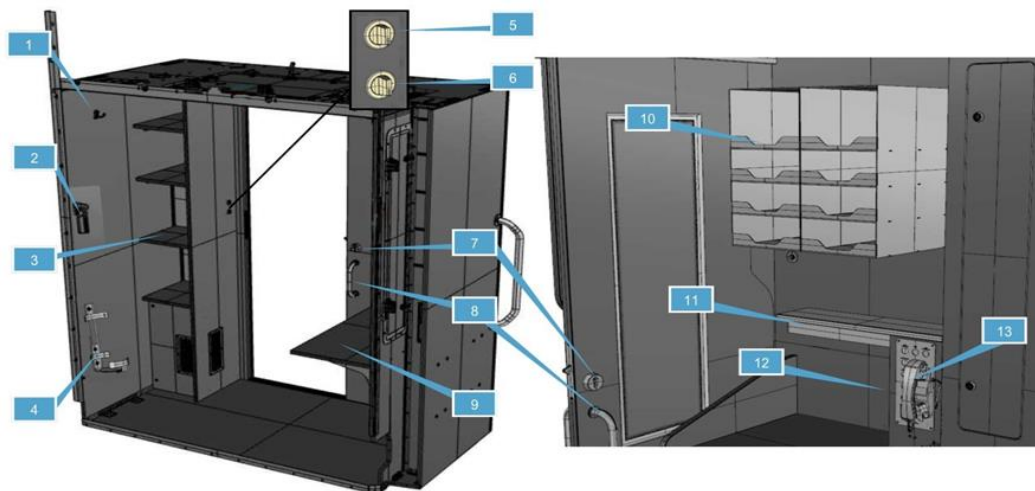
Slika 42: Toaletni prostor [5]

Tabela 22: Zasnova toaletnih prostorov

| | | | |
|---|----------------|----|---------------------------|
| 1 | Zvočnik | 7 | Umivalnik za umivanje rok |
| 2 | Ogledalo | 8 | Voda za umivanje |
| 3 | Držalni ročaji | 9 | Vakuumska WC-školjka |
| 4 | Dozirnik mila | 10 | Držalo za toaletni papir |

2.15.4 Oddelek za vlakospremno osebje

Dostop do oddelka za vlakospremno osebje je dovoljen samo vlakospremnemu osebju oziroma z drugo besedo sprevodniki. Tukaj se nahaja delovni prostor z vso potrebno opremo za delo in počitek ter za komunikacijo s strojevodjem in potniki.



Slika 43: Oddelek za vlakospremno osebje [5]

Tabela 23: Sestav oddelka za vlakospremno osebje

| | | | |
|---|--------------------------------------|----|---|
| 1 | Obešalna kljuka za oblačila | 8 | Kljuka na vratih |
| 2 | Kladivo | 9 | Miza |
| 3 | Regali | 10 | Predal |
| 4 | Držalo za gasilni aparat | 11 | LED-lučka |
| 5 | Stikalo za vklop/izklop razsvetljave | 12 | Vtičnica 230 V |
| 6 | Stikalo za vklop/izklop gretja | 13 | Slušalka za komunikacijo s strojevodsko kabino in potniki |
| 7 | Ključavnica | | |

2.16 Potniški prostor

Kapaciteto potniškega prostora vozila bi lahko opisali z besedo precej udobno. Vozilo je opremljeno s skupno 235 sedeži. V to številko pa so všteti sedeži prvega razreda, ki jih je 12, in sedeži drugega razreda, katerih število znaša 201. Poleg tega vsebuje vozilo še 22 preklopnih sedežev, prostor za prevoz koles in 2 mesti za invalidska vozička.



Slika 44: Prvi razred [8]

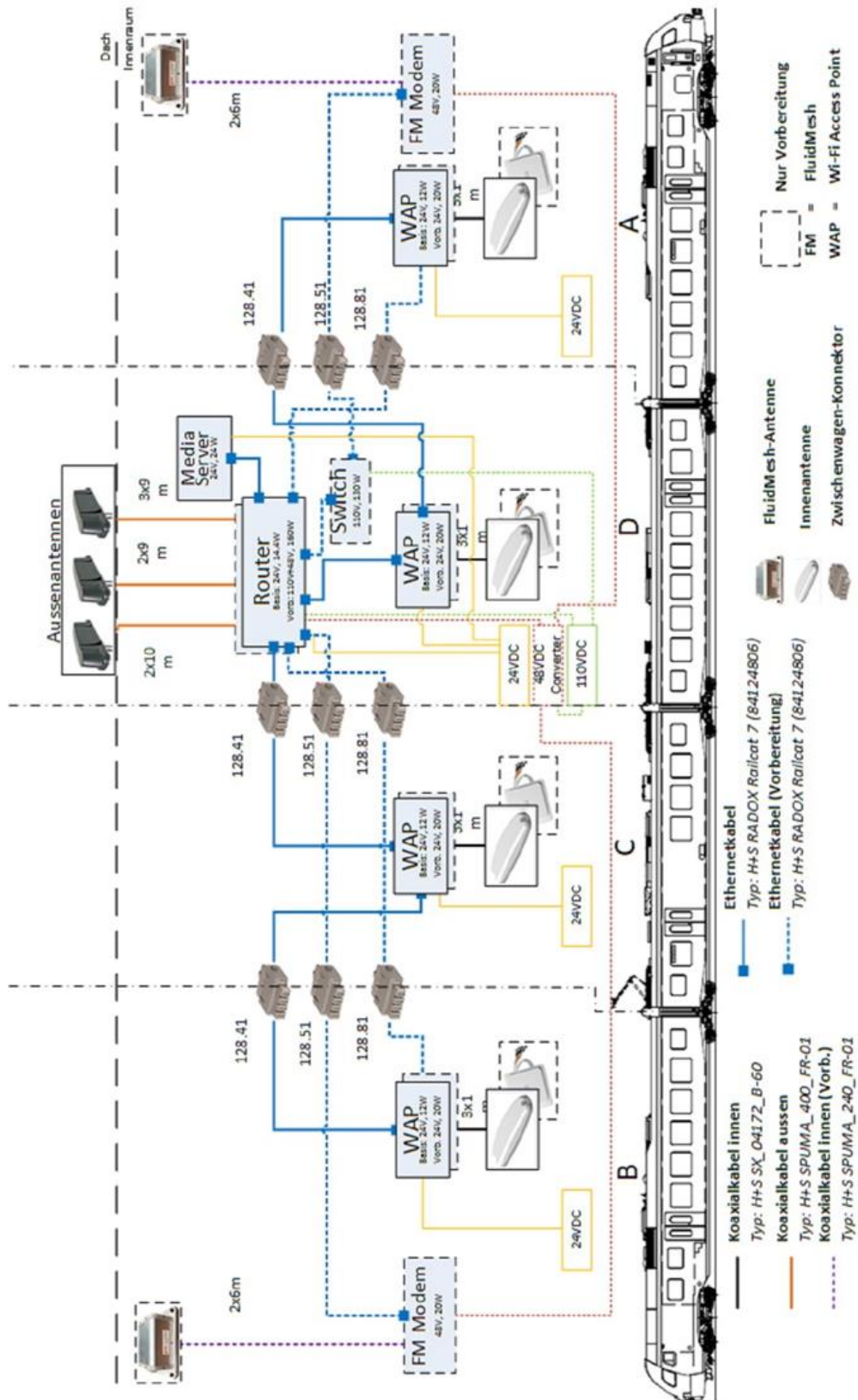


Slika 45: Drugi razred [8]

2.17 Sistem WLAN

Vozilo potnikom omogoča povezavo s sistemom WLAN (brezžično lokalno omrežje). Sistem omogoča internetno povezavo, za katero serverji se nahajajo na strehi vlaka (serverji za tri različna omrežja). V primeru, da brezžično lokalno omrežje ni na voljo, je potnikom omogočena funkcija Media-Streaming (pretočne medijske vsebine).

Signal omrežja WLAN pokriva 100 odstotkov potniških prostorov. Ko se potnik poveže z omrežjem WLAN, se na mobilni napravi prikaže vstopna spletna stran, na kateri se lahko uporabnik prijavi v omrežje. Po prijavi v omrežje si lahko potnik na vstopni spletni strani ogleda razpoložljive vlakovne podatke, kot so hitrost in položaj vlaka ter proga, na kateri se vozilo trenutno nahaja.



Slika 46: Shema sistema WLAN [5]

2.18 Vpliv na okolje

Vozilo Stadler FLIRT je električna vlakovna garnitura, kar pa pomeni, da je glavni vir za delovanje vlaka električna energija, ki jo vozilo preko odjemnikov dobi iz električnega omrežja. Zaradi tega vozilo nima izpustov ogljikovega dioksida ali kakršnih koli drugih izpušnih plinov.

Dodatna prednost je še, da pri zaviranju vlaka z elektro-dinamično zavoro vračamo pri zaviranju pridobljeno električno energijo nazaj v omrežje, ki pa jo lahko porabijo druga vlakovna sredstva, priklopljena na to električno omrežje. To prispeva k manjši porabi električne energije vlaka.

Vendar pa je potrebno izpostaviti, da se na vozilu nahajajo različna osnovna in pomožna obratovalna sredstva, ki lahko (v primeru razlitja) predstavljajo nevarnost za okolje.



Slika 47: Stadler FLIRT [8]

Na spodnji sliki tabele je prikazana poraba električne energije vlakovnih garnitur Stadler flirt na relaciji Ljubljana – Dobova. Poleg tega so prikazani podatki električne energije, ki jo je vlak vrnil v električno omrežje. Ta podatek, pa se upošteva pri izračunu povprečne porabe vlaka na določeno relacijo, saj moramo za dejansko porabo električne energije odšteti povprečno vrednost vrnjene električne energije od vrednosti porabe električne energije.

| Vlak | Lokomotiva | Porabljena energ | Vrnjena energ | Bruto masa vial | Relacija vlaka | Operater |
|-------------------------|-----------------|------------------|---------------|-----------------|------------------|--------------------|
| 2251 - 2022-03-01 00:01 | 510-011 | 537,60 | 209,50 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2251 - 2022-03-04 02:22 | 510-005 | 586,70 | 231,50 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2251 - 2022-03-09 00:00 | 510-001 | 599,00 | 227,20 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2251 - 2022-03-10 00:00 | 510-001 | 597,70 | 233,50 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2251 - 2022-03-11 00:00 | 510-001 | 582,10 | 238,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2251 - 2022-03-14 03:20 | 510-025 | 563,50 | 212,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2251 - 2022-03-15 00:00 | 510-025 | 539,20 | 196,60 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2251 - 2022-03-16 00:00 | 510-025 | 536,60 | 233,80 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2251 - 2022-03-17 03:00 | 510-025 | 555,20 | 229,20 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2251 - 2022-03-18 00:00 | 510-025 | 544,10 | 206,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2255 - 2022-03-05 00:00 | 510-005 | 560,80 | 219,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2255 - 2022-03-06 00:01 | 510-005 | 572,40 | 228,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2255 - 2022-03-12 00:05 | 510-031 | 552,10 | 207,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2255 - 2022-03-13 00:01 | 510-017 | 558,50 | 218,30 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2255 - 2022-03-19 00:00 | 510-011 | 531,10 | 218,90 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-01 00:00 | 510-011 | 524,80 | 219,90 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-02 06:33 | 510-011 | 509,90 | 217,30 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-03 00:01 | 510-005 | 548,20 | 223,30 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-04 00:01 | 510-005 | 545,70 | 248,50 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-09 00:00 | 510-001 | 523,30 | 224,60 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-10 00:00 | 510-001 | 502,20 | 213,90 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-11 06:00 | 510-001 | 552,60 | 231,70 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-14 00:00 | 510-025 | 567,10 | 280,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-15 09:40 | 510-025 | 522,20 | 230,30 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-16 00:00 | 510-025 | 474,00 | 225,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-17 06:40 | 510-025 | 511,30 | 247,20 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2261 - 2022-03-18 00:01 | 510-007 | 508,40 | 205,90 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2273 - 2022-03-05 00:00 | 510-005 | 579,60 | 226,70 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2273 - 2022-03-06 00:00 | 510-007 | 577,30 | 240,10 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2273 - 2022-03-12 06:50 | 510-031 | 562,30 | 221,30 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2273 - 2022-03-13 07:00 | 510-017 | 522,70 | 207,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2273 - 2022-03-19 00:00 | 510-007 | 501,40 | 197,80 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2275 - 2022-03-01 00:00 | 510-001 | 547,30 | 214,20 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2275 - 2022-03-11 06:00 | 510-019 | 553,60 | 238,10 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2277 - 2022-03-03 06:00 | 510-005 | 564,70 | 258,30 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2277 - 2022-03-04 00:01 | 510-005 | 556,80 | 234,60 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2277 - 2022-03-09 00:00 | 510-001 | 539,00 | 230,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2277 - 2022-03-10 00:00 | 510-001 | 543,90 | 232,20 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2277 - 2022-03-11 06:00 | 510-001 | 563,10 | 237,40 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2277 - 2022-03-14 00:00 | 510-025 | 535,70 | 235,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2277 - 2022-03-15 16:00 | 510-025 | 540,10 | 259,70 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2277 - 2022-03-16 00:00 | 510-025 | 526,40 | 239,30 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2277 - 2022-03-17 07:00 | 510-025 | 489,80 | 225,90 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2277 - 2022-03-18 00:01 | 510-007 | 534,20 | 255,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2279 - 2022-03-11 18:00 | 510-031 | 532,80 | 194,50 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2279 - 2022-03-13 17:00 | 510-031,510-025 | 1.060,50 | 451,30 | 264,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2279 - 2022-03-16 00:00 | 510-017,510-009 | 1.000,90 | 417,20 | 264,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2279 - 2022-03-18 00:01 | 510-011 | 509,90 | 220,00 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2283 - 2022-03-02 00:01 | 510-027 | 549,40 | 215,10 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2283 - 2022-03-11 18:30 | 510-019 | 546,80 | 216,90 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 2283 - 2022-03-18 00:01 | 510-007 | 517,30 | 212,50 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 629 - 2022-03-07 00:00 | 510-001 | 445,80 | 182,20 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 629 - 2022-03-08 03:00 | 510-017 | 446,30 | 182,80 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 629 - 2022-03-11 06:00 | 510-031 | 427,80 | 162,50 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 629 - 2022-03-15 11:00 | 510-009 | 417,90 | 164,20 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 629 - 2022-03-16 04:00 | 510-017 | 392,80 | 163,40 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |
| 631 - 2022-03-03 06:00 | 510-007 | 508,30 | 212,80 | 132,00 | Ljubljana-Dobova | SŽ Potniški promet |

Slika 48: Meritve porabe električne energije vlak 510 [5]

Po opravljenih izračunih pridobimo naslednje informacije. In sicer, povprečna poraba električne energije znaša 582,20 kWh in povprečna vrnjena električna energija znaša 222,30 kWh. Za pridobitev povprečne porabe električne energije smo ta rezultata odšteli.

Torej naša končna ugotovitev je, da povprečna poraba električne energije vlakovnih garnitur Stadler FLIRT na relaciji Ljubljana – Dobova znaša 359,9 kWh.

3 SIEMENS DESIRO

Siemens Desiro serije 312/317 je večsistemska potniška vlakovna garnitura proizvajalca Siemens iz Nemčije. Njihova proizvodnja je potekala med leti 2000 in 2002. Desiro je vlak, ki deluje na osnovi štirih asinhronskih elektro motorjev, ki premorejo skupno moč 1000 kW.

V Sloveniji imamo dve vrsti vlakov Desiro, in sicer dvočlene in tročlene. Dvočlena garnitura meri v dolžino (merjeno po dolžini spenjače) 40,8 m, tročlena pa (merjeno po dolžini spenjače) 56,1 m. Obe vozili merita v širino 2,75 m in v višino maksimalno 4,10 m. Lastna masa celotnega vlaka znaša 99 ton. Največja hitrost vlakovne garniture je 140 km/h.



Slika 49: Siemens Desiro 310/317 [8]

3.1 Strojvodski pult

Naloga strojevodskega pulta ima na vsaki vlakovni garnituri podobne, če ne celo enake naloge, in sicer krmiljenje vozila, nadzor funkcij vozila in komunikacija s potniki in prometno službo. Razlike med strojevodskimi pulti pa se pojavijo pri razdelitvi, postavitvi in vrsti upravljalnih segmentov. Pri teh faktorjih igra veliko vlogo starost oziroma generacija, ki ji pripada vozilo. Novejša vozila boljše, novejšo ter bolj razvito tehnologijo v primerjavi z njihovimi predhodniki.



Slika 50: Strojvodski pult Desiro [8]



Slika 51: Strojevodski pult Desiro [8]



Slika 52: Strojevodski pult Desiro [8]

3.2 Potniški prostor

Kapaciteta potniškega prostora na vlakovno garnituro znaša skupno pri dvočlenih vozilih 133 potniških sedežev, od tega je 7 preklopnih sedežev. Pri tročlenih vozilih pa znaša število potniških sedežev 190, od tega je 14 sedežev preklopnih.

Vozilo pa ima še prostor za prevoz koles. Glede udobja je vozilo zasnovano dovolj prostorno. Težava pa napoči, kadar je število potnikov preveliko (predvsem v času trajanja šolskega pouka), takrat je mest za sedenje preprosto premalo.



Slika 53: Potniški prostor [8]



Slika 54: Potniški prostor [8]

3.3 Vpliv na okolje

Vozilo Siemens Desiro je električna vlakovna garnitura, kar pa pomeni, da je prav tako kot pri vlaku Stadler FLIRT njegov glavni vir za delovanje električna energija, ki pa jo vozilo preko odjemnikov dobi iz električnega omrežja. Ta električna energija pa poganja štiri elektromotorje, ki pri svojem delovanju ne izpuščajo nikakršnih izpušnih plinov ali ogljikovega dioksida.

Prav tako kot FLIRT ima Desiro možnost elektro-dinamičnega zaviranja, kar pa pomeni, da pri zaviranju vlečni motor deluje kot generator in proizvaja svoj električni tok, ki pa je lahko odveden v omrežje ali pa se uporabi za napajanje pomožnih pogonov.

Četudi vozilo ne proizvaja nikakršnih izpustov v ozračje, je potrebno izpostaviti, da so za potrebe delovanja na vozilu različna osnovna in pomožna obratovalna sredstva, ki pa so lahko v primeru razlitja nevarna za okolje.

Poraba električne energije vlaka Siemens Desiro na relacijo od Ljubljane do Dobove znaša povprečno 520 kWh. Poraba pa je odvisna tudi od napetosti kontaktne mreže, obremenitve toka lokomotive in časovnega intervala opravljanja meritve.



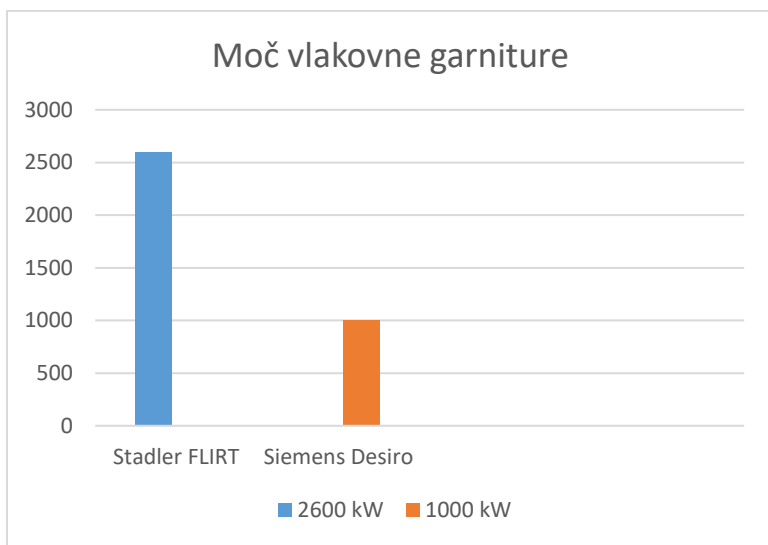
Slika 55: Siemens Desiro [8]

4 PRIMERJAVA OSNOVNIH ZNAČILNOSTI VLAKOVNIH GARNITUR

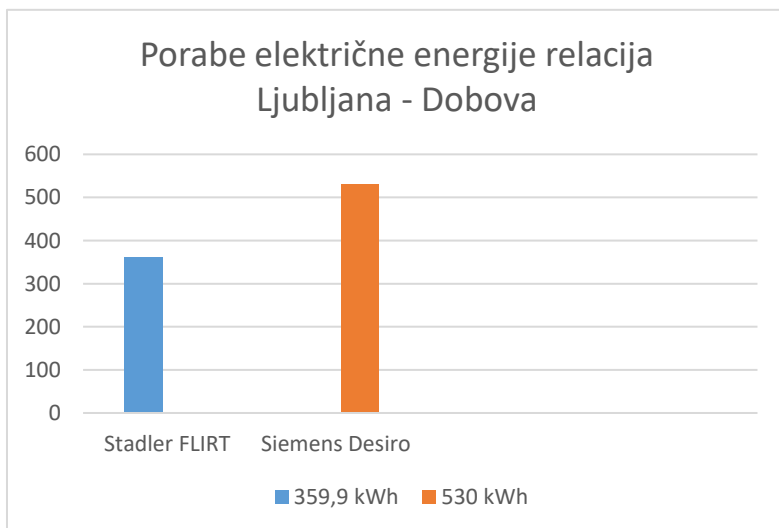
Tabela 24: Primerjava osnovnih značilnosti vlakovnih garnitur

| Naziv Vozila | Siemens Desiro 312/317 | Stadler FLIRT 510/515 |
|--|------------------------|------------------------|
| Cena (novega vozla) | 4 mil. EUR | 8 mil. EUR |
| Leto proizvodnje | 2000/2002 | 2017 |
| Moč | 1000 kW | 2600 kW |
| Poraba el. energije na določeno razdaljo | 520 kWh | 359,9 kWh |
| Kapaciteta potniškega prostora | 190 | 235 |
| Udobnostni razred | 2. razred | 1. razred 2. razred |

V spodnjih grafih sta za boljšo predstavbo prikazani primerjavi moči in porabe električne energije na določeno razdaljo obeh vlakovnih garnitur.



Graf 1: Moč vlakovne garniture



Graf 2: Poraba električne energije

5 PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE

Prva hipoteza, ki smo jo postavili pravi, da nove vlakovne garniture porabijo manj električne energije kot prejšnja generacija vlakovnih garnitur, drži. Po opravljeni analizi podatkov za obe vlakovni garnituri smo lahko razbrali, koliko električne energije porabi vsak vlak na določeno razdaljo. Pridobljena podatka smo nato primerjali in ugotovili, da novi vlaki Stadler porabijo manj električne energije kot starejše garniture Siemens.

Druga hipoteza, ki pravi, da je bil v Sloveniji nakup novih vlakov potreben, saj se število potnikov pri železniških prevozih zvišuje, drži. Raziskali smo, da je poleg razmeroma premajhne potniške kapacitete na vlakih prejšnje generacije precej zastarelih sistemov. Kot so na primer analogni merilniki in prikazovalniki v strojevodski kabini. Pri analizi literature smo še ugotovili, da se je z razvojem dizajna in funkcionalnosti, razvila tudi tehnologija za povečevanje varnosti potnikov in vlakovnega osebja. Tako da je ta tehnologija razumljivo naprednejša na vlakih novih generacij, kot pa na vlakih uporabljenih do sedaj. Tako da je bila odločitev stopiti v korak z časom in modernizacijo že potrebna.

Tretja hipoteza, ki smo jo zastavili pravi, da imajo novejši vlaki boljši vpliv na okolje, kot do sedaj uporabljeni vlaki, drži. Saj smo po opravljenih raziskavah ugotovili, da je faktor, ki je v tem primeru pomemben, poraba električne energije. Obe vozili sta namreč električni in med samim delovanjem nimata nobenih izpustov izpušnih plinov. Po analizi podatkov pa ugotovimo, da vlaki modela FLIRT porabijo manj električne energije kot vlaki modela Desiro in imajo s tem posledično boljši vpliv na okolje. Našim trditvam lahko dodamo še grobo oceno, da ena vlakovna garnitura FLIRT (upoštevamo optimalno 7 vožen na dan) porabi mesečno na relacijo Ljubljana – Dobova za 30.000 kWh električne energije manj, kot vlakovna garnitura Desiro (upoštevamo optimalno 7 vožen na dan).

Naša zadnja postavljena hipoteza, ki pravi, da je bila prejšnja generacija vlakovnih garnitur bolj učinkovita za prevoz potnikov kot sedanja generacija potniških vlakov, ne drži. Naredil sem primerjavo med osnovnimi značilnostmi »predstavnikov« potniških vlakov pri nas (primerjava med Siemens Desiro in Stadler FLIRT). Ta primerjava vključuje tudi primerjavo kapacitet potniških prostorov, iz katere pa je razvidno, da novejša generacija vlakov na tirih Slovenskih železnic (Stadler FLIRT) sprejme vsaj 235 potnikov, kar pa je več kot Siemens Desiro, ki pa sprejme vsaj 190 potnikov (tričlena vlakovna garnitura). Iz teh podatkov pa lahko potrdimo

ugotovitev, da ima prejšnja generacija vlakov manjšo učinkovitost pri prevozu potnikov kot novejši vlaki pri nas.

6 ZAKLJUČEK

Pri pisanju raziskovalne naloge smo ugotovili, da se tehnologija v razvoju železniške infrastrukture izredno hitro izboljšuje in nadgrajuje. Zaradi vedno večjega posluževanja prebivalstva po javnih (predvsem železniških) prevozih in hitrega tehnološkega napredka se kot posledica pojavlja tudi potreba po nadgradnji. Na Slovenskih železnicah so se ravno zaradi tega odločili za prenovitev in modernizacijo voznega parka. Ker pa je večina slovenskih železniških prog elektrificiranih, je na njih možna uporaba hitrejših in zmogljivejših vlakovnih garnitur. V naši raziskovalni nalogi smo po opravljeni analizi zbranih podatkov prišli do ugotovitve, da ne le da so novi vlaki pri nas (model FLIRT) bolj učinkoviti kar glede potniške kapacitete, temveč so tudi učinkovitejši z energetskega vidika. Sprejmejo več potnikov in porabijo manj električne energije kot vlakovna garnitura Desiro.

7 VIRI IN LITERATURA

- [1] JAZBEC, J. Instruktor strojevodji, Učinkovita raba električne energije pri vleki vlakov, diplomsko delo, Maribor 2012
- [2] JAZBEC, J. Instruktor strojevodji, Powerpoint predstavitev: Nadzorne in varnostne naprave
- [3] KRIVEC, J. Nova proga. *Nova generacija vlakov na Slovenskih železnicah*, Slovenske železnice d.o.o., 2018. [svetovni splet]. Dostopno na https://www.slo-zeleznice.si/images/NovaProga_osebna_izdaja_2018.net.pdf
- [4] LIPOVŠEK, E. Powerpoint predstavitev: *Flirt 3, EMG 510/515, Ljubljana, 2020*
- [5] Slovenske železnice – potniški promet d.o.o. SŽ potniški promet dokumentacije
- [6] Stadler Rail. *Stadler Rail Production*, [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <https://www.stadlerrail.com/en/products/detail-all/flirt200/55/>
- [7] Wikipedia: SŽ serija 510/515, [svetovni splet]. Dostopno na WWW: https://sl.wikipedia.org/wiki/S%C5%BD_serija_510/515#cite_note-3
- [8] Vlaki.info: Maxima, *Moje fotografije*, [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://www.vlaki.info/forum/viewtopic.php?p=230841&sid=8fe4ab371b5b67bcae419742c9f90878#p230841>