

**Autori:**

Tomislav Ćurković, dipl. ing. prometa – prof. mentor

Tomislav Fabijanić, dip. ecc.

Josip Hadrović, prof.

Renata Heljić, dipl. ing. strojarstva – prof. mentor

mr. Snježana Kovač, prof. psihologije - prof. savjetnik

Tomislav Kučina, dipl. ing. prometa – prof. mentor

Sanja Tirić, dipl. ing. strojarstva – prof. mentor

Lovorka Vidić, dipl. ing. strojarstva - prof.

ŠKOLA ZA CESTOVNI PROMET, ZAGREB

**E-mobilnost u sustavu redovnog obrazovanja*****Sažetak:***

Posljednjih nekoliko godina, uslijed sve češćih nestabilnosti na tržištu naftnih derivata i stalno rastućih cijena, jača svijest o nužnosti razvoja održive mobilnosti temeljene na obnovljivim izvorima energije te se intenzivno promišlja o važnosti edukacije i osvješćivanju što većeg broja ljudi, a posebice mladih o potrebi razvoja i primjene održive mobilnosti u svakodnevnom životu.

Električna vozila jedno su od tehnološki vrlo bitnih rješenja koja za cilj imaju smanjenje onečišćenja okoliša i poticanje korištenja obnovljivih izvora energije. Ukoliko objedinimo znanja o električnim vozilima i obnovljivim izvorima energije, možemo govoriti o održivoj mobilnosti, odnosno o e-mobilnosti.

Škola za cestovni promet iz Zagreba započela je usklađivanje s novim tehnologijama u prometu razvojem kompetencija učenika i nastavnika strukovnih škola kroz edukaciju i trening o e-mobilnosti u sklopu projekta Learning E-Mobility / LEMO. U ovom projektu poseban naglasak je stavljen na ekološki aspekt koncepta e-mobilnosti korištenjem električne energije dobivene iz obnovljivih izvora. Glavni ciljevi projekta su povećanje kvalitete učenja u strukovnom obrazovanju kroz razvoj novog inovativnog obrazovnog modula *Elektromobilnost* i pratećih alata za učenje i poučavanje (ICT, OER), prijenos i diseminacija dobre prakse među europskim strukovnim školama te jačanje povezanosti strukovnog obrazovanja i tržišta rada s naglaskom na područje e-mobilnosti. U radu će biti prikazana dostignuća Škole za cestovni promet iz Zagreba u području e-mobilnosti, koja se odnose na električni automobil Škole, solarnu

elektranu, stanicu za punjenje električnih automobila i kurikulum obrazovnog modula *Elektromobilnost* koji su zajednički kreirale strukovne škole iz Zagreba (Hrvatska), Celja (Slovenija) i Kouvoile (Finska) u suradnji s poduzećima i drugim partnerskim ustanovama iz Hrvatske, Slovenije i Španjolske.

***Ključne riječi:***

- elektromobilnost,
- povezivanje obrazovanja s gospodarstvom i tržištem rada,
- projekti u okviru programa Erasmus+

## **E-mobilnost u sustavu redovnog obrazovanja**

Mobilnost je jedan od vrlo važnih čimbenika ljudskog života te predstavlja temelj osobnih sloboda i osnovu za uspostavljanje i razvoj međuljudskih odnosa, trgovine, gospodarstva. Gledano kroz povijest, mobilnost nikada nije bila razvijenija, brža i raznovrsnija nego danas, prvenstveno zahvaljujući jeftinom i široko dostupnom izvoru energije – nafti. Međutim, posljednjih nekoliko godina, uslijed sve većih nestabilnosti na tržištu naftnih derivata i stalno rastućih cijena kao i sve većeg zagađenja okoliša, dosad uobičajeni vidovi mobilnosti traže brzu promjenu dosadašnjeg načina života. Sve više jača svijest o nužnosti razvoja održive mobilnosti temeljene na obnovljivim izvorima energije te se intenzivno promišlja o važnosti edukacije i osvješćivanja što većeg broja ljudi, a posebice mladih o potrebi razvoja i primjene održive mobilnosti u svakodnevnom životu. Električna vozila jedno su od tehnološki vrlo bitnih rješenja koja za cilj imaju smanjenje onečišćenja okoliša i poticanje korištenja obnovljivih izvora energije. Ukoliko objedinimo znanja o električnim vozilima i o obnovljivim izvorima energije, možemo govoriti o održivoj mobilnosti, odnosno o e-mobilnosti (elektromobilnost). Cilj e-mobilnosti je pronaći održivu ravnotežu između ljudi, automobila i okoliša. E-mobilnost daje pozitivan učinak prema smanjenju emisija štetnih ispušnih plinova. Istraživanja pokazuju da je ukupni izračun emisija stakleničkih plinova za električne automobile puno niži od emisije konvencionalnih vozila. Smanjenje CO<sub>2</sub> iznosi od 11% do 100% što ovisi je li električna energija kojom punimo automobil proizvedena iz energenata koji negativno utječu na okoliš ili iz obnovljivih izvora energije. Upravo navedene činjenice traže od nas koji radimo na području prometa te nam je osnova rada organizacija i unaprjeđenje prometa kao i eksploatacija cestovnih vozila koja izravno i u velikom udjelu utječu na onečišćenje okoliša da uočimo potrebu za promjenom pristupu mobilnosti i da princip održive mobilnosti i nove tehnologije koje uz nju dolaze pokušamo primijeniti u suvremenom prometu. Osim novih tehnologija koje je nužno ugraditi u funkcioniranje suvremenog prometa, najvažniji zadatak nam je educirati i obrazovati nove generacije djelatnika u području prometa.

Potrebu za ovakvim pristupom obrazovanju uočila je i Škola za cestovni promet iz Zagreba, te se kroz europski projekt pod nazivom „LEMO - Learning E-Mobility“ uključila u stvaranje novih generacija učenika koji će moći na stručniji način popularizirati ideju e-mobilnosti. Projekt traje 3 godine, a njegova realizacija je podijeljena u 3 faze. U prvoj fazi (prvoj godini provedbe) nastavnici i sudionici iz partnerskih ustanova prolaze trening tijekom kojeg izučavaju sastavnice koncepta e-mobilnosti i primjenu koncepta u različitim europskim zemljama. U drugoj fazi (drugoj godini provedbe) nastavnici iz strukovnih škola u suradnji s

gospodarstvenicima i stručnjacima u primjeni koncepta e-mobilnosti kreiraju novi obrazovni modul kao dopunu postojećim kurikulumima iz područja prometa i logistike, te inovativne alate za primjenu tog modula u obrazovanju (alate za učenje i poučavanje). U trećoj fazi (trećoj godini provedbe projekta) partnerske škole testiraju novokreirani modul i pripadajuće alate za učenje primjenom u svojim školama. Glavni ciljevi projekta su povećanje kvalitete učenja u strukovnom obrazovanju kroz razvoj novog inovativnog obrazovnog modula o elektromobilnosti i pratećih alata za učenje i poučavanje, prijenos i diseminacija dobre prakse među europskim strukovnim školama te jačanje povezanosti strukovnog obrazovanja i tržišta rada s naglaskom na području e-mobilnosti. Kako bi zaokružila sve aspekte održive e-mobilnosti (električna vozila i obnovljive izvore energije), Škola za cestovni promet iz Zagreba je na prethodnom projektu (Europe Electric Car, 2012. - 2014.) preradila klasični automobil SMART fortwo sa dizelskim motorom u električno vozilo. Električni automobil SMART fortwo nastao je kao proizvod učenika i nastavnika Škole uz veliku pomoć hrvatskih proizvođača električnih automobila (NETeko, Rimac Automobili i Dok-Ing). Da bi automobil bio funkcionalan, ugrađene su mu sljedeće komponente: 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, vakuumska pumpa, DC-DC pretvarač 72-144V/12/350, električni grijač putničkog prostora, glavna sklopka s držačem, glavni kabel 50 mm<sup>2</sup>, kabel za napajanje, konektori... Ovako preinačen automobil u svakodnevnoj upotrebi zadovoljava potrebe gradske i prigradske vožnje sa testiranim rezultatima:

Maksimalna brzina: 70 km/h

Autonomija: 80 km

Punjenje baterije: 4 sata

Cijena punjenja u nižoj tarifi: 4,5 kn

Cijena punjenja u višoj tarifi: 9,5 kn.

Osim dostatnih karakteristika za potrebe gradske i prigradske vožnje, električni automobil Škole vrijedno je nastavno pomagalo za izučavanje osnova e-mobilnosti u sklopu fakultativne nastave iz predmeta „Alternativni pogoni u cestovnom prometu“ koji izučavaju učenici četvrtih razreda u sklopu obrazovanja za zanimanje Tehničar cestovnog prometa.

Da bi e-mobilnost bila prihvaćena kao učinkovit i ekološki najprihvatljiviji oblik prometa, nužan preduvjet je da se električna vozila napajaju električnom energijom proizvedenom iz obnovljivih izvora energije (sunce, vjetar i sl.). Kako bi se zadovoljio i ovaj uvjet e-mobilnosti, Škola za cestovni promet iz Zagreba odlučila se na proizvodnju električne energije iz

fotonaponskih ćelija. S obzirom na dostatan broj sunčanih dana tijekom godine i položaj zgrade Škole koji je pogodan za ugradnju fotonaponskih ćelija, sunčeva energija bila je najprihvatljivije rješenje za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora. Za potrebe proizvodnje električne energije odlučeno je da se solarna elektrana sastoji od:

- Fotonaponskih panela WINAICO WSP280M6
- Solarnog hibridnog pretvarača/punjača 3000W/48V
- Baterije DAB12-150FA 12V/150Ah
- Nosiva konstrukcija
- Elektromontažni set

Sustav solarne elektrane napravljen je u skladu s projektnom dokumentacijom, a uz osnovne komponente solarna elektrana je povezana sa informacijskim ustavom Škole na kojem je moguće pratiti izlazne rezultate (proizvodnja električne energije (godina / mjesec / dan), potrošnja i raspodjela električne energije,...). Nakon ugradnje solarne elektrane uočeni su pozitivni rezultati u proizvodnji električne energije, kao i pozitivni učinci na smanjenje zagađenja okoliša. Solarna elektrana u vlasništvu Škole godišnje proizvede oko 4611 kWh električne energije (cijena kWh je 0,95 kn + PDV), na punjenje električnog automobila Škole potroši se oko 1000 kWh proizvedene električne energije (izračun baziran na 2 punjenja tjedno potpuno prazne baterije električnog automobila), a ostatak od oko 3600 kWh proizvedene električne energije Škola može potrošiti na rad ostalih trošila u Školi ili na punjenje drugih električnih automobila. Osim osjetne uštede na troškovima koji se odnose na potrošnju električne energije, solarna elektrana Škole ostvari smanjenje emisije CO<sub>2</sub> za 1272 kg godišnje u proizvedenoj električnoj energiji i oko 1000 kg godišnje emisije CO<sub>2</sub> zbog korištenja električnog automobila.

Da bi cjelokupan sustav solarne elektrane imao bolju učinkovitost te kako bi se mogao primjenjivati za javne potrebe, Škola je na svojem parkiralištu ugradila stanicu za punjenje električnih automobila tvrtke Ducati komponenti iz Ludbrega. Stanica za punjenje električnih automobila opremljena je s dvije utičnice za dva priključka (*Schuko i Mennekes*), koje omogućavaju istovremeno punjenje dvaju električnih vozila. Komunikacija s vozilom je putem *PWM (Pulse Width Modulation)*. Svaka utičnica je opremljena odgovarajućim zaštitama. Utičnice su opremljene odgovarajućim *Sweeling Cover* vijkom koji sprječava umetanje utikača kod izostanka autorizacije korisnika. Ova karakteristika prilagođena je za „javno“ korištenje. Utičnice su opremljene sustavom za zaključavanje utičnice koji sprječava vađenje utikača u odsutnosti autorizacije korisnika dok nakon autoriziranog vađenja utikača automatski zaključava utičnicu. Fiskalni brojač *MID* broji isporučenu energiju u vozilo na svakom

priključku, a elektronički modul s mikroprocesorom vodi funkcije i komunikaciju utičnice s vozilom i korisničkim sučeljem. Ugrađen je specifični modul koji upravlja raspoloživim naponom putem *PWM derating* funkcije. Proizvod je napravljen u skladu sa zahtjevima u IEC 61851-1, IEC 61851-22, IEC 69-9. Stanica za punjenje opremljena je korisničkim sučeljem i vezom s kontrolnim centrom, a identifikacija korisnika obavlja se putem RFID kartica 14443-/B. Stanica je opremljena LCD zaslonom 2 x 20 cm za prikazivanje informacija koje se odnose na: izbor utičnice, status punjenja (trenutna snaga, izlazna snaga, ...), anomalije,... Omogućena je komunikacija sa stanicom putem GPRS mreže / Lan i upravljačkim centrom za potrebe prijenosa podataka o ciklusima punjenja, te je moguće upravljanje rezervacijom priključka, putem WEB / SMS usluge. Elektronički modul s mikroprocesorom kontrolira gore navedene funkcije.

Budući da je Škola za cestovni promet iz Zagreba zaokružila cjelokupan koncept e-mobilnosti (električni automobil, proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora, stanica za punjenje električnih automobila i educirani nastavnici), može se posvetiti glavnom cilju projekta koji se odnosi na povećanje kvalitete učenja u strukovnom obrazovanju kroz novi inovativni obrazovni modul pod nazivom „Elektromobilnost“. Obrazovni modul „Elektromobilnost“ namijenjen je prvenstveno učenicima iz obrazovnog programa Promet i logistika, mada je primjenjiv i na ostale strukovne obrazovne programe. Osnova ovog obrazovnog modula odnosi se na izučavanje e-mobilnosti kroz prijenos i diseminaciju dobre prakse između strukovnih škola uz primjenu pratećih alata za učenje i poučavanje, te jačanje povezanosti strukovnog obrazovanja i tržišta rada. Za ostvarenje predviđenih ishoda učenja u obrazovnom modulu „Elektromobilnost“, Škola za cestovni promet iz Zagreba je, uz suradnju sa strukovnim školama Kouvola Region Vocational College iz Finske i Šolskim centrom Celje iz Slovenije te sa partnerima na projektu - Energetski institut Hrvoje Požar iz Hrvatske, tvrtke AVANTCAR (Ljubljana, Slovenija), Ducati komponenti (Ludbreg, Hrvatska), NETeko (Zabok, Hrvatska), te ACASA (Barcelona, Španjolska) - razvila inovativan način učenja i poučavanja na daljinu javno dostupan putem mrežne stranice <http://www.lemo-project.eu>. Sustav učenja na daljinu u obrazovnom modulu „Elektromobilnost“ zamišljen je da se osnove e-mobilnosti izučavaju kroz tri koraka. U prvom koraku svaki korisnik treba proučiti poglavlje u kojem se obrađuju određeni nastavni sadržaji vezani za e-mobilnost. Drugi korak učenja i poučavanja predviđen je za inovativne i sadržajno povezane videosadržaje koji korisniku omogućuju da pročitane nastavne cjeline sagleda sa šireg gledišta i na drugačiji način. Svaki videozapis pred kraj sadrži pitanja o kojima bi učenici sa svojim nastavnicima trebali razgovarati, a zaključke zajednički donositi za vrijeme nastavnog sata. U trećem koraku učenja obrazovnog modula „Elektromobilnost“ učenici

trebaju točno odgovoriti na postavljena pitanja vezana za svaku ponuđenu nastavnu cjelinu. Ovakav oblik učenja i poučavanja u sustavu strukovnog srednjoškolskog obrazovanja korištenjem sustava učenja na daljinu omogućava lakše i brže postizanje ishoda učenja, a učenicima nudi vrijedne sadržaje koji će im omogućiti kvalitetniju nastavu.

Potencijalni dugoročni učinci ovog projekta bit će vidljivi kroz bolje usklađivanje obrazovnog sustava i gospodarstva te popularizaciju ideje e-mobilnosti čime se podržavaju nastojanja da sve članice EU do 2020. osiguraju udio energije iz obnovljivih izvora u svim oblicima prijevoza u iznosu od najmanje 10% ukupne potrošnje.