

GASOVI STAKLENE BAŠTE U KONTEKSTU ODRŽIVOSTI KOMPANIJE HE ĐERDAP I

GREEN HOUSE GASES IN THE CONTEXT OF HPP ĐERDAP I COMPANY SUSTAINABILITY

Žarko Nestorović*, Ivana Mitrović, Ivan Stevović*****

** GEO STOP Kladovo*

*** EPS AD Beograd, ogranak Đerdap, Kladovo*

**** Inovacioni centar Mašinskog fakulteta u Beogradu*

Rezime

U kontekstu intenziviranja međunarodnih klimatskih politika i rasta ekološke svesti potrošača, kvantifikacija ugljeničnog otiska kompanije je postala imperativ održivog poslovanja. Ovaj rad istražuje izazove dekarbonizacije sa posebnim fokusom na indirektnu emisiju unutar lanca vrednosti i često čini dominantan udeo u ukupnim emisijama kompanije. Fokus istraživanja usmeren je na specifičnu kategoriju – putovanje zaposlenih na posao. Cilj rada je da analizira i uporedi nivoe emisije ekvivalentnog ugljen-dioksida (eqCO₂) primenom različitih vidova transporta i izvora energije. Metodologija se zasniva na simulaciji transporta 400 zaposlenih na relaciji od 20 km, uz komparaciju 100 putničkih automobila, 4 autobusa i šinskog prevoza. Koristi se dizel gorivo naspram električnog pogona napajanog iz različitih izvora (ugalj, hidroenergija, solarna energija). Rezultati ukazuju na drastične razlike u emisijama. Dok korišćenje 100 automobila na dizel pogon generiše najveći otisak (342 kg eqCO₂ dnevno), prelazak na električni šinski ili autobuski prevoz pogonjen obnovljivim izvorima energije (hidro i solar) smanjuje emisiju na minimum (ispod 6 kg). Čak i pri korišćenju električne energije dobijene iz uglja, masovni transport pokazuje značajne prednosti u odnosu na individualna vozila. Zaključak je da su strateške odluke o korporativnoj mobilnosti ključne za postizanje ugljenične neutralnosti i usklađivanje sa globalnim ciljem ograničenja rasta temperature na zemaljskoj kugli za 1.5°C.

Ključne reči – *Emisije GSB, Karbonski otisak kompanije Đerdap I, Životna sredina, Dekarbonizacija transporta, Ugljenična neutralnost.*

Abstract

In the context of the intensification of international climate policies and the growing ecological awareness of consumers, the quantification of a company's carbon footprint has become an imperative for sustainable business. This paper explores the challenges of decarbonization with a particular focus on indirect emissions within the value chain, which often make up a dominant share of a company's total emissions. The focus of the research is on a specific category - employees' commuting. The aim of the paper is to analyze and compare the emission levels of equivalent carbon dioxide (eqCO₂) using different types of transport and energy sources. The methodology is based on the simulation of the transport of 400 employees over a distance of 20 km, with a comparison of 100 passenger cars, 4 buses and rail transport. It uses diesel fuel versus an electric drive powered by different sources (coal, hydropower, solar energy). The results indicate drastic differences in emissions. While the use of 100 diesel-powered cars generates the largest footprint (342 kg eqCO₂ per day), switching to electric rail or bus transport powered by renewable energy sources (hydro and solar) reduces emissions to a minimum (below 6 kg). Even when using electricity obtained from coal, mass transport shows significant advantages compared to individual vehicles. The conclusion is that strategic decisions on corporate mobility are key to achieving carbon neutrality and aligning with the global goal of limiting the temperature rise on the globe by 1.5°C.

Index Terms – GHG emissions, Carbon footprint of the company Đerdap I, Environment, Decarbonization of transport, Carbon neutrality.

Uvod

Sve veći naponi u međunarodnoj politici vezanoj za klimatske promene i povećanje nivoa svesti potrošača o klimatskim pitanjima uzrokovali su porast interesa za kvantifikaciju ugljeničnog otiska na nivou korporacija u prethodnom periodu [1] i zato je ova tema izabrana za u ovom radu predstavljeno istraživanje. Između ostalog, izazovi dekarbonizacije su povećali politički i društveni pritisak na kompanije da računaju, unapređuju i prikazuju svoje ugljenične otiske što je dovelo do toga da mnoge od njih objavljuju svoje aktivnosti koje treba da dovedu do njihove ugljenične neutralnosti [2].

Usavršavanje i standardizacija pristupa za kompanije pri njihovoj inventarizaciji gasova staklene bašte kroz lanac vrednosti nosi određene izazove koji uključuju:

1. Identifikovanje izvora koji značajno doprinose emisiji gasova staklene bašte i kako ih izračunati,
2. Kvantifikovanje i određivanje sadržaja svih indirektnih doprinosa emisiji gasova staklene bašte i
3. Definicija i određivanje poteza i aktivnosti koje prelaze prag emisije [3].

Privatni sektor koristi ključni standard koji je za merenje emisije ugljenika korporativni ugljenični otisak poznat kao GHG Protokol (Protokol o merenju ugljeničnog otiska kao standard uspostavljen 2001 godine) [4]. Povećanje prisutnosti teme o korporativnom ugljeničnom otisku nije nastalo usled dobre volje korporacija nego usled povećanja društvene svesti o uticaju privrednih aktivnosti na klimatske promene. Ova činjenica stvorila je pritisak na kompanije da povećaju svoju odgovornost za emisije gasova staklene bašte i da preduzmu napore u cilju dostizanja ugljenične neutralnosti tokom obavljanja svojih aktivnosti. Uspostavljanje protokola je značajan korak ka postizanju ovog cilja. Značajna prisutnost termina korporativnog ugljeničnog otiska postoji, ali i pored toga su prisutne nedoumice i različiti pogledi na značenje ovog termina. Termin ugljenični otisak ušao je u svakodnevnu široku upotrebu ali se smatra da u naučnoj zajednici on nije potpuno jasno definisan jer različiti autori daju svoje tumačenje tog pojma [5]. Ugljenični otisak može se posmatrati na nivou cele korporacije, ili na nivou pojedinog proizvoda i postoje metodološke razlike u primeni ova dva pristupa [6].

Često se pojavljuje problem povezan sa ugljeničnim otiskom koji se odnosi na činjenicu da procena ugljeničnog otiska može biti nekompletna, neažurna (nepravovremena) i nedovoljno tačna što ukazuje na potrebu za razvojem adekvatnijih pristupa, metoda i metodologija merenja [7]. Na kraju ovog rada navedena literatura upućuje da se može neposredno zaključiti da je društvena obaveza svake kompanije da razmatra svoj ugljenični otisak, meri efekte svog uticaja na emisiju gasova staklene bašte i preduzima odgovarajuće aktivnosti za dostizanje ugljenične neutralnosti. Ugljenična neutralnost i dinamika dostizanja iste zavise isključivo od napora korporacije i ne postoji ograničenje za postizanje boljih rezultata od praga predloženog od strane Inter vladinog panela za klimatske promene (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change) koji zahteva da povećanje globalne temperature ne pređe 1.5°C u odnosu na preindustrijski period [8]. U kontekstu održivosti i merenja emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG), Obuhvat 3 (Scope 3) predstavlja najširu kategoriju emisija koje jedna organizacija indirektno uzrokuje kroz svoj lanac vrednosti.

Dok se direktne emisije iz sopstvenih izvora (Scope 1) i emisije iz kupljene energije (Scope 2) lakše prate, Obuhvat 3 obuhvata sve ostalo i često čini preko 70% ukupnog ugljeničnog otiska kompanije.

Šta sve spada u Obuhvat 3?

Emisije u ovom obuhvatu se dele na one koje se dešavaju "uzvodno" (pre nego što proizvod stigne do kompanije) i "nizvodno" (nakon što proizvod napusti kompaniju):

- Uzvodne emisije (Upstream):
 - Kupljena roba i usluge: Emisije nastale tokom proizvodnje sirovina koje kompanija kupuje.
 - Transport i distribucija: Prevoz sirovina od dobavljača do kompanije.
 - Otpad iz poslovanja: Emisije nastale odlaganjem i tretmanom otpada koji kompanija generiše.
 - Poslovna putovanja: Letovi, vožnje i hotelski smeštaj zaposlenih radi posla.
 - Putovanje zaposlenih na posao: Emisije koje generišu radnici dolazeći na radno mesto.
- Nizvodne emisije (Downstream):
 - Korišćenje prodatih proizvoda: Emisije koje nastaju dok kupci koriste proizvod (npr. struja koju troši veš mašina tokom svog radnog veka).
 - Kraj životnog ciklusa proizvoda: Emisije nastale odlaganjem, reciklažom ili spaljivanjem proizvoda nakon što ih kupci bace.
 - Transport i distribucija do kupaca: Isporuка gotovih proizvoda klijentima.

Važnost praćenja Obuhvata 3 je ključno za kompanije koje žele da postignu "Net Zero" status, jer omogućava prepoznavanje najvećih izvora zagađenja izvan njihovih direktnih operacija. Prema podacima Carbon Trust-a, upravljanje ovim emisijama zahteva blisku saradnju sa dobavljačima i promenu dizajna proizvoda kako bi bili energetski efikasniji. U Srbiji i EU, sve veći broj zakona (poput CSRD direktive) obavezuje kompanije da izveštavaju o svim obuhvatima emisija kako bi se osigurala transparentnost u borbi protiv klimatskih promena. Istraživanje u ovom radu se zasniva na poređenju različitih vrsta prevoza zaposlenih i analizi ugljeničnog otiska pri korišćenju različitih vrsta prevoza i različitih izvora energije, prilikom dolaska zaposlenih.

1. Materijali i metode

Eksperiment sproveden u ovom istraživanju se oslanja na temu rešavanja načina prevoza zaposlenih koji rade na hidroenergetskom objektu Đerdap I na Dunavu.

Materijal za ovaj naučno istraživački rad je dobijen na osnovu pretpostavke da se 400 zaposlenih do posla i nazad prevozi na relaciji ukupne dužine 20 km (10km pri odlasku na posao i 10 km pri povratku sa posla). Broj zaposlenih ne odgovara stvarnom broju zaposlenih na HE Đerdap 1 već se koriste okrugle cifre kako bi se lakše vršilo računanje emisije. Takođe je i broj vozila usvojen aproksimativno da bi se istakao značaj razlika u emisijama. Za tačno računanje emisije može se koristiti prikazana metodologija uz registrovanje stvarnog broja vozila i zaposlenih.

Koristi se više modela prevoza:

1. 100 automobila kojima se zaposleni dovoze do posla i koriste fosilno gorivo (dizel);
2. 100 automobila koji koriste električni pogon;
3. 4 autobusa koji prevoze po 100 putnika i koriste dizel;
4. 4 autobusa koji prevoze po 100 putnika i koriste električni pogon i
5. Šinski prevoz na električni pogon (tramvaji koji mogu da prevezu 400 putnika i/ili voz na električni pogon).

Podaci o emisiji gasova staklene bašte (eqCO_2/kWh) relevantni za energiju proizvedenu korišćenjem uglja, hidro potencijala i sunčeve svetlosti [9] se koriste za električni pogon vozila, dok se podaci za dizel gorivo određuju aproksimativno, odnosno preuzimaju se prosečne vrednosti iz različitih izvora.

Emisija za putnička vozila koja koriste fosilna goriva potrebno je da se računa prema pravilniku o podacima o ekonomičnosti potrošnje goriva za dizel EURO 5 motore [10]. Zbog jednostavnijeg pristupa usvojene su vrednosti koje se mogu naći na internetu u zavisnosti od proizvođača prevoznog sredstva i kao takve usvojene.

Ovaj pristup ima opravdanja iz razloga što je cilj rada da se ukaže na značajne mogućnosti uštede u emisiji gasova staklene bašte ukoliko se donese ispravna strategija na nivou korporacije. Pri tome eventualne greške u računanju emisija gasova staklene bašte ne mogu bitno uticati na ispravnost odluka o izboru prevoznih sredstava i njihovih relativnih doprinosa korporacijskom ugljeničnom otisku. Varijanta sa korišćenjem energije vetra nije posebno razmatrana jer je rezultat emisije sličan sa energijom proizvednom iz hidroenergije.

Radi jednostavnijeg računanja usvojene su približne vrednosti potrošnje pojedinih vrsta prevoza i prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Potrošnja energije zavisno od načina prevoza po vozilu za 20 km

Varijanta	Dizel (l/100 km)	Električna energija (kWh/100 km)
Automobil	6.0	20
Autobus	30.0	150
Šinski prevoz (tramvaj, voz)	450	300

Rezultati u tabeli 1 su uzeti tako da favorizuju vozila na dizel u smislu da su za vozila na dizel uzete prosečne vrednosti dok su za vozila na električni pogon uzete maksimalne vrednosti. Emisija gasova staklene bašte za vozila na dizel pogon je usvojena iz podataka dostupnih na internetu dok je emisija staklene bašte usvojena sa sajta electricity map [9].

2. Rezultati i diskusija

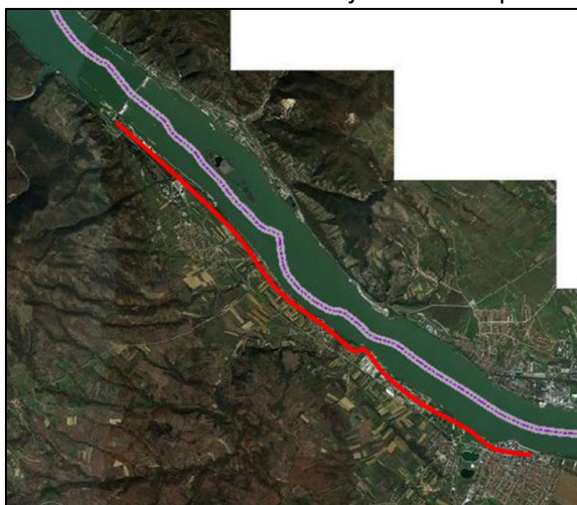
Koristeći navedene podatke dobijeni su rezultati ukupne emisije ekvivalentnog CO₂ na dnevnom nivou. Rezultati emisije ekvivalentnog CO₂ su prikazani u tabeli 2 u kilogramima.

Tabela 2. Emisija ekvivalentnog CO₂ u kilogramima za različite varijante prevoza

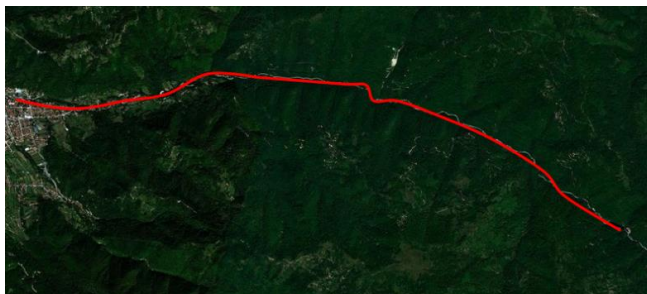
Varijanta prevoza	100 automobila	4 autobusa	Voz/električni prevoz
Dizel	342	80	-
Hidro	4.40	1.32	1.32
Solar	18,0	5,4	5.4
Ugalj	332,0	99,6	99,6

Očigledno je na osnovu dobijenih rezultata da korišćenje dizel goriva emituje najviše ekvivalentnog CO₂ dok su varijante sa električnom energijom znatno povoljnije u tom pogledu. Pri tome je emisija gasova staklene bašte najveća ako se koristi električna energija dobijena iz uglja, a najmanja ako se dobije iz hidroenergije. Solarna energija predstavlja znatno bolje rešenje u odnosu na ugalj i na dizel kao izvore energije za prevoz radnika na relaciji od 20 kilometara u oba pravca. Istovremeno se može zaključiti na osnovu dobijenih rezultata i da 4

autobusa emituju istu količinu gasova staklene bašte kao i voz/električni prevoz. Mali broj izabranih izvora energije kao i generalni pristup bez detaljnih istraživanja i merenja stvarne potrošnje predstavljaju ograničenje ovog istraživanja. Detaljno istraživanje bi sigurno povećalo tačnost dobijenih rezultata ali se postavlja pitanje opravdanosti ulaganja napora u ovo istraživanje. Naime, okvirna procena emisije je dovoljno pouzdana za donošenje odluke o izboru načina prevoza zaposlenih. Imajući u vidu da, kada preduzeće organizuje prevoz, onda ova emisija spada u obuhvat 1 odnosno u direktne emisije u lancu ugljeničnog otiska korporacije i time direktno opterećuje emisiju korporacije. Ova činjenica ima poseban značaj u slučaju prevoza zaposlenih koji rade u elektroenergetskim kompanijama i koje mogu značajno da smanje sopstveni ugljenični otisak organizacijom prevoza zaposlenih uz korišćenje prevoznih sredstava koje mogu da prevezu veći broj putnika i da koriste izvore električne energije za pogon prevoznih sredstava. Razlike u profilima trase prevoza takođe mogu dovesti do različitih rezultata zavisno od težine terena po kome se vozila kreću. Kao primer ilustracije ove situacije se može razmotriti prevoz od Kladova do Hidroelektrane Đerdap 1 koji je relativno ravan (sa malom visinskom razlikom) prikazan na slici 1 i prevoz od Surdulice do hidroelektrane Vrla 1 (slika 2) gde je visinska razlika značajna. Pri analizama emisije gasova staklene bašte svakako treba uzeti u obzir da nije isti broj vozila potreban za prevoz zaposlenih ali i da nije moguće kombinovati sve vrste prevoza na svim terenima. U opštem slučaju se može tvrditi da je emisija gasova staklene bašte problem koji se mora razmatrati sveobuhvatno kako se merenje izvršilo sa potrebnom tačnošću.



Slika 1. Trasa prevoza na relaciji Kladovo-HE Đerdap 1



Slika 2. Trasa prevoza na relaciji Surdulica-HE Vrla 1

Analiza tačnosti određivanja emisija gasova staklene bašte (ugljeničnog otiska korporacije) nije vršena ali bi to mogao da bude pravac daljih istraživanja. Rezultati ovog istraživanja mogu poslužiti kao osnova za dalji razvoj ideje i da pomognu u definisanju globalne strategije elektroprivrednog preduzeća u smeru smanjenja ugljeničnog otiska pogotovu kod energetske kompanije koje raspolažu različitim izvorima energije. Odnosno, strategija za smanjenje ugljeničnog otiska se može definisati na način da svaka energetska kompanija za napajanje vozila za prevoz radnika koristi sopstvene izvore sa najmanjim ugljeničnim otiskom ili da, u slučaju prevelikog ugljeničnog otiska (kao što je to slučaj sa električnom energijom iz uglja) mora da obezbedi elektrane sa manjim ugljeničnim otiskom (solarna ili vetroenergija). Diskusija o uticaju energetske miksa na korporativni ugljenični otisak, sa fokusom na specifičnosti elektro energetske sistema Srbije, pruža dublji uvid u realne izazove dekarbonizacije. Nacionalni energetske miksa ima značajan uticaj na rezultate. Dok teorijski modeli često koriste globalne proseke, precizan obračun Obuhvata 3 zahteva primenu lokalnih faktora emisije za električnu energiju. U Srbiji, rezultati direktno zavise od dominacije fosilnih goriva u proizvodnji struje. Prema podacima za 2024. i planovima za 2025. godinu, u Srbiji je još uvek dominacija uglja. Elektro energetske sistem Srbije i dalje proizvodi oko 63–65% električne energije iz uglja, tačnije lignita lošeg kvaliteta. To rezultira visokim intenzitetom emisija od približno 615–670 g CO₂eq/kWh. Treba imati u vidu i da postoje sezonske varijacije. Dakle, emisije značajno variraju u zavisnosti od hidrološke situacije. Tokom sušnih perioda, smanjena proizvodnja iz hidroelektrana nadomešćuje se većim uvozom ili radom termoelektrana, što privremeno podiže ugljenični otisak svakog potrošenog kilovat-časa. Ako se govori o trendovima i OIE, važno je napomenuti da je udeo obnovljivih izvora energije (OIE) u bruto finalnoj potrošnji porastao na oko 25,8% u 2024. godini. Povećanje kapaciteta

vetroparkova (planiran rast od 17% u 2025) i solarnih elektrana direktno doprinosi smanjenju faktora emisije mreže, čime se indirektno smanjuje i Scope 3 otisak kompanija koje koriste šinski ili električni drumski prevoz.

Iz svega napred iznetog proističu implikacije za korporativnu strategiju. Na osnovu istraživanja, mogu se izvući sledeće zaključci za kompanije u Srbiji:

1. Električna vozila nisu "nula emisija" (izvorno)

Zbog visokog udela uglja u srpskoj mreži, električni automobil u Srbiji trenutno generiše značajno veći otisak nego u zemljama poput Norveške ili Francuske. Ipak, on je i dalje efikasniji od dizela zbog veće energetske efikasnosti elektromotora i manjih gubitaka.

2. Značaj sopstvenih izvora

Kompanije koje instaliraju sopstvene solarne panele za punjenje vozila drastično smanjuju svoj Obuhvat 3, jer tada faktor emisije za taj deo energije pada blizu nule, nezavisno od stanja nacionalne mreže.

3. Masovni transport kao prioritet

Rezultati pokazuju da je šinski prevoz (tramvaj i/ili voz) najodrživije rešenje čak i pri "prljavom" energetskom miksu, jer je ušteda po glavi stanovnika (per capita) usled masovnosti prevoza neuporedivo veća od bilo kog individualnog rešenja.

Rezultati ovog istraživanja jasno ukazuju na to da Scope 3 emisije, konkretno putovanje zaposlenih na posao, predstavljaju značajan, ali često zanemaren faktor u ukupnom ugljeničnom otisku HE Đerdap I. Iako je osnovna delatnost ogranka proizvodnja "zelene" energije, paradoks leži u tome što se značajne emisije generišu pre nego što proces proizvodnje uopšte počne – tokom same mobilnosti radne snage.

Interpretacija ključnih nalaza je važna za diskusiju rezultata. Razlika između 342 kg eqCO₂ (individualni dizel automobili) i manje od 6 kg eqCO₂ (električni masovni transport na hidro pogon) nije samo statistički značajna, već je transformativna. Pad emisija za preko 98% pokazuje da dekarbonizacija transporta ne zahteva samo promenu goriva, već promenu paradigme transporta. Čak i u najnepovoljnijem scenariju, gde bi se koristio električni prevoz napajan iz termoelektrana na ugalj, masovni transport ostaje superioran u odnosu na individualna vozila zbog energetske efikasnosti po glavi stanovnika.

Sinergija sa resursima kompanije takođe mora da se analizira. Posebno važan nalaz za HE Đerdap I jeste mogućnost korišćenja sopstvenih resursa. Kompanija koja proizvodi hidroenergiju ima jedinstvenu priliku da zatvori krug održivosti: energija proizvedena na Dunavu može direktno napajati flotu električnih autobusa ili šinski

sistem. Time se eksterni trošak (zagađenje) pretvara u internu efikasnost, a kompanija postaje primer "living lab-a" za energetske tranzicije. Usporedna perspektiva upućuje da u poređenju sa globalnim standardima GHG Protokola, ovi nalazi potvrđuju da fokusiranje isključivo na Scope 1 i 2 (direktne emisije i potrošnju struje u pogonu) daje nepotpunu sliku. Za kompaniju veličine EPS-a, upravljanje mobilnošću zaposlenih može biti odlučujući faktor u postizanju "Net Zero" ciljeva do 2050. godine. Kada se dnevni rezultati simulacije ekstrapoliraju na godišnji nivo (bazirano na prosečnim 250 radnih dana), razmere uticaja na životnu sredinu postaju još alarmantnije, ali i obećavajuće u kontekstu ušteda. Scenario "Status Quo" (Dizel automobili): Godišnja emisija za transport 400 zaposlenih iznosi neverovatnih 85.500 kg (85,5 tona) eqCO₂. Ova količina emisija zahteva ozbiljne mere kompenzacije (poput sadnje hiljada stabala drveća) kako bi se postigao nivo neutralnosti.

Scenario "Zelene transformacije" (E-voz/bus na hidro pogon) smanjuje godišnju emisiju na svega 1.500 kg (1,5 tona) eqCO₂. Ekonomija dekarbonizacije je jasna. Razlika od 84 tone eqCO₂ godišnje predstavlja direktan doprinos kompanije HE Đerdap I smanjenju nacionalnog karbonskog otiska. U kontekstu uvođenja CBAM-a (Mehanizam za prekogranično prilagođavanje ugljenika) i potencijalnih poreza na emisije unutar EU i regiona, ovakva redukcija predstavlja i direktnu finansijsku uštedu u budućem poslovanju. Diskusija ukazuje na to da investicija u organizovani električni prevoz nije trošak, već preventivna strategija za ublažavanje rizika prelaska na niskougljeničnu ekonomiju.

4. Zaključak

Istraživanje sprovedeno u okviru ovog rada pruža naučnu i praktičnu osnovu za redefinisane strategije održivosti HE Đerdap I. Na osnovu sprovedene simulacije i analize, izvede se sledeći zaključci:

1. Dominacija individualnog transporta kao faktora ekološkog rizika je jasna. Korišćenje 100 individualnih dizel vozila za transport zaposlenih generiše najveći ugljenični otisak, što direktno opterećuje ekološki bilans kompanije. Ovakav vid transporta je u direktnoj suprotnosti sa globalnim naporima za ograničenje rasta temperature na 1.5°C.
2. Superiornost obnovljivih izvora u transportnom lancu je dokazana. Prelazak na električni pogon (autobusi ili voz) napajan iz hidro ili solarnih

izvora predstavlja najefikasniji put ka ugljeničnoj neutralnosti. Emisija od svega 6 kg eqCO₂ na 400 zaposlenih predstavlja tehnički minimum koji se trenutno može postići, čime se Scope 3 emisije u ovoj kategoriji praktično anuliraju.

3. Strateška prednost HE Đerdap I je dokazana, jer kao lider u proizvodnji obnovljive energije, HE Đerdap I poseduje komparativnu prednost u implementaciji e-mobilnosti. Sopstvena infrastruktura za punjenje i dostupnost zelene energije čine prelazak na električni masovni transport ekonomski isplativijim nego u drugim industrijama.
4. Unapređuju se i institucionalna odgovornost i brendiranje. Kvantifikacija ugljeničnog otiska kroz ovaj rad služi kao instrument za povećanje transparentnosti poslovanja. Implementacija preporučenih mera (organizovani prevoz, elektrifikacija flote) značajno bi unapredila ESG (Environmental, Social, and Governance) rejting kompanije na nacionalnom i međunarodnom nivou.

Preporuke za buduća istraživanja upućuju da dalji rad treba usmeriti ka optimizaciji logističkih ruta i istraživanju potencijala za uvođenje hibridnih modela rada (gde je primenljivo), što bi dodatno smanjilo potrebu za fizičkim kretanjem, a samim tim i emisije. Postizanje održivosti nije samo pitanje tehnološke modernizacije proizvodnih agregata, već holistički pristup koji uključuje promenu kulture putovanja i upravljanje lancem vrednosti. HE Đerdap I ima potencijal da postane pionir u regionu po pitanju dekarbonizacije korporativne mobilnosti.

Acknowledgements

Ovde prikazani rezultati su rezultat istraživanja podržanog od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS po Ugovoru 451-03-33/2026-03/200213 od 05.02.2026. god.

LITERATURA

- [1] Harangozo, Gabor, and Cecilia Szigeti. "Corporate carbon footprint analysis in practice— With a special focus on validity and reliability issues." *Journal of cleaner production* 167 (2017): 1177-1183.
- [2] Klaaßen, Lena, and Christian Stoll. "Harmonizing corporate carbon footprints." *Nature communications* 12.1 (2021): 6149.

- [3] Huang, Y. A., Lenzen, M., Weber, C. L., Murray, J., & Matthews, H. S. (2009). The role of input–output analysis for the screening of corporate carbon footprints. *Economic Systems Research*, 21(3), 217-242.
- [4] Walenta, J. (2021). The making of the corporate carbon footprint: the politics behind emission scoping. *Journal of Cultural Economy*, 14(5), 533-548.
- [5] Wiedmann, Thomas, and Jan Minx. "A definition of 'carbon footprint'." *Ecological economics research trends* 1.2008 (2008): 1-11.
- [6] Navarro, A., Puig, R., & Fullana-i-Palmer, P. (2017). Product vs corporate carbon footprint: Some methodological issues. A case study and review on the wine sector. *Science of the total environment*, 581, 722-733.
- [7] Liu, G., Liu, J., Zhao, J., Qiu, J., Mao, Y., Wu, Z., & Wen, F. (2022). Real-time corporate carbon footprint estimation methodology based on appliance identification. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 19(2), 1401-1412.
- [8] <https://www.ipcc.ch/sr15/> [pristupljeno 25.02.2026]
- [9] https://app.electricitymaps.com/map/zone/RS/live/fifteen_minutes [pristupljeno 25.02.2026]
- [10] https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/20229/pravilnik_o_podacima_o_ekonomicnosti_goriva_i_emisijama_co2_iz_novih_putnickih_vozila_1.pdf [pristupljeno 25.02.2026]
- [11] <https://a3.geosrbija.rs/> [pristupljeno 25.02.2026]

AUTORI/AUTHORS

Žarko Nestorović – GEO STOP, Kladovo, geostata23@gmail.com, ORCID 0000-0002-7928-7416

Ivana Mitrović – EPS AD Beograd, Ivana.Mitrovic@eps.rs, ORCID 0009-0005-1746-0032

Ivan Stevović – Inovacioni centar Mašinskog fakulteta u Beogradu, istevovic@mas.bg.ac.rs, ORCID 0000-0003-4729-9241