

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR

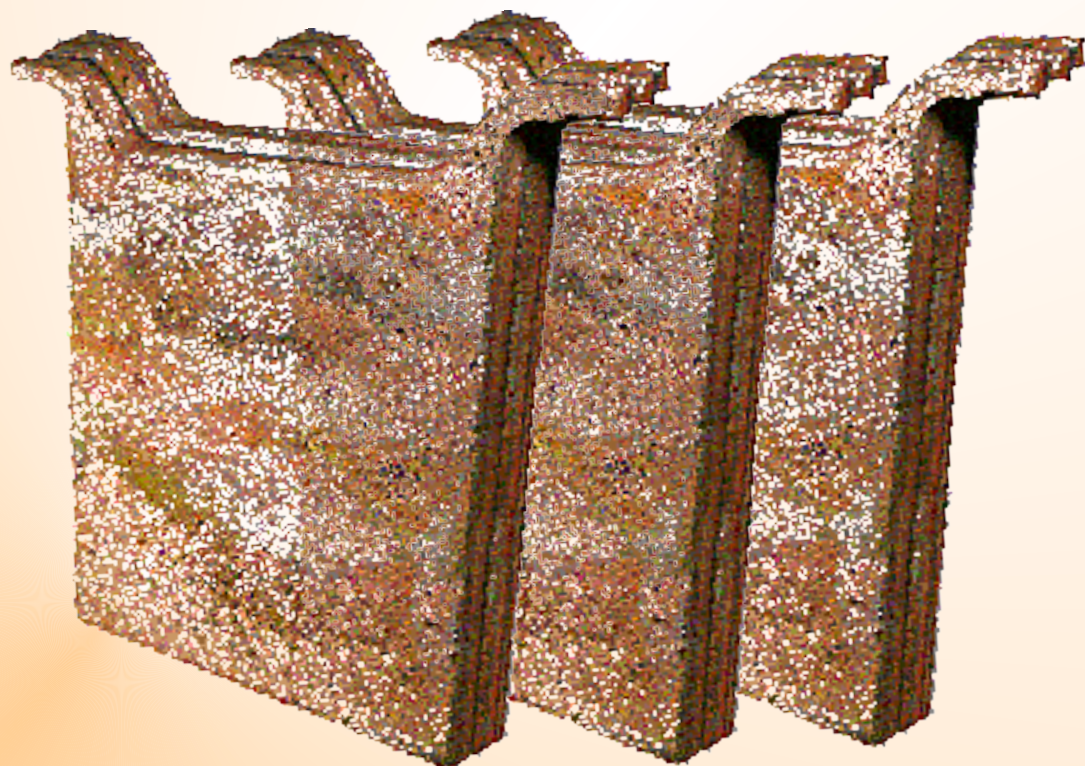


—Cu—

UDC 669.3
ISSN 0351-0212

Broj 1 Volumen 48 2023

BAKAR COPPER



BAKAR je časopis baziran na bogatoj tradiciji stručnog i naučnog rada ne samo iz oblasti dobijanja i prerade bakra, već i iz oblasti obojene i crne metalurgije, tehnologije, nanotehnologije, hemije, pripreme mineralnih sirovina, zaštite životne sredine, energetske efikasnosti, i primenjene informatike i povezanih srodnih oblasti.

Izlazi dva puta godišnje još od 1968. godine.

Glavni i odgovorni urednik

Dr Ana Kostov, *naučni savetnik, redovni član
Inženjerske akademije Srbije*
Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
E-mail: ana.kostov@imbor.co.rs
Tel. 030/454-108

Zamenik glavnog i odgovornog urednika

Dr Dragan Milanović, *naučni savetnik*
Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
E-mail: dragan.milanovic@imbor.co.rs
Tel. 030/454-212

Urednik

Vesna Marjanović, *dipl.inž.*

Prevodilac

Nevenka Vukašinović, *prof.*

Tehnički urednik

Suzana Cvetković, *teh.*

Priprema za štampu

Vesna Simić, *teh.*

Štampa

Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

Tiraž: 30 primeraka

Internet adresa

www.imbor.co.rs

Izdavanje časopisa finansijski podržavaju

Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i
inovacija Republike Srbije
Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

ISSN 0351-0212

Indeksiranje časopisa u SCIndeksu i u ISI.

Izdavač

Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
19210 Bor, Zeleni bulevar 35
E-mail: institut@imbor.co.rs
Tel. 030/454-101

Sva prava zadržana.

Uređivački odbor

Dr Mile Bugarin, *naučni savetnik*
Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
Prof. dr Tatjana Volkov Husović, *red. prof.*
UB, Tehnološko-metalurški fakultet Beograd
Dr Silvana Dimitrijević, *viši naučni saradnik*
Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
Prof. dr Bojan Jokić, *vanr.profesor*
UB, Fakultet primenjenih umetnosti u Beogradu
Prof. dr Sergey Krasikov
Institut za metalurgiju Uralskog odeljenja
Ruske akademije nauka, Rusija
Dr Milenko Ljubojev, *naučni savetnik*
Inženjerska akademija Srbije
Dr Lidija Mančić, *naučni savetnik*
Institut tehničkih nauka SANU
Dr Aleksandra Milosavljević, *viši naučni saradnik*
Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
Prof. dr Duško Minić, *red. prof.*
UP, Fakultet tehničkih nauka Kosovska Mitrovica
Dr Milanče Mitovski
Inženjerska akademija Srbije
Prof. dr Cornelia Muntean
Politehnički univerzitet u Temišvaru, Rumunija
Dr Miroslav Sokić, *naučni savetnik*
Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih
mineralnih sirovina Beograd
Dr Jasmina Stevanović, *naučni savetnik*
UB, Institut za hemiju, tehnologiju i
metalurgiju Beograd
Prof. dr Mirko Stijepović, *vanr. profesor*
UB, Tehnološko-metalurški fakultet Beograd
Dr Srećko Stopić
RWTH Aachen, IME Aachen, Nemačka
Dr Rustam Sharipov
Kazahstanski britanski tehnički univerzitet
Almati, Republika Kazahstan
Dr Nadežda Talijan, *naučni savetnik*
Akademija inženjerskih nauka Srbije
Dr Viša Tasić, *naučni savetnik*
Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

COPPER is a journal based on the rich tradition of expert and scientific work not only in the field of copper production and treatment, but also in the field of non-ferrous and ferrous metallurgy, technology, nanotechnology, chemistry, mineral processing, ecology, energy efficiency, applied informaticc, as well as related fields of science. Since 1968, published twice a year.

Editor-in-Chief

Ph.D. Ana Kostov, *Principal Research Fellow,*
full member of Engineering Academy of Serbia
Mining and Metallurgy Institute Bor
E-mail: ana.kostov@imbbr.co.rs
Phone: +38130/454-108

Co-Editor

Ph.D. Dragan Milanović, *Principal Research Fellow*
Mining and Metallurgy Institute Bor
E-mail: dragan.milanovic@imbbr.co.rs
Phone: +38130/454-212

Editor

Vesna Marjanović, *B.Eng.*

English Translation

Nevenka Vukašinović

Technical Editor

Suzana Cvetković

Preprinting

Vesna Simić

Printed in

Mining and Metallurgy Institute Bor

Circulation: 30 copies

Web site

www.imbbr.co.rs

COPPER is financially supported by

The Ministry of Science, Technological
Development and Innovation of the Republic Serbia
Mining and Metallurgy Institute Bor

ISSN 0351-0212

Journal indexing in SCIndex and ISI.

Published by

Mining and Metallurgy Institute Bor
19210 Bor, Zeleni bulevar 35
E-mail: institut@imbbr.co.rs
Phone: +38130/454-101

All rights reserved.

Editorial Board

Ph.D. Mile Bugarin, *Principal Research Fellow*
Mining and Metallurgy Institute Bor
Prof. Ph.D. Tatjana Volkov Husović
UB, Faculty of Technology and Metallurgy
Belgrade
Ph.D. Silvana Dimitrijević,
Senior Research Associate
Mining and Metallurgy Institute Bor
Prof. Ph.D. Bojan Jokić
UB, Faculty of Applied Arts in Belgrade
Prof. Ph.D. Sergey Krasikov
Institute of Metallurgy of Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Russia
Ph.D. Milenko Ljubojev, *Principal Research Fellow*
Engineering Academy of Serbia
Ph.D. Lidija Mančić, *Principal Research Fellow*
Institute of Technical Science of SASA
Ph.D. Aleksandra Milosavljević,
Senior Research Associate
Mining and Metallurgy Institute Bor
Prof. Ph.D. Duško Minić
UP, Faculty of Technical Sciences
Kosovska Mitrovica
Ph.D. Milanče Mitovski
Engineering Academy of Serbia
Prof. Ph.D. Cornelia Muntean
Polytechnic University of Timisoara, Romania
Ph.D. Miroslav Sokić, *Principal Research Fellow*
Institute for Technology of Nuclear and
Other Raw Materials Belgrade
Ph.D. Jasmina Stevanović, *Principal Research Fellow*
UB, Institute of Chemistry, Technology and
Metallurgy Belgrade
Prof. Ph.D. Mirko Stijepović
UB, Faculty of Technology and Metallurgy
Belgrade
Ph.D. Srećko Stopić
RWTH Aachen, IME Aachen, Germany
Ph.D. Rustam Sharipov
Kazakh British Technical University Almaty,
Republic of Kazakhstan
Ph.D. Nadežda Talijan, *Principal Research Fellow*
Academy of Engineering Sciences of Serbia
Ph.D. Viša Tasić, *Principal Research Fellow*
Mining and Metallurgy Institute Bor

UDK: 614.71:551.524:681.325(045)=163.41

DOI: 10.5937/bakar2301043T

NAUČNI RAD

Oblast: Zaštita životne sredine

Primljen: 14.02.2023.

Prerađen: 20.03.2023.

Prihvaćen: 21.03.2023.

**MERENJE KVALITETA VAZDUHA I TERMALNOG KOMFORA U
KANCELARIJAMA PRIMENOM LOW-COST
SENZORA I MONITORA**

**AIR QUALITY AND THERMAL COMFORT MEASUREMENTS IN
THE OFFICES USING THE LOW-COST SENSORS AND MONITORS**

Viša Tasić^{1a}, Vladan Kamenović^{1b}, Bojan Radović^{1c},
Nikola Mišić^{2a}, Ivan Zlatković^{1d}

¹Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, E-mail: visa.tasic@irmbor.co.rs

²Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu u Nišu

Orcid:

^{1a} <https://orcid.org/0000-0001-6710-6529>, ^{1b} <https://orcid.org/0000-0001-9476-5378>,

^{1c} <https://orcid.org/0000-0003-4884-1418>, ^{1d} <https://orcid.org/0009-0004-3471-7787>

^{2a} <https://orcid.org/0000-0003-2314-4851>

Izvod

Subjektivni doživljaj sredine u kojoj ljudi borave definiše komfor te sredine. Elementi komfora sredine su: kvalitet vazduha (vazdušni komfor), toplotni komfor, vizuelni komfor i zvučni komfor. Kvalitet vazduha u prostoriji u kojoj borave ljudi može značajno da utiče na njihovu koncentraciju, tj. sposobnost za rad i učenje. Merenje koncentracije CO₂ u prostoriji koristi se kao indikator ventilacije, odnosno kao indikator kvaliteta vazduha u posmatranoj prostoriji. Toplotni komfor definiše stanje zadovoljstva termalnim okruženjem. Toplotni komfor je ostvaren kada su svojstva sredine takva da obezbeđuju odavanje toplote tela u granicama ugodnosti. U ovom radu prikazan je deo rezultata merenja kvaliteta vazduha i termalnog komfora u odabranoj kancelariji u Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor u periodu od 2020. do 2022. godine. Na osnovu analize rezultata merenja utvrđeno je da je kvalitet vazduha u posmatranoj kancelariji bio zadovoljavajući u proseku više od 90% radnog vremena, a termalni komfor u proseku oko 60% radnog vremena.

Ključne reči: merenje, ugljen-dioksid, kvalitet vazduha, termalni komfor, low-cost senzori

Abstract

The subjective experience of the environment where people live defines the comfort of that environment. The elements of environmental comfort are the air quality, thermal comfort, visual comfort, and sound comfort. The air quality in the room where people stay can significantly affect their concentration, i.e., the ability to work and study. The concentration of CO₂ in the room is used as an indicator of ventilation, that is, as an indicator of the air quality in the observed room. The thermal comfort defines a state of satisfaction with the thermal environment. The thermal comfort is achieved when the environment properties are such that they ensure the release of

body heat within the comfortable limits. This paper presents a part of the air quality and thermal comfort measurement results in the selected office in the Mining and Metallurgy Institute Bor from 2020 to 2022. Based on the analysis of measurement results, it was determined that the air quality in the selected office was satisfactory on an average of more than 90% of the working time, and the thermal comfort on an average of about 60% of the working time.

Keywords: measurement, carbon dioxide, air quality, thermal comfort, low-cost sensors

1. UVOD

Subjektivni doživljaj sredine u kojoj ljudi borave definiše komfor te sredine. Komfor sredine čine: vazdušni komfor (kvalitet vazduha), toplotni komfor, vizuelni komfor i zvučni komfor.

1.1. Vazdušni komfor

Za oblasti u kojima nema većih industrijskih postrojenja i gde je nizak nivo saobraćaja koncentracija CO₂ u spoljašnjem vazduhu obično iznosi od 350 do 400 ppm [1]. U industrijskim oblastima i pored prometnih saobraćajnica ove vrednosti mogu biti i znatno više. Dominantan izvor CO₂ u prostorijama u kojima borave ljudi je njihovo disanje [2]. Porast koncentracije CO₂ u prostoriji u odnosu na nivo CO₂ u spoljašnjem vazduhu dobar je pokazatelj ventilacije posmatrane prostorije. Iz tog razloga se koncentracija CO₂ u prostoriji koristi kao indikator kvaliteta unutrašnjeg vazduha.

Koncentracija CO₂ u unutrašnjem prostoru može da varira od nekoliko stotina do preko 1000 ppm, posebno ako se radi o prostorijama sa velikim brojem ljudi koje u njima borave u dužem vremenskom periodu u uslovima ograničene ventilacije [2, 3]. Prema ASHRAE standardu [4] minimalna vrednost potrebnog nivoa provetrenosti prostorije je 8 l/s po osobi, a preporučena vrednost iznosi 10 l/s. Intenzitet emitovanja CO₂ kod prosečne osobe značajno zavisi od intenziteta njene fizičke aktivnosti. Smatra se da osoba koja sedi u zatvorenom prostoru generiše oko 0.3 dm³ CO₂ u jednoj sekundi [5]. Pri projektovanju i proceni energetske karakteristike zgrada, kvaliteta unutrašnjeg vazduha, osvetljenja i akustike objekata koristi se standard SRPS EN 16798-1:2019 [6]. Prema ovom standardu kvalitet unutrašnjeg vazduha se kategoriše na osnovu razlika između unutrašnje i spoljašnje (I/O) koncentracije CO₂. Definisane su kategorije kvaliteta vazduha, prikazane u tabeli 1, pri čemu je I i II kategorija preporučena za školske zgrade i objekte za stanovanje.

Tabela 1. Kategorije vazduha prema preporučenim I/O razlikama koncentracija CO₂[5]

Kategorija	Odgovarajuća razlika koncentracije CO ₂ (ppm) u odnosu na koncentraciju u spoljašnjem vazduhu
I	550
II	800
III	1350
IV	>1350

Merenjem koncentracija CO₂ u prostoriji moguće je odrediti stepen ventilacije tog prostora. U ovom radu prikazani su rezultati merenja koncentracija CO₂ u unutrašnjem vazduhu u IRM Bor u periodu od 2020. do 2022. godine. Merenje koncentracija CO₂ vršeno je prenosnim monitorima PAQMAN 2020 [7] i IC-meter [8] koji za tu namenu koriste low-cost senzorski modul SenseAir S8, NDIR tipa [9].

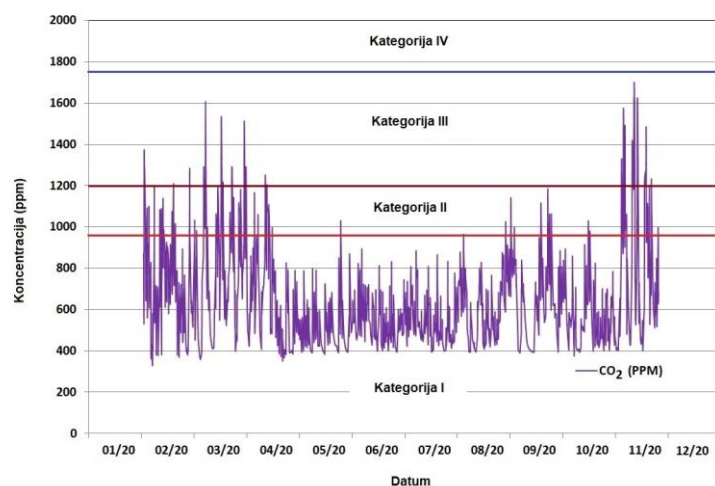
1.2. Termalni komfor

U standardu ISO 7730:2005 [5] definisani su uslovi toplotnog komfora u toku grejne i negrejne sezone. Smatra se da je u toku grejne sezone, za prostorije u kojima borave ljudi, najpovoljnija temperatura iz opega od 20°C do 24°C, uz relativnu vlažnost vazduha iz opsega od 30% do 70%.

U ovom radu prikazani su rezultati merenja temperature i relativne vlažnosti vazduha u odabranoj kancelariji u IRM Bor u periodu od 2020. do 2022. godine. Merenje je vršeno prenosnim monitorima PAQMAN 2020 i IC-meter koji za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha koriste low-cost senzore DHT 22 [10] i SHT21 [11], respektivno.

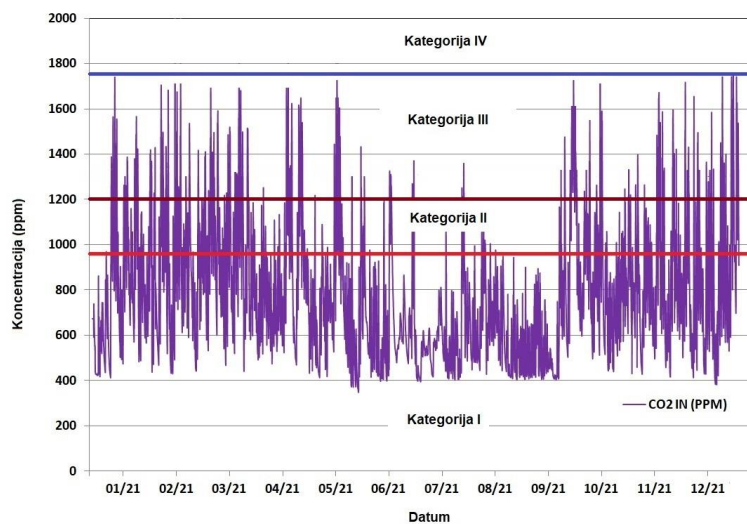
2. REZULTATI MERENJA I DISKUSIJA

Za merenje komfora sredine u IRM Bor odabrana je kancelarija površine 20 m², zapremine 60 m³, sa površinom prozora (PVC) od 4 m². Prozori kancelarije okrenuti su ka jugu. U periodu merenja u kancelariji je uglavnom boravila jedna osoba, i to u periodu od 7 do 15 časova. Vrata kancelarije su u periodu merenja bila zatvorena. U kancelariji ne postoji klima uređaj, tako da se provetranje vrši otvaranjem prozora. Tokom grejnog perioda godine kancelarija se zagreva pomoću radijatora iz sistema centralnog grejanja. U toku negrejne sezone uobičajeno je da se prozori drže poluotvoreni u toku radnog vremena, dok se u grejnoj sezoni prozori otvaraju povremeno, po potrebi. Na slici 1 prikazan je vremenski dijagram srednjih satnih koncentracija CO₂ izmerenih u odabranoj kancelariji u 2020. godini.

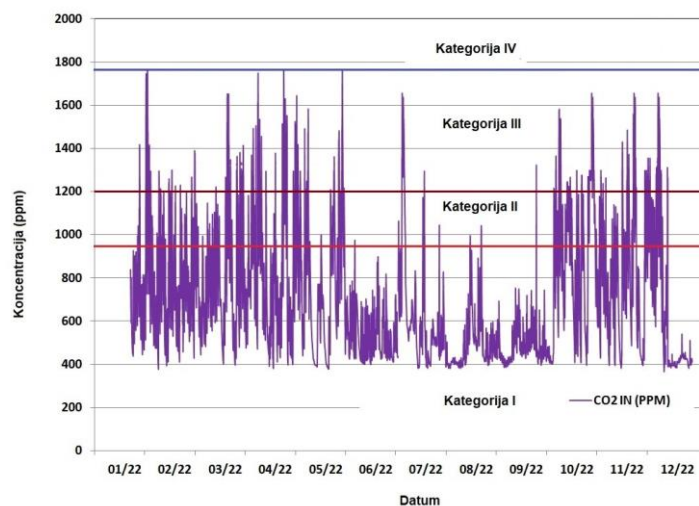


Sl. 1. Prikaz rezultata merenja koncentracije CO_2 u 2020. godini

Na slikama 2 i 3 prikazane su srednje satne koncentracije CO_2 izmerene u kancelariji u toku 2021. i 2022. godine.

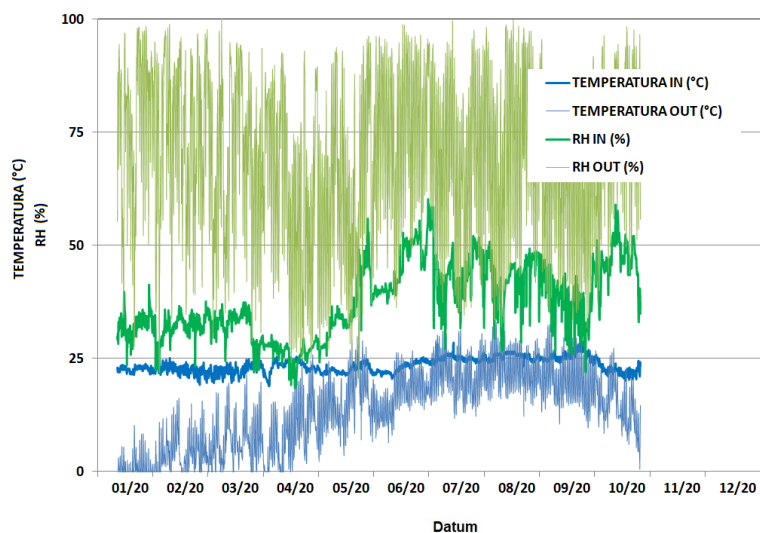


Sl. 2. Prikaz rezultata merenja koncentracije CO_2 u 2021. godini

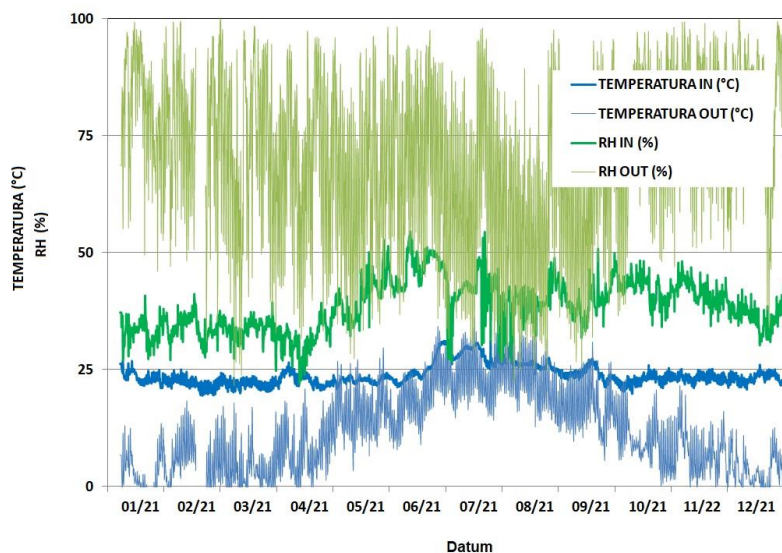


Sl. 3. Prikaz rezultata merenja koncentracije CO_2 u 2022. godini

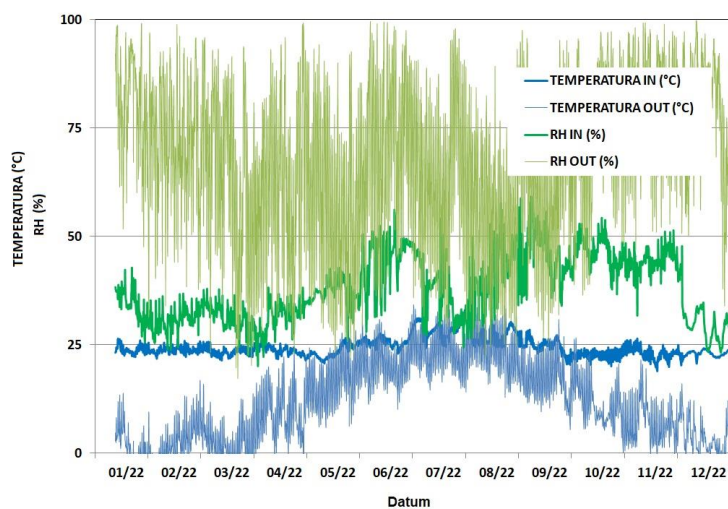
Na slikama 4, 5 i 6 prikazane su srednje satne vrednosti temperature i relativne vlažnosti vazduha izmerene u kancelariji i spoljašnjem vazduhu u periodu od 2020. do 2022. godine.



Sl. 4. Prikaz rezultata merenja temperature i relativne vlažnosti vazduha u 2020. godini



Sl. 5. Prikaz rezultata merenja temperature i relativne vlažnosti vazduha u 2021. godini



Sl. 6. Prikaz rezultata merenja temperature i relativne vlažnosti vazduha u 2022. godini

U tabeli 2 prikazane su srednje godišnje vrednosti izmerenih parametara kvaliteta vazduha i termalnog komfora u toku radnog vremena, kao i srednje vrednosti za periode grejne i negrejne sezone.

Tabela 2. Srednje vrednosti temperature, relativne vlažnosti vazduha i koncentracije CO_2 u kancelariji i spoljašnjem vazduhu u posmatranom vremenskom periodu 2020-2022. (RV - period radnog vremena, GS - grejna sezona, NGS - negrejna sezona)

Period	T in (°C)	T out (°C)	RH in (%)	RH out (%)	CO ₂ in (PPM)	CO ₂ in - 400 (PPM)
2020 RV	23.9	16.3	37.4	60.0	675.8	275.8
2021 RV	24.0	13.5	38.3	63.8	882.4	482.4
2022 RV	24.8	11.6	38.2	56.9	774.2	374.2
2020 RV GS	23.2	7.9	30.8	60.8	724.8	324.8
2021 RV GS	23.3	6.8	35.8	70.9	960.3	560.3
2022 RV GS	23.9	6.6	33.8	59.3	864.2	464.2
2020 RV NGS	24.6	21.2	41.5	60.8	652.2	252.2
2021 RV NGS	25.0	21.6	41.4	55.2	786.7	386.7
2022 RV NGS	26.3	20.1	42.0	52.9	605.7	205.7

Da bi se utvrdilo realno stanje kvaliteta vazduha i termalnog komfora u kancelariji izvršena je analiza srednje satnih vrednosti merenih parametara. Pri analizi je usvojeno da je koncentracija CO_2 u ambijentalnom vazduhu konstantna i da iznosi 400 ppm. Rezultati ove analize prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Kvalitet vazduha i termalni komfor određen analizom srednje satnih vrednosti temperature, relativne vlažnosti vazduha i koncentracije CO_2 u kancelariji u vremenskom periodu 2020.-2022. (RV - period radnog vremena, NGS - negrejna sezona, GS - grejna sezona)

Vremenski period	Kategorija kvaliteta vazduha				Zadovoljavajući termalni komfor
	I	II	III	IV	
	%	%	%	%	%
2020 RV	88.1	8.5	3.4	-	56.2
2021 RV	62.7	21.0	16.3	-	66.1
2022 RV	71.7	17.7	10.6	-	52.3
2020 RV NGS	57.5	3.2	1.7	-	35.2
2021 RV NGS	34.1	5.2	5.7	-	48.6
2022 RV NGS	37.7	2.7	2.5	-	34.4
2020 RV GS	30.6	5.3	1.7	-	77.2
2021 RV GS	28.6	15.8	10.6	-	80.6
2022 RV GS	34.0	15.0	8.1	-	71.1

Na osnovu analize srednje satnih vrednosti koncentracije CO₂ u 2020. godini utvrđeno je da je kvalitet vazduha bio I kategorije u 88.1% radnog vremena, od toga 57.5 % u negrejnoj i 30.6 % u grejnoj sezoni. Kvalitet vazduha u 2020. godini bio II kategorije u 8.5% radnog vremena, 3.2 % u negrejnoj i 5.3 % u grejnoj sezoni. Kvalitet vazduha u 2020. godini bio je III kategorije u 3.4 % radnog vremena, od toga 1.7 % u negrejnoj i 1.7 % u grejnoj sezoni.

Termalni komfor u kancelariji u 2020. godini je bio odgovarajući ($24^{\circ}\text{C} > T_{\text{in}} > 20^{\circ}\text{C}$, $70\% > RH_{\text{in}} > 30\%$) tokom 56.2% radnog vremena. Od toga u negrejnoj sezoni termalni komfor bio je odgovarajući u 35.2 % radnog vremena, odnosno u 77.2 % radnog vremena u grejnoj sezoni.

Na osnovu analize srednje satnih vrednosti koncentracije CO₂ u 2021. godini utvrđeno je da je kvalitet vazduha bio I kategorije u 62.7% radnog vremena, od toga 34.1% u negrejnoj i 28.6% u grejnoj sezoni. Kvalitet vazduha u 2021. godini bio je II kategorije u 21 % radnog vremena, od toga 5.2% u negrejnoj i 15.8% u grejnoj sezoni. Kvalitet vazduha u 2021. godini bio je III kategorije u 16.3 % radnog vremena, od toga 5.7 % u negrejnoj i 10.6 % u grejnoj sezoni.

Termalni komfor u 2021. godini je bio odgovarajući tokom 66.1% radnog vremena. U negrejnoj sezoni termalni komfor bio je odgovarajući u 48.6 % radnog vremena, dok je u grejnoj sezoni bio odgovarajući u 80.6 % radnog vremena.

Na osnovu analize srednje satnih vrednosti koncentracije CO₂ u 2022. godini kvalitet vazduha bio je I kategorije u 71.7% radnog vremena, od toga 37.7% u negrejnoj i 34% u grejnoj sezoni. Kvalitet vazduha u 2022. godini bio II kategorije u 17.7% radnog vremena, 2.7% u negrejnoj i 15.0% u grejnoj sezoni. Kvalitet vazduha u 2022. godini bio III kategorije u 10.6% radnog vremena, od toga 2.5% u negrejnoj i 8.1% u grejnoj sezoni.

Termalni komfor u 2022. godini je bio odgovarajući tokom 52.3% radnog vremena. U negrejnoj sezoni termalni komfor bio je odgovarajući u 34.4% radnog vremena, odnosno u 71.1% radnog vremena u grejnoj sezoni.

Na osnovu podataka prikazanih u tabeli 3 može se utvrditi da je kvalitet vazduha u posmatranoj kancelariji bio najbolji u 2020. godini. Razlog tome je pandemija COVID-19 i mere koje su tokom pandemije preduzimane, pre svega u pogledu kraćeg boravka na radnom mestu, pojačanog provetravanja prostorija, i svođenja kontakata među zaposlenima na minimum.

Kvalitet vazduha u kancelariji u 2021. i 2022. godini bio je veoma sličan, pri čemu je u 2021. godini procenat kvaliteta vazduha u III kategoriji bio najviši, 16.3% što je skoro 6% više u odnosu na procenat kvaliteta vazduha u III kategoriji u 2022. godini. Takođe, uočava se sezonski trend promene kvaliteta vazduha, naime kvalitet vazduha u kancelariji je lošiji u toku grejne sezone u odnosu na negrejnu, što se pripisuje slabijem provetravanju prostorije.

Termalni komfor u kancelariji u posmatranom periodu je bio zadovoljavajući u proseku od 52% do 66% radnog vremena. U posmatranom periodu termalni komfor je u grejnoj sezoni bio zadovoljavajući u proseku od 71% do 81% radnog vremena, što je skoro duplo viši procenat vremena sa zadovoljavajućim termalnim komforom u odnosu na negrejnu sezonu (termalni komfor zadovoljavajući od 34% do 49% radnog vremena). I u grejnoj i u negrejnoj sezoni neodgovarajući termalni komfor prouzrokuje temperatura koja prelazi preporučenih 24°C.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je deo rezultata merenja kvaliteta vazduha i termalnog komfora u odabranoj kancelariji u IRM Bor u periodu od 2020. do 2022. godine. Na osnovu analize rezultata merenja utvrđeno je da je kvalitet vazduha u kancelariji bio zadovoljavajući u više od 90% radnog vremena (I i II kategorija), dok je termalni komfor bio zadovoljavajući u 60% radnog vremena.

U posmatranom periodu kvalitet vazduha u odabranoj kancelariji bio je najbolji u 2020. godini, kada su zbog pandemije COVID-19 preduzimate posebne mere u pogledu prisustva na radu i provetravanja radnih prostorija. Kvalitet vazduha u 2021. i 2022. godini bio je sličan, sa sezonskim trendom pogoršanja u periodu grejne sezone. Iz tog razloga u narednom periodu više pažnje treba posvetiti provetravanju radnog prostora u grejnoj sezoni.

Termalni komfor u kancelariji u posmatranom periodu je bio zadovoljavajući u proseku oko 60% radnog vremena, sa gotovo duplo višim procentom vremena sa zadovoljavajućim termalnim komforom u grejnoj sezoni. Razlog neodgovarajućeg termalnog komfora je viša temperatura od 24°C i u grejnoj i u negrejnoj sezoni. Posmatrana kancelarija ima prozore na južnoj strani pa je jedno od mogućih rešenja za poboljšanje termalnog komfora u negrejnoj sezoni klimatizovanje posmatrane prostorije.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je finansijski podržan od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, Ugovor o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2023. godini za Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, br. 451-03-47/2023-01/ 200052.

LITERATURA

- [1] M.G. Apte, W.J. Fisk, J.M. Daisey, Associations between Indoor CO₂ Concentrations and Sick Building Syndrome Symptoms in U.S. Office Buildings: An Analysis of the 1994-1996 BASE Study Data, *Indoor Air*, 10 (2000), 4, 246-257.
- [2] B.S. Vučićević, V.M. Turanjanin, M.P. Jovanović, N.S. Mirkov, I.M. Lazović, Uticaj nivoa provetrenosti na kvalitet vazduha, *Termotehnika*, Vol. XL, 1-2 (2014) 11-17.
- [3] B.S. Vučićević, Analiza i ocena održivog razvoja energetskog sistema u zgradarstvu, doktorska disertacija, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, Niš, Srbija, 2014. <https://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/3894> (pristupljeno 05.03.2023.)
- [4] ASHRAE, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, in: ASHRAE Standard 62-1999, American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, 1999. <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standards-62-1-62-2> (pristupljeno 05.03.2023.)
- [5] ISO:7730, Moderate Thermal Environments – Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort, 2005. https://iss.rs/sr_Cyrl/project/show/iso:proj:39155 (pristupljeno 05.03.2023.)
- [6] https://www.sysecol2.ethz.ch/OptiControl/LiteratureOC/CEN_06_prEN_15251_FinalDraft.pdf (pristupljeno 05.03.2023.)
- [7] V.Tasić, R. Kovačević, T. Apostolovski-Trujić, I. Lazović, N. Mirkov, D. Topalović, A. Božilov, N. Mišić, Uređaj za merenje kvaliteta vazduha - PAQMAN 2020, Naučno veće IRM Bor br. XXVIII/4. od 04.11.2020., tehničko rešenje M82, Arihiva Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2020.
- [8] <https://www.ic-meter.com/what-is-ic-meter/> (pristupljeno 05.03.2023.)
- [9] V. Tasić, A. Božilov, I. Lazović, N. Mirkov, N., Measurement of CO₂ Concentrations in Indoor Air Using Low-Cost Sensors and Monitors, *Bakar*, Vol. 45, 2 (2020) 11-18.
- [10] <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf> (pristupljeno 05.03.2023.)
- [11] https://www.ic-meter.com/dk/wp-content/uploads/2013/06/Sensirion_Humidity_SHT21_Datasheet_V3.pdf (pristupljeno 05.03.2023.)

UPUTSTVO AUTORIMA

Časopis BAKAR izlazi dva puta godišnje i objavljuje naučne, stručne i pregledne radove. Za objavljivanje u časopisu prihvataju se isključivo originalni radovi koji nisu prethodno objavljivani i nisu istovremeno podneti za objavljivanje negde drugde. Radovi se anonimno recenziraju od strane recenzenta posle čega uredništvo donosi odluku o objavljivanju. Rad priložen za objavljivanje treba da bude pripremljen prema dole navedenom uputstvu da bi bio uključen u proceduru recenziranja. Neodgovarajuće pripremljeni rukopisi biće vraćeni autoru na doradu.

Obim i font. Rad treba da je napisan na papiru A4 formata (210x297 mm), margine (leva, desna, gornja i donja) sa po 25 mm, u Microsoft Wordu novije verzije, fontom Times New Roman, veličine 12, sa razmakom 1,5 reda, obostrano poravnat prema levoj i desnoj margini. Preporučuje se da celokupni rukopis ne bude manji od 5 strana i ne veći od 10 strana.

Naslov rada treba da je ispisan velikim slovima, bold, na srpskom i na engleskom jeziku. Ispod naslova rada pišu se imena autora i institucija u kojoj rade. Autor rada zadužen za korespondenciju sa uredništvom mora da navede svoju e-mail adresu za kontakt u fusnoti.

Izvod se nalazi na početku rada i treba biti dužine do 200 reči, da sadrži cilj rada, primenjene metode, glavne rezultate i zaključke. Veličina fonta je 10, italic.

Glavne reči se navode ispod izvoda. Treba da ih bude minimalno 3, a maksimalno 6. Veličina fonta je 10, italic.

Izvod i glavne reči treba da budu date i na engleski jezik.

Osnovni tekst. Radove treba pisati jezgrovito, razumljivim stilom i logičkim redom koji, po pravilu, uključuje uvodni deo s određenjem cilja ili problema rada, opis metodologije, prikaz dobijenih rezultata, kao i diskusiju rezultata sa zaključcima i implikacijama.

Glavni naslovi trebaju biti urađeni sa veličinom fonta 12, bold, sve velika slova i poravnati sa levom marginom.

Podnaslovi se pišu sa veličinom fonta 12, bold, poravnato prema levoj margini, velikim i malim slovima.

Slike i tabele. Svaka ilustracija i tabela moraju biti razumljive i bez čitanja teksta, odnosno, moraju imati redni broj, naslov i legendu (objašnjenje oznaka, šifara, skraćenica i sl.). Tekst se navodi ispod slike, a iznad tabele. Redni brojevi slika i tabela se daju arapskim brojevima.

Reference u tekstu se navode u ugličastim zagradama, na pr. [1,3]. Reference se prilažu na kraju rada na sledeći način:

[1] B.A. Willis, Mineral Processing Technology, Oxford, Pergamon Press, 1979, str. 35. (za poglavlje u knjizi)

[2] H. Ernst, *Research Policy*, 30 (2001) 143–157. (za članak u časopisu)

[3] www: <http://www.vanguard.edu/psychology/apa.pdf> (za web dokument)

Navođenje neobjavljenih radova nije poželjno, a ukoliko je neophodno treba navesti što potpunije podatke o izvoru.

Zahvalnost se daje po potrebi, na kraju rada, a treba da sadrži ime institucije koja je finansirala rezultate koji se daju u radu, sa nazivom i brojem projekta; ili ukoliko rad potiče iz magistarske teze ili doktorske disertacije, treba dati naziv teze/disertacije, mesto, godinu i fakultet na kojem je odbranjena. Veličina fonta 10, italic.

Radovi se šalju prevashodno elektronskom poštom ili u drugom elektronskom obliku.

Adresa uredništva je:

Časopis BAKAR

Institut za rudarstvo i metalurgiju

Zeleni bulevar 35, 19210 Bor

E-mail: nti@irmbor.co.rs ; ana.kostov@irmbor.co.rs

Telefon: 030/454-260; 030/454-108

Svim autorima se zahvaljujemo na saradnji.

INSTRUCTIONS FOR THE AUTHORS

COPPER Journal is published twice a year and publishes the scientific, technical and review paper works. Only original works, not previously published and not simultaneously submitted for publications elsewhere, are accepted for publication in the journal. The papers are anonymously reviewed by the reviewers after that the Editorial decided to publish. The submitted work for publication should be prepared according to the instructions below as to be included in the procedure of reviewing. Inadequate prepared manuscripts will be returned to the author for finishing.

Volume and Font Size. The paper needs to be written on A4 paper (210x297 mm), margins (left, right, top and bottom) with each 25 mm, in the Microsoft Word later version, font Times New Roman, size 12, with 1.5 line spacing, justified to the left and right margins. It is recommended that the entire manuscript cannot be less than 5 pages and not exceed 10 pages.

Title of Paper should be written in capital letters, bold, in Serbian and English. Under the title, the names of authors and their affiliations should be written. Corresponding author must provide his/her e-mail address for contact in a footnote.

Abstract is at the beginning of the paper and should be up to 200 words include the aim of the work, the applied methods, the main results and conclusions. The font size is 10, italic.

Keywords are listed below the abstract. They should be minimum 3 and maximum of 6. The font size is 10, italic.

Abstract and Keywords should be also given in English language.

Basic Text. The papers should be written concisely, in understandable style and logical order that, as a rule, including the introduction part with a definition of the aim or problem of the work, a description of the methodology, presentation of the obtained results as well as a discussion of the results with conclusions and implications.

Main Titles should be done with the font size 12, all capital letters and aligned to the left margin.

Subtitles are written with the font size 12, bold, aligned to the left margin, large and small letters.

Figures and Tables. Each figure and table must be understandable without reading the text, i.e., must have a serial number, title and legend (explanation of marks, codes, abbreviations, etc.). The text is stated below the figure and above the table. Serial numbers of figures and tables are given in Arabic numbers.

References in the text are cited in square brackets, e.g. [1,3]. References are enclosed at the end of the paper as follows:

[1] B.A. Willis, Mineral Processing Technology, Oxford, Pergamon Press, 1979, p. 35. (*for the chapter in a book*)

[2] H. Ernst, *Research Policy*, 30 (2001) 143–157. (*for the article in a journal*)

[3] <http://www.vanguard.edu/psychology/apa.pdf> (*for web document*)

Citation of the unpublished works is not preferable and, if it is necessary, as much as possible completed data source should be listed.

Acknowledgement is given, as needed, at the end of the paper and should include the name of institution that funded the given results in the paper, with the project title and number; or if the work is resulted from the master thesis or doctoral dissertation, it should give the title of thesis/dissertation, place, year and faculty/university where it was defended. Font size is 10, italic.

The manuscripts are primarily sent by e-mail or in other electronic form.

Editorial Address: Journal COPPER
Mining and Metallurgy Institute Bor
35 Zeleni bulevar, 19210 Bor
E-mail: nti@irmbor.co.rs; ana.kostov@irmbor.co.rs
Telephone: +381 30/454-260; +381 30/454-108

We are thankful for all authors on cooperation.

SADRŽAJ
CONTENS

Dušan Tašić, Ivan Jovanović, Katarina Milivojević, Dragan Ignjatović IZRADA GEOTEHNIČKOG I HIDROGEOLOŠKOG MODELA SEKTORA BR. 6 FLOTACIJSKOG JALoviŠTA „VALJA FUNDATA“ U MAJDANPEKU DEVELOPMENT OF A GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL MODEL ON THE SECTOR 6 OF THE “VALJA FUNDATA” FLOTATION TAILING DUMP IN MAJDANPEK	
Ivan Jovanović, Dragan Ignjatović, Katarina Milivojević ODREĐIVANJE PARAMETARA SMIČUĆE ČVRSTOĆE NA TRIAKSIJALNIM UREĐAJIMA DETERMINATION OF THE SHEAR STRENGTH PARAMETERS ON TRIAxIAL DEVICES	11
Krsta Brčić UNAPREĐENJE ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE U OKOLINI RUDNIKA AUTOMATIZACIJOM MONITORINGA KVALITETA TEKUĆE VODE IMPROVEMENT OF THE ENVIRONMENTAL PROTECTION IN THE MINE AREA BY THE MONITORING AUTOMATIZATION OF THE FLOWING WATER QUALITY	23
Viša Tasić, Vladan Kamenović, Bojan Radović, Nikola Mišić, Ivan Zlatković MERENJE KVALITETA VAZDUHA I TERMALNOG KOMFORA U KANCELARIJAMA PRIMENOM LOW-COST SENZORA I MONITORA AIR QUALITY AND THERMAL COMFORT MEASUREMENTS IN THE OFFICES USING THE LOW-COST SENSORS AND MONITORS	43
Viša Tasić, Tatjana Apostolovski-Trujić, Bojan Radović, Renata Kovačević, Nevena Ristić, Tamara Urošević, Vladan Kamenović MERENJE KVALITETA VAZDUHA U AGLOMERACIJI BOR U 2022. GODINI U PERIODU REKONSTRUKCIJE TOPIONICE BAKRA U BORU MEASUREMENT OF THE AIR QUALITY IN THE AGGLOMERATION OF BOR IN 2022 DURING THE COPPER SMELTER RECONSTRUCTION IN BOR	53
Nenad Marković, Slobodan Bjelić, Filip Marković ANALIZA ASINHRONIH ELEKTROMOTORNih POGONA ZA INDUSTRIJSKE MAŠINE SA CIKLIČNIM (INTERMITIRANIM) UDARNIM OPTEREĆENJEM ANALYSIS OF THE ASYNCHRONOUS ELECTRICAL DRIVES FOR THE INDUSTRIAL MACHINES WITH A CYCLIC (INTERMITTENT) ELECTRICAL SHOCK LOAD	63
