

TEHNOLOGIJE IMPLEMENTACIJE ELEKTRIČNE MOBILNOSTI U URBANIM SREDINAMA ZAPADNOG BALKANA

TECHNOLOGIES FOR THE IMPLEMENTATION OF ELECTRIC MOBILITY IN URBAN AREAS OF THE WESTERN BALKANS

Osman Lindov¹, Aleksandra Petrović², Nebojša Arsić³,
Nataša Gospić⁴

Pregledni rad

DOI:10.5937/IASSEM25001L

Rezime: UN ciljevi održivog razvoja predstavljaju globalni poziv na djelovanje u pravcu okončanja siromaštva, zaštite životne sredine i klime na našoj planeti i pružanja mogućnosti uživanja mira i prosperiteta svim ljudima. Dekarbonizacija transportnog sektora ključna je za postizanje klimatskih ciljeva UN-a i EU-a. Na osnovu Pariskog sporazuma zemlje EU-a preuzele su obvezu da će EU do 2050. postati klimatski neutralan. Kako bi postigao cilj neutralnosti emisija, zemlje EU su zacrtale da će do 2030. smanjiti neto emisije stakleničkih gasova u svim sektorima (posebno u transportu) najmanje 55 % u odnosu na nivo iz 1990. te će nastaviti postupno smanjivati emisije do 2050, kada bi trebalo biti nulta emisija stakleničkih gasova iz svih sektora. Strategija regionalnog razvoja, odnosno Zelena agenda za Zapadni Balkan ima za cilj da odgovori na izazove klimatskih promjena i zelene tranzicije i da pomogne zemljama Zapadnog Balkana da usklade propise o životnoj sredini sa evropskim standardima i normama. Električna mobilnost i upravljanje E mobilnošću postaje odlučujući element u pametnom i održivom razvoju gradova i lokalnih zajednica kao jednom od UN ciljeva održivog razvoja. Prelazak na električnu mobilnost (e-mobilnost) u urbanim područjima zahtijeva kombinaciju infrastrukture, tehnologija pametnih mreža, napretka vozila i digitalnih platformi kako bi se osigurala efikasnost, dostupnost i održivost. Nekoliko gradova širom svijeta uspješno je integriralo tehnologije e-mobilnosti u svoje sisteme gradskog transporta. U radu su analizirani gradovi koji prikazuju različite aspekte transformacije električne mobilnosti, sa detaljnom analizom finansijskih ulaganja i ekonomskih koristi povezanih sa projektima e-mobilnosti u svakom od odabranih gradova. Gradovi Zapadnog Balkana postepeno usvajaju rješenja za e-mobilnost kroz, subvencije za električna vozila, proširenje infrastrukture za punjenje, elektrifikaciji javnog prevoza i integraciji mikro-mobilnosti. U radu je urađena analiza gradova u jugoistočnoj Evropi i zapadnom Balkanu o izazovima u potpunom usvajanju e-mobilnosti, te njihovi naponi u implementaciji pametnih i održivih urbanih transportnih rješenja.

Ključne reči: Održivi razvoj, Dekarbonizacija transporta, Zelena Agenda, Električna mobilnost.

Abstract: The UN Sustainable Development Goals (SDGs) are a global call for action to end poverty, protect our planet's environment and climate, and provide opportunities for all people to enjoy peace and prosperity. Decarbonizing the transport sector is key to achieving the UN

¹Prof. dr Osman Lidov, Univerzitet Sarajevo, Fakultet za saobraćaj i komunikacije, [Orcid.org/0000-0002-2791-6276](https://orcid.org/0000-0002-2791-6276)

²Docent dr Aleksandra Petrović, Univerzitet Priština sa sedištem u Kosovskoj Mitrovici, Fakultet tehničkih nauka, [Orcid.org/0000-0002-8062-9751](https://orcid.org/0000-0002-8062-9751)

³Prof. dr Nebojša Arsić, rektor Univerziteta Priština sa sedištem u Kosovskoj Mitrovici University of Priština in Kosovska Mitrovica, Faculty of Technical Sciences, <https://orcid.org/0000-0003-2080-9440>

⁴Prof. emeritus dr Nataša Gospić, Univerzitet Adriatik Bar, Fakultet za saobraćaj, komunikacije i logistiku, Budva <http://orcid.org/0009-0009-6701-0709>

and EU climate goals. Under the Paris Agreement, EU countries have committed to making the EU climate-neutral by 2050. To achieve the goal of net neutrality, EU countries have set a goal to reduce net greenhouse gas emissions in all sectors (especially transport) by at least 55% by 2030 compared to 1990 levels and to continue to gradually reduce emissions by 2050, when there should be zero greenhouse gas emissions from all sectors. The Regional Development Strategy, i.e. the Green Agenda for the Western Balkans, aims to respond to the challenges of climate change and green transition and to help the countries of the Western Balkans harmonize environmental regulations with European standards and norms. Electric mobility and management of E mobility is becoming a decisive element in the smart and sustainable development of cities and local communities as one of the UN Sustainable Development Goals. The transition to electric mobility (e-mobility) in urban areas requires a combination of infrastructure, smart grid technologies, vehicle advances, and digital platforms to ensure efficiency, accessibility, and sustainability. Several cities around the world have successfully integrated e-mobility technologies into their urban transport systems. The paper analyses cities that showcase different aspects of electric mobility transformation, with a detailed analysis of the financial investments and economic benefits associated with e-mobility projects in each of the selected cities. Western Balkan cities are gradually adopting e-mobility solutions through subsidies for electric vehicles, expansion of charging infrastructure, electrification of public transport, and integration of micro-mobility. This paper analyses cities in Southeast Europe and the Western Balkans, the challenges in fully adopting e-mobility, and their efforts to implement smart and sustainable urban transport solutions.

Key Words: Sustainable development, Decarbonization of transport, Green Agenda, Electric Mobility.

1 UVOD

Ciljevi održivog razvoja (SDGs) su univerzalni poziv na akciju za okončanje siromaštva, zaštitu planete i osiguravanje da svi ljudi uživaju u miru i prosperitetu. UNDP-a do 2030. godine vode politiku i finansiranje ciljeva održivog razvoja. Evropska zelena agenda (Green Deal) je strategija iz 2019. godine koja bi trebala učiniti Evropu prvim "klimatski neutralnim" kontinentom do 2050. godine. Zelena agenda za Zapadni Balkan je strategija regionalnog razvoja koja ima za cilj da odgovori na izazove klimatskih promjena i zelene tranzicije i da pomogne zemljama Zapadnog Balkana da usklade propise o životnoj sredini sa evropskim standardima i normama. Zelena agenda za Zapadni Balkan je utemeljena na Evropskom zelenom dogovoru i ima poveznicu sa Ekonomsko-investicionim planom za Zapadni Balkan. Jedan od ključnih principa Zelene agende je da tranzicija prema klimatskoj neutralnosti treba biti socijalno pravedna i inkluzivna da bi bila uspješna. Stoga sve projektne aktivnosti trebaju biti osmišljene tako da osiguraju da trošak i koristi od zelene tranzicije budu ravnomerno raspoređeni u društvu. Prije svega, zelena tranzicija treba da se odnosi na unapređenje strateškog i zakonodavnog okvira, sufinansiranje primjene inovativnih pilot projekata u praksi i mobilizaciju dodatnog finansiranja za proširenje projekata koji doprinose zelenoj transformaciji. Doprinos dekarbonizaciji privrede i postizanju ciljeva Pariškog sporazuma, smanjenju zagađenja životne sredine (vazduha, zemljišta i vode) i podrška usklađivanju zakonodavnog okvira svih zemalja Zapadnog Balkan sa pravnim tekovinama EU u 5 prioriternih oblasti Zelene agende su:

- Dekarbonizacija, energetska efikasnost i smanjenje industrijskih emisija.
- Cirkularna ekonomija za efikasnost resursa i industrijsku simbiozu.
- Zaštita i investiranje u biodiverzitet i ekosisteme.

- Smanjenje zagađenja životne sredine sa fokusom na kvalitet vazduha.
- Održivi prehrambeni sistemi i ruralni razvoj.

2 ELEKTRIČNA MOBILNOST I ODRŽIVI RAZVOJ URBANE MOBILNOSTI

Prelazak na električnu mobilnost (e-mobilnost) u urbanim područjima zahtijeva kombinaciju infrastrukture, tehnologije pametnih mreža, tehnologija e-vozila i digitalnih platformi kako bi se osigurala efikasnost, dostupnost i održivost. Ključne tehnologije za implementaciju e-mobilnosti u urbanim sredinama su:

- Tehnologije infrastrukture za punjenje.
- Pametne mreže i sistemi upravljanja energijom.
- Digitalne platforme i usluge mobilnosti.
- Napredne tehnologije električnih vozila.
- Javni prijevoz i rješenja za mikro-mobilnost.

2.1 Tehnologije infrastrukture za punjenje

U tabeli 1. prikazane su trenutno korištene tehnologije infrastrukture za punjenje električnih vozila.

Vrsta punjenja	Opis	Primjer (Fotografije punionice)
Brze i ultra-brze stanice za punjenje	DC brzo punjenje (Level 3 punjači): Stanice velike snage (50-350 kW) značajno smanjuju vrijeme punjenja (80% punjenja u 20-30 min). (Tesla Superchargers, IONITY mreža za brzo punjenje u Evropi).	 Izvor: www.caverion.com/newsroom/releases/2020/ionity-chooses-caverion-as-a-service-partner-for-ev-high-power-charging-stations-in-five-countries/
Bežično (induktivno) punjenje	Koristi elektromagnetska polja za prijenos energije sa punjača ugrađenog u zemlju na EV bez kablova (WiTricityjeva tehnologija bežičnog punjenja za EV).	 Izvor: https://witricity.com/
Stanice za zamjenu baterija	Umjesto punjenja, ispražnjene baterije se zamjenjuju s potpuno napunjenim za manje od 5 minuta (NIO Power Swap stanice u Kini).	

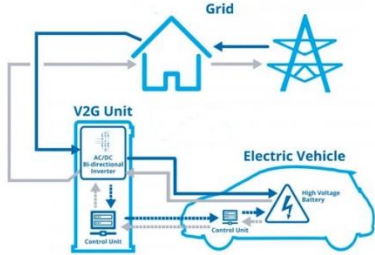
		Izvor: https://www.nio.com/nio-power
Pametno punjenje (V2G - Integracija vozila u mrežu)	Omogućava dvosmjerni protok energije, omogućavajući električnim vozilima da vrate električnu energiju u mrežu kada je to potrebno (Nissan LEAF V2G ispitivanja u Evropi).	 Izvor: https://www.grasen-power.com/nissan-leaf-launched-its-first-ever-v2g-charge.html

Tabela 1 Tehnologije infrastrukture za punjenje E vozila

2.2 Pametne mreže i sistemi upravljanja energijom

U tabeli 2. prikazane su trenutno korištene tehnologije mreža i upravljanje energijom.

Vrsta tehnologije	Opis	Primjer (Fotografije)
Integracija obnovljivih izvora energije	Stanice za punjenje koje pokreću solarni paneli, energija vjetra i pametne mreže smanjuju ovisnost o fosilnim gorivima (Tesla Solar Charging Hubs).	 Izvor: https://www.beny.com/how-to-charge-a-tesla-with-solar-panels/
Balansiranje opterećenja mreže i odgovor na potražnju	Softver pokretan umjetnom inteligencijom upravlja potražnjom za električnom energijom i sprječava preopterećenje mreže (Siemens Grid Edge rješenja za punjenje električnih vozila).	 https://www.siemens.com/us/en/company/topic-areas/grid-edge.html
Dinamičko određivanje cijena i pametna naplata	Troškovi punjenja variraju ovisno o potražnji za električnom energijom i vršnim satima (ChargePoint-ov vremenski zasnovan model određivanja cijena).	 Izvor: https://www.solarreviews.com/blog/chargepoint-charging-stations

Tabela 2 Tehnologije za E mreže i upravljanje energijom

2.3 Digitalne platforme i usluge mobilnosti

U tabeli 3. prikazane su trenutno korištene tehnologije za digitalne platforme i usluge mobilnosti.

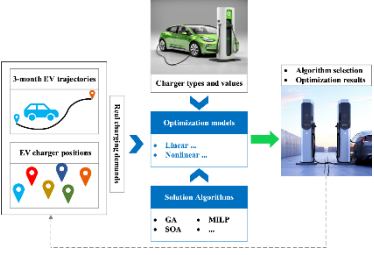
Vrsta tehnologije	Opis	Primjer (Fotografija)
Električna mobilnost kao usluga (E-MaaS)	Integrirane digitalne platforme koje nude EV dijeljenje vožnje, lokacije za punjenje i optimizaciju rute (Uber Green i Bolt E vozila).	 Izvor: https://starfm.com.gh/2021/05/bolt-launches-its-car-sharing-service-bolt-drive/
Optimizacija mreže za punjenje zasnovana na umjetnoj inteligenciji	Mašinsko učenje optimizira postavljanje stanica za punjenje i predviđanje dostupnosti (Google DeepMind AI optimizira mrežu za punjenje električnih vozila u Velikoj Britaniji)	 Izvor: https://www.mindfoundry.ai/resources/case-study/optimising-ev-charging
Mobilne aplikacije za EV korisnike	Lokatori stanica za punjenje, integracija plaćanja, praćenje potrošnje energije (PlugShare /, Zap-Map https://www.zap-map.com/).	 Izvor: https://www.plugshare.com

Tabela 3 Tehnologije za digitalne platforme i usluge mobilnosti

2.4 Napredne tehnologije električnih vozila

U tabeli 4. prikazane su trenutno korištene napredne tehnologije električnih vozila.

Vrsta tehnologije	Opis	Primjer (Photo)
Solid-State baterije	Veća gustoća energije, brže punjenje i poboljšana sigurnost u odnosu na litij-ionske baterije (Toyota i QuantumScape istraživanje solid-state baterija).	 Izvor: https://insideevs.com/news/627858/solid-state-battery-prototype-shipped-to-ev-makers/

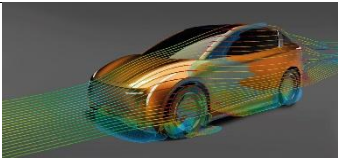
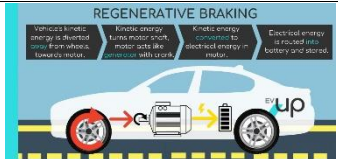
Lagani materijali i aerodinamički dizajn	Smanjuje potrošnju energije i povećava domet (BMW i3 karoserija ojačana karbonskim vlaknima).	 Izvor: https://simcenter/the-most-aerodynamic-car-designed-with-siemens-software
Regenerativni kočioni sistemi	Pretvara kinetičku energiju u elektricitet, povećavajući domet (Tesla, Nissan LEAF i hibridna električna vozila).	 Izvor: https://www.evup.com.au/regenerative-braking-work

Tabela 4 Napredne tehnologije električnih vozila.

2.5 Javni prijevoz i rješenja za mikro-mobilnost

U tabeli 5. prikazane su trenutno korištene tehnologije za javni prijevoz i rješenja za mikro-mobilnost.

Vrsta tehnologije	Opis	Primjer (Photo)
Električni autobusi i punionice	E-autobusi velikog kapaciteta sa mogućnostima brzog punjenja za gradski prijevoz (BYD i Proterra električni autobusi).	 Izvor: https://www.siemens.com/us/en/products/energy/topics/transportation-electrification/ebus-charging-solutions.html
Dijeljenje električnih bicikala i skutera	Proširuje mobilnost u posljednjoj milji uz smanjenje urbanih gužvi (Lime i Bird električni skuteri).	 Izvor: https://dailyhive.com/vancouver/lime-richmond-escooter-ebike
Autonomni električni šatlovi	AI-pogonjeni, samovozeći električni shuttle-ovi za pametnu gradsku mobilnost	 Izvor: https://easymile.com/vehicle-solutions/ez10-passenger-shuttle

Tabela 5 Tehnologije za javni prijevoz i rješenja za mikro-mobilnost

3 GRADOVI SA NAJVEĆOM STOPOM E-MOBILNOSTI

Nekoliko gradova širom svijeta uspješno je integriralo tehnologije e-mobilnosti u svoje sisteme gradskog prijevoza i transporta. U nastavku su prikazana tri vodeća grada, kao primjeri koji prikazuju različite aspekte transformacije električne mobilnosti i to:

1. **Oslo, Norveška.** Oslo se smatra najelektificiranim gradom na svijetu, gdje je preko 80% prodaje novih automobila električno, a javni prijevoz se prebacuje na potpuno električne flote. Uspjeh grada prvenstveno je posljedica snažnih vladinih poticaja, širokih mreža punjenja i politika prilagođenih električnim vozilima.
2. **Shenzhen, Kina.** Shenzhen je postao prvi grad na svijetu koji je pretvorio cijelu svoju flotu (16.000 autobusa) u električnu. Ova transformacija drastično je smanjila zagađenje, buku i operativne troškove.
3. **Amsterdam, Holandija.** Amsterdam je jedan od najprijateljskijih gradova na svijetu, a integrirao je e-bicikle, e-skutere i električna vozila u svoj sistem usluge (MaaS) urbane mobilnosti kako bi smanjio zagušenja i emisije.

3.1 E-mobilnost Oslo, Norveška

Politike u prihvatanju električnih vozila ju gradu Oslo smatra se primjerom za sve gradove, dokazujući efikasnost ekspanzije e-mobilnosti vođene adekvatnom politikom. Grad Oslo smanjio je emisije vezane za prijevoz i transport za više od 35% u posljednjem desetljeću. U tabeli 6. prikazane su korištene tehnologije i strategije razvoja E-mobilnosti u gradu Oslo, Norveška.

Korištene tehnologije i strategije	Opis
Sveobuhvatna infrastruktura za punjenje	Preko 2.500 javnih stanica za punjenje i sve veći broj brzih punjača. Implementacija pilot projekata bežičnog punjenja za električne taksije
Transportni ciljevi s nultom emisijom	Cilj je da sav javni prijevoz bude potpuno električni do 2028. godine. E-autobusi, e-trajekti i električni tramvaji integrirani u transportnu mrežu.
Vladini poticaji i porezne olakšice	Izuzeća od putarine, naknada za parkiranje i PDV-a za kupce električnih vozila. Pristup autobusnoj traci odobren EV-ima, poboljšavajući protok saobraćaja
Integracija vozila u mrežu (V2G)	Pilot projekti koji omogućavaju električnim vozilima da vrate električnu energiju u mrežu, stabilizirajući potražnju za energijom

Tabela 6 Tehnologije i strategije razvoja E-mobilnosti u gradu Oslo, Norveška

3.2 E-mobilnost Shenzhen, Kina

Usvajanje električne mobilnosti u cjelosti u javnom prijevozu grad Shanzhen je poboljšao kvalitet vazduha, što je dovelo je do značajnog pada respiratornih bolesti, emisija CO₂ smanjena je za 1,35 miliona tona godišnje a troškovi goriva smanjeni su za 70%, a troškovi održavanja za 50%. U tabeli 7. prikazane su korištene tehnologije i strategije razvoja E-mobilnosti u gradu Shanzhen, Kina.

Korištene tehnologije i strategije	Opis
Električni autobusi i pametne punionice	BYD električni autobusi čine cjelokupnu gradsku flotu javnog prijevoza. Pametne stanice za punjenje zasnovane na umjetnoj inteligenciji planiraju punjenje autobusa kako bi se spriječilo preopterećenje mreže
Stanice za zamjenu baterija	Pilot programi su uveli tehnologiju zamjene baterija, omogućavajući autobusima da zamijene ispražnjene baterije za manje od 5 minuta umjesto da čekaju potpuno punjenje
Infrastruktura za punjenje na solarni pogon	Nekoliko skladišta za punjenje napajaju solarni paneli, smanjujući ovisnost o fosilnim gorivima
Dinamičko usmjeravanje autobusa & AI optimizacija	Softver za planiranje ruta pokretan umjetnom inteligencijom predviđa potražnju i dinamički prilagođava frekvenciju autobusa što pomaže u upravljanju energetsom efikasnošću i smanjenju operativnih troškova.

Tabela 7 Tehnologije i strategije razvoja E-mobilnosti u gradu Shanzhen, Kina

3.3 E-mobilnost Amsterdam, Holandija

Amsterdam je integrirao e-bicikle, e-skutere i električna vozila u svoj sistem usluge (MaaS) urbane mobilnosti kako bi smanjio zagušenja i emisije. Ovakva politika u segmentu E-mobilnosti dovela je da Amsterdam ima 30% svake godine novoregistrovanih vozila na elektro pogon. Biciklizam i mikro-mobilnost čine 60% putovanja, zagađenje bukom značajno je smanjeno. U tabeli 8. prikazane su korištene tehnologije i strategije razvoja E-mobilnosti u gradu Amsterdam, Holandija.

Korištene tehnologije i strategije	Opis
Električni bicikl & Skuter dijeljenje	Široko usvajanje programa dijeljenja e-bicikala, kao što su Swapfiets i Donkey Republic. Pametne priključne stanice sa solarnim punionicama
Infrastruktura za brzo punjenje električnih vozila	Preko 6.000 EV punionica instaliranih širom grada. Pametna mreža za punjenje omogućava balansiranje mreže i dinamičke cijene
Autonomni električni trajekti & brodovi	Raspoređivanje samovozećih električnih trajekata u gradskim kanalima. Navigacijski sistemi zasnovani na umjetnoj inteligenciji optimiziraju rute i poboljšavaju bezbjednost.
Mobilnost kao usluga (MaaS) Integracija	Digitalna platforma "GoOV", integrira javni prijevoz, dijeljenje prijevoza i mikro-mobilnost u jednu aplikaciju. Optimizacija ruta pokretana umjetnom inteligencijom za multimodalna putovanja (EV, bicikli, autobusi, tramvaji).

Tabela 8 Tehnologije i strategije razvoja E-mobilnosti u gradu Amsterdam, Holandija

4 ANALIZA GRADOVA U IMPLEMENTACIJI E-MOBILNOSTI U REGIJI JUGOISTOČNA EVROPA

Gotovo svi veći gradovi u regiji Jugoistočna Evropa usvajaju rješenja za E-mobilnost, kroz proširenje flote električnih vozila, proširenje infrastrukture za punjenje, elektrifikaciji javnog prevoza i integraciji mikro-mobilnosti. U tabeli 9 je data analiza glavnih gradova u regiji, sa mjerama u implementaciji pametnih i održivih urbanih transportnih rješenja.

Kategorija	Ljubljana	Zagreb	Beograd	Sarajevo	Podgorica	Skoplje
	285.604 stan.	771.062 stan.	1.685.563 stan.	271.484 stan.	180.186 stan.	526.502 stan.
Glavni fokus	Usvajanje električnih vozila i urbana održivost	Proširenje punjenja električnih vozila i javni prijevoz	Pametne transportne politike i e-autobusi	Rast tržišta električnih vozila i mikro-mobilnost	Zelena energija i EV infrastruktura	Smanjenje zagađenja vazduha i ulaganja u E-mobilnost
Vladine politike	Poticaji za kupce električnih vozila i besplatno punjenje	Subvencije za električne taksije i autobuse	Porezna oslobađanja i poticaji	Plan elektrifikacije javnog prijevoza	Zakoni o zelenoj energiji koji promoviraju EV	Akcijski plan za čisti zrak, promocija e-vozila
Infrastruktura za punjenje	500+ javnih punjača, čvorišta za brzo punjenje	300+ javnih punjača i EV taksija	400+ mjesta za punjenje, brzi punjači na autoputu	150+ EV stanica za punjenje, rastuća mreža	200+ javnih EV punjača	100+ stanica za punjenje, čvorišta na solarni pogon
Dostupnost brzog punjenja	Ionity, Tesla Superpunjači, nacionalna mreža	Čvorišta za brzo punjenje u urbanim područjima	Brzi punjači za autoputeve (Zeleni koridor)	Javno-privatna ekspanzija brzih punjača	Solarni EV brzi punjači	Strateški položaj za međugradsku EV putovanja
Elektrifikacija javnog prijevoza	100% električni autobusni vozni park planiran do 2035. godine	Proširenje električne tramvajske i autobusne mreže	Predstavljeni prvi e-autobusi, proširenje flote	Pilot projekti za električne autobuse	EV taksi pilot program	Hibridni i električni autobusi u razvoju
E-Bike & Scooter Sharing	Opsežan gradski program dijeljenja bicikala	Projekti iznajmljivanja e-bicikala i dijeljenja skutera	Pilot programi mikro-mobilnosti	Javno dijeljenje e-skutera u ekspanziji	E-bike friendly zone	Integracija bicikala i skutera u urbanističkom planiranju
Pametna mobilnost i AI integracija	Pametno parkiranje, praćenje saobraćaja	Transportni sistemi pokretani sa AI	Digitalno planiranje transporta za EV	Praćenje kvaliteta zraka u realnom vremenu	Pametna kontrola gradskog saobraćaja sa fokusom na EV	Zagađenje i optimizacija saobraćaja zasnovana na umjetnoj inteligenciji

Zelena energija i održivost	75% gradske električne energije iz obnovljivih izvora	Stanice za punjenje na solarni pogon	Poticaji za zeleni poslovni transport	Fokus na hidroenergiju i solarno punjenje električnih vozila	Inicijative za mobilnost zasnovane na obnovljivim izvorima energije	Hibridna EV integracija sa solarnom mrežom
Ekonomske koristi i stvaranje radnih mjesta	Rast tržišta e-mobilnosti od 500 miliona dolara	400 miliona dolara ekspanzija EV industrije	600 miliona dolara ulaganja u digitalizaciju transporta	350 miliona dolara u projektima zelene mobilnosti	200 miliona dolara u održivom transportu i istraživanju električnih vozila	300 miliona dolara u e-mobilnosti i inovacijama pametnih gradova
Ciljevi smanjenja zagađenja zraka	Smanjenje CO ₂ za 50% do 2035. godine	40% smanjenje urbanih emisija	30% pad emisije NOx	25% poboljšanje kvaliteta zraka	35% smanjenje emisije vozila	45% pad zagađenja povezanog sa transportom

Tabela 9 Ključni gradovi jugoistočne Evrope i Zapadnog Balkana u transformaciji E-mobilnosti

Na osnovu navedenih parametara za posmatrane gradove i njihove implementacije E-mobilnosti u tabeli 10, prikazani su posmatrani gradovi u najboljim segmentima, planovima i politikama ostvarenja E-mobilnosti.

Grad	Zemlja	Najznačajniji segment	Infrastruktura	Politike	Planovi
Ljubljana	Slovenija	Urbana održivost i E-infrastruktura	500+ mjesta za punjenje	Vodeće politike usvajanja EV	100% električni javni prijevoz do 2035
Zagreb	Hrvatska	Elektrifikacija javnog prijevoza	300+ stanica za punjenje	AI upravljanje prevozom i transportom	Širenje tramvajske i autobusne mreže
Beograd	Srbija	Digitalni transport & pametni gradovi	EV mreža za brzo punjenje	AI planiranje transporta	Daljnje proširenje e-autobusa
Sarajevo	Bosna i Hercegovina	EV tržište rasta & mikro-mobilnost	Proširenje mreže punjenja	Javno-privatna partnerstva	Pilot projekti e-autobusa
Podgorica	Crna Gora	Zelena energija & EV infrastruktura	200+ mjesta za punjenje	Solarne stanice za punjenje	EV taksi pilot programi
Skopje	Sjeverna Makedonija	Smanjenje zagađenja zraka & E-mobilnost	Hibridna i električna autobusna mreža	Politike smanjenja zagađenja	Ulaganja od 300 miliona dolara

Tabela 10 Gradovi jugoistočne Evrope u najboljim segmentima, planovima i politikama ostvarenja E-mobilnosti

5 ELEKTRIČNA MOBILNOST I RODNO INKLUZIVAN PRISTUP

Rodno inkluzivan pristup električnoj mobilnosti (e-mobilnost) je ključan za osiguravanje da su prednosti održivog transporta dostupne svima. Rodne razlike utiču na obrasce mobilnosti, transportne potrebe, zabrinutost za sigurnost i učešće u radnoj snazi e-mobilnosti. Ključni aspekti rodne inkluzivnosti u električnoj mobilnosti su prikazani u tabeli 11.

Aspekt	Opis
Rodne razlike u obrascima mobilnosti	Žene češće i kraće putuju zbog odgovornosti za njegu i kućanske poslove. Oslanjaju se na javni prijevoz, hodanje ili vožnju biciklom. Sigurnosni problemi tokom noćnih putovanja utiču na njihove izbore. Rani usvojitelji rješenja za zajedničku mobilnost.
Izazovi za žene u e-mobilnosti	Sigurnost i pristupačnost: Sistemi javnog prijevoza i usluge zajedničke mobilnosti ne uzimaju u obzir zabrinutost za sigurnost žena. Loše osvijetljene stanice za punjenje i transportna čvorišta. Nedostatak infrastrukture za brigu o djeci. Ekonomske barijere: Visoki troškovi električnih vozila, ograničeni finansijski poticaji. Žene zarađuju manje od muškaraca. Ograničen pristup finansiranju. Zastupljenost radne snage: Nedovoljno zastupljene u automobilskom i transportnom sektoru, posebno u STEM ulogama. Rodne predrasude u zapošljavanju i unapređenju.
Strategije za rodno inkluzivni pristup e-mobilnosti	Rodno osjetljivo urbanističko planiranje: Sigurne, dobro osvijetljene i pristupačne stanice za punjenje. Dizajn transportnih čvorišta sa boljom sigurnošću. Inkluzivna rješenja za mikromobilnost. Ekonomska inkluzija i poticaji: Finansijski poticaji za žene koje kupuju EV. Promocija zajedničkih opcija e-mobilnosti. Povećanje učešća žena u radnoj snazi: Zastupljenost žena u STEM karijerama kroz stipendije i mentorske programe. Poticaji za zapošljavanje žena u proizvodnji EV. Inkluzivne politike na radnom mjestu.

Tabela 11 Ključni aspekti rodne inkluzivnosti

6 PREPORUKE POLITIKE ZA UNAPREĐENJE E-MOBILNOSTI NA ZAPADNOM BALKANU

Zapadni Balkan se suočava sa izazovima u potpunom usvajanju E-mobilnosti, uključujući nedovoljnu infrastrukturu za punjenje, visoke troškove električnih vozila, ograničenu elektrifikaciju javnog prevoza i oslanjanje na fosilna goriva. Imajući u vidu i UN ciljeve održivog razvoja i preporuke iz Zelene Agende za zapadni Balkan, potrebno je da regija ubrza tranziciju prema održivoj urbanoj mobilnosti. U tabeli 12 su date ključne preporuke politike prema održivoj urbanoj mobilnosti zasnovane na uspješnim pametnim gradovima i regionalnim potrebama.

Područje	Izazov	Preporuka za politiku
Jačanje vladinih poticaja za usvajanje EV	Visoki početni troškovi električnih vozila odvrću potrošače	• Porezni zahtjevi & Subvencije: Smanjiti PDV i uvozne carine na EV. • Poticaji za pojedince i preduzeća: Ponuditi novčane grantove, zajmove sa niskim kamatama ili leasing beneficije za kupovinu EV. • Programi elektrifikacije voznog parka: Podrška tranziciji javnog i privatnog sektora (npr. taksiji, dostavna vozila)
Proširenje javne infrastrukture za punjenje električnih vozila	Ograničene mreže brzog punjenja u urbanim i ruralnim područjima	• Nacionalna mreža za punjenje električnih vozila: Razviti autoputeve i gradske koridore za punjenje sa brzim i ultra-brzim punjačima. • Javno-privatna partnerstva (PPP): Ohrabriti ulaganja od dobavljača energije, proizvođača automobila i tehnoloških firmi. • Pametno punjenje i V2G integracija: Promovirajte čvorišta za punjenje na obnovljive izvore energije i dvosmjerni protok energije
Elektrifikacija javnog prijevoza & Mikro-mobilnost	Visoki troškovi & sporo usvajanje električnih autobusa, i e-mikro-mobilnosti	• Nacionalna strategija e-autobusa: Osigurati subvencije i porezne olakšice za gradove koji ulažu u flote e-autobusa. • Integracija e-bicikla i e-skutera: Proširite biciklističke staze, čvorišta mikro-mobilnosti i transport u posljednjoj milji. • Ciljevi elektrifikacije javnog prijevoza: Definirati rokove (npr. 50% e-autobusa do 2030. godine)
Implementacija pametnih rješenja za mobilnost	Saobraćajne gužve i nedostatak optimizacije transporta u realnom vremenu	• Mobilnost kao usluga (MaaS): Pokretanje digitalnih platformi koje integrišu EV, javni prijevoz, dijeljenje vožnje i e-bicikle. • Saobraćaj zasnovan na umjetnoj inteligenciji & Upravljanje parkingom: Smanjite gužve kroz adaptivne semafore i pametno parkiranje. • Urbanističko planiranje vođeno podacima: Koristiti GIS & AI modeliranje za analizu potražnje za transportom
Promovisanje zelene energije & Održiva E-mobilnost	Ovisnost o fosilnim gorivima u transportu	• Punjenje električnih vozila koje pokreće obnovljivi izvori energije: Integriranje solarnu, vjetro i hidro energiju u infrastrukturu za punjenje. • Recikliranje baterija i kružna ekonomija: Uspostavljanje programa prikupljanja i prenamjene baterija za električna vozila. • Oporezivanje nezelenog goriva: Povećavanje poreza na dizel i benzin kako bi se potaknule čistije alternative
Razvoj e-mobilnosti R&D (Istraživanje i razvoj) i stvaranje radnih mjesta	Nedostatak lokalne stručnosti i ovisnost o uvezenoj tehnologiji	• Inovacijski centri za E-mobilnost: Uspostaviti R&D centre za EV tehnologiju, baterije i AI mobilnost. • Programi obuke radne snage: Investiranje u održavanje električnih vozila, infrastrukturu za punjenje i stručnost u pametnim mrežama.

		• Lokalni poticaji za proizvodnju električnih vozila: Podsticati ulaganja u proizvodnju automobila i baterija u regiji
Rodno inkluzivan pristup električnoj mobilnosti	Rodne razlike utiču na obrasce mobilnosti, transportne potrebe, zabrinutost za sigurnost i učešće u radnoj snazi e-mobilnosti	• Prihvatiti i istraživati saznanja o potrebama i navikama ženske populacije • Obezbjediti pristupačnost svim modula E-mobilnosti zbgog većeg broja putovanja ženske populacije sa starijim oboma i djecom • Osigurati veću bezbjednost za žensku populaciju korištenja modula E-mobilnosti u noćnim uslovima i zonama nesigurnosg kretanja zbog njihove ranjivosti i većeg rizika • Razviti posebne programe finansijskog poticaj az ažensku populaciju zbog njihovog manjeg finansijskog prihoda u odnosu na mušlu populaciju • Ohrabrivanje i podsticanje većeg zapšljavanja žena u industriji E-mobilnosti

Tabela 12 Mjere gradova Zapadnog Balkana prema ubrzanoj održivoj mobilnost

U tabeli 13, data je mapa puta za E-mobilnost u gradovima zapadnog Balkana.

Period	Akcije
Kratkoročno (2024-2027)	• Uvesti porezne olakšice i direktne poticaje za kupce električnih vozila. • Proširiti stanice za brzo punjenje na ključnim putevima (autoputevi i brzi putevi) i urbanim područjima. • Pokretanje pilot programa dijeljenja e-autobusa i e-bikala e-skutera • Osigurati rodno inkluzivan pristup električnoj mobilnosti
Srednjoročno (2027-2035)	• Zahtijevati da 30-50% javnog prevoza bude električno. • Integrirasanje MaaS i AI-vozna transportna rješenja. • Povećajte recikliranje baterija za električna vozila i punjenje na obnovljive izvore energije.
Dugoročni (2035+)	• Potpuna elektrifikacija javnog prevoza i gradskih flota. • Tranzicija zelene ekonomije, smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima. • Pozicioniranje Zapadnog Balkan kao EV tech & R&D središte.

Tabela 13 Mapa puta za E-mobilnost u gradovima zapadnog Balkana

7 ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Uspjeh pojedinih gradova u svijetu u implementaciji električne mobilnosti podcrtava, da transformacija električne mobilnosti zahtijeva kombinaciju politika, infrastrukture za punjenje, integracije pametnih mreža i digitalnih usluga. Uspješna implementacija E-mobilnosti u urbanim područjima ovisi o naprednoj infrastrukturi za punjenje, integraciji pametnih mreža, platformama vođenim vještačkom inteligencijom, inovativnim EV tehnologijama i održivim rješenjima javnog prijevoza.

Brzi razvoj urbane mobilnosti u budućnosti potrebno je da kombinuje sva tri pristupa u implementaciji, što podrazumijeva, integriranje EV, elektrifikacija javnog prevoza i rješenja za mikro-mobilnost u optimalan i efikasan transportni sistem sa nultom emisijom.

Rodno inkluzivan pristup e-mobilnosti osigurava da su transportni sistemi pravedni, sigurni i dostupni svima. Kreatori politike, urbanisti i lideri E-mobility industrije moraju integrisati rodne perspektive u strategije mobilnosti kako bi ubrzali pravedan i održiv prelazak na električnu mobilnost.

Gradovi Zapadnog Balkana (Beograd, Sarajevo, Skopje, Priština, Podgorica, Tirana) su kroz urađene SUMP-ove (Planove održive urbane mobilnosti), zacrtale vizije, ciljeve i putanje prema održivoj mobilnosti, potrebno je samo doraditi i ubrzati ove procese.

Zahvalnica: Ovo istraživanje (rad) je podržano kroz Erasmus+ projekat izgradnje kapaciteta u visokom obrazovanju, projekat 101082860-PELMOB-ERASMUS-EDU-2022-CBHE, "Partnerstvo za promociju popularizaciju Električne mobilnosti kroz transformaciju i modernizaciju studijskih programa u visokoškolskim ustanovama Zapadnog Balkana. (PELMOB)".

Acknowledgment: This research (paper) has been supported by Erasmus+ Capacity building in Higher Education project 101082860-PELMOB-ERASMUS-EDU-2022-CBHE, "Partnership for Promotion and Popularization of Electrical Mobility through Transformation and Modernization of WB HEIs Study Programs (PELMOB)".

8 LITERATURA

- [1] European Green Agenda https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/transport-and-green-deal_en
- [2] Sofia declaration on the green agenda for the Western Balkans, 10 November 2020
- [3] SUMP-Plan održive urbane mobilnosti Kantona Sarajevo i grada Sarajevo, juli 2020. <https://ms.ks.gov.ba/sites/ms.ks.gov.ba/files/SUMP.pdf>
- [4] Поум план одрживе урбане мобилности - SUMP (Sustainable Urban Mobility Plan), Београд, фебруар 2020.
- [5] Plan održive urbane mobilnosti glavnog grada Podgorica, Podgorica, Januar 2020.
- [6] Pristina Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP) 30 January 2019.
- [7] City of Skopje. Sustainable Urban transport Plan, Skopje Macedonia, 2019.
- [8] ERASMUS + PELMOB. Partnership for Promotion and Popularization of Electrical Mobility through Transformation and Modernization of WB HEIs Study Programs (PELMOB), Contract number 101082860-PELMOB-ERASMUS-EDU-2022-CBHE
- [9] Popularizacija električne mobilnosti, knjiga Univerzitet u Sarajevu Fakultet za saobraćaj i komunikacije, Sarajevo, 2024.
- [10] Memić, B, Petrović, A, Lindov, O. Partnerstvo za promociju i popularizaciju elektromobilnosti, Almanah, PutPlus, Beograd, 2023.
- [11] Lindov, O. E-mobilnost i bezbjednost kretanja električnih vozila, Almanah, PutPlus, Beograd, 2024.
- [12] Petrović, A, Lindov, O. E-mobilnost i bezbjednost kretanja električnih vozila/ E mobility and safety of electric vehicles, Savetovanje s međunarodnim učešćem, Agencija „expert“, Zlatibor, Srbija, 2024
- [13] Električna mobilnost – E mobility, knjiga, Univerzitet u Sarajevu Fakultet za saobraćaj i komunikacije, Sarajevo, 2023.