

## **Eko-efikasnost srednjih preduzeća u Srbiji zasnovana na emisiji sumpornih oksida**

### **Eco-efficiency of medium-sized enterprises in Serbia based on the sulfur oxides emission**

*Slavica Stevanović<sup>1\*</sup>, Jelena Minović<sup>2</sup>, Grozdana Marinković<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup>Institut ekonomskih nauka, Zmaj Jovina 12, Beograd, Srbija /  
Institute of Economic Sciences, Zmaj Jovina 12, Belgrade, Serbia

<sup>3</sup>Beogradska bankarska akademija, Zmaj Jovina 12, Beograd /  
Belgrade Banking Academy, Zmaj Jovina 12, Belgrade, Serbia

\*Autor za prepisku / Corresponding author

Rad primljen / Received: 16.10.2022, Rad prihvaćen / Accepted: 08.11.2022.

**Sažetak:** Sumpordioksid je jedan od najčešćih industrijskih zagađivača, pa se nivoi emisije sumpornih oksida često koriste kao indikatori kvaliteta životne sredine. Cilj rada je analiza eko-efikasnosti srednjih preduzeća u Srbiji, koja zbog velikih izvora zagađenja pripadaju Registru ispuštanja i prenosa zagađujućih supstanci. Eko-efikasnost preduzeća je merena na osnovu količine sumpornih oksida koja je emitovana tokom rada postrojenja zagađivača i poslovnih prihoda u periodu 2015-2019. godina. Rezultati analize pokazuju da u posmatranom periodu najveće emisije sumpornih oksida, među srednjim preduzećima velikim zagađivačima, beleže preduzeće proizvođač papira i kartona i preduzeće koje se bavi proizvodnjom ostalih proizvoda od nemetalnih minerala. Poboljšanje indikatora eko-efikasnosti je zabeleženo kod srednjih preduzeća proizvođača keramičkih pločica i ploča, preduzeća koje se bavi proizvodnjom furnira i ploča od drveta, proizvođača derivata nafte i preduzeća koje se bavi štampanjem, pre svega zbog smanjenja emitovane količine sumpornih oksida u poslednjim godinama posmatranog perioda. Povećane emisije sumporoksida loše utiču na eko-efikasnost srednjih preduzeća koja se bave eksploatacijom ruda ostalih crnih, obojenih, plemenitih i drugih metala, zatim preradom i konzervisanjem mesa, proizvodnjom opeke, crepa i građevinskih proizvoda od pečene gline i proizvođača papira i kartona.

**Ključne reči:** eko-efikasnost, sumporni oksidi, srednja preduzeća, PRTR registar, Srbija.

**Abstract:** Sulfur dioxide is one of the most common industrial pollutants, and sulfur oxide emission levels are often used as indicators of environmental quality. This paper aims to analyze the eco-efficiency of medium-sized enterprises in Serbia, which belong to the Register of discharges and transfers of pollutants due to significant sources of pollution. The eco-efficiency of the enterprises was measured based on the sum of sulfur oxides emitted during the operation of the pollutant plant and operating revenues in the period 2015-2019. The analysis results show that the most significant emissions of sulfur oxides recorded two large pollutants medium-sized enterprises in the observed period. The largest emitters are a paper and paperboard manufacturer and the enterprise engaged in manufacturing other non-metallic mineral products. The five medium-sized enterprises (ceramic tiles manufacturer, veneer and wood panels manufacturer, petroleum products manufacturer and printing enterprise) recorded eco-efficiency indicators improvement. These enterprises improved eco-efficiency due to reducing sulfur oxides emitted primarily in recent years. Increased sulfur oxide emissions have a poor effect on the eco-efficiency of some medium-sized enterprises. These enterprises are engaged in mining ores of other ferrous, non-ferrous, precious and other metals, meat processing and preserving, manufacturing bricks, tiles and construction products in baked clay and finally, paper and paperboard manufacturer.

**Keywords:** Eco-efficiency, sulfur oxides, medium-sized enterprises, PRTR Register, Serbia.

<sup>1</sup>[orcid.org/0000-0002-8545-4540](https://orcid.org/0000-0002-8545-4540), e-mail: [slavica.stevanovic@ien.bg.ac.rs](mailto:slavica.stevanovic@ien.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>[orcid.org/0000-0001-6254-4888](https://orcid.org/0000-0001-6254-4888), e-mail: [jelena.minovic@ien.bg.ac.rs](mailto:jelena.minovic@ien.bg.ac.rs)

<sup>3</sup>[orcid.org/0000-0002-9425-4479](https://orcid.org/0000-0002-9425-4479), e-mail: [grozdana.marinkovic@bba.edu.rs](mailto:grozdana.marinkovic@bba.edu.rs)

## UVOD / INTRODUCTION

Emisije u vazduh predstavljaju proces ispuštanja zagađujućih materija u vazduh koje su rezultat procesa proizvodnje i potrošnje ekonomskog sistema, kako industrije tako i domaćinstva (RZS). Zagađujuće materije, poput oksida azota, oksida sumpora, amonijaka, ugljenmonoksida, nemetanskih isparljivih organskih jedinjenja i partikularnih čestica se emituju u atmosferu i štetno utiču na životnu sredinu, zdravlje ljudi, ali i na klimatske promene. Sumpordioksid je bezbojan gas, kiselog ukusa i oštrog mirisa koji nastaje usled procesa sagorevanja fosilnih goriva koji su bogati sadržajem sumpora, kao što su prirodni gas, ugalj, lignit, mazut i nafta. Fosilna goriva sadrže sumpor u svom sastavu, pri čemu je većina sumpora u obliku sumpor dioksida, a manji deo kao sumportriksid i čestice sulfata (Balkan Green Energy News, 2020). Izvori zagađenja emituju sumpordioksid i azotne okside direktno u atmosferu, koji se u kombinaciji sa vodenom parom vraćaju na površinu zemlje kao kisele kiše (Hughes, 2000). Kisele kiše negativno utiču na zdravlje ljudi, biljni i životinjski svet, ali i na kulturno istorijske, arhitekturne i građevinske objekte.

Emisije sumpordioksida se često koriste u studijama u cilju praćenja ekoloških performansi i poređenja sa ekonomskim i finansijskim performansama. Kao merila ekoloških performansi se mogu koristiti različiti indikatori zasnovani na emisijama zagađujućih materija. Dok se pojedini istraživači fokusiraju na pojedinačne emisije zagađujućih materija, istraživanja u nekim studijama uključuju emisije većeg broja zagađujućih materija koje su uključene u obračun indeksa (Stevanović i dr., 2019). Ispitujući odnos između ekoloških performansi i produktivne efikasnosti u Sjedinjenim Američkim Državama, Burnett i Hansen (2008) ekološki učinak aproksimativno mere nivoom emisije SO<sub>2</sub>, dok ekonomski učinak mere produktivnom efikasnošću. Pored različitih drugih emisija zagađujućih materija, emisije sumpornih oksida u istraživanjima koriste Wagner i dr. (2002), Wagner (2005), Seppäläa i dr. (2005), Burnett i Hansen (2008), Fujii i Managi (2013), Arbelo i dr. (2014), Gómez-Calvet i dr. (2016) i Kutty i dr. (2020). Emisije sumpornih oksida se mogu koristiti prilikom testiranja Kuznjecove hipoteze o zaštiti životne sredine (engl. Environmental Kuznets Curve) (Mitić i dr., 2019). Wagner i dr. (2002) konstruišu indeks na osnovu agregiranih emisija SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i hemijske potrošnje kiseonika u cilju ispitivanja odnosa između ekološkog i ekonomskog učinka preduzeća u evropskoj industriji proizvodnje papira. Wagner (2005) obračunava indeks koji je zasnovan na emisijama i indeks koji je zasnovan na inputima pokazujući da je odnos iz-

među ekološkog i ekonomskog učinka pozitivniji za preduzeća sa korporativnim strategijama zaštite životne sredine koje su orijentisane na prevenciju zagađenja.

Arbelo i dr. (2014) proučavaju odnos između ekološkog učinka i ekonomskih performansi u 199 preduzeća iz prerađivačke industrije minerala u Španiji, aproksimirajući ekološki učinak ponderisanim prosekom vrednosti pet važnih zagađivača poput CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> i PM. Kutty i dr. (2020) koriste regresioni model da bi ispitali korelacije između ekoloških aspekata kako bi se donosiocima odluka obezbedio kvantitativni alat za upravljanje, praćenje i kontrolu osnovnih operativnih funkcija povezanih sa održivim razvojem. Njihovi rezultati su pokazali da SO<sub>2</sub> ima najveći pozitivan uticaj na regresioni model od svih drugih indikatora održivosti (CO<sub>2</sub>, CO, HFC-143a, PM10, NO<sub>2</sub>).

Koncept eko-efikasnosti (EE) je predmet istraživanja mnogih studija, posebno u cilju merenja uticaja na finansijske performanse. Koncept eko-efikasnosti ima za cilj smanjenje korišćenja prirodnih resursa kako bi se ublažile ekološke posledice preopterećenja životne sredine (Vuković et al., 2022). Poslovni sektor se zalaže za EE kao centralni deo svoje strategije održivosti od 1990-ih godina (Hofrén, Apajalahti, 2009). Svetski poslovni savet za održivi razvoj (engl. World Business Council for Sustainable Development, WBCSD), prvi put je definisao 1992. godine ekološku efikasnost ili eko-efikasnost (EE) kao obezbeđivanje dobara i usluga po konkurentnim cenama, zadovoljavanje ljudskih potreba i poboljšanje kvaliteta njihovog života, uz istovremeno smanjenje uticaja na životnu sredinu i korišćenje prirodnih resursa, tokom njihovog životnog ciklusa (Czaplicka-Kolarz et al., 2015; Matarazzo et al., 2013).

Eko-efikasnost je pokazatelj inovativnosti, na osnovu kojeg se može utvrditi kako određena tehnologija ili proizvod utiče na životnu sredinu, kao i kolika je njihova efikasnost u poređenju sa drugim tehnologijama ili proizvodima. Analiza eko-efikasnosti omogućava odabir rešenja koje donosi maksimalnu korist uz najniže troškove i najmanji ekološki teret (eko-efikasna rešenja). Ekološka efikasnost je sredstvo upravljanja životnom sredinom koje se koristi u proceni ekološke efikasnosti proizvodnog sistema u odnosu na njegovu vrednost (Czaplicka-Kolarz et al., 2015; Kicherer et al., 2007).

Guenster i dr. (2011) definišu ekološku efikasnost firme kao sposobnost stvaranja veće vrednosti uz korišćenje manje ekoloških resursa, kao što su voda, vazduh, nafta, ugalj i druga ograničena prirodna bogatstva. Dowell i dr. (2000) tumače eko-efikasnost kao sposobnost kompanija da minimi-

ziraju zagađenje poboljšanjem procesa proizvodnje (Guenster i dr., 2011).

Pojedini autori ispituju ekološku efikasnost na regionalnom nivou kao pristup promovisanju konkurentnosti privrednih aktivnosti i ublažavanju njihovog štetnog uticaja na životnu sredinu (Seppälä et al., 2005), ali i u cilju ocene uticaja spoljnih faktora (direktnih stranih investicija, ulaganja za smanjenje zagađenja i poreza i naknada za zagađivače vode i vazduha) na eko-efikasnost (Fujii, Managi, 2013). Gómez-Calvet i dr. (2016) procenjuju specifične efikasnosti za tri zagađivača vazduha (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) zajedno sa indikatorom eko-efikasnosti, kako bi ocenili evoluciju ekoloških performansi u Evropskoj uniji. Pérez-Calderón i dr. (2011) u svojoj studiji imaju za cilj da pokažu da kompanije sa najboljim ekološkim performansama dobijaju i najveće ekonomske i finansijske koristi tako da ulaganja u cilju poboljšanja ekoloških performansi mogu biti dobar podsticaj za te kompanije.

Cilj rada je analiza eko-efikasnosti srednjih preduzeća u Srbiji koja zbog velikih izvora zagađenja pripadaju Registru ispuštanja i prenosa zagađujućih supstanci. Eko-efikasnost odabranih srednjih preduzeća na godišnjem nivou je zasnovana na emitovanoj količini sumpornih oksida u periodu od 2015. do 2019. godine koja je normirana iznosom poslovnih prihoda. Sumporni oksidi su najzastupljenija zagađujuća materija koja se emituje u vazduh u Srbiji, ukoliko se posmatraju sve zagađujuće materije u vazduhu (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, NMVOC, CO, PM10 i PM2.5) definisane Uredbom EU 691/2011 o kojima podatke za Srbiju objavljuje Republički zavod za statistiku Republike Srbije (RZS, 2021).

## 1. MATERIJALI I METODE / MATERIALS AND METHODS

Indikatori životne sredine pružaju informacije o pojavama koje se smatraju tipičnim i/ili kritičnim za kvalitet životne sredine (Smeets, Weterings, 1999). Indikatori životne sredine su najčešće u obliku racio koeficijenata u kojima brojilac sadrži fizičke informacije o količinama proizvodnje, utroška, emisija i slično, a imenilac finansijske ili ekonomske informacije. Korišćenje indikatora koji opisuju proizvodnu efikasnost je zasnovano na pretpostavci da je efikasnija proizvodna jedinica koja proizvodi više output-a sa istim nivoom inputa, kao i proizvodna jedinica koja beleži manje ispuštanja nepoželjnih zagađivača za dati nivo proizvodnje (Olsthoorn et al., 2001, 457).

U literaturi se koriste različite finansijske i ekonomske informacije, a svaka informacija ima neke svoje prednosti, ali i nedostatke. Činjenica je da se informacije o prometu ili prodaji često promovisu u

studijama o merenju ekoloških performansi, jer su jednostavne i lako dostupne u većini situacija (Olsthoorn et al., 2001, 457).

Indikatori životne sredine omogućavaju preduzeću da vrši merenja u vezi sa svojim ekološkim performansama. Mala i srednja preduzeća mogu koristiti jednostavnije indikatore životne sredine kao alat za merenje, praćenje i upoređivanje performansi životne sredine kako bi se poboljšale te performanse, čak i ako nemaju uspostavljen sistem upravljanja zaštitom životne sredine (Roa et al., 2006). Korišćenjem DEA (engl. Data Envelopment Analysis) modela, Burnett i Hansen (2008) pokazuju da su postrojenja sa nižim zagađenjem efikasnija od postrojenja sa većim zagađivanjem i da proaktivno upravljanje životnom sredinom može smanjiti troškove životne sredine, pružajući podršku za usvajanje sistema upravljanja troškovima životne sredine.

Indikatori eko-efikasnosti koji povezuju ekološki i finansijski učinak mogu se koristiti za predviđanje uticaja ekoloških pitanja na budući finansijski učinak (Muller, Sturm, 2001). Eko-efikasnost je definisana kao (Muller, Sturm, 2001; UN ESCAP, 2009; Galindo-Manrique i dr., 2021):

$$EE = \frac{\text{Ekološki učinak}}{\text{Finansijski učinak}} \quad (1)$$

Eko-efikasnost preduzeća je u radu analizirana na osnovu indikatora životne sredine u kome se kao fizičke informacije koriste emisije sumpornih oksida, a kao finansijske informacije poslovni prihodi preduzeća. Emisije sumpornih oksida se odnose na emitovane količine u toku normalnog rada postrojenja i izražene su u kilogramima na godišnjem nivou (kg/god), jer emitovane količine u akcidentnim situacijama nisu zabeležene za analizirana preduzeća. Sumporni oksidi nisu sveobuhvatna mera ekoloških performansi, ali su veoma važan zagađivač za industriju i stoga su koristan pokazatelj ekološkog učinka (Burnett, Hansen, 2008). Za izračunavanje eko-efikasnosti korišćena je formula (1), tako da se dobija sledeća jednačina:

$$EE_{i,t} = \frac{\text{Emisije sumpornih oksida}_{i,t}}{\text{Poslovni prihodi preduzeća}_{i,t}}, \quad (2)$$

gde se  $i$  odnosi na preduzeće ( $i = 1, \dots, 13$ ), a  $t$  se odnosi na godinu ( $t = 2015, \dots, 2019$ ).

Eko-efikasnost je analizirana za grupu srednjih preduzeća koja posluju u Srbiji, čija su postrojenja veliki izvori zagađenja. Srednja preduzeća zajedno sa malim preduzećima predstavljaju jezgro društvenog i ekonomskog razvoja, ali treba da budu svesna prednosti poboljšanih ekoloških performansi u

smislu poboljšanih odnosa sa kupcima, uštede troškova i konkurentske prednosti (Rao et al., 2006).

Uzorak srednjih preduzeća u Srbiji je izabran iz PRTR registra velikih izvora zagađivanja u Srbiji. Registar ispuštanja i prenosa zagađujućih supstanci (engl. Pollutant Release and Transfer Register - PRTR) predstavlja poseban međunarodni ugovor u oblasti životne sredine razvijen kao protokol Arhuske konvencije. Prema podacima Agencije za zaštitu životne sredine, Srbija je potpisala PRTR protokol 2003. godine, započela implementaciju PRTR Protokola i E-PRTR direktive 2008, dok je dostavljanje podataka Evropskoj Agenciji za životnu sredinu u Kopenhagenu započela na dobrovoljnoj osnovi 2011. godine. Uspostavljanjem jedinstvenog registra izvora zagađivanja životne sredine dobijaju se sistematizovani podaci o izvorima zagađivanja, vrstama, količinama, načinu i mestu ispuštanja zagađujućih materija u vazduh, vode i zemljište, kao i o količinama, vrsti, sastavu i načinu tretmana i odlaganja otpada (Stevanović i dr., 2014).

Lista preduzeća u PRTR registru, kao i emisije po pojedinačnim postrojenjima odabranih preduzeća su preuzete sa sajta Agencije za zaštitu životne sredine Republike Srbije u novembru 2021. godine koja vodi registar u okviru Nacionalnog registra

izvora zagađivanja (Agencija za zaštitu životne sredine, 2021). Finansijski podaci srednjih preduzeća su preuzeti iz godišnjih finansijskih izveštaja koji se vode u Registru finansijskih izveštaja Agencije za privredne registre (APR). Pretežne delatnosti analiziranih preduzeća pripadaju sektoru C – Prerađivačka industrija i sektoru B – Rudarstvo.

## 2. REZULTATI I DISKUSIJA / RESULTS AND DISCUSSION

Sumporni oksidi su najzastupljenija zagađujuća materija koja se emituje u vazduh u Srbiji. Indeks eko-efikasnosti koji Desli i dr. (2021) obračunavaju za različite zagađujuće materije i 47 različitih zemalja pokazuje da Srbija pripada grupi ekološki neefikasnih zemalja. Razlog su vrednosti indeksa manje od jedinice koje ukazuju na lošiju ekološku efikasnost. Indeks eko-efikasnosti na osnovu emisija sumpor dioksida u posmatranom periodu iznosi 0,0359 a prosečna vrednost indeksa na osnovu svih analiziranih zagađujućih materija je na nivou od 0,4899 (Desli et al., 2021). Ukupne emisije sumpornih oksida u Srbiji u periodu 2015-2019. godina su prikazane na grafikonu 1. Nakon smanjenja emitovane količine sumpornih oksida u 2017. i 2018. godini za 0,9% i 5,9% respektivno, sledi povećanje u 2019. i to za 14% (RZS).



Grafikon 1 - Emisije sumpornih oksida u Srbiji u periodu 2015-2019 (u kilotonama Gg)

Graph 1 - Sulfur oxide emissions in Serbia in 2015-2019 (in kilotons Gg)

Izvor: Autori na osnovu podataka Republičkog zavoda za statistiku

Source: Authors based on data from the Statistical Office of the Republic of Serbia

PRTR registar uključuje 13 preduzeća koja su klasifikovana kao srednja i koja posluju u sektorima prerađivačke industrije i rudarstva. Emisije sumpornih oksida su prikazane u Tabeli 1 za pojedinačna srednja preduzeća koja su uključena u PRTR regi-

star tako što su navedene oblasti pretežne delatnosti preduzeća u skladu sa Uredbom o klasifikaciji delatnosti. U okviru većine oblasti pretežne delatnosti, prikazane su emitovane količine oksida sumpora za po jedno preduzeće u periodu 2015-2019. godina.

Izuzetak je oblast koja obuhvata proizvođače proizvoda od ostalih nemetalnih minerala, tako da su emisije prikazane za dva srednja preduzeća proizvođača keramičkih pločica i ploča, jednog proizvo-

đača opeke, crepa i građevinskih proizvoda od pečene gline, preduzeća koje se bavi sečenjem, oblikovanjem i obradom kamena i proizvođača ostalih proizvoda od nemetalnih minerala.

*Tabela 1 - Emisije sumpornih oksida srednjih preduzeća u PRTR registru (u kg/god)*  
*Table 1 - Sulfur oxide emissions of medium-sized enterprises in the PRTR register (in kg/year)*

Srednja preduzeća po oblasti pretežne delatnosti	2015	2016	2017	2018	2019
07 - Eksploatacija ruda metala	123,6	230,6	206,4	2.544,3	4.516,6
10 - Proizvodnja prehrambenih proizvoda	/	/	/	11.493,0	19.502,0
16 - Prerada drveta i proizvodi od drveta, plute, slame i pruća, osim nameštaja	31.451,3	18.277,1	6.338,1	5.938,3	2.666,0
17 - Proizvodnja papira i proizvoda od papira	73.130,0	158.105,1	134.282,2	232.032,6	409.845,5
18 - Štampanje i umnožavanje audio i video zapisa	121,7	991,9	539,0	89,1	0,0
19 - Proizvodnja koksa i derivata nafte	67.604,3	104.217,0	18.584,0	6.696,0	454,4
23 - Proizvodnja proizvoda od ostalih nemetalnih minerala					
Proizvodnja keramičkih pločica i ploča (1)	4.415,1	9.690,7	10.295,8	2.991,0	2.177,4
Proizvodnja keramičkih pločica i ploča (2)	1.471,7	21.074,3	19.957,3	1.234,3	0,0
Proizvodnja opeke, crepa i građevinskih proizvoda od pečene gline	/	/	/	17.871,8	71.698,0
Sečenje, oblikovanje i obrada kamena	1.215,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Proizvodnja ostalih proizvoda od nemetalnih minerala	141.120,1	124.223,6	221.927,9	266.852,9	207.872,3
24 - Proizvodnja osnovnih metala	/	/	/	717,6	0,0
27 - Proizvodnja električne opreme	0,0	/	/	6.707,9	9.356,6

Izvor: Autori na osnovu podataka Agencije za zaštitu životne sredine (2021)

Source: Authors based on data from the Serbian Environmental Protection Agency (2021)

Preduzeće koje posluje u okviru grupe delatnosti 0729 - Eksploatacija ruda ostalih crnih, obojenih, plemenitih i drugih metala kontinuirano beleži emisije sumpornih oksida tokom analiziranog perioda, pri čemu je znatno povećanje emisije zabeleženo 2018. i 2019. godine. U 2019. godini je emitovano 36 puta više kilograma oksida sumpora u odnosu na 2015. godinu. Preduzeće je bilo u registru i u periodu 2012-2014. godina, ali ne zbog emisija sumpornih oksida već zbog generisanja otpada, a u 2014. godini i zbog emisija suspendovanih čestica.

Preduzeće koje se bavi preradom i konzervisanjem mesa (grupa delatnosti 1011) je u bazi PRTR registra od 2018. godine, a emisije sumpor oksida su već 2019. godine povećane. Preduzeće koje posluje u okviru grupe delatnosti 1621 - Proizvodnja furnira i ploča od drveta beleži emisije sumpornih oksida tokom celokupnog analiziranog perioda, pri čemu je u registru od 2013. godine. Količine sumpornih oksida emitovane tokom perioda su bile znatno niže u odnosu na 2015. godinu u kojoj je zabeležen maksimum, pri čemu su u 2019. godini 11 puta manje u odnosu na 2015. godinu.

Najveće emisije među srednjim preduzećima velikim zagađivačima u posmatranom periodu beleži preduzeće koje posluje u okviru grupe delatnosti 1712 - Proizvodnja papira i kartona, čije su emisije u 2019. godini pet puta veće u odnosu na početnu godinu analize, pri čemu je preduzeće u registru počev od 2011. godine, ali sa znatno nižim količinama emisija sumpornih oksida. Preduzeće koje posluje u okviru grupe delatnosti 1812 - Ostalo štampanje je u bazi PRTR registra u posmatranom periodu, ali i pre toga, odnosno od 2011. godine u kojoj podaci o emisijama zagađujućih materija i generisanju otpada postaju dostupni. Od 2017. godine primetan je trend smanjenja sumpornih oksida, dok ovo preduzeće u 2019. godini ne beleži emisije sumpornih oksida. Ipak, u registru je zbog emisija drugih zagađujućih materija poput azotnih oksida, ugljenmonoksida i organskog ugljenika. I srednje preduzeće proizvođač derivata nafte (grupa delatnosti 1920) je u registru od 2011. godine i beleži emisije sumpornih oksida u vazduh, pri čemu se emitovane količine oksida sumpora smanjuju od 2015. godine.

Preduzeća čija je pretežna delatnost u oblasti 23 - Proizvodnja proizvoda od ostalih nemetalnih minerala posluju u okviru grupa delatnosti 2331 - Proizvodnja keramičkih pločica i ploča, 2332 - Proizvodnja opeke, crepa i građevinskih proizvoda od pečene gline i 2370 - Sečenje, oblikovanje i obrada kamena. Srednja preduzeća koja se bave proizvodnjom keramičkih pločica i ploča su u registru tokom analiziranog perioda, ali i pre, odnosno od 2011. godine i beleže promenljive količine emisija sumpornih oksida. Izuzetak je drugo preduzeće koje u 2019. godini ne beleži emisije sumpornih oksida, ali je u registru zbog emisija zagađujućih materija u vazduh, emisija u vodu i generisanja otpada. Preduzeće je u registru od 2011. godine, ali ni tada ne beleži emisije sumpornih oksida već emisije drugih zagađujućih materija. Preduzeće proizvođač opeke, crepa i građevinskih proizvoda od pečene gline je u bazi PRTR registra od 2018. godine, pri čemu su emisije sumpor oksida povećane u 2019. godini i to četiri puta. Srednje preduzeće koje se bavi sečenjem, oblikovanjem i obradom kamena je u PRTR registru u kontinuitetu, pri čemu su emisije sumpornih oksida zabeležene u 2015. godini kao i u periodu 2011-2014. godina, dok je od 2016. godine preduzeće na listi velikih zagađivača zbog emisije azotnih oksida i suspendovanih čestica. Srednje preduzeće koje se

bavi proizvodnjom ostalih proizvoda od nemetalnih minerala beleži smanjenje emisije sumpornih oksida 2019. godine u odnosu na 2018. u kojoj je zabeležena maksimalna emitovana količina sumpornih oksida. Pored smanjenja, emisije su i dalje veće u odnosu na početne godine analize.

Preduzeće koje se bavi livenjem gvožđa (grupa delatnosti 2451) je u bazi PRTR registra od 2018. godine, pri čemu u 2019. godini ne beleži emisije sumpornih oksida. Preduzeće koje posluje u okviru grupe delatnosti 2720 - Proizvodnja baterija i akumulatora je u posmatranom periodu u bazi PRTR registra u 2015, 2018. i 2019. godini, pri čemu u 2015. godini ne beleži emisije sumpornih oksida. Povremeno registrovanje preduzeća kao velikog izvora zagađenja je zabeleženo i pre 2015. godine, pri čemu je sumporne okside emitovalo 2011. i 2012. godine. Emisije oksida sumpora su u 2019. uvećane za 39% u odnosu na 2018. godinu.

Emitovane količine sumpornih oksida su ključna determinanta indikatora eko-efikasnosti srednjih preduzeća analiziranih u radu. U tabeli 2 su prikazani indikatori eko-efikasnosti za pojedinačna srednja preduzeća čije oblasti pretežne delatnosti su navedene u prvoj koloni. Trend indikatora eko-efikasnosti je prikazan za period 2015-2019. godina.

*Tabela 2 - Indikator eko-efikasnosti srednjih preduzeća u PRTR registru*  
*Table 2 - Eco-efficiency indicator of medium-sized enterprises in the PRTR register*

Srednja preduzeća po oblasti pretežne delatnosti	2015	2016	2017	2018	2019
07 - Eksploatacija ruda metala	0,0002	0,0002	0,0002	0,0024	0,0048
10 - Proizvodnja prehrambenih proizvoda				0,0030	0,0057
16 - Prerada drveta i proizvodi od drveta, plute, slame i pruća, osim nameštaja		0,0184	0,0064	0,0058	0,0029
17 - Proizvodnja papira i proizvoda od papira	0,0259	0,0425	0,0321	0,0444	0,0917
18 - Štampanje i umnožavanje audio i video zapisa	0,0001	0,0010	0,0005	0,0001	0,0000
19 - Proizvodnja koksa i derivata nafte	0,3845	0,3629	0,0300	0,0102	0,0008
23 - Proizvodnja proizvoda od ostalih nemetalnih minerala					
Proizvodnja keramičkih pločica i ploča (1)	0,0033	0,0063	0,0064	0,0023	0,0014
Proizvodnja keramičkih pločica i ploča (2)	0,0016	0,0236	0,0240	0,0016	0,0000
Proizvodnja opeke, crepa i građevinskih proizvoda od pečene gline				0,0296	0,0782
Proizvodnja ostalih proizvoda od nemetalnih minerala	0,0434	0,0354	0,0637	0,0676	0,0496
24 - Proizvodnja osnovnih metala				0,0011	0,0000
27 - Proizvodnja električne opreme				0,0155	0,0125

Izvor: Autori na osnovu podataka Agencije za zaštitu životne sredine i Agencije za privredne registre  
 Source: Authors based on data from the Serbian Environmental Protection Agency and Serbian Business Registers Agency

Indikator eko-efikasnosti srednjeg preduzeća koje se bavi eksploatacijom ruda ostalih crnih, obojenih, plemenitih i drugih metala je stabilan u periodu 2015-2017. godina. Povećanje vrednosti indikatora u 2018. i 2019. godini je rezultat povećanja emitovane količine sumpor oksida i smanjenja poslovnih prihoda i ukazuje na smanjenje eko-efikasnosti preduzeća. Uporedo sa smanjenjem eko-efikasnosti, preduzeće beleži i smanjenje dobitnosti prihoda u 2018. i 2019. godini, odnosno smanjenje poslovnog dobitka, neto dobitka i poslovnih prihoda. Srednje preduzeće koje se bavi preradom i konzervisanjem mesa beleži smanjenje eko-efikasnosti u 2019. godini, pre svega jer su emisije sumpor oksida povećane, a delom i zbog smanjenja poslovnih prihoda u odnosu na 2018. godinu. Pored blagog smanjenja prihoda, preduzeće beleži jačanje tokova rentabiliteta mereno maržom poslovnog dobitka i profitnom maržom, zbog povećanja poslovnog i neto dobitka. Znatno povećanje emisija sumpornih oksida srednjeg preduzeća proizvođača papira i kartona u 2019. godini za rezultat ima povećanje vrednosti indikatora pokazujući loš trend eko-efikasnosti u odnosu na početnu godinu analize. Preduzeće beleži i loš trend tokova rentabiliteta zbog smanjenja poslovnog dobitka, neto dobitka i poslovnih prihoda u 2019. u odnosu na godinu pre. Čak četiri puta veće emisije sumpor oksida u 2019. u odnosu na 2018. godinu loše utiču na eko-efikasnost srednjeg preduzeća koje se bavi proizvodnjom opeke, crepa i građevinskih proizvoda od pečene gline. Povećanje emisija sumpornih oksida preduzeća nije uticalo na uspešnost poslovanja, tako da je u 2019. godini zabeleženo povećanje poslovnog dobitka, neto dobitka i poslovnih prihoda.

Trend indikatora eko-efikasnosti srednjeg preduzeća koje se bavi proizvodnjom furnira i ploča od drveta je sa aspekta eko-efikasnosti povoljan u posmatranom periodu, jer je smanjenje vrednosti indikatora posledica kontinuiranog smanjenja količine emitovanih sumpornih oksida. Isti trend indikatora eko-efikasnosti tokom analiziranog perioda beleži i srednje preduzeće proizvođač derivata nafte ukazujući na poboljšanje eko-efikasnosti sa aspekta emisije sumpornih oksida. Poboljšanje eko-efikasnosti sa aspekta emisije sumpornih oksida beleži i srednje preduzeće koje se bavi štampanjem, jer je u 2017. i 2018. godini zabeležilo smanjenje emitovane količine sumpornih oksida, da bi u 2019. godini njihova emisija izostala. Pored poboljšanja eko-efikasnosti, za ova tri preduzeća je zajedničko i smanjenje poslovnih prihoda u 2019. godini, kao i poslovanje uz poslovni gubitak i neto gubitak. Srednje preduzeće proizvođač furnira i ploča od drveta i preduzeće koje

se bavi proizvodnjom derivata nafte beleže poslovni gubitak kontinuirano u analiziranom periodu.

Nakon povećanja emisija sumpornih oksida u 2016. i 2017. godini, prvo preduzeće proizvođač keramičkih pločica i ploča beleži njihovo smanjenje u 2018. i 2019. godini, što pozitivno utiče na eko-efikasnost preduzeća u poslednje dve godine analiziranog perioda. Preduzeće u 2019. godini beleži povećanje poslovnih prihoda i poslovnog dobitka. Drugo srednje preduzeće proizvođač keramičkih pločica i ploča takođe beleži smanjenje vrednosti indikatora eko-efikasnosti, ali od 2017. godine i to zbog smanjene količine emisija sumpornih oksida koje 2019. godine nisu ni zabeležene. Smanjenje emisija je praćeno i smanjenjem poslovnih prihoda, kao i poslovnim i neto gubitkom u 2018. i 2019. godini. Srednje preduzeće koje se bavi proizvodnjom ostalih proizvoda od nemetalnih minerala ostvaruje blago poboljšanje eko-efikasnosti 2019. godine, kao i povećanje poslovnog dobitka, neto dobitka i poslovnih prihoda. Znatno smanjenje vrednosti indikatora eko-efikasnosti srednjeg preduzeća koje se bavi proizvodnjom baterija i akumulatora u 2019. godini, uprkos povećanju emisija oksida sumpora, je rezultat povećanja poslovnih prihoda za čak 72%. U istoj godini preduzeće beleži i povećanje poslovnih rashoda i negativan poslovni i neto rezultat.

#### ZAKLJUČAK / CONCLUSION

Ekološka efikasnost je jedan od ključnih ciljeva korporativnog upravljanja životnom sredinom. U radu je izmerena eko-efikasnost srednjih preduzeća u Srbiji zasnovana na emisiji sumpornih oksida u periodu 2015-2019. godina. Sumporni oksidi nisu sveobuhvatna mera ekoloških performansi, ali su veoma zastupljeni zagađivači u industriji i stoga su koristan pokazatelj ekološkog učinka. Iz tog razloga se za izračunavanje eko-efikasnosti preduzeća koriste emisije sumpornih oksida koje su emitovane tokom rada postrojenja zagađivača i poslovni prihodi preduzeća zagađivača. Analizirana su srednja preduzeća koja zbog velikih izvora zagađenja pripadaju Registru ispuštanja i prenosa zagađujućih supstanci. Rezultati su pokazali da najveće emisije beleže preduzeća koja se bave proizvodnjom papira i kartona i proizvođači ostalih proizvoda od nemetalnih minerala. Srednja preduzeća proizvođači keramičkih pločica i ploča, preduzeća koja se bave proizvodnjom furnira i ploča od drveta, preduzeća koja se bave štampanjem i preduzeća proizvođači derivata nafte su ostvarila poboljšanje indikatora eko-efikasnosti. Zapaženo je i to da povećane emisije sumpornih oksida loše utiču na eko-efikasnost srednjih preduzeća koja se bave eksploatacijom ruda ostalih crnih, obojenih, plemenitih i drugih

metala, zatim preradom i konzervisanjem mesa, proizvodnjom opeke, crepa i građevinskih proizvoda od pečene gline i proizvođača papira i kartona.

### Zahvalnica / Acknowledgements

Rad je deo istraživanja koja su finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

### LITERATURA / REFERENCES

- [1] Agencija za privredne registre Republike Srbije, Registar finansijskih izveštaja pravnih lica i preduzetnika, dostupno na:  
<https://pretraga3.apr.gov.rs/pretragaObveznikaFI>
- [2] Agencija za zaštitu životne sredine (2021). Nacionalni registar izvora zagađivanja, <https://www.nriz.sepa.gov.rs/TeamsPublic/teams.sr.aspx?FormName=PRTRPublicForm>
- [3] Agencija za zaštitu životne sredine, Registar ispuštanja i prenosa zagađujućih materija, <http://77.46.150.218/prtrportal/?lang=en>
- [4] Arbelo, A., Pérez-Gómez, P., Rosa-González, F. M., & Ramos, L. (2014). Eco-efficiency: Environmental performance vs economic performance. *Management Studies*, 2(4), 239-253.
- [5] Balkan Green Energy News (2020). Čist vazduh za sve, <https://balkangreenenergynews.com/rs/cist-vazduh-za-sve-lekcija-o-glavnim-zagadivacima-vazduha/>
- [6] Burnett, R. D., & Hansen, D. R. (2008). Ecoefficiency: Defining a role for environmental cost management. *Accounting, organizations, and society*, 33(6), 551-581.
- [7] Czaplicka-Kolarz, K., Burchart-Korol, D., Turek, M., & Borkowski, W. (2015). Model of eco-efficiency assessment of mining production processes. *Archives of Mining Sciences*, 60(2), 477-486.
- [8] Desli, E., Gkoulgkoutsika, A., Sdrolia, E., & Zariadidis, G. (2021). Eco-efficiency: A methodological framework and assessment. *Cleaner Environmental Systems*, 3, 100049.
- [9] Fujii, H., & Managi, S. (2013). Determinants of eco-efficiency in the Chinese industrial sector. *Journal of Environmental Sciences*, 25, S20-S26.
- [10] Galindo-Manrique, A. F., Pérez-Calderón, E., & Rodríguez-García, M.D.P. (2021). Eco-Efficiency and Stock Market Volatility: Emerging Markets Analysis. *Administrative Sciences*, 11(2), 36.
- [11] Gómez-Calvet, R., Conesa, D., Gómez-Calvet, A. R., & Tortosa-Ausina, E. (2016). On the dynamics of eco-efficiency performance in the European Union. *Computers & Operations Research*, 66, 336-350.
- [12] Guenster, N., Bauer, R., Derwall, J., & Koedijk, K. (2011). The economic value of corporate eco-efficiency. *European financial management*, 17(4), 679-704.
- [13] Hoffrén, J., & Apajalahti, E. L. (2009). Emergent eco-efficiency paradigm in corporate environment management. *Sustainable Development*, 17(4), 233-243.
- [14] Hughes, K.E. (2000). The value relevance of non-financial measures of air pollution in the electric utility industry. *Accounting Review*, 75(2), 209-228.
- [15] Kicherer, A., Schaltegger, S., Tschochohei, H., & Pozo, B.F. (2007). Eco-efficiency. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 12(7), 537-543.
- [16] Kutty, A.A., Abdella, G.M., & Kucukvar, M. (2020). Ridge Penalization-based weighting approach for Eco-Efficiency assessment: The case in the food industry in the United States. In IOP conference series: *Materials science and engineering*, 947(1), 012003.
- [17] Matarazzo, A., Clasadonte, M. T., Ingraio, C., & Lanuzza, F. (2013). Corporate eco-efficiency and financial performance. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 3(2), 517-523.
- [18] Mitić, P., Kresoja, M., & Minović, J. (2019). A Literature Survey of the Environmental Kuznets Curve. *Economic Analysis*, 52(1), 109-127.
- [19] Muller, K., & Sturm, A. (2001). *Standardized eco-efficiency indicators*. Aoyama Audit Corporation, pp. 1-72.
- [20] Official Journal of the European Union (2011). Regulation (EU) No. 691/2011 of the European Parliament and of the Council on European environmental economic accounts, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:192:0001:0016:EN:PDF>
- [21] Olsthoorn, X., Tyteca, D., Wehrmeyer, W., & Wagner, M. (2001). Environmental indicators for business: a review of the literature and standardisation methods. *Journal of cleaner production*, 9(5), 453-463.
- [22] Pérez-Calderón, E., Milanés-Montero, P., & Ortega-Rossell, F.J. (2012). Environmental performance and firm value: evidence from Dow Jones Sustainability Index Europe. *International Journal of Environmental Research*, 6(4), 1007-1014.
- [23] Rao, P., la O'Castillo, O., Intal Jr, P. S., & Sajid, A. (2006). Environmental indicators for small and medium enterprises in the Philippines: An empirical research. *Journal of cleaner production*, 14(5), 505-515.



- [24] Republički zavod za statistiku - RZS (2021). Računi emisija u vazduh, 2019, <https://www.stat.gov.rs/sr-latn/oblasti/zivotna-sredina/fizicki-racuni-zivotne-sredine/>
- [25] Republički zavod za statistiku - RZS. Računi emisija u vazduh prema KD i za domaćinstva, <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/25040102?languageCode=sr-Cyrl>
- [26] Seppälä, J., Melanen, M., Mäenpää, I., Koskela, S., Tenhunen, J., & Hiltunen, M. R. (2005). How can the eco-efficiency of a region be measured and monitored? *Journal of Industrial Ecology*, 9(4), 117-130.
- [27] Smeets, E., & Weterings, R. (1999). Environmental indicators: Typology and overview, European Environment Agency, Technical Report No. 25, <https://www.eea.europa.eu/publications/TEC25>
- [28] Stevanović, S., Jovanović, O., Hanić, A. (2019). Environmental and Financial Performance: Review of Selected Studies. *Economic Analysis*, 52 (2), pp. 113-127.
- [29] Stevanović, S., Belopavlović, G., Lazarević-Moravčević, M. (2014). Obelodanjivanje informacija o zaštiti životne sredine: praksa u Srbiji, *Ecologica*, 21(76), 679-683.
- [30] UN ESCAP (2009). Eco-efficiency indicators: Measuring resource-use efficiency and the impact of economic activities on the environment. [https://repository.unescap.org/bitstream/handle/20.500.12870/1598/eco\\_efficiency\\_indicators\\_2009.pdf?sequence=1](https://repository.unescap.org/bitstream/handle/20.500.12870/1598/eco_efficiency_indicators_2009.pdf?sequence=1)
- [31] Uredba o klasifikaciji delatnosti, *Službeni glasnik RS*, br. 54/2010.
- [32] Vuković, M., Dragović, Nj., Štrbac, N., Voza, D., Urošević, S. (2022). Spremnost građana za implementaciju mera za povećanje energetske efikasnosti. *Ecologica*, 29(106), 257-265.
- [33] Wagner, M. (2005). How to reconcile environmental and economic performance to improve corporate sustainability: corporate environmental strategies in the European paper industry. *Journal of environmental management*, 76(2), 105-118.
- [34] Wagner, M., Van Phu, N., Azomahou, T., & Wehrmeyer, W. (2002). The relationship between the environmental and economic performance of firms: an empirical analysis of the European paper industry. *Corporate social responsibility and Environmental Management*, 9(3), 133-146.