



ELEKTRIČNIM AUTOMOBILOM U EUROPU

O električnim automobilima i preradi klasičnog automobila u električni u okviru projekta „Europe electric car“

www.eecar.eu



Program za
cjeloživotno
učenje

Koordinator projekta:

ŠKOLA ZA CESTOVNI PROMET
Zagreb, Hrvatska

Partneri:

KOUVOLA REGION VOCATIONAL COLLEGE, Finska

HRVATSKI GOSPODARSKI SAVEZ, Njemačka

NAKLADNIK

Škola za cestovni promet
Zagreb, Trg J. F. Kennedyja 8

ZA NAKLADNIKA

V. d. ravnatelja: Renata Heljić, dipl. ing.
Voditeljica projekta: mr. Snježana Kovač, prof.

UREDNIK

Josip Hadrović, prof.

AUTORI

Vedrana Cvitanić, prof.
Tomislav Ćurković, dipl. ing.
Renata Heljić, dipl. ing.
mr. Snježana Kovač, prof.
Tomislav Kučina, dipl. ing.
Marija Robić, dipl. ing.
Sanja Tirić, dipl. ing.
Lovorka Vidić, dipl. ing.

GRAFIČKO OBLIKOVANJE

Energetski institut Hrvoje Požar
Martina Komerički Košarić, mr. oec.

TISAK

Kerschoffset d.o.o., Zagreb

Tisak omogućio CITROËN



NAKLADA

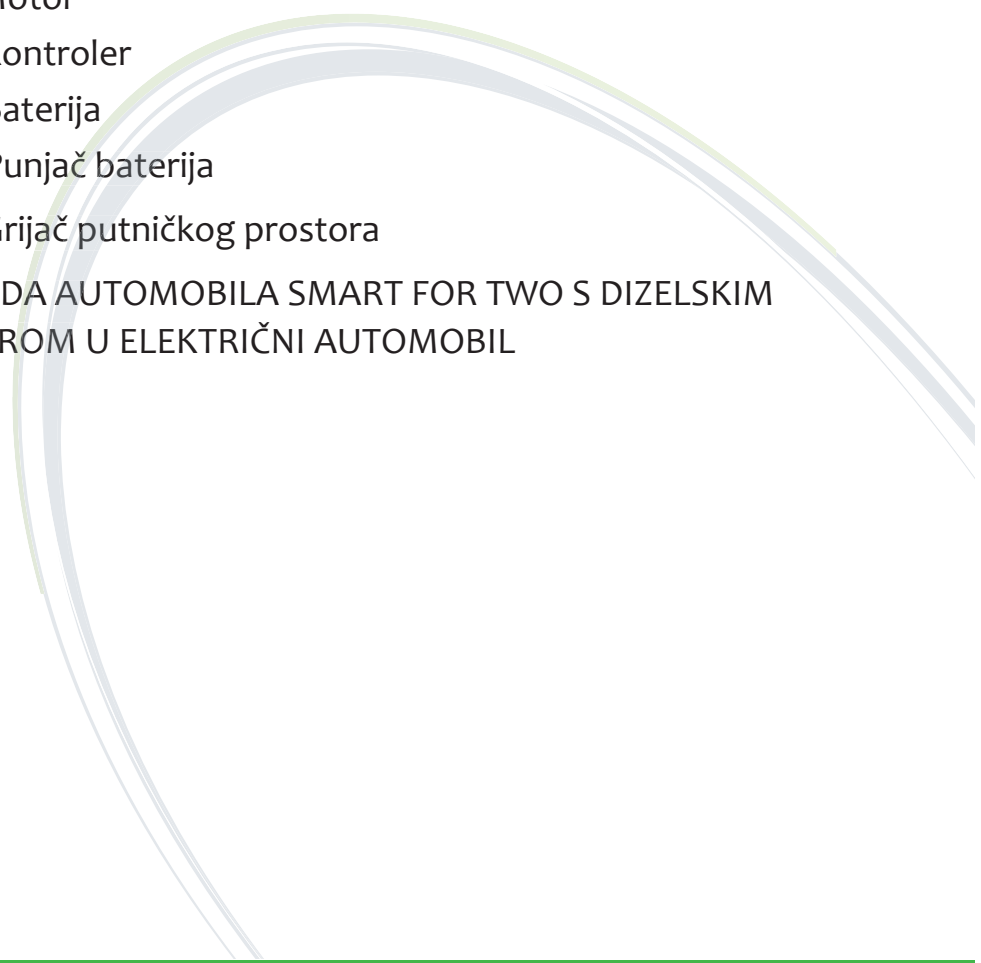
200 primjeraka

Zagreb, 2014.



*Ova publikacija je ostvarena uz financijsku potporu Europske komisije.
Ova publikacija odražava isključivo stajalište autora publikacije i Komisija se ne može smatrati odgovornom prilikom uporabe informacija koje se u njoj nalaze.*

SADRŽAJ:

1. UVOD
 2. POVIJEST ELEKTRIČNOG AUTOMOBILA
 3. ELEKTRIČNI AUTOMOBIL I OKOLIŠ
 4. EKONOMSKA ISPLATIVOST ELEKTRIČNOG AUTOMOBILA
 5. OSNOVNI SKLOPOVI ELEKTRIČNOG AUTOMOBILA
 - 5.1. Motor
 - 5.2. Kontroler
 - 5.3. Baterija
 - 5.4. Punjač baterija
 - 5.5. Grijač putničkog prostora
 6. PRERADA AUTOMOBILA SMART FOR TWO S DIZELSKIM MOTOROM U ELEKTRIČNI AUTOMOBIL
 7. IZVORI
- 



1. UVOD

Električni automobili predstavljaju novost u automobilskoj industriji koja je rezultat potrebe za ekonomičnošću i očuvanjem okoliša korištenjem čistijih izvora energije. Proizvodnja električnih automobila iziskuje nove kompetencije od budućih zaposlenika koji će raditi ne samo u proizvodnji električnih automobila, već i u prodaji i servisiranju, te njihovoj eksploataciji. Projekt „Europe electric car“ počiva na ideji nastavnika Škole za cestovni promet iz Zagreba da promiču ideju e-mobilnosti i korištenje električne energije iz obnovljivih izvora u cestovnom prometu, te da na taj način strukovno obrazovanje u području prometa i logistike približe potrebama tržišta rada.

Cilj projekta bio je poboljšanje kompetencija strukovnih nastavnika i učenika strukovnih škola kroz edukaciju i trening o električnom automobilu.

Projekt je odobrila i financirala Agencija za mobilnost i programe EU, prepoznavši njegovu vrijednost u aktivnostima kojima će poticati razvoj znanja, vještina i kompetencija svih sudionika. Projekt je donacijom potpomogla i Hrvatska elektroprivreda.

Koordinator projekta bila je Škola za cestovni promet iz Zagreba, Hrvatska, a partneri Kouvola Region Vocational College iz Finske i Hrvatski gospodarski savez – Frankfurt iz Njemačke.

Svojim iskustvom i znanjem na području prometa, cestovnih vozila i koncepta e-mobilnosti, učenicima i nastavnicima Škole za cestovni promet nesebično su pomagale hrvatske tvrtke i poduzeća:

- *CITROËN Hrvatska*
- *DOK-ING Ltd., Zagreb,*
- *Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb,*
- *Horvat Dubrava d.o.o, Zagreb,*
- *NETeko d.o.o., Zabok,*
- *Rimac Automobili d.o.o., Sveta Nedjelja.*

2. POVIJEST ELEKTRIČNOG AUTOMOBILA

Razvoj električnih vozila počinje u 19. stoljeću kada mnogi izumitelji počinju ugrađivati elektromotor u vozila različitih namjena. Među europskim izumiteljima ističe se Škot Robert Anderson koji je konstruirao prvu električnu kočiju 1830. godine. Dvadesetak godina kasnije, zahvaljujući napretku u razvoju baterija, Francuska i Velika Britanija postaju vodeće zemlje u razvoju električnih vozila. Zanimljivo je da je prvi automobil koji je konstruirao Ferdinand Porsche bio električni. Izrađen je 1890. g. u poduzeću Lohner-Werke u Beču, a za pogon su korištena 4 elektromotora. Električni automobil „Jamais Contente“ (Nikad zadovoljan) bio je prvo cestovno vozilo kojim je postignuta brzina veća od 100 km/h. Godine 1899. Belgijanac Camille Jenatzy ovim je automobilom postigao brzinu od 105,88 km/h i rekord je držao pune tri godine.

Na prijelazu iz 19. u 20. stoljeće električni automobili su na svom vrhuncu, od ukupne proizvodnje automobila u SAD-u oko 30% su električna vozila. Pronalaze i komercijalnu uporabu pa se od 1897. g. koriste kao taxi vozila u New Yorku. U odnosu na vozila pogonjena benzinskim i dizelskim motorima, električni automobili imali su puno prednosti. Bili su jednostavniji za pokretanje i vožnju, nisu proizvodili buku, vibracije i neugodne ispušne plinove. Usprkos tome između 1920. i 1970. godine prestaje njihov razvoj i korištenje. Nafta postaje jeftini izvor energije, širi se mreža prometnica što zahtijeva vozila veće brzine i dometa, u vozila pogonjena motorima s unutarnjim izgaranjem se ugrađuje elektropokretač čime je značajno olakšano njihovo pokretanje i na kraju Henry Ford je serijskom proizvodnjom vozila značajno smanjio njihovu cijenu. Električna vozila se tih godina koriste kao dostavna vozila malog dometa i brzine (npr. vozila za dostavu mlijeka u Engleskoj, za potrebe pošte u Njemačkoj, na golf terenima i sl.).

Krajem prošlog stoljeća, zbog povećanja cijene nafte, te donošenja novih zakona vezanih uz zagađenje okoliša ispušnim plinovima, došlo je do oživljavanja interesa za proizvodnju vozila s alternativnim pogonom, pa tako i električnih automobila. Jedan od prvih serijski proizvedenih električnih automobila krajem 20. stoljeća bio je General Motorsov EV1.



Danas gotovo svi proizvođači automobila serijski proizvode i električne modele s velikim dometom i brzinama. Razvoj novih tehnologija, posebno u području baterija, omogućuje vrlo kratko vrijeme punjenja vozila, no glavne prepreke omasovljenja električnih vozila u cestovnom prometu su još uvijek visoka cijena i nedovoljno razvijena mreža punionica u nekim zemljama. Sve stroži zakoni vezani uz zaštitu okoliša, te pogodnosti koje u mnogim zemljama imaju kupci ovih automobila (besplatan parking, manji porezi i cijena osiguranja i sl.) ipak osiguravaju njihovu budućnost.

3. ELEKTRIČNI AUTOMOBIL I OKOLIŠ

Danas je čovjek sve svjesniji pogubnog utjecaja na okoliš u svim područjima svog djelovanja pa tako i prometu. Zadnja dva desetljeća sve veći napor se ulaže u razvoj alternativnih pogona cestovnih vozila koji bi bili jednako sigurni i jednostavni za korištenje kao i oni pogonjeni naftnim derivatima, a ne bi toliko zagađivali okoliš i ovisili o ograničenim zalihama fosilnih goriva.

Veliki problem kod benzinskog i dizelskog motora je ispuh koji sadrži oko dvjesto različitih tvari velike otrovnosti (ugljični monoksid, ugljični dioksid, organski spojevi s kisikom (aldehidi i ketoni, karboksilne kiseline), olovni spojevi, produkti nepotpunog sagorijevanja u motoru, razni ugljikovodici, itd.). Kod dizelskog motora dodatni problem u ispuhu je čađa koja se uklanja raznim filterima. Vozila pogonjena zemnim plinom (metan) najmanje zagađuju okoliš ispušnim plinovima, a njihovom uporabom moguće je smanjiti emisije štetnih plinova za 50%.

Električni automobili u odnosu na konvencionalne imaju niz prednosti u pogledu zaštite okoliša. Glavna prednost električnog automobila pred konvencionalnim je nulta emisija plinova. Elektromotori imaju znatno veću iskoristivost od benzinskih i dizelskih, znatno su jednostavnije konstrukcije što drastično smanjuje mogućnost kvarate potrebe zbrinjavanja zamijenjenih dijelova. Na električnom automobilu nema potrebe za promjenom motornog ulja koje predstavlja veliku potencijalnu opasnost za onečišćenje okoliša. Tih je pa ne doprinosi zvučnom zagađenju što je u današnje vrijeme veliki problem, osobito u gradovima. Osim toga, korištenjem električnih automobila smanjuje se potreba za naftom i njenim derivatima, a sam proces eksploatacije nafte i njen transport (najčešće morskim putem) zagađuju okoliš i predstavljaju potencijalnu ekološku katastrofu.



Požar na naftnoj platformi – stalna prijetnja ekosustavu; Izvor: US Coast Guard

Glavni nedostatak električnog automobila s ekološkog, tehničkog i prometnog gledišta su baterije. Za pokretanje električnih automobila donedavno su se koristile olovne akumulatorske baterije čiji glavni nedostaci su velika masa u odnosu na kapacitet te potencijalna opasnost za okoliš ukoliko se ne zbrinjavaju na pravi način i ne recikliraju. Koristile su se i nikal-kadmij baterije koje su dosta skupe i predstavljaju problem kod odlaganja i recikliranja. Zadnjih desetak godina se sve više koriste znatno lakše litijske baterije.



Ekološka katastrofa uzrokovana havarijom tankera; Izvor: NOAA

Da bi električni automobil zaista imao nultu emisiju štetnih plinova, nužno je voditi računa i o mogućim štetnim utjecajima na okoliš prilikom proizvodnje električne energije. Stoga je usporedno s razvojem i korištenjem električnih automobila potrebno razvijati i jačati obnovljive izvore energije.

4. EKONOMSKA ISPLATIVOST ELEKTRIČNOG AUTOMOBILA

U suvremenom dobu cestovni promet se ubrzano mijenja i prilagođava novim gospodarskim, ekološkim i energetske potrebama. Istražuju se mogućnosti primjene novih tehnologija, s naglaskom na razvoju vozila koja su što manje ili potpuno neovisna o nafti kao izvoru energije za pokretanje. Tu se prije svega misli na hibridne i električne automobile. Automobil na električni pogon umjesto motora s unutarnjim izgaranjem ima elektromotor, što mu donosi niz prednosti:

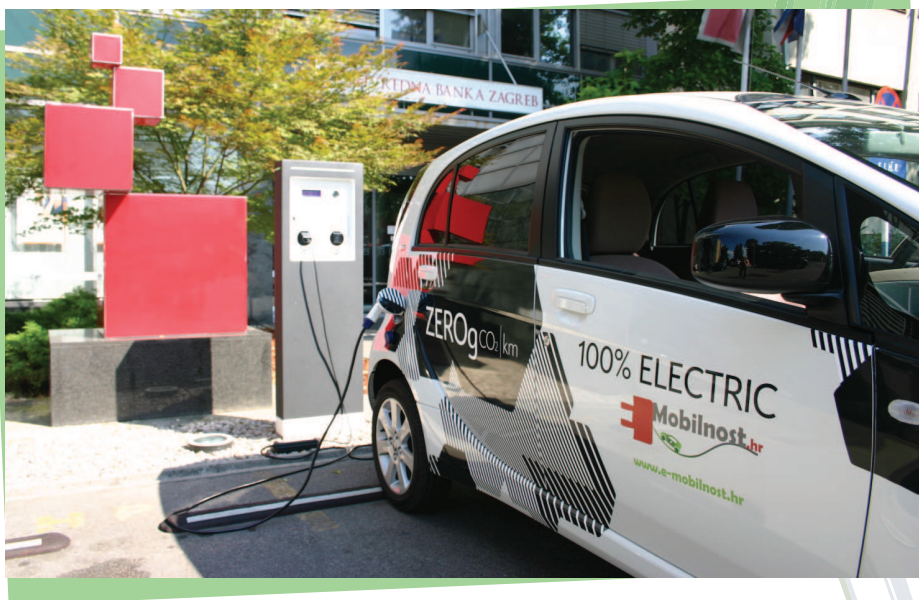
- veća efikasnost: preko 90% iskoristivosti kod elektromotora prema oko 35 - 40% kod motora s unutarnjim izgaranjem
- manji su troškovi održavanja, jer elektromotor ima tek nekoliko pokretnih dijelova, dok motor s unutarnjim izgaranjem ima više stotina pokretnih dijelova
- električna vozila nemaju mjenjač, kao što je slučaj kod vozila pokretanih motorom s unutarnjim izgaranjem, čime vozilo postaje lakše i ne stvaraju se dodatni gubici kod prijenosa momenta s motora na kotač
- dio potrošene energije baterija je moguće vratiti usporavanjem tzv. regenerativnim kočenjem kada elektromotor radi kao generator, odnosno proizvodi električnu energiju
- mehaničke karakteristike elektromotora bolje su od mehaničkih karakteristika motora s unutarnjim izgaranjem. Veliki moment elektromotora je dostupan već kod vrlo niskih brzina vrtnje (od 0 okr./min), dok snaga linearno raste.

Iz svega navedenog proizlazi da su električni automobili svojim svojstvima na više razina superiorni automobilima pokretanim motorima s unutarnjim izgaranjem. Je li to slučaj i s ekonomskog gledišta možemo provjeriti jednostavnom usporedbom. Automobil pokretan benzinskim motorom, mase 800 kg ima potrošnju 6 - 8 litara goriva na 100 km. Cijena litre benzina Eurosuper 95, na dan 01. 02. 2014. u Hrvatskoj je iznosila 10,20 kn. Prema tome, lako je izračunati da je cijena prijeđenih 100 km između 61,20 i 81,60 kn. Električni automobil slične mase i voznih svojstava kao i prethodno spomenuti automobil, ima potrošnju 10 - 15 kWh na 100 km. Cijena kWh prema HEP-u na dan 01.10. 2013. g. po nižoj (noćnoj) tarifi iznosi 0,53 kn, a po višoj (dnevnoj) 1,06 kn. Prema tome je za prelazak 100 km električnim automobilom potrebno utrošiti između 5,30 i 7,95 kn po nižoj tarifi, odnosno između 10,60 i 15,90 kn po višoj tarifi.

Ako se u ovu usporedbu uključe i troškovi održavanja automobila na godišnjoj razini, dobivamo jasne pokazatelje o ekonomskoj isplativosti što je vidljivo i iz tablice.

	ELEKTRIČNI AUTOMOBIL	AUTOMOBIL POKRETAN BENZINSKIM MOTOROM
Masa	800 kg	800 kg
Potrošnja na 100 km	10 - 15 kWh električne energije	6 - 8 l benzina
Cijena utrošene energije na 100 km	5,3 – 7,95 kn po NT 10,6 – 15,9 kn po VT	61,20 – 81,60 kn
Cijena godišnje utrošene energije (prijeđenih 20000 km)	1060 - 1590 kn po NT 2120 -3180 kn po VT	12240 - 16320 kn
Cijena održavanja (godišnje)	500 kn	3000 kn
UKUPNO	1560 – 3680 kn	15240 – 19320 kn

Usprkos očitij višestrukoj razlici u cijeni korištenja električnog automobila na godišnjoj razini, visoka cijena serijski proizvedenih električnih automobila ili prerađenih električnih automobila u odnosu na cijenu automobila iste klase pokretanih benzinskim i dizelskim motorom u većem dijelu poništava pozitivne ekonomske učinke koji proizlaze iz mnogo jeftinijeg održavanja i prijeđenog kilometra. Vrijeme amortizacije dodatnih uloženi sredstava je od 6 godina kod prerađenih električnih automobila do 10 godina kod serijski proizvedenih električnih automobila.



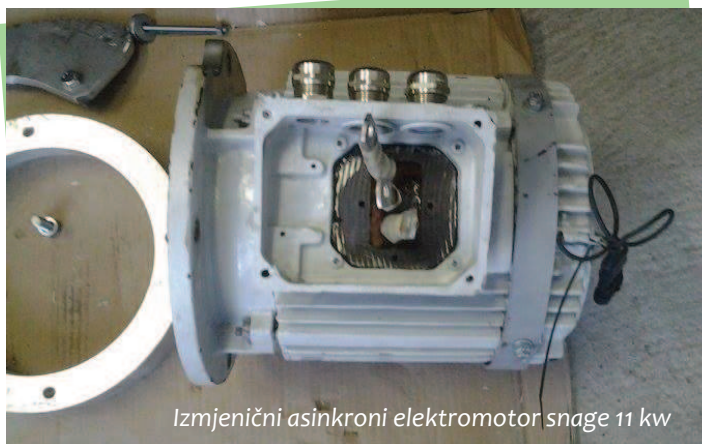
Ekološki aspekt električnih automobila jednako je važan kao i ekonomski - Električni automobil Citroën C Zero i punionica ispred Energetskog instituta Hrvoje Požar u Zagrebu; Izvor: EIHP

5. OSNOVNI SKLOPOVI ELEKTRIČNOGA AUTOMOBILA

Razlike između automobila pokretanog klasičnim benzinskim ili dizelskim motorom i električnog automobila vidljive su u nekoliko osnovnih sklopova. To su motor, kontroler, baterija, sustav kočenja, sustav grijanja.

5.1. Motor

Kod klasičnog automobila motor je srce automobila, jedan od njegovih najsloženijih, najvažnijih i najskupljih sklopova. Elektromotor koji pokreće električni automobil znatno je jednostavnije konstrukcije od motora s unutarnjim sagorijevanjem. U pravilu se sastoji od tri do pet pokretnih dijelova što ga čini mnogo jeftinijim, pouzdanijim i trajnijim od dizelskog ili benzinskog motora. Znatno je manji, lakši, ne zahtijeva praktički nikakvo održavanje te u odnosu na motore s unutarnjim izgaranjem ima do tri puta veću iskoristivost energije (do 90 %).



Izmjenični asinkroni elektromotor snage 11 kw

Postoji više vrsta elektromotora koji se znatno razlikuju po konstrukciji i principu rada.

Osnovna podjela je na motore koji za svoj rad koriste istosmjernu struju te ih nazivamo istosmjerni elektromotori (DC) i na motore koji koriste izmjeničnu struju te ih nazivamo izmjenični elektromotori (AC). Neke vrste mogu koristiti i izmjeničnu i istosmjernu struju te ih nazivamo univerzalni elektromotori. Svaka od ovih grupa dalje se dijeli na svoje podvrste s obzirom na konstrukciju. Tako imamo istosmjerne motore s trajnim magnetima, motore sa serijskom, paralelnom ili kombiniranom uzbudom te sinkrone i asinkrone izmjenične motore. Svi ti motori razlikuju se i po naponu potrebnom za rad, a kod izmjeničnih je još važna i frekvencija struje. Svaki od njih razlikuje se po karakteristikama, npr. krivulji momenta, stupnju iskorištenja itd. Kod pogona električnih automobila susrećemo sve ove tipove elektromotora. Donedavno su istosmjerni (DC) motori suvereno vladali kao pokretači električnih vozila, no razvojem elektronskih sustava upravljanja sve više ih istiskuju izmjenični motori (AC) koji su po svojoj konstrukciji jednostavniji, ali je upravljanje njima složenije.

5.2. Kontroler

Kontroler je vrlo složen upravljački elektronski sklop te ga možemo promatrati kao funkcionalnu cjelinu s elektromotorom. Cijena ovog elektronskog sklopa je često veća nego elektromotora kojim upravlja. Kontroler upravlja radom motora i po funkciji ga možemo usporediti s rasplinjačem kod starijih tipova benzinskih motora ili visokotlačnom pumpom kod dizelskih motora. Ovisno o pritisku na papučicu gasa ili kočnice kontroler će osigurati elektromotoru potrebnu struju ili ga koristiti kao generator u regenerativnom kočenju.

5.3. Baterija

Glavni razlog sporog razvoja električnih automobila je problem skladištenja električne energije. Do prije desetak godina za skladištenje većih količina električne energije koristile su se u pravilu olovne akumulatorske baterije, ili iznimno nikal-kadmijeve baterije. Najveći nedostatak olovnih baterija je njihova masa. U pravilu za skladištenje jednog kWh električne energije

potrebno je oko 60 kg olovnih baterija. Ako to pretvorimo u domet, za neki prosječni gradski automobil potrebno je oko 7 kg baterija na jedan prijeđeni kilometar. Prema tome, za 100 kilometara dometa trebalo bi oko 700 kg baterija, što bi zauzimalo oko 300 litara prostora. Masa i volumen olovnih baterija bili su ključni kamen spoticanja znatnijem razvoju električnih automobila. Uz sve navedeno, olovnim baterijama na niskim temperaturama (već kod +10 °C) kapacitet znatno pada što rezultira drastičnim padom dometa u zimskim uvjetima. Olovne baterije ne podnose brza punjenja već ono u pravilu traje od 6 do 12 sati, ovisno o snazi punjača. Vijek trajanja im je ograničen na 500 do 1000 ciklusa punjenja što je otprilike 5 godina umjerenog korištenja.

U novije vrijeme na tržištu su se pojavile akumulatorske baterije zasnovane na litiju i njihove prednosti pred olovnim brzo su prepoznate. Razvoj električnih automobila u novije vrijeme možemo zahvaliti upravo njihovoj pojavi na tržištu. Postoji više tipova litijskih baterija koje se međusobno bitno razlikuju konstrukcijom, materijalima, kemijskim procesima i drugim svojstvima. Tako razlikujemo LiMnCo, LiFePO₄, LiPo, LiYFePO₄, a svakim danom se pojavljuju nove inačice.



LiFePO₄ baterijski članak

U pravilu, litijske baterije tri puta su lakše i manje od olovnih baterija za isti kapacitet. Neki tipovi litijskih baterija podnose brza punjenja i uz upotrebu dovoljno snažnog punjača mogu se napuniti za dvadesetak minuta. Trajnost ovisi o vrsti litijske tehnologije, od tisuću ciklusa za LiPo baterije do pet tisuća ciklusa za LiYFePO₄ ili deset kalendarskih godina. Iako im je cijena znatno veća od olovnih baterija (3 - 15 puta) svojom trajnošću i karakteristikama znatno su isplativiji izbor.

5.4. Punjač baterija

Punjač baterija jedan je od važnih dijelova električnog automobila. O njemu ovisi vrijeme punjenja baterija. Tako se punjači razlikuju po snazi. Slabiji punjači električni automobil mogu napuniti za 8 - 10 sati dok jači punjači to čine puno brže i električni automobil napune za 20 - 30 minuta. Punjač se može ugraditi u auto, ali i ne mora. U auto se obično ugrađuje punjač manje snage kojim je moguće napuniti automobil na kućnoj utičnici za 8 - 10 sati. Snažniji punjači se zbog svoje masivnije konstrukcije ne ugrađuju u automobil, već se mogu koristiti kao stacionarni punjač u garaži.

5.5. Grijač putničkog prostora

Dizelski odnosno benzinski motori imaju korisnost do 30% što znači da se samo 30% energije pretvara u mehanički rad, a ostalih 70% odlazi na toplinu. Od tih 70% topline samo mali dio koristi se za grijanje putničkog prostora. Zbog visoke iskoristivosti elektromotora toplinski gubici su vrlo mali i nedostadni za grijanje, stoga je potrebno koristiti zaseban izvor topline. U tu svrhu koristi se električni grijač kojim se zagrijava zrak i zatim upuhuje u putnički prostor ili grijač (poput onog u električnom bojleru) za grijanje vode koja se koristi kao medij za grijanje putničkog prostora kao i kod automobila s dizelskim i benzinskim motorom. Putnički prostor može se zagrijavati i klima uređajem.

6. PRERADA AUTOMOBILA Smart Fortwo S DIZELSKIM MOTOROM U ELEKTRIČNI AUTOMOBIL

Jedna od najzahtjevnijih aktivnosti projekta „Europe electric car“ bila je preinaka automobila s klasičnim motorom u električni automobil. Edukacija učenika i nastavnika uključenih u projekt započela je u rujnu 2012. godine izradom nastavnog programa za dodatnu nastavu nazvanu „Alternativni pogoni u cestovnom prometu 1 i 2“ za koju su učenici pokazali veliki interes, a nastavljena je posjetom hrvatskim proizvođačima električnih automobila, poduzećima DOK-ING i Rimac Automobili. Stručna znanja stjecali smo i na međunarodnim mobilnostima: u Frankfurtu smo posjetili tvornicu Opel, Europski centar za istraživanje i razvoj vozila Hyundai – KIA te Međunarodni sajam automobila čija su središnja tema bila električni automobili. U Finskoj su nam kolege prenijele svoja iskustva o korištenju obnovljivih izvora energije u pokretanju električnih automobila.

Informacije za ovu izrazito zahtjevnju aktivnost sakupljali smo i pretraživanjem internetskih stranica te kontaktiranjem pojedinaca koji već imaju iskustva u preradi klasičnog automobila u električni iz Hrvatske i susjedne Slovenije.

Nakon što smo se dovoljno upoznali s problematikom prerade automobila u električni, odlučili smo da želimo:

- automobil za gradsku vožnju autonomije kretanja oko 80 km
- brzina automobila do 100 km/h
- ubrzanje automobila slično prosječnom malom gradskom automobilu
- asinkroni izmjenični elektromotor za pokretanje automobila.

Nakon višetjednih analiziranja prednosti i nedostataka pojedinih tipova serijskih automobila, nastavnici i učenici Škole koji rade na projektu usuglasili su se da je automobil Smart Fortwo optimalno rješenje za ovu vrstu prerade i za daljnje aktivnosti u sklopu projekta.

Osim zbog male mase i dimenzija koje će pojeftiniti preradu ugradnjom manjih električnih sklopova, ovaj mali gradski automobil odabrali smo i zbog atraktivnog dizajna koji će omogućiti bolje prezentacijske rezultate što je jedan od ciljeva koji smo željeli ostvariti.

Tijekom lipnja 2013. kupili smo rabljeni automobil Smart Fortwo s dizelskim motorom, proizveden 2000. godine.



Nakon mnogih rasprava odluka je pala na Smart Fortwo

Usljedila je demontaža svih onih za električni pogon nepotrebnih sklopova, uređaja i instalacija. Kao nepotrebne dijelove uklonili smo dizelski pogonski motor, kompletan ispušni sustav, hladnjak za vodu, hladnjak za ulje motora, rezervoar s pumpom za pogonsko gorivo, elektropokretač i alternator.

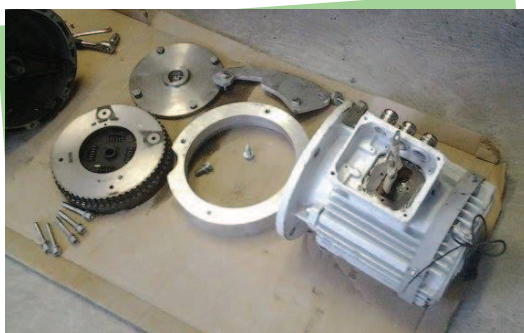


Nakon demontiranja nepotrebnih dijelova spremni smo za ugradnju električnih sklopova

Novi sklopovi, uređaji i instalacije koje smo predvidjeli za ugradnju u automobil na električni pogon su:

- Asinkroni motor 96V/11 kW
- Zapi inverter 96V/450A s hladnjakom
- Zapi pedala gasa
- Albright sklopnik SW200/96V
- Baterije LiFePO₄ 100 Ah, 30 članaka
- Net BMS jedinica za članak, 30 kom.
- Punjač Atib 96V/25A
- Vakuum pumpa
- DC-DC pretvarač 72-144V/12/350
- Električni grijač putničkog prostora
- Glavna sklopka s držačem, glavni kabel 50 mm², kabel za napajanje, konektori...

Preinaka Smarta u električni automobil započela je mjerenjem pojedinih sklopova kako bi se mogao planirati prostor te izradom spojnih kablova i njihovim probnim spajanjem.



Elektromotor i spojna ploča s nosačem motora

Nakon poteškoća pri izradi spojne ploče koja spaja elektromotor i mjenjačku kutiju, slijedilo je sklapanje elektromotora i mjenjačke kutije te postavljanje tih dijelova na mjesto u automobil.

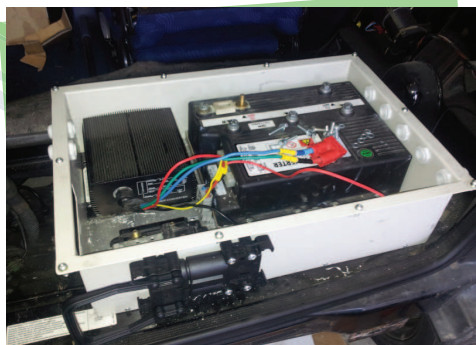
Usljedila je izrada metalne kutije za smještaj kontrolera i pretvarača. Kako bismo ostavili dovoljno prostora za smještaj jednog dijela baterijskih članaka, kontroler i pretvarač smo smjestili uz desni rub prtljažnog prostora.



Kontroler, hladnjak i glavni sklopnik spremni za ugradnju



Mjenjačka kutija s elektromotorom spremna za ugradnju u automobil

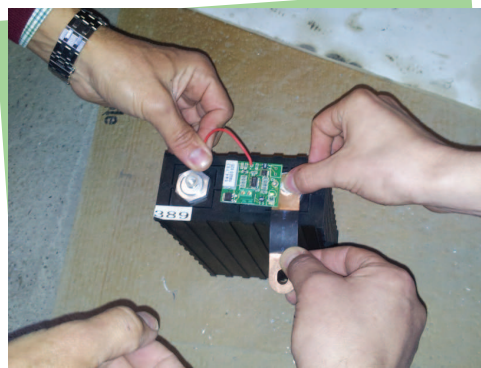


Kontroler i pretvarač smješteni u zaštitnoj kutiji

Kada su kontroler i pretvarač zajedno sa zaštitnom kutijom postavljeni na mjesto, pristupili smo ugradnji vakuum pumpe za kočnice te čišćenju i odmašćivanju svih nedostupnih dijelova prije konačne ugradnje svih elektronskih dijelova i baterija.



Smještanje kontrolera, pretvarača, punjača i baterija u prtljažni prostor



Provjera ispravnosti BMS-ova na baterijskom članku

Zbog vrlo malo prostora koji nam je u Smartu na raspolaganju, smještaj baterija predstavljao je najveći problem. Najveći dio baterijskih članaka stao je u središnji prostor ispod automobila koji je prije zauzimaio rezervoar, dok su tri baterijska članka morala biti smještena u prtljažni prostor. Za ovakav raspored baterija odlučili smo se kako bismo dobili što bolji raspored mase te što niže težište i time očuvali stabilnost vozila.

Time je završena ugradnja svih bitnih dijelova sustava, nakon čega smo baterije, kontroler i motor morali povezati glavnim strujnim vodičima velikog presjeka.



Povezivanje strujnim vodičima velikog presjeka

Tek tada smo mogli pristupiti finom podešavanju i povezivanju s jedinicom za nadzor rada svih sklopova u automobilu.



Pranje i odmaščivanje prije vraćanja dijelova vanjske oplata

Nakon probnih vožnji i testiranja zaključili smo da je prerada u potpunosti uspela te da smo dobili električni automobil čija tehnička svojstva nimalo ne odudaraju od automobila u njegovoj klasi. Nultom emisijom plinova, tihim radom i ekonomičnošću naš automobil daleko nadilazi mogućnosti automobila pokretanih benzinskim i dizelskim motorima te s pravom možemo reći da smo proizveli automobil koji može zadovoljavati najviše ekološke standarde.

Tijekom prerade automobila u cijelosti smo se upoznali s problematikom vezanom uz električne automobile, njihove mogućnosti i ograničenja. Sudjelovanje u projektu nam je otvorilo put novim spoznajama te mogućnost uključivanja u najnovija zbivanja na svjetskom automobilskom tržištu i posljedicama koje ona imaju na cestovni promet i okoliš. Time smo stekli neprocjenjivo iskustvo koje nam omogućuje da lakše prepoznamo promjene u gospodarstvu i prometu i bolje im se kao obrazovna institucija prilagodimo. Novostečeno znanje, iskustvo i kompetencije učenika i nastavnika bit će temelj za podizanje kvalitete obrazovnog sustava na području prometa i logistike prilagođavanjem obrazovnih sadržaja najnovijim kretanjima u cestovnom prometu te uključivanjem u nove projekte.

IZVORI:

Električni automobil

http://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni_automobil

Electric Cars

<http://www.alternative-energy-news.info/technology/transportation/electric-cars/>

Elektro auto bez tajni

<http://www.autonastruju.com/elauto.php>

Gasoline Power vs. Electric Power

<http://auto.howstuffworks.com/hybrid-car1.htm>

History of Electric Vehicles

<http://inventors.about.com/od/estartinventions/a/History-Of-Electric-Vehicles.htm>

How Electric Cars Work

<http://auto.howstuffworks.com/electric-car.htm>

Hrvatski auto na struju

<http://www.samogradnja.info/nove-tehnologije>

“Uradi sam” automobil na električni pogon; Kindy, Davor; Karlovac

<http://udruga-kameleon.hr/tekst/1839/>