



UTICAJ MERA ENERGETSKE EFIKASNOSTI NA SMANJENJE EMISIJE CO₂ U JAVNIM ZGRADAMA - PRIMER GRADA KRAGUJEVCA

Ana Radojević¹, Danijela Nikolić², Jasmina Skerlić³, Dušan Gordić⁴

Rezime: Lokalne vlasti imaju veliku ulogu u borbi protiv klimatskih promena, jer značajan deo emisije CO₂ u gradovima potiče iz javnog sektora. Emisija CO₂ u javnom sektoru potiče iz tri izvora: javnog saobraćaja, javne rasvete i javnih zgrada. U slučaju grada Kragujevca, najviše emisije se emituje zbog potrošnje energije u javnim zgradama - 49%, javnom osvetljenju - 36% i javnom saobraćaju - 15%.

U radu je prikazano kako mere energetske efikasnosti na objektima obrazovnih institucija (vrtića i škola) mogu da utiču na smanjenje emisije CO₂ u javnom sektoru. Na 16 objekata obrazovnih institucija su sprovedene sledeće mere energetske efikasnosti: mere na sistemu daljinskog grejanja, zamena fasadne stolarije, zamena unutrašnjeg osvetljenja i kombinovane mere- zamena fasadne stolarije uz istovremene radove na sistemu daljinskog grejanja. Pokazano je koje mere najviše doprinose smanjenju emisije CO₂.

Ključne reči: emisija CO₂, mere energetske efikasnosti, obrazovne institucije

THE IMPACT OF ENERGY EFFICIENCY MEASURES ON REDUCING CO₂ EMISSIONS IN PUBLIC BUILDINGS - THE EXAMPLE OF THE CITY OF KRAGUJEVAC

Abstract: Local authorities play a major role in combating climate change, as much of the CO₂ emissions in cities come from the public sector. CO₂ emissions in the public sector come from three sources: public transport, public lighting and public buildings. In the case of the City of Kragujevac, the CO₂ emissions are distributed as follows: energy consumption in public buildings - 49%, public lighting - 36% and public transport - 15%.

¹ Ana Radojević, energetski menadžer grada Kragujevca, Kragujevac, Srbija, (aradojevic@kg.org.rs)

² Doc. dr Danijela Nikolić, Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac, Srbija, danijelan@kg.ac.rs

³ Doc. dr Jasmina Skerlić, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Prištini sa privremenim središtem u Kosovskoj Mitrovici, Kosovska Mitrovica, Srbija, jasmina.skerlic@pr.ac.rs

⁴ Prof. dr Dušan Gordić, Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac, Srbija, gordic@kg.ac.rs

The paper shows how energy efficiency measures implemented in the educational institutions' facilities (kindergartens and schools) can impact the reduction of CO₂ emissions in the public sector. The following energy efficiency measures have been implemented in 16 educational institutions' facilities: replacement of heating system, replacement of carpentry, insulation of outer walls, replacement of internal lighting and measures on the district heating system. It has shown which measures contribute the most to the reduction of CO₂ emissions.

Key words: CO₂ emissions, educational institutions, energy efficiency measures

1 UVOD

Danas otprilike 72 % ukupne populacije Evropske unije živi u većim i manjim gradovima i predgrađima. Iako se brzina promene usporava, ideo populacije koja živi u gradovima i dalje raste i verovatno će doseći više od 80 % do 2050 [1]. Gradovi imaju ključnu ulogu u sprovođenju politika EU-a, u cilju smanjenja emisije CO₂. Lokalne vlasti imaju veliku ulogu u borbi protiv klimatskih promena, jer značajan deo emisije CO₂ u gradovima potiče iz javnog sektora. Emisija CO₂ u javnom sektoru potiče iz tri izvora: javnog saobraćaja, javne rasvete i javnih zgrada. U slučaju grada Kragujevca, najviše emisije se emituje zbog potrošnje energije u javnim zgradama - 49%, javnom osvetljenju - 36% i javnom saobraćaju - 15%. Građevinski sektor odgovoran je za 40% globalne potrošnje energije i 30% antropogenih emisije gasova sa efektom staklene baste [2]. Potrošnja energije u zgradama je odgovorna za 38% emisije CO₂ u atmosferu [3].

Srbija je preuzeila na sebe obaveze koje su u potpunosti usklađene sa Direktivama Evropske unije, od koji je jedna i obaveznost obnove 1% ukupne površine zgrada koje pripadaju i koje koriste državni organi. Javne zgrade u jednoj lokalnoj samoupravi, obuhvataju: objekte obrazovnih institucija (dečiji vrtići, osnovne i srednje škole, specijalne škole), objekte institucija kulture (muzeji, biblioteke, domovi kulture, pozorišta, ostalo), administrativne zgrade (zgrade mesnih zajednica i mesnih kancelarija, zgrade gradskih uprava), objekte zdravstvenih institucija i sportske objekte.

U Kragujevcu postoji ukupno 257 javnih zgrada, od čega je 90 objekta obrazovnih institucija - 15 vrtića, 22 osnovne škole (ukupno 64 objekata sa područnim jedinicama), 8 srednjih škola i 3 specijalne škole, ukupno 75 objekata, što predstavlja malo više od trećine od svih javnih zgrada. U ukupnim troškovima za energente- vodu, elektičnu i toplotnu energiju, objekti obrazovnih institucija učestvuju sa 61% troškova. Ovo je bio razlog da objekti osnovnih i srednjih škola prvi budu izabrani za sprovođenje mera energetske efikasnosti.

Ukupna potrošnja elektične energije na godišnjem nivou u svim javnim zgradama iznosi 10.090.378,48 MWh, od čega se 1.909.378,48MWh potroši u osnovnim školama. Ukupna potrošnja topločne energije za sve javne zgrade iznosi 35.210.043,33MWh, od čega se u osnovnim školama potroši 12.510.665,69MWh. Emisija CO₂ za sve javne zgrade iznosi 22.246,17t, od čega u osnovnim školama 6.406,22t-29% [4].

U radu je prikazano kako mere energetske efikasnosti na objektima obrazovnih institucija (osnovnih i srednjih škola) mogu da utiču na smanjenje emisije CO₂ u javnom sektoru. Na 16 objekata obrazovnih institucija su sprovedene sledeće mere energetske efikasnosti: mere na sistemu daljinskog grejanja, zamena fasadne stolarije, zamena unutrašnjeg osvetljenja i kombinovane mere-zamena fasadne stolarije i mere na sistemu daljinskog grejanja. Pokazano je koje mere najviše doprinose smanjenju emisije CO₂.

2 UTICAJ MERA NA SISTEMU DALJINSKOG GREJANJA NA SMANJENJE EMISIJE CO₂

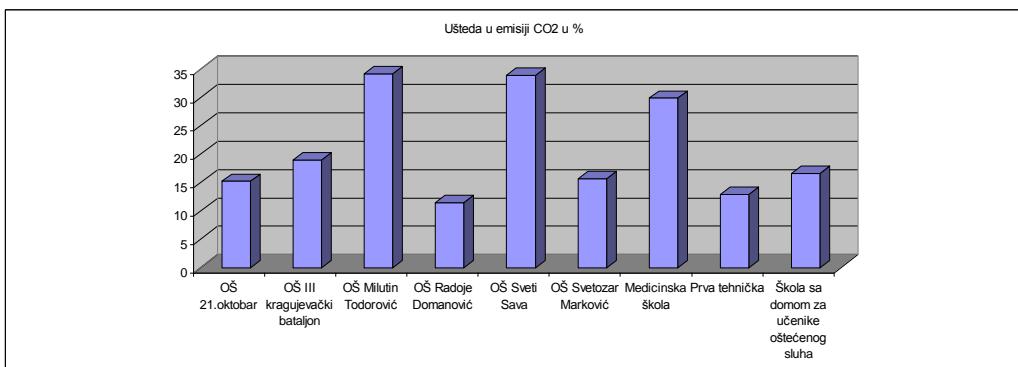
Mere na sistemu daljinskog grejanja objekata škola koji se greju na daljinsko grejanje odnosile su se na ugradnju merno regulacione opreme u podstanicama. Ova oprema omogućava automatsku regulaciju grejanja u ovim objektima u zavisnosti od spoljašnje temperature i praćenje potrošnje toplotne energije u realnom vremenu. Na taj način se postiže regulacija temperature fluida u odnosu na spoljašnju temperaturu.

2.1 Efekti mera na sistemu daljinskog merenja u smanjenju emisije CO₂

U toku 2017. godine godine je u 9 objekata- 6 osnovnih, 2 srednje i u jednoj specijalnoj školi, ugrađena merno regulaciona oprema. Oprema omogućava, pored podešavanje jačine grejanja u skladu sa spoljašnjom temperaturom, i da se grejanje isključuje parcijalno, u pojedinim delovima objektima, kao i da se isključuje u toku raspusta i vikenda, kada u školama nema korisnika. Od svih 90 objekata obrazovnih institucija, 10 zgrada osnovnih škola, 7 srednjih, 11 vrtića i sve tri specijalne škole, ukupno 31 zgrada obrazovnih institucija se greje na daljinsko grejanje. Za sve obrazovne institucije potrošnja daljinskog grejanja iznosi: 14.557.115,94 kWh/godišnje, 7.278.558,02 kg CO₂.

Kao bazna godina je uzeta 2016., a posmatrane su 2018. i 2019. godina. Za sve godine je izračunata normalizovana potrošnja. Stepen dan za Kragujevac je 2610, a za 2016, 2018 i 2019, proračunski stepen dani su iznosili: 2393, 2422, 2031.

U svim školama je ostvarena ušteda koja se kretala od 4,3% do 28,99% u MWh, a u emisiji CO₂, taj procenat se kretao od 11,43% do maksimalnih 34,8%. Tako je srednja ušteda u MWh iznosila 14,4%, a u emisiji CO₂, srednja ušteda je iznosila 20,93%, kao što je prikazano na slici 1. Najveća ušteda je ostvarena u školi u kojoj su zamjenjena stolarija i to: 225 MWh, odnosno 450MWh za dve godine u energiji, a u emisiji CO₂ 243t CO₂ za dve godine. Najveće uštede su ostvarene u objektima na kojima su istovremeno sprovedene mere energetske efikasnosti - zamena stolarije. Najmanja ušteda je na objektima u kojima je stolarija u najlošijem stanju. Smanjenjem potrošnje energije, pokazali smo da u devet objekata možemo da prosečno smanjimo emisiju CO₂ za 21% po objektu, odnosno 509t CO₂ na godišnjem nivou.



Slika 1: Smanjenje emisije CO₂ po objektima

3 UTICAJ MERA ENERGETSKE EFIKASNOSTI NA SMANJENJE EMISIJE CO₂

Uštede energije koje su ostvarene merama energetske efikasnosti proračunate su u skladu sa metodologijom „odozdo prema gore” (OPG) propisanom Pravilnikom o načinu i rokovima dostavljanja podataka neophodnih za praćenje sprovođenja Akcionog plana za energetsku efikasnost u Republici Srbiji i metodologiji za praćenje, proveru i ocenu efekata njegovog sprovođenja [5], Priručnikom za energetske menadžere za oblast opštinske energetike [6], a procena energetskih svojstava zgrada izvršena u skladu sa Pravilnikom o energetskoj efikasnosti zgrada [7].

Analizirane su sledeće mere:

1. Zamena fasadne stolarije
2. Zamena unutrašnjeg osvetljenja
3. Kombinovane mere - zamena fasadne stolarije uz istovremene radove na sistemu daljinskog grejanja

Za baznu godinu je uzeta 2016. godina, jer su sve mere sprovedene u toku 2017. godine.

3.1 Efekti mera zamene fasadne stolarije na smanjenje emisije CO₂

Jednačina za procenu jedinične godišnje uštede finalne energije zamenom fasadne stolarije:

$$UFES_i = \frac{(Uvalue_{init,i} - Uvalue_{new,i}) \times HDD \times 24 \times a \times (1/b) \times c}{1000}$$

$$FES_i = UFES_i \times A_i \quad [\text{kWh/god}]$$

$$FES = \sum_{i=1}^{\kappa} FES_i \quad [\text{kWh/god}]$$

Broj stepen dana (HDD) za Kragujevac je 2610.

Uvalue init - vrednost koeficijenta prolaza toplove pre primene mera EE, [W/(m²×K)]

Uvalue new - vrednost koeficijenta prolaza toplove posle primene mera EE, [W/(m²×K)]

a=1-korekciona koeficijent kojim se uzima u obzir klimatska zona u kojoj se zgrada nalazi

b -korekciona koeficijent kojim se uzima u obzir stepen korisnosti sistema grejanja i tip izvora energije,

c - Korekciona koeficijent eksplotacionog ograničenja kojim se uzima u obzir promenljivost rada sistema grejanja,

A - Površina omotača /prozora/vrata na kojoj je primenjenamera EE [m²]

3.1.1 Zamena fasadne stolarije na OŠ "Natalija Nana Nedeljković"

U OŠ "Natalija Nana Nedeljković" izvršena je ugradnja stolarije od tvrdih šestokomornih PVC profila površinskog koeficijenta prolaza toplove $U_f=1,3\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Zastakljivanje je izvršeno dvostrukim niskoemisionim stakлом 4-16-4 punjenim argonom i površinskog koeficijenta prolaza toplove $U_w=1,1\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Rezultati zamene fasadne stolarije su dati u Tabeli 1. Vrednost koeficijenta prolaza toplove pre sprovođenja mera energetske efikasnosti je iznosila $3,5[\text{W}/(\text{m}^2\times\text{K})]$ i $3,2$ [$\text{W}/(\text{m}^2\times\text{K})$], a posle $1,2$

[W/(m²×K)]. Ukupna ušteda finalne energije iznosi 131.699 [KWh/godišnje], dok ušteda CO₂ iznosi 17,6 [tCO₂/god].

Tabela 1. Efekti zamene fasadne stolarije na OŠ “Natalija Nana Nedeljković”

Naziv škole	OŠ“Natalija Nana Nedeljković”
Primenjena mere energetske efikasnosti	Zamena fasadne stolarije
Vrednost koeficijenta prolaza toplove pre primene mera EE, Uvalue init, [W/(m ² ×K)]	3,3 3,5
Vrednost koeficijenta prolaza toplove posle primene mera EE, Uvalue new, [W/(m ² ×K)]	1,2
Ukupna površina tipskih prozora na koje je primenjena mera EE	70,4 8,8
Ukupna ušteda finalne energije [KWh/godišnje]	49.026
Ušteda CO ₂ [tCO ₂ /god]	17.6

3.1.2. Zamena fasadne stolarije na OŠ “Dositej Obradović”

U OŠ “Dositej Obradović” izvršena je ugradnja stolarije od tvrdih petokomornih PVC profila površinskog koeficijenta prolaza toplove $U_f=1,3\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Zastakljivanje je izvršeno dvostrukim niskoemisionim staklom 4-16-4 punjenim argonom i površinskog koeficijenta prolaza toplove $U_w=1,1\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Rezultati zamene fasadne stolarije su dati u Tabeli 2. Vrednost koeficijenta prolaza toplove pre sprovođenja mera energetske efikasnosti je iznosila 3,5[W/(m²×K)], a posle 1,2[W/(m²×K)]. Ukupna ušteda finalne energije iznosi 131.699[KWh/godišnje], dok ušteda CO₂ iznosi 42,33[tCO₂/god].

Tabela 2. Efekti mera zamene fasadne stolarije na OŠ “Dositej Obradović”

Naziv škole	OŠ“Dositej Obradović”
Primenjene mere energetske efikasnosti	Zamena fasadne stolarije
Vrednost koeficijenta prolaza toplove pre primene mera EE, Uvalue init, [W/(m ² ×K)]	3,5
Vrednost koeficijenta prolaza toplove posle primene mera EE, Uvalue new, [W/(m ² ×K)]	1,2
Ukupna površina tipskih prozora na koje je primenjena mera EE	259,1
Ukupna ušteda finalne energije [KWh/godišnje]	131.699
Ušteda CO ₂ [tCO ₂ /god]	42,33

3.2 Efekti mera zamena unutrašnjeg osvetljenja na smanjenje emisije CO₂

Jedinična godišnja ušteda finalne energije i- te grupe zamenjenih svetiljki:

$$UFES = \frac{(P_{init,i} \times n_{h_init,i} - P_{new,i} \times n_{h_new,i})}{1000} \quad [\text{kWh}/(\text{jed}\times\text{god})]$$

Godišnja ušteda finalne energije svih grupa zamenjenih sijalica:

$$FES = \sum_{i=1}^n \frac{(P_{init,i} \times n_{h_init,i} - P_{new,i} \times n_{h_new,i})}{1000} \quad [\text{kWh/god}]$$

Pinit,i- instalisana snaga sistema i-te grupe pre primene mere EE [W] [W/m²],

$$Pinit,i = n_{pre,i} \times (1+f_{pre,i}) \times P_{pre,i}$$

Pnew,i- instalisana snaga sistema i-te grupe posle primene mere EE [W][W/m²],

$$Pnew,i = n_{posle,i} \times (1+f_{posle,i}) \times P_{posle,i}$$

P_{pre,i}-Jedinična snaga jednog izvora svetlosti ili i-te grupe pre primene mere EE [W] [W/m²]

P_{posle,i}-Jedinična snaga jednog izvora svetlosti ili i-te grupe posle primene mere EE [W][W/m²]

f_{pre,i}- faktor prigušnice i-te grupe pre primene mere EE

f_{posle,i}- faktor prigušnice i-te grupe posle primene mere EE

n_{pre,i}- broj izvora svetlosti i-te grupe pre primene mere EE

n_{posle,i}- broj izvora svetlosti i-te grupe posle primene mere EE

n_{h_init,i}- broj radnih sati u toku godine i-te grupe pre primene mere EE h/god

n_{h_new,i}-broj radnih sati u toku godine i-te grupe posle primene mere EE h/god

i- indeks koji se odnosi na pojedinačnu sijalicu ili na grupu sijalica međusobno istih karakteristika

U OŠ "Moma Stanojlović" izvršena je demontaža postojećih fluo svetiljki i montaža LED nadogradnih svetiljki. Rezultati zamene unutrašnjeg osvetljenja su dati u Tabeli 3. Ukupna ušteda finalne energije iznosi 133.800[KWh/godišnje], dok ušteda CO₂ iznosi 117,6 [tCO₂/god].

Tabela 3. Efekti zamene unutrašnjeg osvetljenja na OŠ "Moma Stanojlović"

Naziv škole	OŠ "Moma Stanojlović"
Primenjene mere energetske efikasnosti	Zamena unutrašnjeg osvetljenja
Ukupna ušteda finalne energije [KWh/godišnje]	133.800
Ušteda CO ₂ [tCO ₂ /god]	117,6

3.3 Efekti kombinovanovanih mera - zamena fasadne stolarije uz istovremene radove na sistemu daljinskog grejanja na smanjenje emisije CO₂

Jednačina za procenu godišnje uštede finalne energije:

$$UFES = \frac{SHD_{init}}{\eta_{init}} - \frac{SHD_{new}}{\eta_{new}} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \times \text{god})]$$

$$FES = UFES \times A \quad [\text{kWh}/\text{god}]$$

SHD_{init}- specifična godišnja potrebna energija za grejanje pre primene mere EE [kWh/(m²×god)]

SHD_{new}-Specifična godišnja potrebna energija za grejanje posle primene mere EE [kWh/(m²×god)] za stambene zgrade i javne zgrade

η_{init}-Stepen korisnosti sistema za grejanje pre primene mere EE

η_{new}-Stepen korisnosti sistema za grejanje posle primene mere EE

A-Korisna grejana površina [m²] je površina na kojoj je primenjena mera EE. Ovaj podatak uzima se iz energetskog pasoša.

3.3.1 Kombinovanovane mera - zamena fasadne stolarije uz istovremene radove na sistemu daljinskog grejanja na OŠ "Moma Stanojlović"

U OŠ "Moma Stanojlović" je ugrađena stolarije od tvrdih šestokomornih PVC profila površinskog koeficijenta prolaza toplove $U_f=1,3W/(m^2K)$. Zastakljivanje je izvršeno dvostrukim niskoemisionim stakлом 4-16-4 punjenim argonom i površinskog koeficijenta prolaza toplove $U_w=1,1W/(m^2K)$. Rekonstrukcija sistema grejanja je obuhvatila ugradnju termostatskih ventila komplet sa termo glavama, izmenjivanje toplove, ugradnju cirkularne pumpe promenljivog protoka, ugradnju balansnih ventila i ugradnju, zamenu toplovnih kalorifera radijatorima u fiskulturnoj Sali, kao i kompletnu zamenu cevne mreže. Rezultati zamene unutrašnjeg osvetljenja su dati u Tabeli 4. Ukupna ušteda finalne energije iznosi 133.800[KWh/godišnje], dok ušteda CO₂ iznosi 117,6 [tCO₂/god].

Tabela 4. Efekti kombinovanih mera - zamena fasadne stolarije uz istovremene radove na sistemu daljinskog grejanja na OŠ "Moma Stanojlović"

Naziv škole	OŠ "Moma Stanojlović"
Primenjene mere energetske efikasnosti	Kombinovane mere- zamena fasadne stolarije i mere na sistemu daljinskog grejanja
Ukupna ušteda finalne energije [KWh/godišnje]	716.392
Ušteda CO ₂ [tCO ₂ /god]	381,4

3.3.2 Kombinovane mere - zamena fasadne stolarije uz istovremene radove na sistemu daljinskog grejanja na OŠ "Stanislav Sremčević"

U OŠ "Stanislav Sremčević" je izvršena ugradnja stolarije od tvrdih šestokomornih PVC profila površinskog koeficijenta prolaza toplove $U_f=1,3W/(m^2K)$. Zastakljivanje je izvršeno dvostrukim niskoemisionim stakлом 4-16-4 punjenim argonom i površinskog koeficijenta prolaza toplove $U_w=1,1W/(m^2K)$. Rekonstrukcija sistema grejanja je obuhvatila: ugradnju termostatskih ventila komplet sa termo glavama, ugradnja cirkularne pumpe sa frekventnom regulacijom broja obrtaja i ugradnju automatike. Rezultati zamene unutrašnjeg osvetljenja su dati u Tabeli 5. Ukupna ušteda finalne energije iznosi 133.800 [KWh/godišnje], dok ušteda CO₂ iznosi 117,6 [tCO₂/god].

Tabela 5. Efekti kombinovanih mera - zamena fasadne stolarije uz istovremene radove na sistemu daljinskog grejanja na OŠ "Stanislav Sremčević"

Naziv škole	OŠ "Stanislav Sremčević"
Primenjene mere energetske efikasnosti	Kombinovane mere- zamena fasadne stolarije i mere na sistemu daljinskog grejanja
Ukupna ušteda finalne energije [KWh/godišnje]	752.617
Ušteda CO ₂ [tCO ₂ /god]	400,7

4 ZAKLJUČAK

Ugradnjom merno regulacione opreme u podstanicama daljinskog grejanja dolazi do smanjenja potrošnje energije, a samim tim i do smanjenja emisije CO₂. U devet objekata je prosečno smanjena emisija CO₂ za 21% po objektu, odnosno 509t CO₂ na godišnjem nivou.

Merama energetske efikasnosti: zamena fasadne stolarije, zamena unutrašnjeg osvetljenja i kombinovane mere- zamena fasadne stolarije uz istovremene radove na sistemu daljinskog grejanja dolazi do smanjenja emisije CO₂ od 17,6 do maksimalnih 400,7 tCO₂/god po pojedinačnom objektu.

Najveće smanjenje emisije CO₂ se ostvaruje na objektima gde su sprovedene kombinovane mere energetske efikasnosti- zamena fasadne stolarije uz istovremene radove na sistemu daljinskog grejanja.

ZAHVALNOST

Ova istraživanja su nastala kao rezultat rada na projektima TR 33015 i III 42006, koje je finansiralo Ministarstvo obrazovanja i nauke. Autori se zahvaljuju Ministarstvu obrazovanja i nauke za podršku.

LITERATURA

- [1] Evropska komisija (Zajednički istraživački centar, Evropski forum za geografiju i statistiku, Glavna uprava za regionalnu politiku)
- [2] Ašonja, A., Rajković, J. (2017). An Energy Consumption Analysis on Public Applications in the City of Novi Sad. Applied Engineering Letters, Vol.2, No. 3, pp.115-120
- [3] Ašonja, A. (2017). Energy Balances of Public Buildings in the City of Novi Sad. ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering. Vol.15, No.2, pp.81-84
- [4] Radojević, A., Nikolić, D., Skerlić, J. (2020). Review of energy consumption and CO₂ emission in school buildings: case study of the City of Kragujevac. Applied Engineering Letters, Vol. 5, No. 3, pp. 104-109
- [5] Pravilnik o načinu i rokovima dostavljanja podataka neophodnih za praćenje sprovođenja Akcionog plana za energetsku efikasnost u Republici Srbiji i metodologiji za praćenje, proveru i ocenu efekata njegovog sprovođenja, Sl. glasnik RS, br. 37/15
- [6] Priručnik za energetske menadžere za oblast opštinske energetike, Ministarstvo rудarstva i energetike i Program Ujedinjenih nacija za razvoj (UNDP), Beograd, 2016.
- [7] Pravilnik o energetskoj efikasnosti zgrada, Sl. glasnik RS, br. 61/11



UNIVERSITY OF EAST SARAJEVO
FACULTY OF MECHANICAL
ENGINEERING



5th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



COMETa 2020

*, „Conference on Mechanical Engineering
Technologies and Applications“*

PROCEEDINGS

26th-28th November
East Sarajevo, RS, B&H

COMETa 2020

5th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

26th – 28th November 2020
Jahorina, Republic of Srpska, B&H



University of East Sarajevo

Faculty of Mechanical Engineering

Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications

ZBORNIK RADOVA

PROCEEDINGS

Istočno Sarajevo, BiH, RS
26 - 28. novembar 2020.

East Sarajevo, B&H, RS
26th – 28th November, 2020

ZBORNIK RADOVA SA 5. MEĐUNARODNE
NAUČNE KONFERENCIJE
"Primijenjene tehnologije u mašinskom inženjerstvu"
COMETa2020, Istočno Sarajevo, 2020.

PROCEEDINGS OF THE 5th INTERNATIONAL
SCIENTIFIC CONFERENCE
"Conference on Mechanical Engineering
Technologies and Applications"
COMETa2020, East Sarajevo, 2020

<i>Organizator:</i>	Univerzitet u Istočnom Sarajevu Mašinski fakultet Istočno Sarajevo
<i>Organization:</i>	University of East Sarajevo Faculty of Mechanical Engineering East Sarajevo
<i>Izdavač:</i>	Univerzitet u Istočnom Sarajevu Mašinski fakultet Istočno Sarajevo
<i>Publisher:</i>	University of East Sarajevo Faculty of Mechanical Engineering East Sarajevo
<i>Za izdavača:</i> <i>For publisher:</i>	PhD Milija Kraišnik, associate professor
<i>Urednici:</i> <i>Editors:</i>	PhD Nebojša Radić, full professor PhD Saša Prodanović, assistant professor
<i>Tehnička obrada i dizajn:</i> <i>Technical treatment and desing:</i>	MSc Jovana Blagojević, senior assistant MSc Lana Šikuljak, senior assistant Krsto Batinić, assistant
<i>Izdanje:</i> <i>Printing:</i>	Prvo 1 st
<i>Register:</i> <i>Register:</i>	ISBN 978-99976-719-8-1 COBISS.RS-ID 130023425

СИР - Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бања Лука

621.03(082)(0.034.4)

МЕЂУНАРОДНА научна конференција "Примијењене технологије
у машинском инжењерству", COMETa (5 ; Источно Сарајево ; 2020)
Proceedings [Elektronski izvor] / [5. Međunarodna naučna
konferencija "Primijenjene tehnologije u mašinskom inženjerstvu",
COMETa 2020, Istočno Sarajevo, 26 - 28. novembar 2020.] =
Proceedings / [5th International Scientific Conference "Conference on
Mechanical Engineering Technologies and Applications" COMETa
2020, East Sarajevo, 26th - 28th November, 2020] ; [urednici, editors
Nebojša Radić, Saša Prodanović]. - Onlajn izd. - El. zbornik. - Istočno
Sarajevo : Mašinski fakultet, 2020. - Ilustr.

Sistemski zahtjevi: Nisu navedeni. - Način pristupa (URL):
<http://cometa.ues.rs.ba/#>. - El. publikacija u PDF formatu opsega 590
str. - Nasl. sa naslovnog ekrana. - Opis izvora dana 25.11.2020. -
Biografije autora uz radove. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-99976-719-8-1

COBISS.RS-ID 130023425

ISBN 978-99976-719-8-1

ISBN 978-99976-719-8-1



9 789997 671981