



MERVIK d.o.o. - Sarajevo
Privredno društvo za posredništvo i usluge

EDUKACIJA ZA STRUČNO OSOBLJE NA STP VOZILA

AUTOBUSI NA ELEKTRIČNI POGON

Sarajevo, 2021. godine

Napomena

- **S obzirom da u tekućoj, 2021. godini u cijelom Svijetu, pa tako i u Bosni i Hercegovini vlada pandemija bolesti COVID-19 uzrokovane infekcijom korona virusom, te prema uputama nadležnih kriznih štabova zabranjeno je okupljanje većeg broja osoba na zatvorenom i otvorenom.**
- **Imajući u vidu da je broj zaposlenog stručnog osoblja na stanicama tehničkih pregleda vozila u Federaciji Bosne i Hercegovine oko 700, nije moguće obaviti redovnu godišnju edukaciju uposlenih na stanicama tehničkih pregleda vozila kao prethodnih godina, zbog poznatih restrikcija kriznih štabova i zbog čuvanja zdravlja svih zaposlenih i njihovih porodica.**
- **S tim u vezi, Federalno ministarstvo prometa i komunikacija i Stručne institucije za nadzor rada stanica tehničkih pregleda vozila u FBiH su donijeli odluku da se redovna godišnja edukacija uposlenih na stanicama tehničkih pregleda vozila ove godine održi online korištenjem platforme Google Meet.**

Sadržaj

- **Uvod**
- **Vrste autobusa na električni pogon**
 - **Hibridni autobusi – Hybrid Electric Bus (HEB)**
 - **Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)**
 - *Autobusi na električni pogon sa baterijama*
 - *Autobusi na električni pogon sa superkondenzatorima*
 - *Autobusi sa pogonom na gorive ćelije – Fuel Cell Electric Bus (FCEB)*
 - *Trolejbusi*
- **Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju,**
- **Uporedna analiza uvođenja električnih autobusa, te dizel i CNG autobusa**

Uvod

- Briga za okolišem i zdravljem, te ograničene zalihe fosilnih goriva su u posljednje vrijeme izazvale veliki interes za alternativnim vidovima pogona vozila. Sa druge strane, proizvođači vozila se trude da smanje emisije zagađujućih materija u skladu sa sve strožijim regulativama.
- Koncept autobusa za javni gradski prevoz sa čisto električnim pogonom (E-bus) poznat je još iz 70-tih godina 20. stoljeća, kada je u Njemačkoj prvi put predstavljena mogućnost primjene ovog pogona na autobusima.
- Razvoj električnih autobusa je krenuo sa hibridnim sistemima dok danas postoje autobusi sa potpuno električnim pogonom.

Uvod

- U gradskom saobraćaju danas se najčešće koriste slijedeći tipovi autobusa:
 1. dvoosovinski gradski autobus,
 2. zglobni autobus,
 3. dvospratni autobus,
 4. minibus.
- Od tri moguća rješenja gradskih vozila, koja određuju zakonske regulative o veličini cestovnih vozila:
 - *standardni (solo) autobus* (dužina od 10,7 do 12,2 metara preko branika, s tim da je dužina od 12 metara najrasprostranjenija varijanta, a širina autobusa iznosi 2,50 m)
 - *autobus zglobnog konstrukcijskog sastava* (Dužina od 16,50 do 18,00 metara, a rijetko do 20 metara, ukupni kapacitet 100 do 160 mjesta, u specijalnim slučajevima i do 220 mjesta)
 - *solo autobus sa prikolicom*
 - praksa primjenjuje prva dva.

Uvod

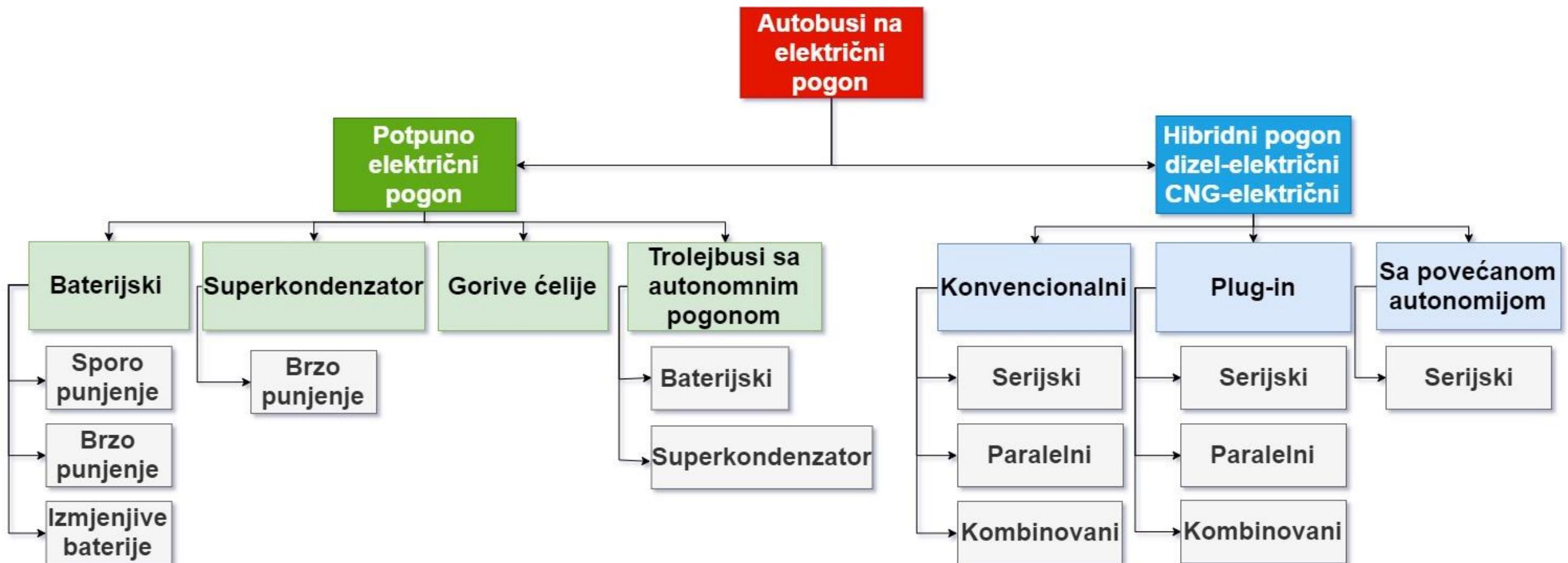


Standardni (solo) autobus

Zglobni autobus



Vrste autobusa na električni pogon



Podjela autobusa na električni pogon

Vrste autobusa na električni pogon

- Hibridna tehnologija je prvi korak elektrifikacije, a s obzirom da koristi motor s unutrašnjim sagorijevanjem i električni motor, vrlo je komplikovan sistem te ne donosi tako značajna poboljšanja kao potpuno električni pogonski sistemi.
- Potpuno električni pogonski sistemi uz električni motor moraju imati izvor električne energije što može biti baterija, superkondenzator ili gorive ćelije.
- Električni autobus (eng. electric bus) je električno vozilo za prevoz putnika. Glavni pogon ostvaruje preko elektromotora koji mogu biti istosmjerni serijski ili trofazni asinhroni motori. Ne koristi se motor sa unutrašnjim sagorijevanjem, te se time ne zagađuje okoliš direktno iz vozila, niti mirisom, niti zatamnjenjem izduvnih gasova.

Vrste autobusa na električni pogon

- Elektrifikacija pogonskih sistema smatra kao moguće rješenje problema u prometu, te donosi mnoge prednosti kao što su:
 - smanjenje emisija štetnih tvari,
 - povećanje efikasnosti vozila,
 - poboljšanje performansi,
 - smanjenje potrošnje goriva te
 - niže troškovi održavanja.

Vrsta pogonskog sistema	Energetska efikasnost [kWh/100km]
Potpuno električni	119 – 140
Plug – in hibrid	260
Hibrid	283 – 380
Dizel	500
CNG	655

Poređenje energetske efikasnosti različitih pogonskih autobusa

Vrste autobusa na električni pogon

- Prednosti električnog pogona u odnosu na druge pogonske sisteme su:
 - visoka energetska efikasnost pogonskog motora, **efikasnost električne energije oko 98%, dok se kod čistog unutrašnjeg sagorjevanja može iskoristiti najviše 40% (zbog toplote koja se gubi)**
 - izvanredne vučno- dinamičke karakteristike, **iskoristivost mase naspram snage puno je bolja (u slučaju trolejbusa, ili nekog drugog vanjskog izvora snage, tj. struje, koja se koristi, a proizvedena je izvan vozila)**
 - rekuperacija električne energije u fazi kočenja,
 - tih rad odnosno nizak nivo emitovane buke i dr.

Vrste autobusa na električni pogon

Hibridni autobusi – Hybrid Electric Bus (HEB)

- Hibridni autobusi pored motora sus za pogon koriste i električni pogon. Zbog dodatnog izvora snage u vidu električnog motora, motor sus u hibridnom autobusu je znatno manje radne zapremine i snage. To omogućava smanjenje potrošnje goriva i emisije zagađujućih materija.
- Postoje tri osnovne izvedbe hibridnih autobusa, a to su:
 - **paralelni hibridni autobusi** (motor sus i električni motor su zasebno spojeni na transmisiju. Električni motor se koristi za pokretanje vozila iz mjesta i nagla ubrzavanja. Osnovna uloga motora sus je proizvodnja električne energije, a u nekim izvedbama može koristit i za pogon vozila)
 - **serijski hibridni autobusi** (za pogon točkova koriste isključivo električni motor. Motor sus se koristi kao generator električne energije, koja se skladišti u baterijama i koristi za pogon elektromotora. Na ovaj način motor sus uvijek radi u optimalnim uslovima, te se čak može i potpuno isključiti u zavisnosti od uslova saobraćaja.)
 - **serijsko – paralelni (kompleksni) hibridni autobusi.**

Vrste autobusa na električni pogon

Hibridni autobusi – Hybrid Electric Bus (HEB)

Hibridni autobus	MAN Lion's City Hybrid	MERCEDES BENZ Citaro G BlueTec Hybrid
Slika		
Tip pogona	Serijski hibrid	Serijski hibrid
Motor	MAN D0836, radne zapremine: 6,9l, snage: 184kW	OM 924 LA, radne zapremine: 4,8l, snage: 160kW
Električni motor/generator	2x75kW Siemens asinhroni električni motor	4x80kW "hub" motori na srednjoj i zadnjoj osovini. Generator snage 160kW
Skladištenje električne energije	Superkondenzatori	Litijum-jonske baterije

Poređenje hibridnih autobusa

Vrste autobusa na električni pogon

Hibridni autobusi – Hybrid Electric Bus (HEB)

- Prednosti hibridnih autobusa:
 - Smanjenje emisije čestica (PM),
 - Smanjenje potrošnje goriva,
 - Smanjenje emisije azotnih oksida (NOx) 30 – 40%,
 - Smanjenje emisije CO₂,
 - Brže i ravnomjernije ubrzavanje vozila pri polasku iz mjesta,
 - Mirniji i tiši rad,
 - Niži troškovi održavanja.
- Nedostaci hibridnih autobusa:
 - Ograničen kapacitet baterije,
 - Veća masa vozila,
 - Potreba za dodatnom infrastrukturom.

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

- Autobusi sa potpuno električnim pogonom kao relativno nova tehnologija, imaju tendenciju stalnog usavršavanja i napretka prije svega sistema za skladištenje električne energije (baterije, superkondenzator), sistema za punjenje električnom energijom vozila, sistema za kontrolu i upravljanja vučom, smanjenje mase praznog vozila, pa je realno očekivati još veću ekspanziju u korištenju ovog koncepta pogona.
- U ovom trenutku gotovo svi renomirani proizvođači autobusa u svom proizvodnom programu imaju i autobuse na električni pogon i oni su postali dio standardne ponude na tržištu autobusa.

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

- U literaturi i praksi ovaj tip električnog autobusa često se još naziva „čisti“ električni autobus, PEB (Pure Electric Bus).
- Autobusi sa potpuno električnim pogonom značajno su efikasniji od autobusa na hibridni pogon i višestruko efikasniji od autobusa sa pogonom na dizel gorivo. Posljedica toga jeste veći stepena efikasnosti koji je prisutan u radu elektromotora, u poređenju sa motorima sa unutrašnjim sagorijevanjem.

Vrsta pogonskog sistema	Energetska efikasnost [kWh/100km]
Potpuno električni	119 – 140
Plug – in hibrid	260
Hibrid	283 – 380
Dizel	500
CNG	655

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

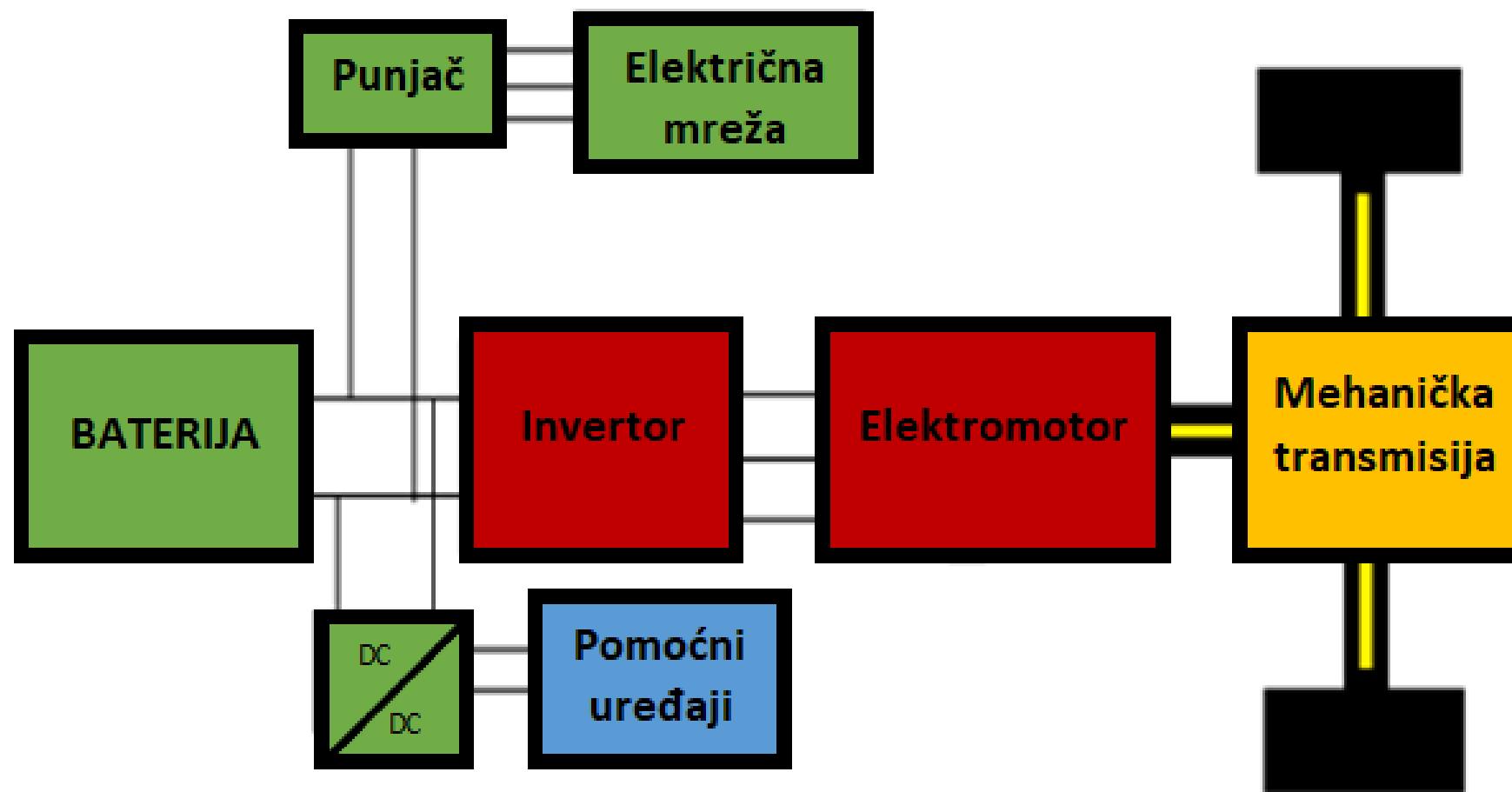
- Tipični predstavnici autobusa sa potpuno električnim pogonom su autobusi čiji se pogon ostvaruje preko:
 1. Baterija
 2. Superkondenzatora
 3. Gorivih ćelija i
 4. Trolejbus koji se napaja preko posebnog uređaja iz kontaktne mreže.

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

Autobusi na električni pogon sa baterijama

- S obzirom da su baterije najzastupljeniji sistem skladištenja električne energije ovaj tip električnog autobusa često se naziva baterijski električni autobus, BEB (Battery Electric Bus).



Konfiguracija električnog autobusa sa baterijama

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

Autobusi na električni pogon sa baterijama

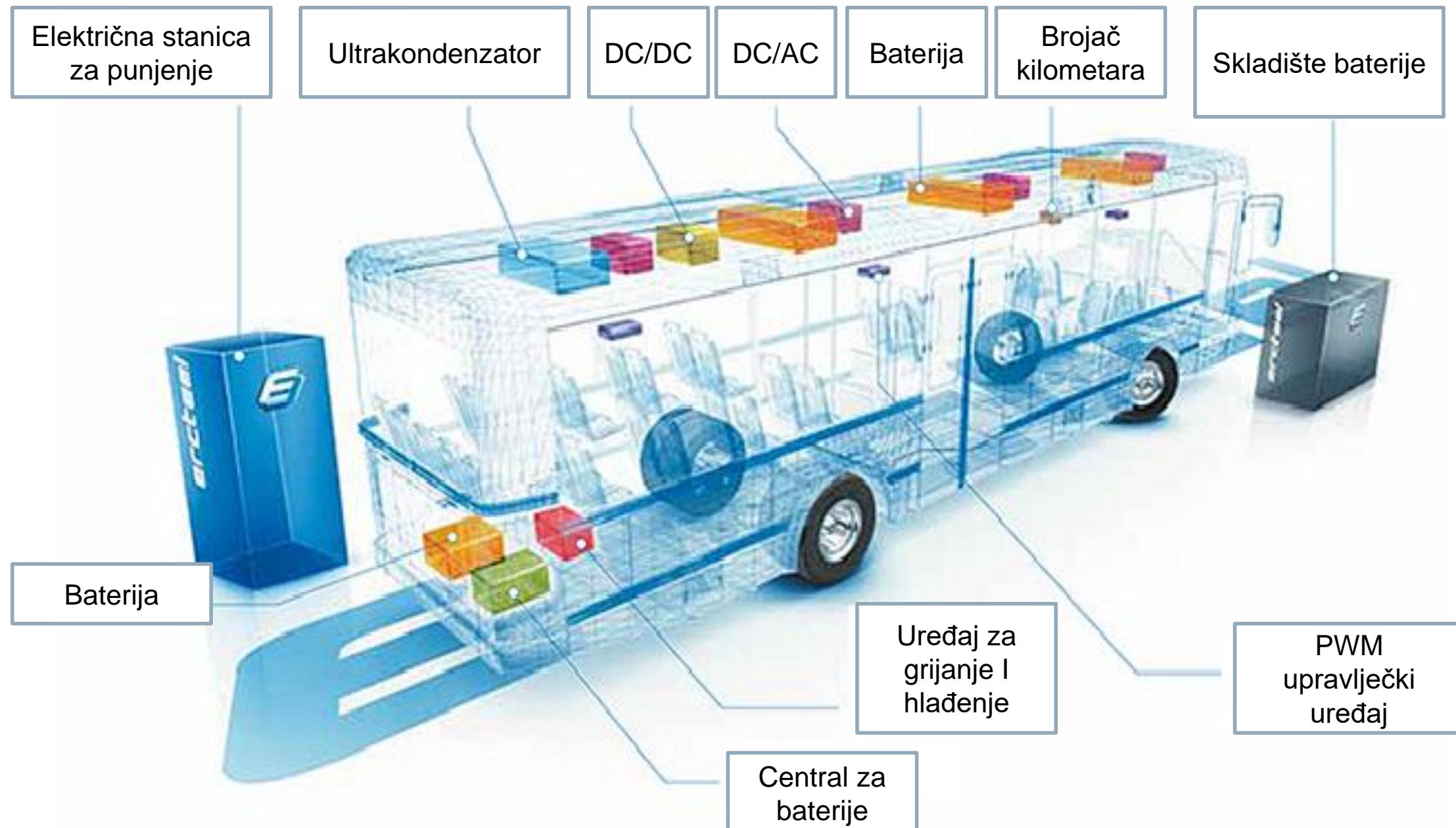
Komponente autobusa na električni pogon sa baterijama su:

- seta baterija za skladištenje električne energije,
- invertora,
- pogonskog elektromotora,
- pretvarača jednosmjerne struje DC-DC,
- pomoćnih uređaja,
- mehaničke transmisije i
- punjača koji može biti integrisan u vozilu ili vanjske izvedbe.

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

Autobusi na električni pogon sa baterijama



Komponente autobusa na električni pogon sa baterijama

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

Autobusi na električni pogon sa superkondenzatorima

- U literaturi ovaj tip električnog autobusa se skraćeno naziva UCEB (Ultracapacitor Electric Bus).
- Konfiguracija UCEB je identična konfiguraciji kao kod baterijskog autobusa, samo je razlika u sistemu skladištenja električne energije.
- E-bus sa superkondenzatorima isključivo se koristi na linijama koje imaju infrastrukturu za brzo punjenje gdje s dopunjavanje vrši najčešće na terminusima ili nekim stanicama duž trase linije, tokom zadržavanja zbog ulaska i izlaska putnika
- Sistem za punjenje električnog autobusa sa superkondenzatorom se najčešće realizuje preko pantografa, a rijetko preko „plug – in “ konektora

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

Autobusi na električni pogon sa superkondenzatorima

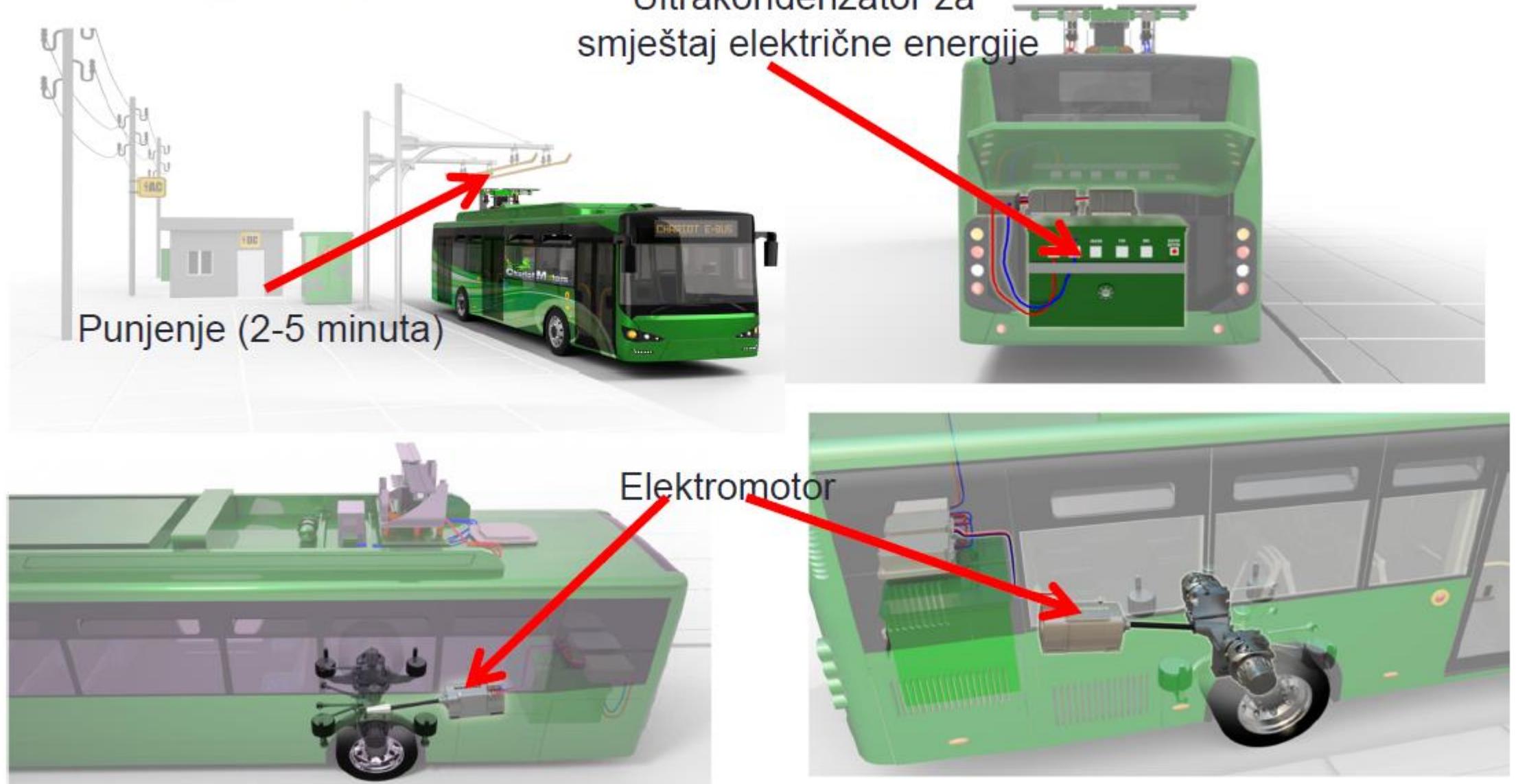
- Trend zadnje tri-četiri godine je da se pored baterija za pogon električnih autobusa koriste i super kondenzatori koji imaju slične i bolje karakteristike uz mnogo manju masu. Neki od proizvođača električnih autobusa se odlučuju za ovaj vid skladištenja električne energije uz korištenje kvalitetnih elektromotora i prateće opreme razvijene od strane firme Siemens i drugih svjetskih proizvođača.
- Jedan od poznatijih proizvođača E-busa sa superkondenzatorima je Chariot E-bus, kod koga je električna energija skladištena u superkondenzatorima kapaciteta od 20 do 40 kWh.

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

Autobusi na električni pogon sa superkondenzatorima

- Chariot Electric Bus



Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

Autobusi na električni pogon sa superkondenzatorima

Proizvođač	Chariot Motors
Model	Chariot UC E-Bus
Dužina / širina / visina [mm]	12000 / 2530 / 3630
Masa praznog vozila [kg]	12450
Broj putnika	90
Maksimalna brzina [km/h]	70
Vrijeme punjenja [min]	5-8
Sistem za skladištenje energije	Superkondenzatori
Kapacitet [kWh]	40
Motor	Siemens 1DB2016
Snaga motora [kW]	Kontinuirana 140kW, maksimalna 180kW
Obrtni moment motora [Nm]	Kontinuirani 891Nm, maksimalni 2500Nm

Osnovne karakteristike električnog autobusa Chariot E-bus

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

Autobusi na električni pogon sa superkondenzatorima

- Pogon vozila se ostvaruje preko dva pogonska motora koja su uparena i preko prenosnika obrtni moment se prenosi na diferencijal i pogonske točkove.
- Elektronska upravljačka jedinica upravlja radom modula za distribuciju napajanja i određuje potrebnu jačinu struje koja se iz superkondenzatora odvodi do invertora koji napajaju pogonske elektromotore električnom energijom, zatim vrši stalni prijem signala iz svih uređaja i sistema na vozilu, vrši njihovu obradu i generiše kontrolne i upravljačke signale.

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa potpuno električnim pogonom, FEB (Full Electric Bus)

Autobusi na električni pogon sa superkondenzatorima

- Prednosti korištenja superkondenzatora kao sistema sa skladištenje električne energije su:
 - visoka specifična snaga koju može da isporuči pogonskom motoru,
 - veća mogućnost prihvatanja energije u fazi rekuperacije u odnosu na baterije,
 - otpornost na dubinsko pražnjenje i
 - pogodnost recikliranja

Vrste autobusa na električni pogon

Sistemi za skladištenje električne energije

- Dva najčešća sistema za skladištenje električne energije su:
 - **Baterije** (Baterijski sistemi najčešće imaju velike kapacitete za skladištenje električne energije i veliki domet, ali vrijeme punjenja se mjeri u satima)
 - **Superkondenzatori** (imaju dosta kraće vrijeme punjenja, ali i mnogo manji domet)

Vrste autobusa na električni pogon

Sistemi za skladištenje električne energije

Baterije

- Baterije su elektrohemijski uređaji koji pretvaraju električnu energiju u potencijalnu hemijsku energiju pri punjenju i potencijalnu hemijsku energiju u električnu pri pražnjenju. Baterija se sastoji iz više ćelija složenih u jednu jedinicu.
- Baterija se sastoji od 3 glavne komponente: dvije elektrode (pozitivna i negativna) i elektrolit.
- Najznačajnije karakteristike baterija za električna vozila su:
 - Kapacitet baterije [Ah];
 - Energetski kapacitet baterije [J];
 - Napon baterije [V];
 - Specifična energija baterije [Wh/kg];
 - Specifična snaga baterije [W/kg];

Vrste autobusa na električni pogon

Sistemi za skladištenje električne energije

Baterije

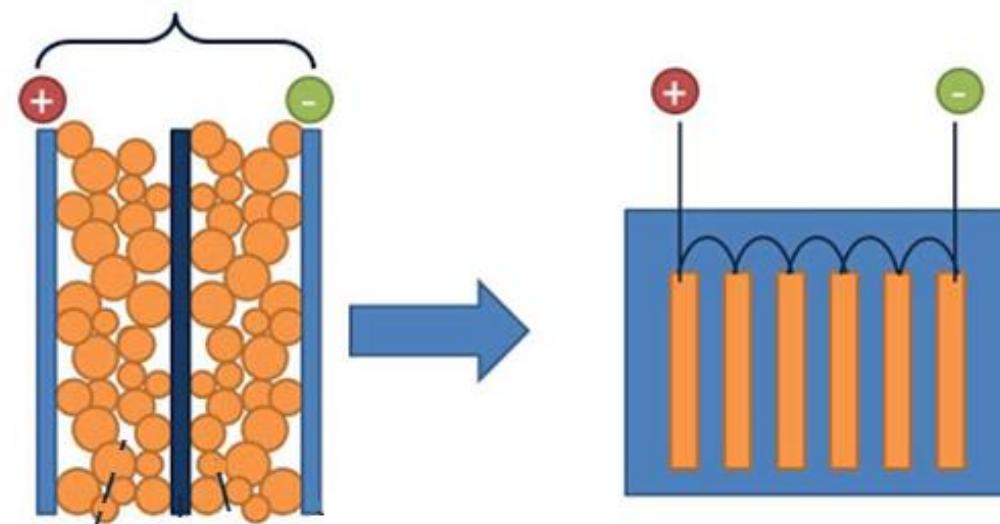
Sistem	Specifična energija [Wh/kg]	Maksimalna snaga [W]	Energetska efikasnost [%]	Broj ciklusa (punjenja i pražnjenja)	Samostalno pražnjenje [%/48sati]	Cijena [USD/kWh]
Otopina kiseline i vode						
Olovo – kiselina	35-50	150-400	>80	500-1000	0.6	120-150
Alkalne vodene otopine						
Nikl – Kadmijum	50-60	80-150	75	800	1	250-350
Nikl – Željezo	50-60	80-150	75	1500-2000	3	200-400
Nikl - Cink	55-75	170-260	65	300	1.6	100-300
Nikl – Metal Hidrid (Ni-MH)	70-95	200-300	70	750-1200	6	200-350
Aluminijum – Zrak	200-300	160	<50	/	/	/
Željezo – Zrak	80-120	90	60	500	/	50
Cink – Zrak	100-220	30-80	60	600		90-120
Istopljena so						
Natrij – Sumpor	150-240	230	80	800+	0	250-450
Natrij – Nikl-Florid	90-120	130-160	80	1200+	0	230-345
Litijum – Željezo sulfid	100-130	150-250	80	1000+	/	110
Organske / Litijum						
Litijum joni	80-130	200-300	>95	1000+	0.7	200

Vrste autobusa na električni pogon

Sistemi za skladištenje električne energije

Superkondenzatori

- Superkondenzator čini veliki broj kondenzatora međusobno povezanih, čime se postižu zahtjevane karakteristike. Princip rada kondenzatora je elektrostatički, gdje se naelektrisanjem ploča kondenzatora, između kojih se nalazi izolator, stvara električno polje.
- Kondenzatori se povezuju serijski, paralelno ili kombinovano, čineći tako kondenzatorsku bateriju. Ako se radi o velikom broju kondenzatora onda je riječ o superkondenzatoru.



Elektroliti

Šema superkondenzatora

Separator

Kolektor električne energije

Porozna elektroda

Vrste autobusa na električni pogon

Sistemi za skladištenje električne energije

Superkondenzatori

Karakteristika	Superkondenzatori	Baterije
Princip rada	Elektrostatički	Elektrohemijski
Specifična energija [Wh/kg]	5	10
Napon ćelije [V]	2.3 do 2.7	2.2 do 3.8
Specifična snaga [W/kg]	10000	3500
Odnos snage i kapaciteta	Visoka snaga, manji kapacitet	Veći kapacitet, manja snaga
Efikasnost [%]	92 do 98	85 do 95
Temperaturni opseg rada [°C]	-40 do 65	-20 do 40
Proces punjenja	Jednostavniji proces punjenja	Složeniji proces punjenja
Broj ciklusa punjenja	1000000	100000
Brzina pražnjenja i punjenja	Fleksibilnost na brza pražnjenja i punjenja	Osjetljivost na brza pražnjenja i punjenja
Životni vijek [godina]	10 do 15	6 do 8
Reciklaža	Pogodni za reciklažu	Veći zahtjevi za reciklažu

Karakteristike superkondenzatora i litijumskih baterija

Vrste autobusa na električni pogon

Sistemi za skladištenje električne energije

Superkondenzatori

- Superkondenzatore koji se koriste kod autobusa na električni pogon karakteriše:
 - visoka specifična snaga,
 - visoka efikasnost rada,
 - brzo vrijeme dopunjavanja,
 - duži radni vijek,
 - pogodnost recikliranja.
- Nedostaci su:
 - manja specifična energija
 - manji kapacitet u poređenju sa baterijama

Vrste autobusa na električni pogon

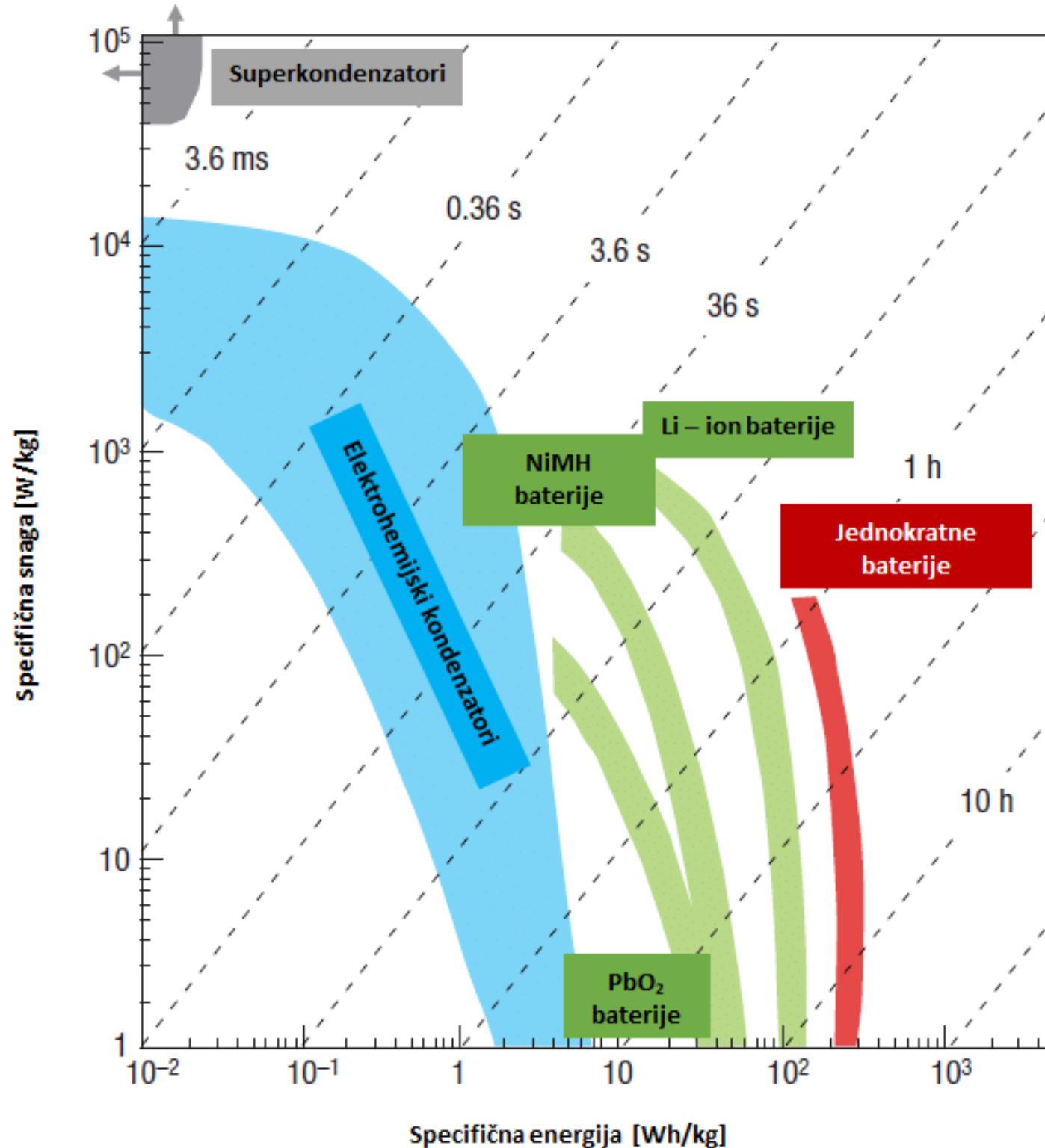
Sistemi za skladištenje električne energije

Superkondenzatori

- Specifičnosti superkondenzatora
 - karakteristika punjenja i pražnjenja je bolja u poređenju sa baterijama,
 - bolja iskorištenost raspoloživog kapaciteta skladištenja energije.
 - Superkondenzatore je moguće isprazniti do samog minimuma (2-3% od maksimalnog stepena napunjenosti), dok je kod baterija to najčešće do 20% od maksimalnog stepena napunjenosti.

Vrste autobusa na električni pogon

Sistemi za skladištenje električne energije



Dijagram specifične snage i specifične energije za baterije i kondenzatore

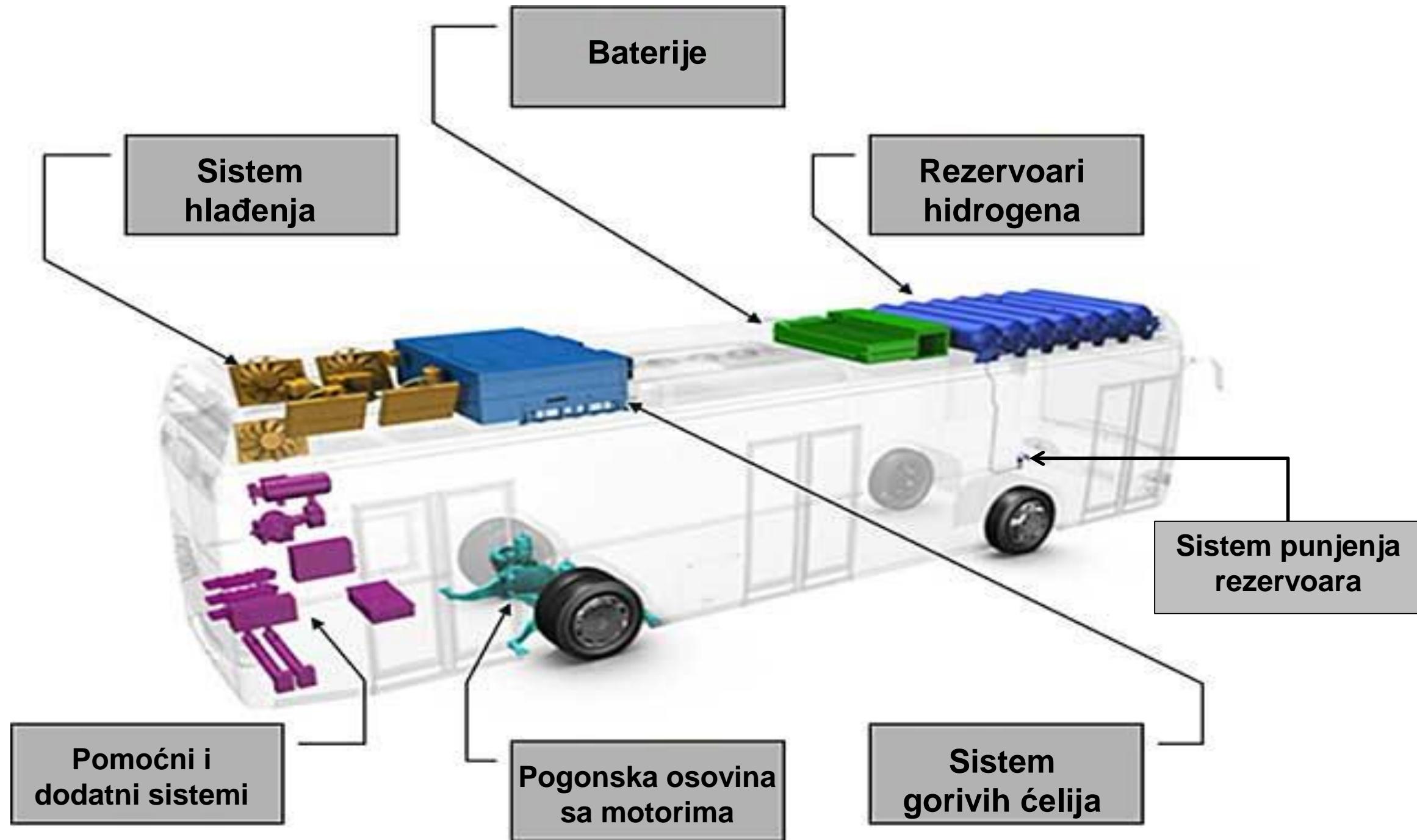
Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa pogonom na gorive ćelije – Fuel Cell Electric Bus (FCEB)

- Autobusi sa pogonom na gorive ćelije koriste električnu energiju proizvedenu u gorivoj ćeliji za pogon vozila. Sistem se sastoji od generatora električne energije, koji je u ovom slučaju goriva ćelija i baterija koje služe za skladištenje električne energije.
- U zavisnosti od tehnologije koja se koristi, postoje „plug – in“ verzije koje omogućavaju da vozilo pređe određenu udaljenost bez upotrebe gorivih ćelija. Ovakva vozila imaju domet preko 300 kilometara sa jednim punjenjem hidrogena.

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa pogonom na gorive ćelije – Fuel Cell Electric Bus (FCEB)



Osnovne komponente autobusa sa pogonom na gorive ćelije

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa pogonom na gorive ćelije – Fuel Cell Electric Bus (FCEB)

- **Gorive ćelije** - Sistem gorivih ćelija predstavlja tehnologiju konverzije potencijalne energije iz hidrogena u električnu energiju.
- Produkti reakcije su voda, električna energija i toplota. Gorive ćelije se dijele u zavisnosti od elektrolita koji se koristi. Za upotrebu na vozilima najčešće se koriste gorive ćelije sa polimernom elektrolitnom membranom (PEM).
- Imaju malu masu, nisku radnu temperaturu i koriste kisik iz vazduha. Neki od najvećih proizvođača gorivih ćelija u svijetu su: Ballard Power Systems and Hydrogenics, Siemens and Proton Motor Fuel Cell GmbH, United Technologies Corporation Fuel Cells itd.



Proton Motor Fuel Cell GmbH

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa pogonom na gorive ćelije – Fuel Cell Electric Bus (FCEB)

- **Sistem za skladištenje električne energije** - Sva električna energija koju proizvedu gorive ćelije se ne koristi za pogon elektromotora, a kako se ta energija ne bi gubila koristi se sistem za skladištenje električne energije u vidu baterija ili superkondenzatora. Najčešće se koriste litijum- jonske baterije. FCEB su u većini slučajeva opremljeni i sistemom regenerativnog kočenja.
- **Sistemi za skladištenje hidrogena** - Hidrogen kao gorivo se koristi u gasovitom stanju i skladišti se u rezervoarima pod pritiskom. Povećanjem broja rezervoara se povećava i maksimalan domet autobusa, ali i masa vozila, tako da je potrebno naći optimum u zavisnosti od primjene autobusa. Pritisak u rezervoarima je 350 bara.
- **Pogon** - Električni motori za pogon točkova dolaze u raznim izvedbama. Može se koristiti jedan motor za pogon oba točka ili tzv. „hub“ motori koji su ugrađeni u samom točku i služe samo za pogon tog točka.

Vrste autobusa na električni pogon

Autobusi sa pogonom na gorive ćelije – Fuel Cell Electric Bus (FCEB)

Karakteristike

- Gorive ćelije nude niz prednosti koje ih čine privlačnim za upotrebu u transportu, kao što su:
 - povećana efikasnost,
 - tih i miran rad,
 - te u slučaju upotrebe čistog hidrogena emisija zagađujućih materija se svodi na 0.

Emisija NO_x i čestica je 0, dok emisija CO_2 postoji samo ako se koristi hidrogen koji nije 100% čist.

Najveća mana i problem ovog vida pogona je cijena. Infrastruktura, autobusi, gorivo i troškovi održavanja svih sistema neophodnih za rad su mnogo veći u poređenju sa dizel autobusima.

Cijena izgradnje postrojenja za proizvodnju, skladištenje i distribuciju hidrogena od 3000kg/dnevno je oko 30 miliona eura.

Vrste autobusa na električni pogon

Trolejbusi

Trolejbus je električni autobus za prijevoz putnika u javnom gradskom prevozu koji električnu energiju dobija iz nadzemnog električnog napojnog voda (kontaktne mreže). Konstrukcijski je sličan autobusima i izrađuje se u istim izvedbama.

- Trolejbus ima jedan ili više elektromotora i opremljen je posebnim uređajem za prenos električne energije sa kontaktne mreže do elektromotora tzv. trola, koji je zglobno spojen sa trolejbusom.



Trolejbus

Vrste autobusa na električni pogon

Trolejbusi

Posebna rješenja trolejbusa su:

- *trolejbus sa pomoćnim vučnim pogonom*
- *trolejbus sa dvojnim pogonom (Bi-mode)*
- *trolejbusi s automatskim vođenjem po posebno izrađenoj trasi,*
- *trolejbusi s daljinskim upravljanjem.*

Prednosti:

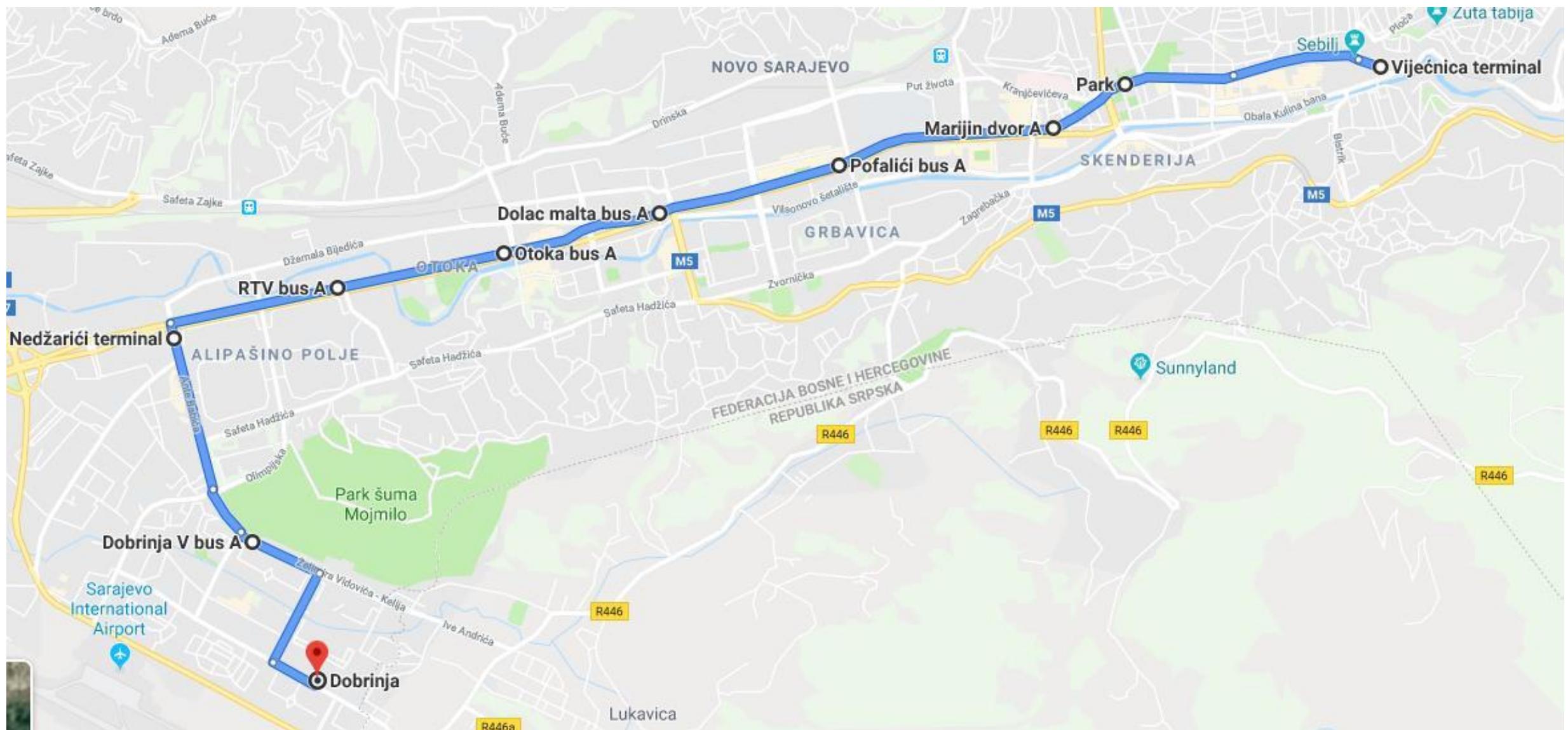
- najisplativiji na brdskim rutama tj. usponima
- imaju bolje ubrzanje i kočione performanse
- ekološki prihvatljiviji jer nemaju štetnih plinova
- u slučaju kvara, trolejbus se može skloniti sa strane, izvan saobraćajne trake
- za razliku od autobusa i tramvaja, trolejbusi su skoro nečujni

Nedostaci:

- nemogućnost preusmjerenja trase, tj. nemaju fleksibilnost koju imaju konvencionalni autobusi
- danas se proizvode trolejbusi sa baterijama i omogućavaju određeno kretanje bez kontaktne mreže, tj. pored tradicionalnog pogona, opremljeni su baterijama kapaciteta preko 40 kWh

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

- Linija **Vijećnica – Dobrinja** predstavlja uobičajenu liniju gradskog saobraćaja u Sarajevu, obzirom da povezuje centralni dio grada sa naseljem Dobrinja, ova linija predstavlja relevantnu dionicu za uvođenje autobusa na električni pogon.



Trasa linije Vijećnica – Dobrinja

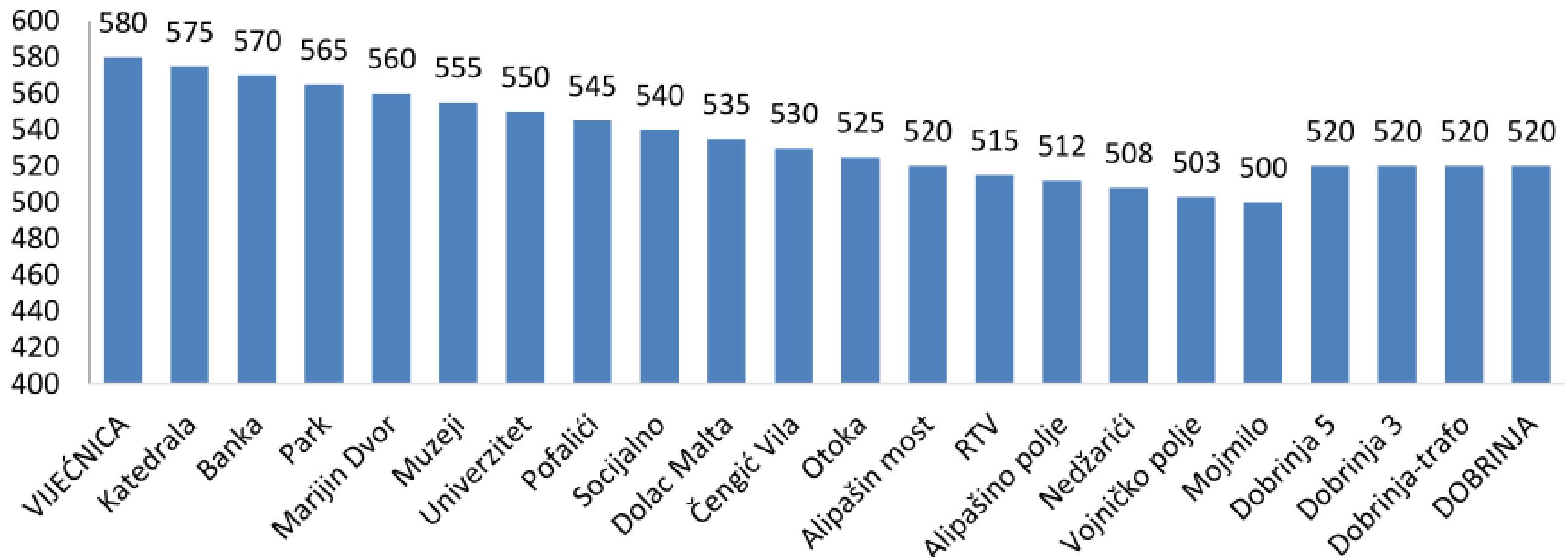
Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

- S ciljem dobivanja informacija o karakterističnim parametrima (brzina, ubrzanje i usporenje, put, nadmorska visina, putanja kretanja, itd.) na kompletnoj liniji izvršeno je snimanje tokom kretanja autobusa sa pogonom na CNG pomoću GPS uređaja firme Racelogic DriftBox 10 Hz.



Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

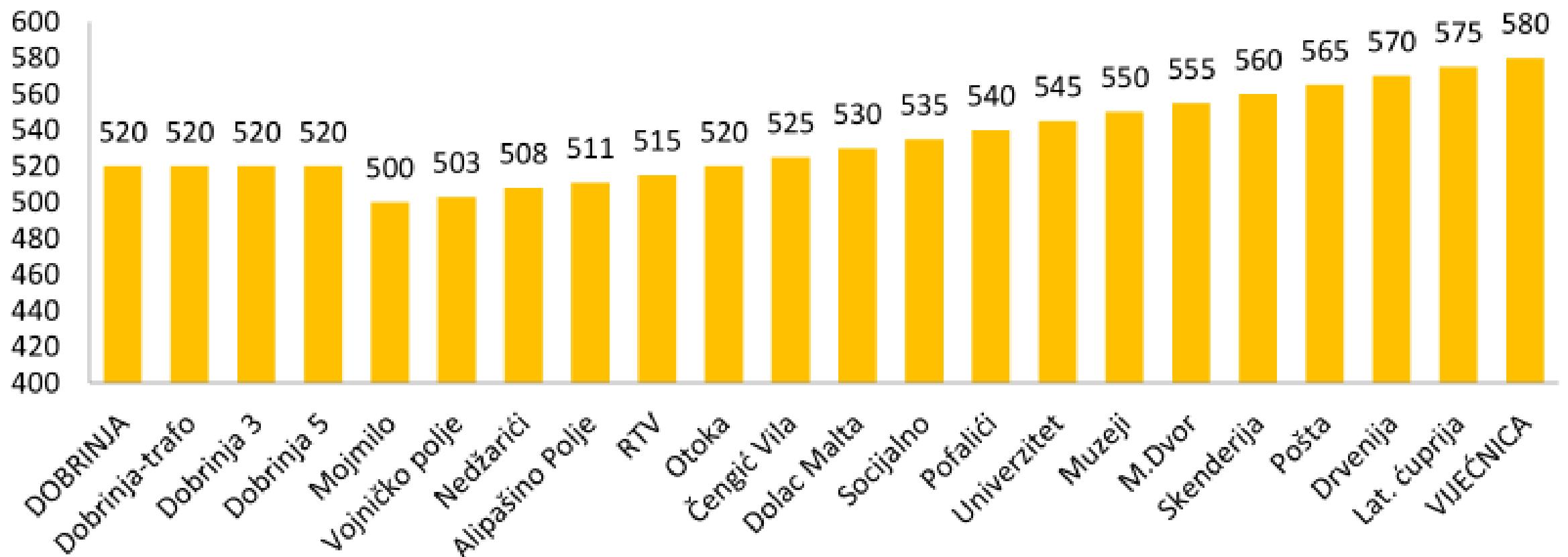
- U smjeru *Vijećnica – Dobrinja*, linija ima blagi pad do naselja Mojnilo, nakon čega slijedi uspon do naselja Dobrinja. U naselju Dobrinja, put je većinom ravaničarski, bez značajnijih uspona.



Nadmorske visine stanica na liniji Vijećnica – Dobrinja

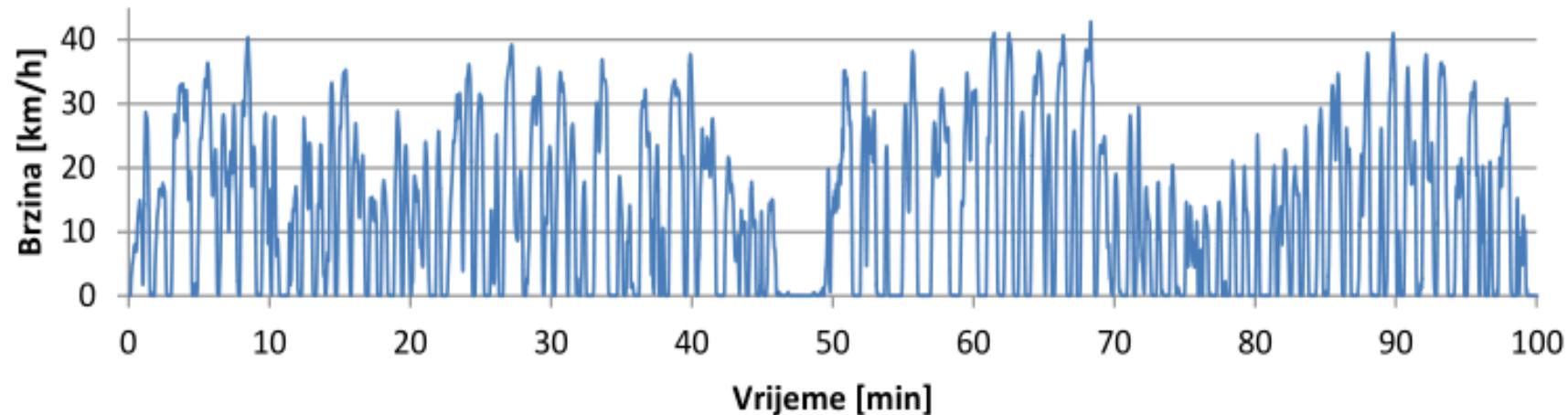
Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

- Geometrijski profil linije od naselja Dobrinja, karakteriše konstantan uspon od naselja Mojnilo do Vijećnice.

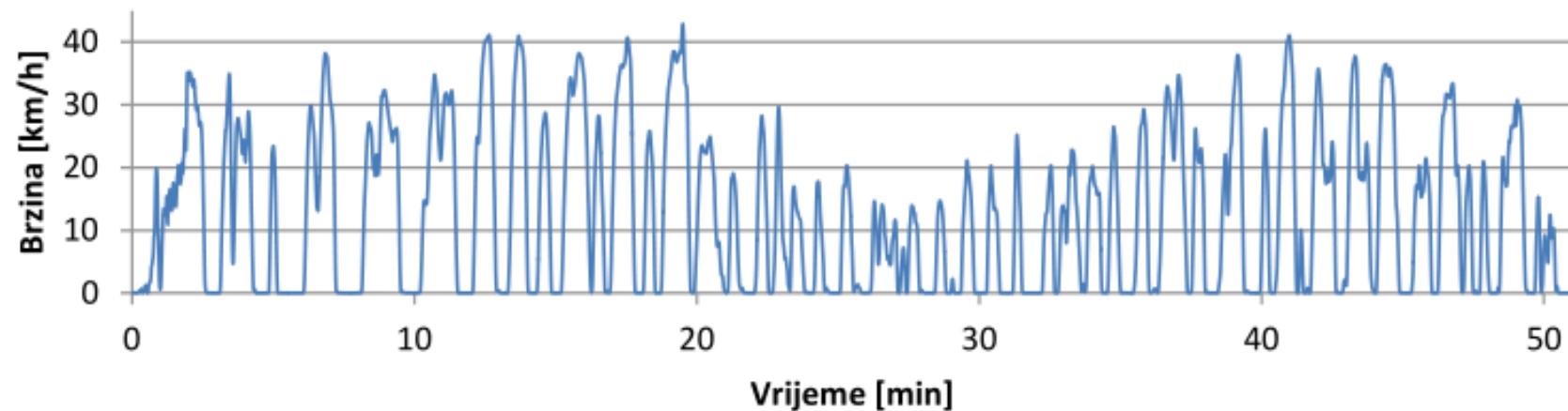


Nadmorske visine stanica na liniji Vijećnica – Dobrinja

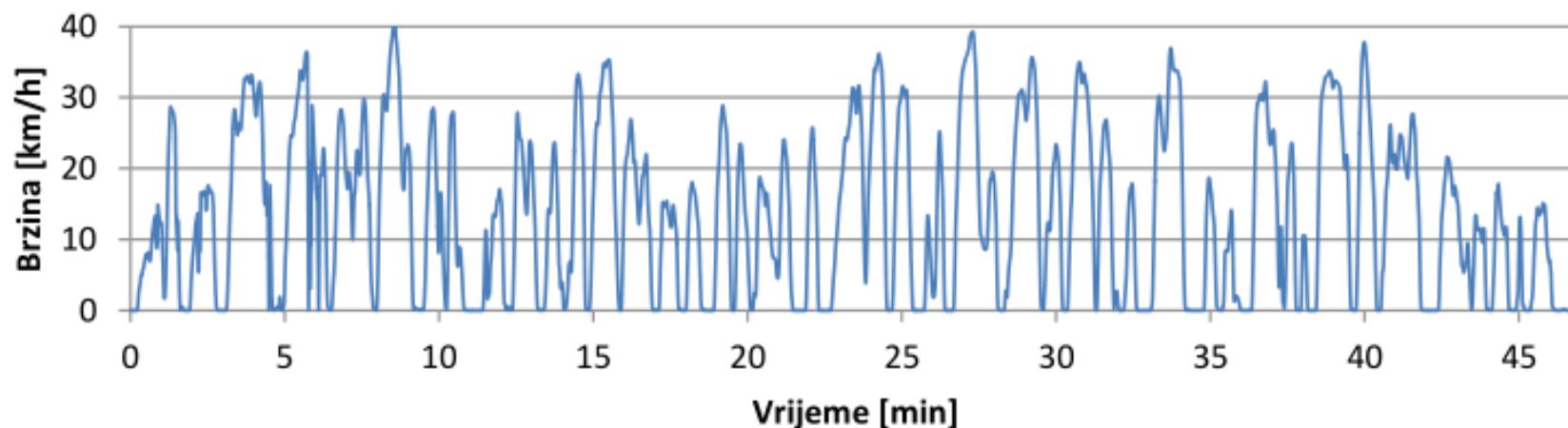
Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju



Profil brzine za puni obrt na liniji **Dobrinja – Vijećnica – Dobrinja**. Srednja prevozna brzina na punom obrtu je oko 13km/h.



Dijagram brzine na relaciji **Vijećnica – Dobrinja**. Srednja prevozna brzina je oko 12.5km/h.



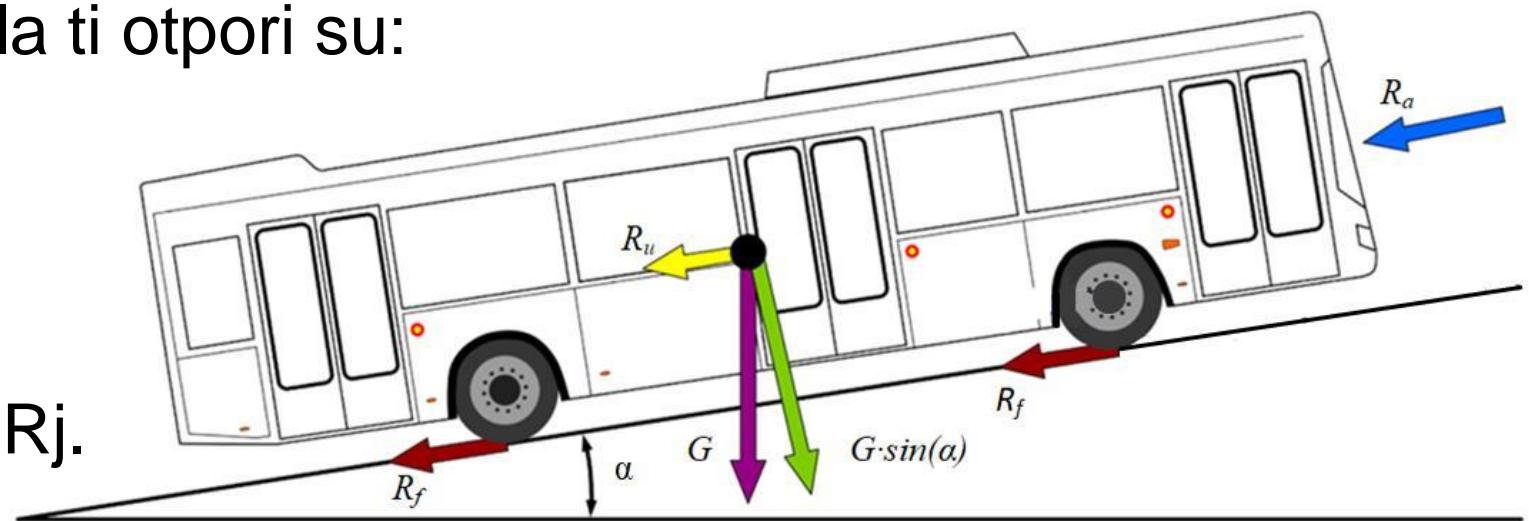
Dijagram brzine na relaciji **Dobrinja – Vijećnica**. Srednja prevozna brzina je oko 13.6km/h

Snimljeni profil brzine

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Otpori kretanja

- Pri kretanju vozilo je izloženo djelovanju raznih sila otpora koje mora savladati vučnom silom. U svrhu određivanja potrošnje energije, neophodno je definisati otpore kretanja, kao i snagu neophodnu za savladavanje tih otpora.
- U opštem slučaju kretanja vozila ti otpori su:
 - Otpor uspona (nagiba), R_u ,
 - Otpor kotrljanja, R_f ,
 - Aerodinamički otpor, R_a ,
 - Otpor ubrzanja (usporenja), R_j .



Sile koje djeluju na vozilo

- Otpori kretanja se predstavljaju jednačinom sume otpora kretanja koja glasi:

$$\sum R = R_f + R_a \pm R_j \pm R_u$$

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Otpor uspona

- Vozilo tokom kretanja po cesti nailazi na uspone i padove zbog konfiguracije terena kojim trasa ceste prolazi.
- Silu težine (G) neophodno je razložiti na komponente.
 - ✓ Komponenta koja djeluje okomito na podlogu predstavlja normalnu reakciju ($G \cdot \sin(\alpha)$)
 - ✓ komponenta koja djeluje paralelno sa podlogom se koristi za određivanje otpora uspona (R_u).
- Za slučaj kretanja na nizbrdici ova sila predstavlja pozitivan otpor, odnosno pomaže ubrzavanju vozila na nizbrdici.
- Sila otpora uspona računa se kao:

$$R_u = G \cdot \sin \alpha$$

gdje je: α – ugao uspona (nagiba)

G – težina vozila

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Otpor kotrljanja

- Otpor kotrljanja predstavlja silu koja se javlja na kontaktu podloge i točkova vozila. Računa se kao:

$$R_f = Gf \cdot \cos\alpha$$

gdje je: α – ugao uspona (nagiba)

f – koeficijent otpora kotrljanja

G – težina vozila

Koeficijent otpora kotrljanja zavisi od trenja u ležajevima, hrapavosti i deformacije ceste i pneumatika, opterećenju točkova, brzini i određuje se empirijskim izrazima.

Uslovi kretanja	Vrijednost koeficijenta otpora kotrljanja
	Asfalt ili beton
Makadam	0,04 – 0,08
Teretna vozila i autobusi na asfaltiranom putu	0,006 – 0,01
Šinska vozila	0,001 – 0,002

Koeficijent otpora kotrljanja

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

- Jedan od izraza koji se koristi za određivanje koeficijenta otpora kotrljanja je:

$$f = (0,0041 + 0,00009184 \cdot v) \cdot k_{as}$$

gdje je: v – brzina vozila

k_{as} – kvalitet asfaltne podloge (usvojeno 1,2)

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Aerodinamički otpor

- Aerodinamički otpor ili otpor vazduha predstavlja udar zračnih masa na vozilo koje se kreće i sastoji se od:
 - pritiska na čeonu površinu,
 - trenja čestica zraka na vanjskim površinama vozila,
 - vrtloženja zraka iza vozila.
- Osnovni uzrok pojave sile otpora vazduha je razlika pritiska zraka na prednjoj i zadnjoj strani vozila. Aerodinamička sila otpora zavisi od:
 - brzine kretanja vozila,
 - čeone površine,
 - oblika vozila,
 - gustine vazduha.

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Aerodinamički otpor

- Aerodinamički otpor se računa po sljedećoj formuli:

$$R_a = \frac{1}{2} c_x \rho A v^2$$

gdje je: c_x – koeficijent otpora oblika vozila

ρ – gustina vazduha

A – čeona površina vozila

v – brzina kretanja vozila

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Otpor ubrzanja

Sila otpora ubrzanja, odnosno usporenja ili inercijalna sila javlja se prilikom ubrzanog ili usporenog kretanja vozila. Inercijalni otpori se sastoje iz dva dijela, translatornih i rotacionih masa, i računaju se po formuli

$$R_j = \lambda m \frac{d_v}{d_t} = \lambda m j$$

gdje je: λ – koeficijent uticanja rotacionih masa

m – masa vozila

j – ubrzanje vozila

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Vrijednost koeficijenta lambda se može odrediti na više načina. Jedan od načina je koristeći empirijsku formulu koja glasi:

$$\lambda = A + B \cdot i_{TR}^2$$

gdje je: $A = 1,03$

$B = 0,0018$

i_{TR} – prenosni odnos u transmisiji

Koeficijent λ predstavlja uticaj rotacionih masa na inercijalne otpore vozila. U svrhu modeliranja električnog autobusa uzima se vrijednost koeficijenta λ od 1,1.

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Snaga otpora kretanja

Poznavajući sve otpore kretanja može se odrediti snaga potrebna za savladavanje otpora korištenjem jednačine:

$$P_P = \sum R_v = \left(Gf \cdot \cos\alpha + \frac{1}{2} c_x \rho_v A v^2 \pm \lambda m j \pm G \cdot \sin\alpha \right) v$$

dok snagu pogonskog agregata definiše stepen iskorištenja transmisije, kao:

$$P_M = \frac{P_P}{\eta_T}$$

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Regenerativno kočenje

- Jedna od najvažnijih karakteristika autobusa na električni pogon jeste sposobnost rekuperacije električne energije koja nastaje u fazi kočenja i usporavanja vozila.
- S obzirom na veoma česta kočenja koja se realizuju pri dinamičkom režimu rada vozila, javlja se mogućnost rekuperacije dijela kinetičke energije vozila u električnu, što ova vozila čini još energetski konkurentnijim. U fazi kočenja autobusa na električni pogon, pogonski elektromotor prelazi u generatorski režim rada.
- Tako se generisana električna energija vraća u sistem za skladištenje energije. Zahvaljujući tome povećava se autonomija kretanja koju vozilo može da ostvari.

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Prema preporukama proizvođača vozila Higer za autobus na električni pogon KLQ6125GEV3, najveća rekuperacija električne energije u fazi kočenja i energetska efikasnost postiže se:

- ✓ pri kretanju E-busa brzinama od 30÷35 km/h,
- ✓ kada pogonski elektromotor radi sa najvećom efikasnosti
- ✓ kada je komanda radne kočnice pritisnuta do 28% hoda pedale
- ✓ kada se vrši usporeenje E-busa po inerciji (pedala radne kočnice nije aktivirana)
- ✓ pri kočenju E-busa kada brzina vozila padne ispod 5 km/h, prestaje dejstvo regenerativnog kočenja,
- ✓ u slučajevima kada je radna kočnica pritisnuta više od 28% hoda pedale
- ✓ pri kretanju na nizbrdici preporučuje se blagi pritisak na pedalu radne kočnice kako bi se aktiviralo regenerativno kočenje, a vozilu održavala konstantna brzina kretanja, čime se postiže najbolji efekat rekuperacije električne energije.

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

- Faktori pri dizajniranju sistema regenerativnog kočenja:
 1. Ograničenja brzine kretanja vozila
 - pri brzinama manjim od 15 km/h regenerativnim kočenjem može rekuperirati svega 2-3% energije
 2. Ostvareno usporenje
 - regenerativno kočenje se ostvaruje samo pri blagim usporenjima, do 0.15g
- Pri usporenom kretanju vozila javljaju se isti otpori kao i kod ubrzavanja. Otpor kotrljanja i aerodinamički otpor pomažu pri usporavanju vozila, ali imaju negativan efekat na regenerativno kočenje, jer smanjuju energiju koja se može rekuperirati.

- Za određivanje snage regenerativnog kočenja (P_r) koristi se formula:

$$P_r = \frac{\alpha \cdot v}{\eta_t \cdot \eta_m} \cdot R_j$$

gdje je: α – koeficijent regenerativnog kočenja (od 0 do 1),
 η_t – stepen iskorištenja transmisije,
 η_m – stepen iskorištenja motora ,
 v – brzina kretanja vozila.

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

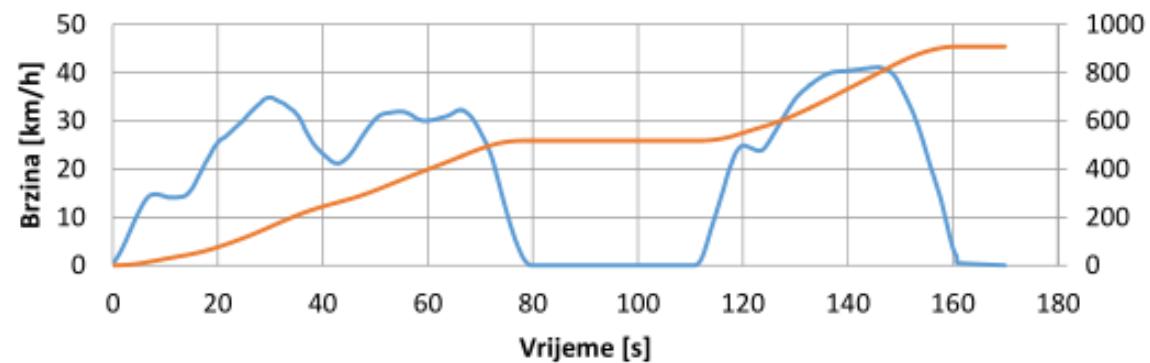
Rezultati

- Na osnovu dijagrama brzine, pređenog puta, ubrzanja, utrošene i rekuperirane energije na nekim karakterističnim dionicama na liniji **Dobrinja – Vijećnica – Dobrinja**, može se primjetiti veza između ubrzanja i utrošene energije.
- Pri naglim ubrzanjima vozila dolazi do naglog porasta utrošene energije, ovo je posebno izraženo pri polasku vozila iz mjesta. Ukoliko su ispunjeni svi neophodni uslovi za regenerativno kočenje, pri negativnim vrijednostima ubrzanja dolazi do rekuperacije energije.

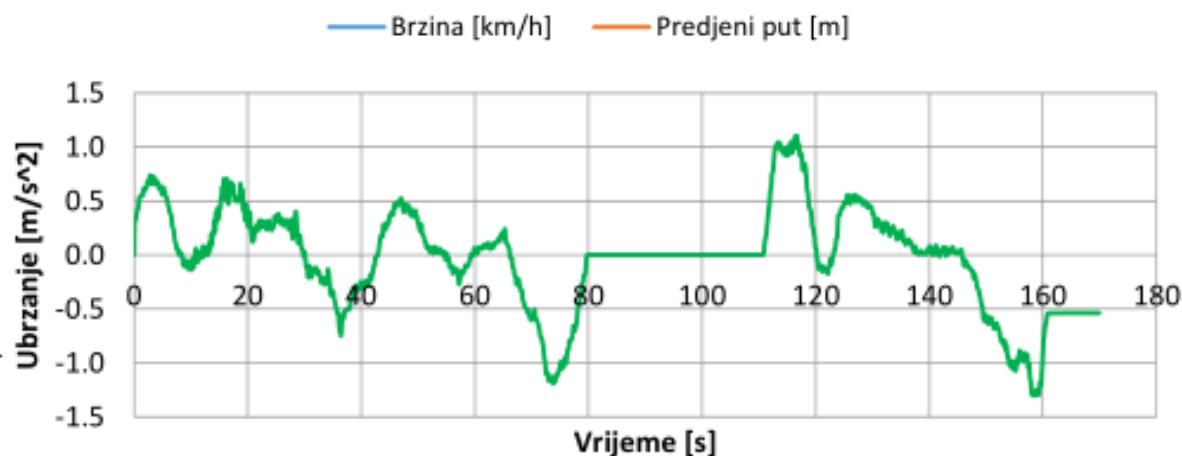
Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Rezultati

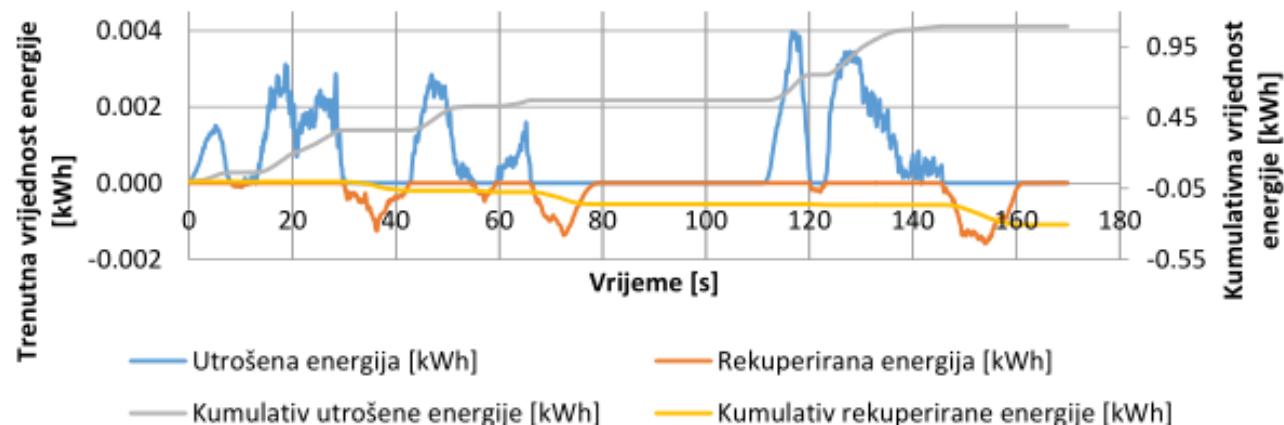
- Primjer snimljenih parametara na jednoj dionici liniji (Marijin Dvor – Univerzitet)



Dijagram brzine i pređenog puta



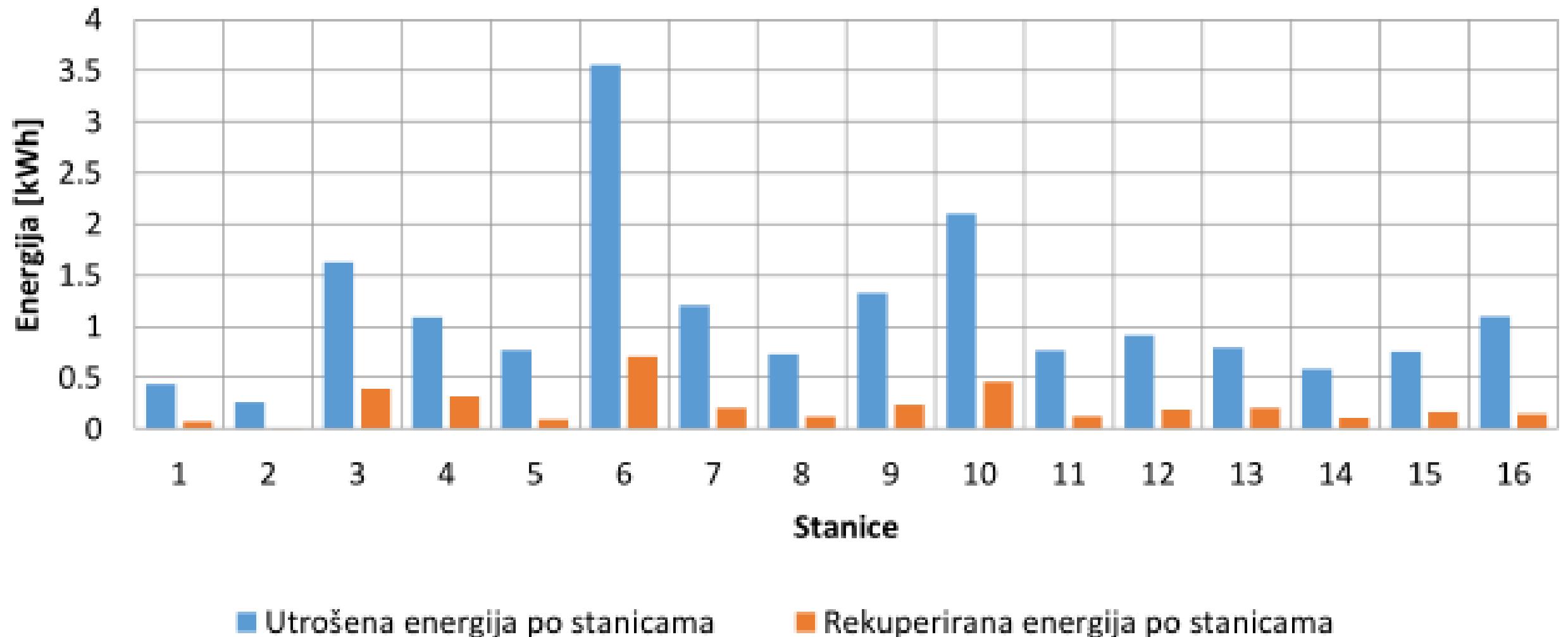
Dijagram ubrzanja



Dijagram utrošene i rekuperirane energije

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

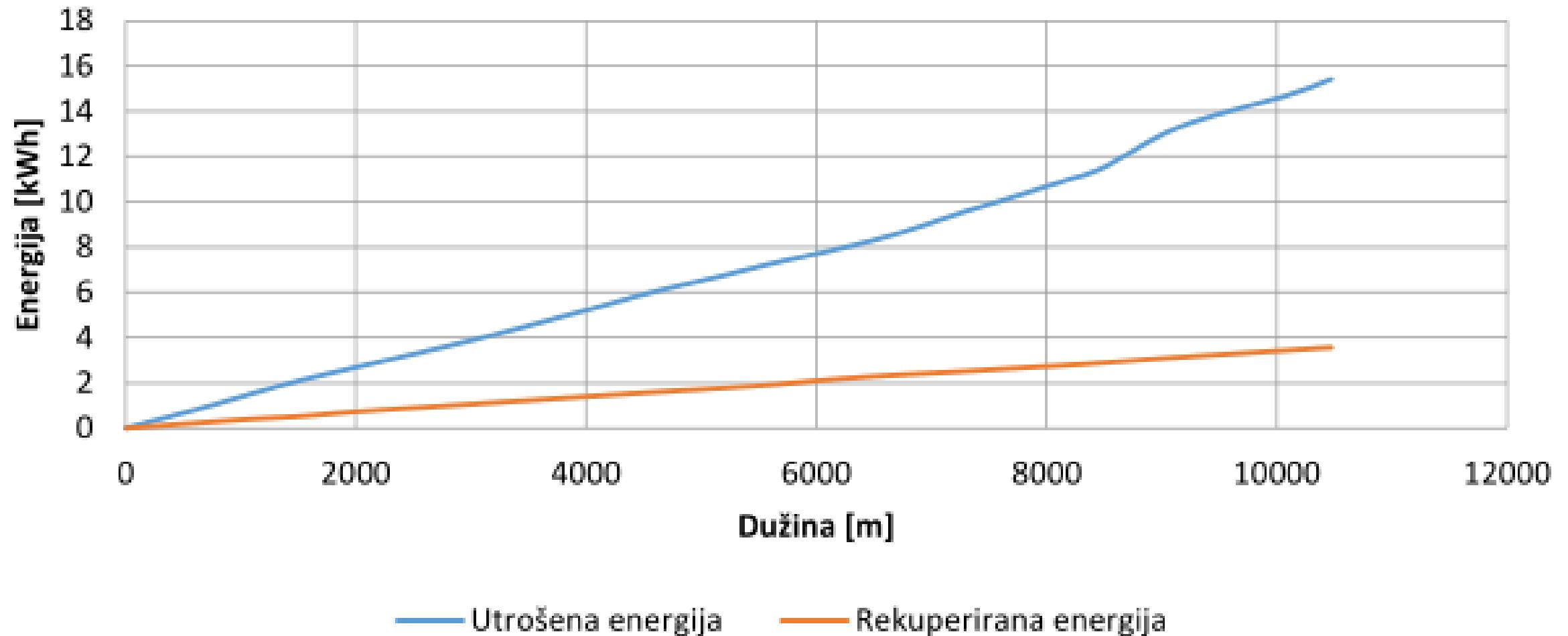
Rezultati



Dijagram utrošene i rekuperirane energije po dužini linije
Vijećnica – Dobrinja

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

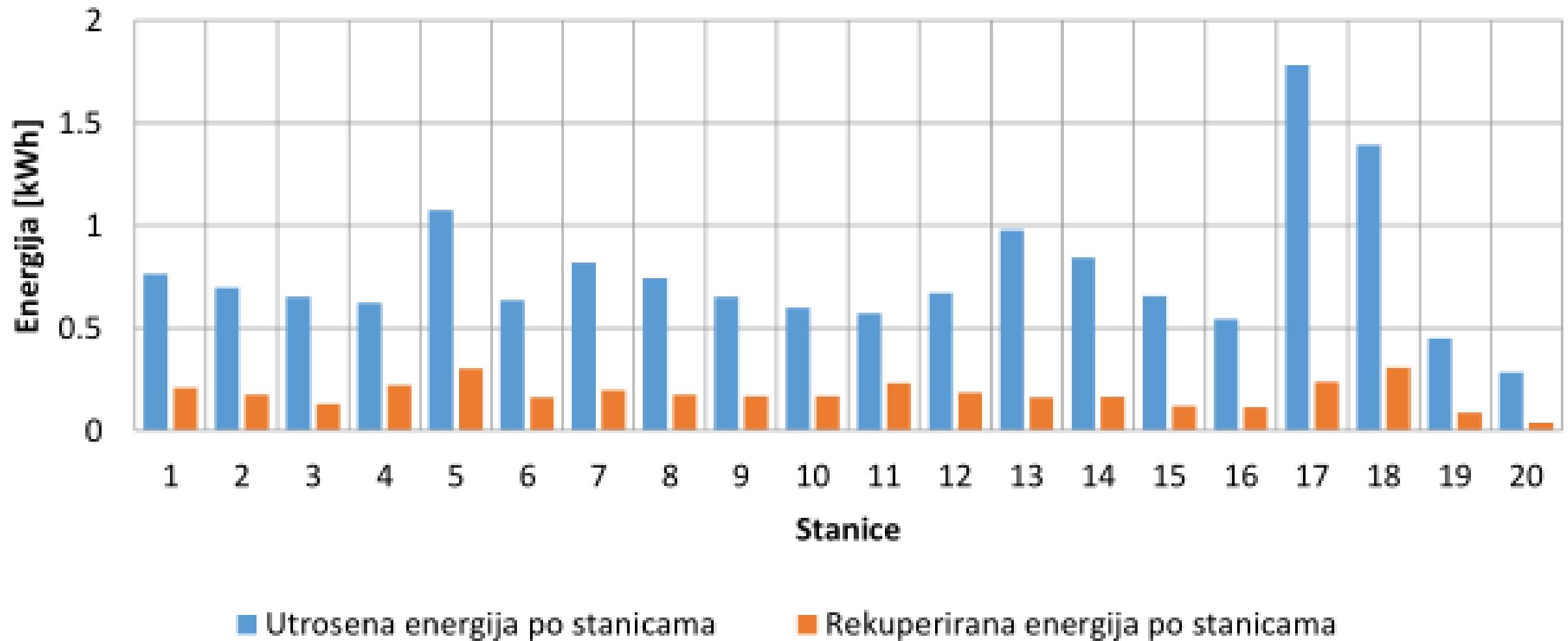
Rezultati



Dijagram utrošene i rekuperirane energije po dužini linije
Vijećnica – Dobrinja

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

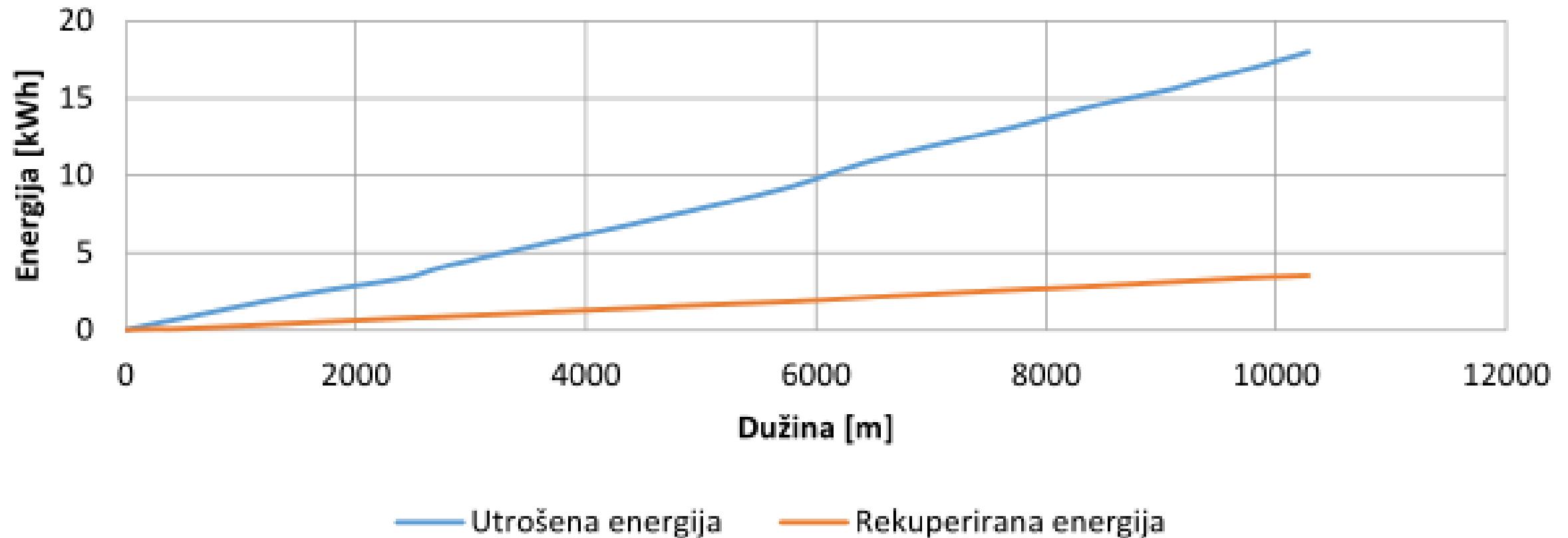
Rezultati



Dijagram utrošene i rekuperirane energije po stanicama
Dobrinja – Vijećnica

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Rezultati



Dijagram utrošene i rekuperirane energije po dužini linije
Dobrinja – Vijećnica

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Rezultati

- S ciljem unaprijeđenja nivoa usluge za putnike u pogledu kraćeg intervala nailaska vozila, uz održavanje približno istog nivoa kapaciteta putničkih mjesta na liniji **Vijećnica-Dobrinja** u odnosu na postojeće stanje, predlaže se broj solo autobusa u radu od 13 vozila.

Parametri linije	E-bus	Dizel autobus	CNG autobus
Broj autobusa u radu	13 solo	13 solo	13 solo
Ukupna dužina linije "A" + "B" (km)	21.15	21.6	21.6
Vrijeme obrta (min)	105	105	105
Interval (min)	8.1	8.1	8.1
Frekvencija (voz/h)	7.4	7.4	7.4
Prevozni kapacitet (put/h)	740	740	740

Potreban broj autobusa na liniji Vijećnica – Dobrinja

Simulacija uvođenja električnog autobusa u gradskom saobraćaju

Rezultati

E-bus SIMULACIJA – Smjer „A“ + „B“	VOŽNJA	ČEKANJE	UKUPNO
Vrijeme (h:m:s)			1:38:46
Kilometraža (km)			21,15
Eksploataciona brzina (km/h)			21,465
Rekupirana energija (kWh)	-7,068		-7,068
Ukupno utrošena energija (kWh)	33,423	1,646	35,069
Razmijenjena energija (kWh)			28,001
Rekuperacija (%)			20,155
Prosječna potrošnja energije bez rekuperacije (kWh/km)			1,658
Prosječna potrošnja el. energije sa rekuperacijom (kWh/km)			1,324

Sumarni rezultati za puni obrt, Vijećnica – Dobrinja – Vijećnica

Uporedna analiza uvođenja električnih autobusa, te dizel i CNG autobusa

Na osnovu podataka iz prethodne tabele može se izvršiti dimenzionisanje broja vozila u inventaru i infrastrukture za različite koncepte autobusa na liniji **Vijećnica-Dobrinja**.

Parametri vozila i infrastrukture	E-bus	Dizel autobus	CNG autobus
Broj vozila u radu	13 solo	13 solo	13 solo
Broj vozila u inventaru	15 solo	15 solo	15 solo
Broj punjača na terminalima (380 kW)	2+2	---	---
Broj punjača u garaži (60 kW)	3	---	---
Stanica za brzo punjenje CNG	---	---	1 (1500 Nm ³)

Potreban broj autobusa i prateće infrastrukture

Uvođenje većeg broja autobusa sa pogonom na CNG zahtjeva izgradnju stanice za brzo punjenje u depou, koje se može obaviti u intervalu 5÷8 minuta.

Uporedna analiza uvođenja električnih autobusa, te dizel i CNG autobusa

- Ekonomska analiza uvođenja električnog autobusa sa superkondenzatorima

Proizvođač: **HIGER**

Kapacitet superkondenzatora: **40 kWh**

Motor: **Siemens max snaga 180 kW**

Obrtni moment: **2800 Nm**

Dozvoljena masa autobusa: **18000kg**

Kapacitet vozila: **29+53 mjesta**

Punjač:

- Ulaz 660V DC ili 380 V AC**
- Izlaz 750 V DC, 500 A**



Uporedna analiza uvođenja električnih autobusa, te dizel i CNG autobusa

Ekonomska analiza uvođenja električnog autobusa sa superkondenzatorima

- U pogledu investicijskih troškova, za uvođenje ovakvog električnog solo autobusa sa superkondenzatorima potrebno je finansijski pokriti:
 - Troškove nabavke E-bus sa superkondenzatorom,
 - Troškovi servisiranja superkondenzatora
 - Troškovi punjača
 - Troškove održavanja (preventivno i korektivno)
 - Troškovi zamjene preumatika i dr.

Parametar	Električni autobus
Godišnja kilometraža (km)	85000
Potrošnja električne energije sa uračunatim gubicima u fazi punjenja (kWh/100 km)	132.4
Cijena električne energije (Euro/kWh)	0.079
Ukupni godišnji troškovi energije (Euro)	9152.50

Očekivani troškovi energije jednog solo električnog autobusa na godišnjem nivou

Uporedna analiza uvođenja električnih autobusa, te dizel i CNG autobusa

Ekonomska analiza uvođenja CNG autobusa

- U slučaju CNG autobusa, takođe se koriste solo autobusi čiji su investicijski troškovi :
 - Solo gradski autobus (12 m) sa pogonom na CNG, koji zadovoljava Euro 6 norme po pitanju emisija zagađujućih materija
 - Stanica za brzo punjenje CNG kapaciteta 1.500 m³ uključujući i građevinske radove
 - Sigurnosna oprema za detekciju metana, specifični alati i oprema za održavanje CNG autobusa

Parametar	CNG autobus
Godišnja kilometraža (km)	85.000
Potrošnja CNG (kg/100 km)	56,0
Cijena CNG (Euro/kg)	0,71
Ukupni godišnji troškovi energije (Euro)	33.796,0

Očekivani troškovi CNG autobusa na godišnjem nivo

Uporedna analiza uvođenja električnih autobusa, te dizel i CNG autobusa

Ekonomska analiza uvođenja dizel autobusa

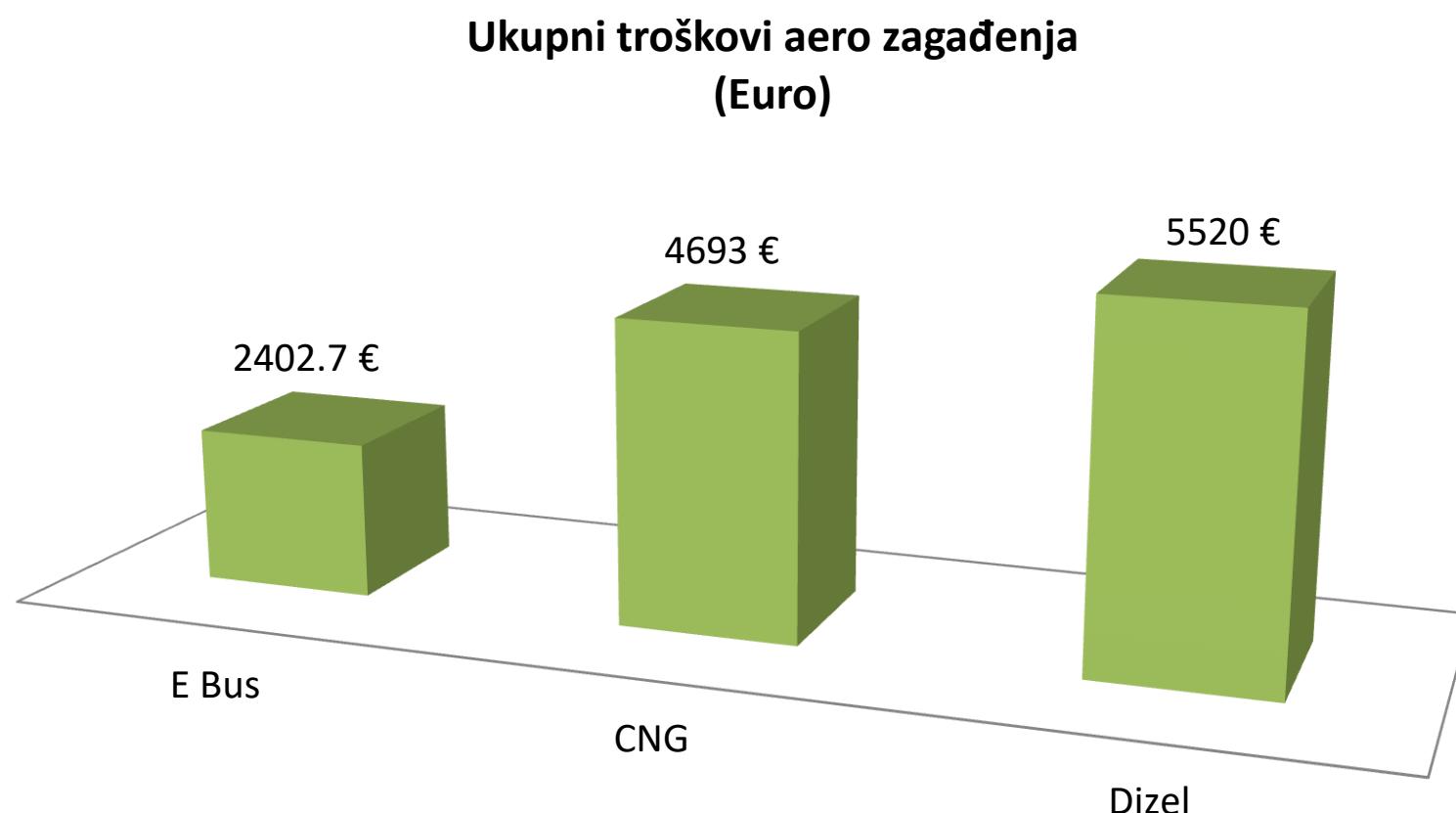
- Kod autobusa sa dizel pogonom investicijski troškovi se odnose na nabavku novog solo autobusa koji zadovoljava norme Euro 6, nekog od proizvođača sa područja EU.

Parametar	Dizel autobus
Godišnja kilometraža (km)	85.000
Potrošnja dizel goriva (l/100 km)	51,0
Cijena dizela (Euro/l)	1,18
Ukupni godišnji troškovi energije (Euro)	51.153,0

Očekivani troškovi dizel autobusa na godišnjem nivou

Uporedna analiza uvođenja električnih autobusa, te dizel i CNG autobusa

- Očekivani troškovi emisije štetnih gasova po vozilu na godišnjem nivou



Ukupni troškovi aero zagađenosti obuhvataju troškove izazvane emisijom:

- CO_2
- CO
- NO_x
- $NMHC$
- Čestice (PM)

Autobusi sa električnim pogonom svrstavaju se u vozila sa tzv. „nultom“ emisijom štetnih produkata sagorijevanja, što znači da nemaju emisiju ugljen monoksida (CO), azotnih oksida (NO_x), ugljovodonika (C_xH_y) i čestica (PM). Ipak, prisutna je indirektna emisija ugljen dioksida (CO_2), kao posljedica proizvodnje struje u termoelektranama.

Uporedna analiza uvođenja električnih autobusa, te dizel i CNG autobusa

- Analiza ukupnih troškova po godinama

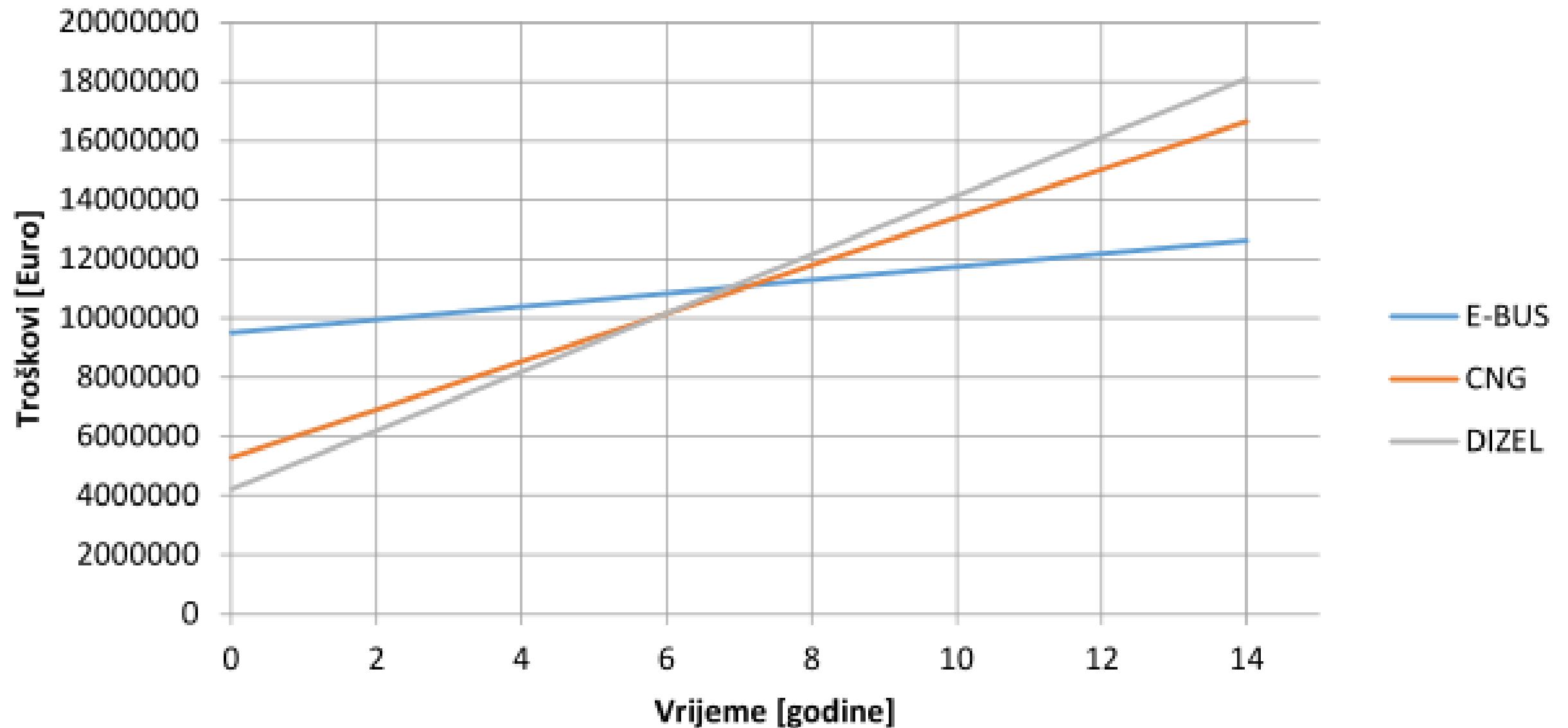
Vrste troškova	Kol.	E-bus (Eura)	CNG bus (Eura)	Dizel bus (Eura)
Investicijski troškovi				
Nabavka autobusa	1	485.000	265.000	240.000
Punjač 360 kW	1	170.000	---	---
Punjač 60 kW	1	55.000	---	---
Stanica za CNG (1.500 Nm ³)	1	---	450.000	---
Oprema i sigurn. sistemi za CNG	1	---	95.000	---
Troškovi energije za pogon autobusa				
	god.	9.152,5	33.796	51.153
Troškovi ekologije				
	god.	2.473,5	4.693,0	5.520,0
Troškovi održavanja vozila (bez troškova za pneumatike) i opreme				
Održavanje autobusa	god.	3.500	10.000	9.000
Servis superkondenzatora	1	2.500	---	---
Održavanje punjača (nakon 5. godina)	god.	350	---	---
Održavanje stanice za CNG	god.	---	3.000	---
Napajanje kompresora stanice za CNG	god.	---	2.500	---
Atest CNG instalacije (svake 4. godine)	---	---	600	---
AdBlue	god.	---	---	500

Uporedna analiza uvođenja električnih autobusa, te dizel i CNG autobusa

Godina eksploatacije	Električni autobus [Euro]	CNG autobus [Euro]	Dizel autobus [Euro]
0	9500400	5288400	4212000
1	9723362	6098233	5204590
2	9946325	6908066	6197181
3	10169287	7717899	7189771
4	10392249	8536732	8182361
5	10615562	9346565	9174951
6	10838875	10156398	10167542
7	11062187	10966231	11160132
8	11285499	11785065	12152722
9	11508812	12594898	13145313
10	11734624	13404731	14137903
11	11957937	14214564	15130493
12	12181249	15024997	16123084
13	12404562	15834829	17115674
14	12627874	16644663	18108264

Pregled kumulativnih troškova autobusa za različite vrste pogona

Uporedna analiza uvođenja električnih autobusa, te dizel i CNG autobusa



Poređenje troškova električnog, CNG i dizel autobusa

Osvrt na obavljanje tehničkog pregleda vozila na električni pogon

Referentni dokumenti za obavljanje redovnog tehničkog pregleda vozila

- **Zakon o osnovama sigurnosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini** (SG BiH 6/06, 75/06, 44/07, 84/09, 48/10, 18/13, 8/17, 89/17 i 9/18)
- **Zakon o radnom vremenu, obaveznim odmorima mobilnih radnika i uređajima za evidentiranje u drumskom prevozu** (SG BIH 48/10, 66/16)
- **Zakon o cestovnom prijevozu Federacije BiH** (SN FBiH 28/06, 02/10, 57/20)
- **Pravilnik o tehničkim pregledima vozila** (SG BiH 33/19, 29/20)
- **Pravilnik o dimenzijama, ukupnoj masi i osovinskom opterećenju vozila, o uređajima i opremi koju moraju imati vozila i o osnovnim uvjetima koje moraju ispunjavati i oprema u saobraćaju na putevima** (SG BiH 23/07, 54/07, 101/12, 26/19, 83/20)
- **Pravilnik o tehničko-eksploatacionim uslovima za vozila kojima se obavljaju pojedine vrste prijevoza** (SN FBiH 51/06, 79/09, 11/09, 56/10, 79/11, 49/13)
- **Pravilnik o preventivnim tehničkim pregledima motornih i priključnih vozila** (SN FBiH 51/06, 79/06, 11/09, 56/10)

Osvrt na obavljanje tehničkog pregleda vozila na električni pogon

Tok tehničkog pregleda vozila

1. Zahtjev
2. Identifikacija vozila
3. Vizuelni pregled vozila
4. Pregled uz korištenje propisanih uređaja i opreme na stanici

Osvrt na obavljanje tehničkog pregleda vozila na električni pogon

Vizuelni pregled vozila

Vizuelnim pregledom vozila kontrolor tehničke ispravnosti vozila utvrđuje stanje:

- a) karoserije vozila;
- b) pneumatika;
- c) staklenih površina;
- d) boje vozila.

Kontrolor tehničke ispravnosti vozila pregleda i utvrđuje da li vozilo ima sve propisane oznake, jesu li one pravilno postavljene, dobro pričvršćene i ispravne, odnosno da li su oštećene i prljave u tolikoj mjeri da je narušen njihov funkcionalni i estetski izgled,

Provjeravaju se registarske tablice.

Osvrt na obavljanje tehničkog pregleda vozila na električni pogon

Pregled vozila

Provjera ispravnosti pojedinih uređaja vrši se uspoređivanjem izmjerenih veličina koje se kontroliraju na tehničkom pregledu i veličina propisanih zakonskim i podzakonskim aktima.

Provjera ispravnosti ostalih uređaja i opreme vrši se na osnovu procjene kontrolora.

Prilikom obavljanja tehničkog pregleda vozila koje je opremljeno dijelovima i uređajima koji nisu obavezni na vozilu, ali isti utiču na sigurnost saobraćaja na cesti, kontrolor je dužan provjeriti ispravno funkcioniranje i takvih uređaja.

Osvrt na obavljanje tehničkog pregleda vozila na električni pogon

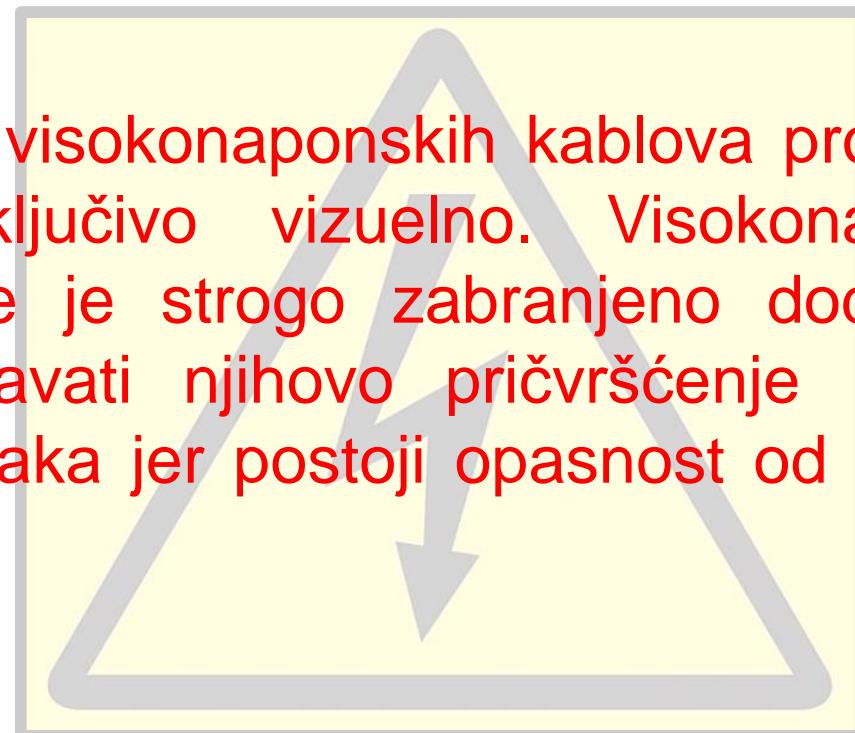
Pregled vozila

Stanje visokonaponskih kablova (narandžasta boja) – provjerava se isključivo vizuelno. Strogo je zabranjeno dirati visokonaponske kablove na elektromotoru.

Električna i hibridna vozila razlikuju se od konvencionalnih vozila jer su opremljena visokonaponskim instalacijama i kablovima. Pravilnikom ECE R 100 propisano je da visokonaponski kablovi u električnim vozilima moraju biti označeni **narandžastom** bojom.



Stanje visokonaponskih kablova provjerava se isključivo vizuelno. Visokonaponske kablove je strogo zabranjeno dodirivati i provjeravati njihovo pričvršćenje i stanje priključaka jer postoji opasnost od strujnog udara.



Osvrt na obavljanje tehničkog pregleda vozila na električni pogon

Napomena:

Detaljno obavljanje tehničkog pregleda vozila sa električnim i hibridnim pogonom je opisano na redovnoj godišnjoj edukacija edukaciji zaposlenih na STP vozila 2019. godine.

Svi zaposleni na stručnim poslovima ispitivanja tehničke ispravnosti vozila su dobili materijal sa edukacije na CD-u.

Na www.mervik.ba se nalazi prezentovani materijal sa edukacije.

HVALA NA PAŽNJI!

Mervik d.o.o. Sarajevo
Vilsonovo šetalište 10
71000 Sarajevo, BiH
033 711 310
info@mervik.ba
www.mervik.ba

Pitanja slati na: jasmin.sehovic@mervik.ba

Napomena: Prezentovani materijal je isključivo vlasništvo Mervik d.o.o. Sarajevo i svako naknadno korištenje nije dozvoljeno bez saglasnosti autora, osim za korištenje kroz redovne interne edukacije uposlenih na STP vozila u Federaciji BiH!