



HRVATSKO UDRUŽENJE ZA ZAŠTITU ZRAKA
CROATIAN AIR POLLUTION PREVENTION ASSOCIATION

DVANAESTI HRVATSKI ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA '21

TWELFTH CROATIAN SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY

AIR PROTECTION '21



Zbornik sažetaka
Abstracts

MEDULIN, 15.-17. rujan 2021.
MEDULIN, Croatia, September 15-17, 2021

Izdavač
HRVATSKO UDRUŽENJE ZA ZAŠTITU ZRAKA
Zagreb, Ksaverska c. 2

Za izdavača
Dr.sc. Ranka Godec

Urednik
Dr. sc. Gordana Pehnec

Tehnički urednici
Dr. sc. Ivan Bešlić
Dr. sc. Ivana Jakovljević

Recenzenti
Znanstveno-stručni odbor

Kompjutorski slog
topgrafika, Velika Gorica

Tisak
topgrafika, Velika Gorica

Naklada:
200 primjeraka

ISSN 1848-185X

Objavljeni radovi izvorno su autorski te nisu podlijegali lekturi.

Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka
Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada
Državni hidrometeorološki zavod
European Federation of Clean Air and Environmental Protection Associations - EFCA
International Union of Air Pollution Prevention and
Environmental Protection Associations - IUAPPA

DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP

ZAŠTITA ZRAKA 2021

ZBORNIK SAŽETAKA

Medulin, 15.-17. rujna 2021.

Pokrovitelji:

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja

Znanstveno-stručni odbor:

Gordana Pehnec – predsjednica

Ivan Bešlić

Darijo Brzoja

Zdenko Franić

Ivana Hrga

Željko Linšak

Željka Zgorelec

Silva Žužul

Organizacijski odbor:

Ranka Godec - predsjednica

Elvis Ciliga

Silvije Davila

Ivona Igrac

Ivana Jakovljević

Bruno Kostelić

Jasmina Rinkovec

Zdravka Sever Štrukil

Vedran Vadić

Nina Zovko

Savjetodavni odbor:

Ana Lucić-Vrdoljak

Branka Ivančan Picek

Dunja Mazzocco Drvar

Andrzej Jagusiewicz

Thomas Reichert

Richard Mills

Vladimira Vadić

Krešimir Šega

Mirjana Čačković

KAZALO

Uvodna riječ	10
--------------------	----

Uvodna predavanja

Richard Mills: GLOBAL AIR POLLUTION: LESSONS FROM THE LAST 20 YEARS	15
---	----

Sandra Krmpotić, Nina Zovko, Gordan Došen: PREGLED ZAKONODAVSTVA IZ PODRUČJA KVALITETE ZRAKA NA NACIONALNOJ I EU RAZINI	16
---	----

Vedranka Bobić: SUDSKA PRAKSA I VJEŠTAČENJE FAKTORA OKOLIŠA KOJI NISU OBUHVAĆENI ZAKONSKIM PROPISIMA - MIRISI	18
---	----

Tema 1 – Upravljanje kvalitetom zraka – inspekcija i nadzor

Mirela Poljanac, Elvira Horvatić Viduka, Nirvana Franković Mihelj, Iva Švedek, Vladimir Jelavić, Valentina-Delija Ružić: SINERGIJA POLITIKA ZA UČINKOVITIJE RJEŠAVANJE KLIMATSKIH PROMJENA I ONEČIŠĆENJA ZRAKA U HRVATSKOJ	22
--	----

Martina Beuk: EMISIJE U ZRAK PRIJAVLJENE U REGISTAR ONEČIŠĆAVANJA OKOLIŠA (ROO)	24
---	----

Vedran Vađić, Iva Baček, Predrag Hercog: PRAVILO ZAOKRUŽIVANJA I RELEVANTNI PERCENTILI	26
--	----

Tema 2 – Emisije onečišćenja u atmosferu

Željko Keliš, Kornelija Bogdan, Mihael Polenus, Goran Butković, Luka Cerovečki, Petar Pukljak: EMISIJE ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI IZ ŠAHTNE PEĆI ZA PROIZVODNJU VAPNA I UTVRĐIVANJE NMHOS U TVRTKI INTERCAL CROATIA d.o.o.	30
---	----

Ivana Roksa, Monika Babačić, Tamara Tarnik: TERMOENERGETSKA POSTROJENJA HEP-a U EU-ETS-u	32
--	----

Tamara Tarnik, Ivana Roksa, Monika Babačić: EUROPSKA KLIMATSKA POLITIKA I NJEN UTJECAJ NA HRVATSKI ELEKTROENERGETSKI SUSTAV	34
---	----

Josipa Hećimović, Ksenija Papa:

UTJECAJ SIROVINE I GORIVA NA EMISIJE SO₂ I TOC U POSTROJENJU NEXE D.D.	36
--	----

Darijo Brzoja, Velimir Milić:

ANALIZA ODZIVA ADMS-URBAN I LOTOS-EUROS MODELA NA SMANJENJE EMISIJA NA PODRUČJU ZAGREBAČKE REGIJE	38
--	----

Tema 3 – Onečišćenje vanjske atmosfere

Zvezdana Bencetić Klaić, Manuel A. Leiva-Guzmán, Andrijana Brozinčević:

RAZINE ATMOSFERSKIH LEBDEĆIH ČESTICA U NACIONALNOM PARKU PLITVIČKA JEZERA TIJEKOM LJETA I JESEN	42
--	----

Vedrana Džaja Grgičin, Velimir Milić:

ODREĐIVANJE PORIJEKLA ONEČIŠĆENJA LEBDEĆIM ČESTICAMA IZNAD HRVATSKE KORISTEĆI LOTOS-EUROS KEMIJSKI MODEL	44
---	----

Ivan Bešlić, Silvije Davila, Ranka Godec, Ivana Jakovljević, Zdravka Sever Štrukil, Silva Žužul, Jasmina Rinkovec, Valentina Gluščić:

PROCJENA DOMINANTNIH IZVORA ONEČIŠĆENJA ZRAKA U ZAGREBU PRIMJENOM PMF RECEPTORSKOG MODELA	46
--	----

Darijo Brzoja, Astrid Manders, Velimir Milic, Vesna Gugec:

USPOSTAVA SUSTAVA ZA MODELIRANJE KVALITETE ZRAKA U GRADU ZAGREBU	48
---	----

Gordana Pehnec, Ivan Bešlić, Silvije Davila, Ivana Jakovljević, Zdravka Sever Štrukil, Valentina Gluščić:

UTJECAJ MJERA ZA SUZBIJANJE COVID-19 NA KVALITETU ZRAKA U GRADU ZAGREBU	50
--	----

Velimir Milić, Vedrana Džaja Grgičin, Darijo Brzoja:

PRIMJENA REGIONALNOG KEMIJSKOG TRANSPORTNOG MODELA LOTOS-EUROS NAD PODRUČJEM REPUBLIKE HRVATSKE	52
--	----

Marko Marić, Ivana Hrga, Adela Krivohlavek:

EKOLOŠKA KARTA GRADA ZAGREBA – KVALITETA ZRAKA	54
---	----

Ranka Godec, Martina Šilović Hujić, Valentina Gluščić, Ivan Bešlić, Silvije Davila, Ivana Hrga, Marko Marić:

EKOLOŠKA KARTA GRADA ZAGREBA - OSVRT NA UGLJIK	56
---	----

Suzana Sopčić, Gordana Pehnec:

RAZINE ANHIDRIDNIH ŠEĆERA U PM₁₀ LEBDEĆIM ČESTICAMA KROZ ČETIRI GODIŠNJA DOBA 2020. GODINE	58
--	----

Tema 4 - Razvoj i provjera mjernih metoda

Anka Ozana Čavlović, Ivan Bešlić, Stjepan Pervan, Silvana Prekrat, Miljenko Klarić:

PRIMJENA FOTOMETRIJE PRI ODREĐIVANJU MASENE KONCENTRACIJE ČESTICA TERMIČKI MODIFICIRANOG TVRDOG DRVA	62
---	-----------

Silvije Davila, Gordana Pehnac, Ivan Bešlić:

ISKUSTVA S RADOM ELEKTROKEMIJSKIH SENZORA ZA PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA OD 2014. DO 2021.	64
---	-----------

Predrag Hercog, Vedran Vadić, Zlatko Grgić:

OBRADA REZULTATA ISPITIVANJA SPOSOBNOSTI ZA MJERENJA SO₂ I CO U ZRAKU ODRŽANIH U HRVATSKOJ OD 2010. DO 2018.	66
---	-----------

Tema 5 - Procjena izloženosti onečišćenjima u zraku i učinci na zdravlje

Kaća Piletić, Dijana Tomić Linšak, Marin Repustić, Ivana Gobin:

UTJECAJ PLINOVITOG OZONA NA KVALITETU ZRAKA U BOLNIČKOM OKOLIŠU	70
--	-----------

Lucija Ražov, Nikolina Furlan, Ivana Gobin, Gabrijela Begić, Dijana Tomić Linšak, Goran Crvelin, Željko Linšak:

UČINKOVITOST FILTRIRANJA BAKTERIJA RAZLIČITIH VRSTA ZAŠTITNIH MASKI	72
--	-----------

Ivana Hrga, Ana Večenaj, Barbara Stjepanović, Jasenka Babić, Dragoslav Dragojlović, Adela Krivohlavek:

ZASTUPLJENOST PELUDA BREZE U ZRAKU GRADA ZAGREB I UTJECAJ NA ZDRAVLJE I KVALITETU ŽIVOTA	74
---	-----------

Zdenka Šušić, Mirta Eberhard, Hrvoje Mrkonjić, Ivan Damjanović:

DVADESET GODINA MJERENJA KONCENTRACIJE PELUDA AMBROZIJE (Ambrosia artemisiifolia L.) U OSJEČKO-BARANJSKOJ ŽUPANIJI	76
---	-----------

Tema 6 – Zaštita zraka u sustavu prostornog uređenja, graditeljstva i zaštite okoliša

Željka Zgorelec, Jasmina Rinkovec, Gordana Pehnac, Milan Mesić, Ivica Kisić, Igor Bogunović, Aleksandra Perčin, Ivana Šestak, Darija Bilandžija, Marija Galić, Iva Hrelja:

KONCENTRACIJE Pt, Pd i Rh U ZRAKU, TLU I VEGETACIJI GRADA ZAGREBA .	80
--	-----------

Silva Žužul, Valentina Gluščić, Iva Šimić, Abra Penezić, Andrea Milinković, Sanja Frka:

TEŠKI METALI U TALOŽNOJ TVARI U OKOLICI ŠIBENIKA	82
---	-----------

Iva Šimić, Gordana Mendaš Starčević, Ranka Godec, Martina Šilović Hujić, Gordana Pehnac:

ORGANSKE ONEČIŠĆUJUĆE TVARI U UKUPNOJ TALOŽNOJ TVARI NA PODRUČJU ZAGREBA I OKOLICE JUŽNO OD RIJEKE SAVE	84
--	-----------

Tema 7 – EFCA sekcija: "Air pollution from shipping emissions"

Andrzej Jagusiewicz:

SHIPPING AS AN AGGRESSIVE SECTOR OF ULTRAFINE PARTICLES (UfP) EMISSIONS	88
--	----

Nadine Allemand, Grégoire Bongrand:

MARITIME SHIPPING EMISSIONS, REDUCTION TECHNIQUES AND THEIR COSTS	91
--	----

Matija Široka, Stjepan Piličić, Teodora Milošević, Ignacio Lacalle, Luka Traven:

PORT ENVIRONMENTAL INDEX	92
---------------------------------------	----

Ana Alebić-Juretić:

CHARACTERIZATION OF MARITIME IMPACT ON AIR QUALITY IN THE PORT CITIES OF RIJEKA (CROATIA) AND VENICE (ITALY)	94
---	----

Zdenko Franić:

SYSTEM OF MONITORING, REPORTING AND VERIFICATION OF CO₂ EMISSIONS IN MARITIME TRANSPORT	96
---	----

Tema 8 – IUAPPA AND GLOBAL FORUM SPECIAL SESSION

IUAPPA session abstract:

COVID-19 AND AIR POLLUTION: EXPLORING THE LINKS	100
--	-----

Posteri

Borna Božiković, Domagoj Mihajlović, Luka Mrvoš:

USPOREDNA MJERENJA KONCENTRACIJE PRIZEMNOG OZONA U VANJSKOM ZRAKU NA MP KARLOVAC-1 I MP VARAŽDIN-1 ANALIZATORIMA RAZLIČITIH PROIZVOĐAČA	104
--	-----

Goran Gajski, Marko Gerić, Mirta Milić, Vilena Kašuba, Katarina Matković, Gordana Pehnc, Silville Davila, Ivana Jakovljević, Ante Cvitković, Mandica Sanković, Antun Šumanovac, Ana-Marija Domijan, Irena Brčić Karačonji, Irina Guseva Canu, Pascal Wild, Nancy Hopf:

USUSRET NOVOM PROJEKTU: HUMNap - ONEČIŠĆENJE ZRAKA I BIOMARKERI UČINKA U LJUDI	106
---	-----

Valentina Gluščić, Iva Šimić, Gordana Pehnc:

PROSTORNA RASPODJELA IONA U UKUPNOJ TALOŽNOJ TVARI NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA	108
---	-----

Ivana Hrga, Iris Bujas, Barbara Stjepanović, Anita Vucić, Ana Večenaj, Mirjana Špehar, Ivan Ivanec, Nikolina Furlan, Itana Bokan Vucelić, Danijela Peroš-Pucar, Marijana Matijić Cvjetović, Ivana Brnica, Mirna Mamić, Tatjana Puljak, Nina Vuletin, Željka Cerovac, Zdenka Šušić, Mirta Eberhard, Marija Mulanović Smolčić, Vesna Kauzlarić, Lea Ivančić, Martina Nadih, Jasenka Babić, Adela Krivohlavek, Dragoslav Dragojlović:

PELUDNE ALERGIJE – PRAVOVREMENA INFORMACIJA PUTEM APLIKACIJE „PELUDNA PROGNOZA“	110
--	-----

Karla Jagić, Marija Dvorščak, Blanka Tariba Lovaković, Darija Klinčić: UTJECAJ ČIMBENIKA IZ KUĆANSTVA NA KONCENTRACIJE SPOJEVA PBDE I ELEMENATA U TRAGOVIMA U KUĆNOJ PRAŠINI	112
Valentina Jagić, Vesna Gugec: IZRADA VIŠEKORISNIČKE BAZE PODATAKA KVALITETE ZRAKA U GIS SUSTAVU ZA PODRUČJE REPUBLIKE HRVATSKE	114
Ivana Jakovljević, Zdravka Sever Štrukil, Gordana Pehnec: USPOREDBA ULTRAZVUČNE EKSTRAKCIJE I UBRZANE EKSTRAKCIJE OTAPALOM PRI ODREĐIVANJU PAU U LEBDEĆIM ČESTICAMA	116
Patricija Kapš, Kristina Jazvo, Vesna Sarajčić: KONTROLA I VALIDACIJA PODATAKA MJERENJA KVALITETE ZRAKA NA DRŽAVNOJ MREŽI ZA TRAJNO PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA	118
Zdenko Mlinar, Ivančica Kovaček, Vesna Bogdan: USPOSTAVA METODE ZA OTKRIVANJE SARS-CoV-2 U ZRAKU	120
Marija Surić Mihić, Branko Petrincec, Gordana Marović, Ivan Bešlić, Silvije Davila, Luka Pavelić i Jasminka Senčar: ONEČIŠĆENJE ZRAKA ¹⁰⁶Ru NAD EUROPOM Drugi dio: TRAGOVI ¹⁰⁶Ru U PM₁₀ DILJEM HRVATSKE	122
Ivan Pavičić, Ana Marija Marjanović Čermak: PRISUTNOST AZBESTNIH VLAKANA U ZRAKU U ZGRADI HRVATSKOG NARODNOG KAZALIŠTA ZAGREB	124
Nenad Periš, Angela Stipišić: KONCENTRACIJE PRIZEMNOG OZONA U ZRAKU NA PODRUČJU GRADA SPLITA	126
Branko Petrincec, Marko Šoštarić, Dinko Babić, Jasminka Senčar: ONEČIŠĆENJE ZRAKA ¹⁰⁶Ru NAD EUROPOM Prvi dio: GAMASPEKTROMETRIJSKA MJERENJA ¹⁰⁶Ru U HRVATSKOJ	128
Jasmina Rinkovec, Magdalena Vincetić, Gordana Pehnec, Silva Žužul, Silvije Davila, Ivan Bešlić: PLATINA, PALADIJ I RODIJ U ZRAKU ZAGREBA	130
Zdravka Sever Štrukil, Ivana Jakovljević, Ranka Godec, Gordana Pehnec: KANCEROGENA AKTIVNOST POLICIKLICKIH AROMATSKIH UGLJIKOVODIKA U PM₁ FRAKCIJI LEBDEĆIH ČESTICA U ZAGREBU	132
Stipica Šarčević, Irena Katanec: OCJENA KVALITETE ZRAKA NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE NA OSNOVI REZULTATA MJERENJA 2016. - 2020. S OBZIROM NA ONEČIŠĆENJA LEBDEĆIM ČESTICAMA PM₁₀ I PM_{2,5} TE NO₂ I OZONOM	134
Magdalena Vincetić, Jasmina Rinkovec, Silva Žužul, Ivan Bešlić, Silvije Davila, Ivana Hrga, Adela Krivohlavek: METALI U PM₁₀ FRAKCIJI LEBDEĆIH ČESTICA U ZIMSKOM RAZDOBLJU NA RAZLIČITIM LOKACIJAMA U ZAGREBU	136

UVODNA RIJEČ

Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka nastavlja svoju dugogodišnju tradiciju organiziranja znanstveno – stručnog skupa na temu zaštite zraka. Ovogodišnji XII. skup „Zaštita zraka 2021“ s međunarodnim sudjelovanjem održava se po prvi put u Medulinu, gradiću bogate kulturne prošlosti smještenom na samom vrhu istarskog poluotoka.

Veliki broj sudionika i 56 prijavljenih izlaganja, prikazanih u ovom zborniku sažetaka pokazatelj su zainteresiranosti domaće i inozemne stručne javnosti o problemu onečišćenja zraka koje ima štetan utjecaj na okoliš i ljudsko zdravlje.

Pandemija COVID-19 postavila je pred nas brojne izazove. U želji da nastavimo kontinuitet održavanja skupa svake dvije godine, ove godine skup „Zaštita zraka“ po prvi puta organizira se istovremeno uživo i u virtualnom okruženju. Iako fizički udaljeni, virtualnim povezivanjem dolazimo i do onih koji u protivnom ne bi bili u mogućnosti sudjelovati na Skupu.

Na skupu „Zaštita zraka 2021“ sudionici će prezentirati svoja iskustva i probleme s kojima se susreću tijekom rada kroz slijedeće teme:

1. Upravljanje kvalitetom zraka – inspekcija i nadzor
2. Emisije onečišćenja u atmosferu
3. Onečišćenje vanjske atmosfere
4. Razvoj i provjera mjernih metoda
5. Procjena izloženosti onečišćenjima u zraku i učinci na zdravlje
6. Zaštita zraka u sustavu prostornog uređenja, graditeljstva i zaštite okoliša
7. EFCA sekcija “Air pollution from shipping emissions”
8. IUAPPA and Global Forum special session: “Respiratory pandemics and air pollution: exploring the links”

Posebno nam je zadovoljstvo najaviti EFCA sekciju, koja se po peti puta za redom organizira u suorganizatorstvu s Europskom federacijom udruženja za čisti zrak i zaštitu okoliša (European Federation of Clean Air and Environmental Protection Associations). Ove godine također ćemo po drugi puta održati posebnu IUAPPA sekciju u suradnji s Međunarodnom unijom udruženja za zaštitu zraka i okoliša (International Union of Air Pollution Prevention and Environmental Protection Associations).

S obzirom na izražen interes za sudjelovanjem te pozitivna iskustva prethodno održanih skupova, nadamo se da će i ovaj skup biti uspješan te omogućiti razmjene ideja i plodonosne rasprave. Svim sudionicima želimo uspješno izlaganje te ugodno i sigurno druženje.

Gordana Pehnek i Ranka Godec

FOREWORD

The Croatian Air Pollution Prevention Association continues its longstanding tradition of organising scientific and professional conferences on air protection. The 12th edition of Air Protection (2021) with international participation is held for the first time in Medulin, a small town with rich cultural history, located at the very top of the Istrian peninsula.

The large number of participants and the 56 submitted presentations in this Book of Abstracts clearly show the interest of both the international and domestic professional community for the issue of the threatening impact of air pollution on human health and the environment.

The COVID-19 pandemic posed a number of challenges to our society. In an effort to preserve the bi-annual continuity of the conference, this year the "Air Protection" is for the first time organized simultaneously as a live and virtual meeting. Although physically distant, a virtual connection enables us to reach those who would not otherwise be able to participate in the Conference.

The participants of Air Protection 2021 will present their experiences and the issues they encounter in their work through the following topics:

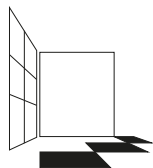
1. Managing air quality – inspection and control
2. Atmospheric emissions of pollutants
3. Monitoring ambient air pollution
4. Developing and testing measuring methods
5. Estimating exposure to air pollutants and impact on health
6. Air Protection in physical planning, construction, and environmental protection
7. EFCA session "Air pollution from shipping emissions"
8. IUAPPA and Global Forum special session: "Respiratory pandemics and air pollution: exploring the links"

It is our great pleasure to again announce the EFCA session, organised for the fifth time under the auspices of the European Federation of Clean Air and Environmental Protection Associations (EFCA). This year, for the second time we will organize a special IUAPPA session in cooperation with the International Union of Air Pollution Prevention and Environmental Protection Associations

The large interest for participation as well as fond memories from previous conferences assure us that this year's edition will be just as successful, with fruitful discussions and exchange of ideas. We wish all of the participants a successful visit and a lovely and safe time in Medulin.

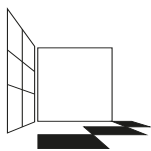
Gordana Pehnec and Ranka Godec

Uvodna predavanja



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.





Richard Mills¹

GLOBAL AIR POLLUTION: SOME LESSONS FROM THE LAST 20 YEARS

Keywords: *predictions, equality, risk, climate, pollution*

Air pollution science and policy have both made dramatic advances over the last couple of decades. The range and extent of these advances can however obscure major underlying problems of a more general and systemic nature. Drawing on recent experience this paper will explore three such issues which seem likely increasingly to be the focus of challenge and debate through the next decade, and the general lessons they hold. They are primarily seen as issues of policy, but are ones where science and policy will need to come together more effectively than they so far have if the necessary solutions are to be found.

- *The social distribution of access to clean air*

The paper will argue first that social differences in access to clean air are a fundamental but neglected aspect of air pollution policy and one that demands greater attention. Pollution tends to be concentrated where there is already a mix of other social disadvantages, particularly poverty, which it reinforces and which reinforces it. Any air pollution policies can therefore have major economic and social impacts. This will increasingly fuel demands that air quality policies make clear who gains from them and who pays for them.

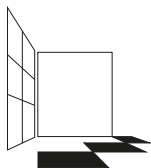
- *Understanding risk*

A second major area of concern that seems likely to come increasingly to the fore is the scientific and political treatment of risk from polluting emissions. Translating uncertainty into quantifiable risk is a core issue for science and managing risk is at the heart of policy. Risk assessment has therefore already become a routine element in decision-making but it will be argued that current processes do not sufficiently help public understanding and informed choice. They therefore fail adequately to protect against either the capture of public policy by special interests or the 'madness of crowds'.

- *The boundaries of air pollution science and policy*

The third fundamental issue which is likely to come to a head in the next decade concerns the definition and boundaries of air pollution science and policy. IUAPPA was among the first to argue that the artificial separation of climate and clean air policies was undermining the achievement of progress in both domains and that an integrated approach would enable the goals of each to be achieved more cost-effectively. While this argument has gained some traction it now seems unlikely to be enough to allow climate targets to be achieved or the global air pollution crisis to be adequately addressed. The final section of the paper will therefore explore the possible implications of this for air pollution science and policy through the decade.

¹ International Union of Air Pollution Prevention and Environmental Protection Associations (IUAPPA)



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Sandra Krmpotić¹, Nina Zovko¹, Gordan Došen¹

PREGLED ZAKONODAVSTVA IZ PODRUČJA KVALITETE ZRAKA NA NACIONALNOJ I EU RAZINI

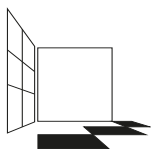
Ključne riječi: kvaliteta zraka, emisije onečišćujućih tvari u zrak, prijedlog izmjena i dopuna Zakona o zaštiti zraka, utjecaj onečišćenja zraka na zdravlje ljudi i negativni učinci na ekosustave, akcijski planovi za poboljšanje kvalitete zraka, razvoj politika EU u području onečišćenja zraka

Cilj rada je dati osvrt na analizu provedbe postojećeg Zakona o zaštiti zraka (Zakon) i podzakonskih propisa, sažetak stanja kvalitete zraka i emisija onečišćujućih tvari u zrak, prikaz postizanja ciljeva usklađenosti, pregled planiranih promjena u zakonodavstvu te pregled razvoja politika EU u području onečišćenja zraka.

Republika Hrvatska je u listopadu 2020. godine od Europske komisije zaprimila Pismo službene obavijesti - povreda prava zbog stalne i kontinuirane neusklađenosti s graničnim vrijednostima za lebdeće čestice PM₁₀ i PM_{2,5} prema Direktivi 2008/50/EZ te zbog donošenja akcijskih planova i mjera koje nisu primjerene za postizanje usklađenosti. Slijedom uočenih poteškoća u provedbi upućen je u proceduru donošenja prijedlog izmjena i dopuna Zakona kojim bi se propisale jasnije i strože odredbe vezano uz nadležnost Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja, jedinica lokalne samouprave u postupku donošenja i provedbe akcijskih planova. Također predlažu se strože odredbe inspekcijskog nadzora i prekršajne odredbe u cilju bržeg postizanja sukladnosti sa graničnim vrijednostima kvalitete zraka te postizanja propisane kvalitete brodskih goriva. U cilju izrade kvalitetnijih akcijskih planova očekuje se donošenje novog Pravilnika o sadržaju i formatu akcijskih planova koji će jasnije definirati obvezni sadržaj akcijskih planova te format i sadržaj obveznih dijelova za izvješćivanje prema Odluci Komisije 2011/850/EU.

U razdoblju od 2017. do 2019. godine provedena je evaluacija EU zakonodavstva iz područja kvalitete zraka (Fitness check). Evaluirana je relevantnost, učinkovitost, djelotvornost te koherentnost dvije direktive o kvaliteti zraka. Rezultati i zaključci evaluacije daju informacije odgovaraju li postojeće direktive svrsi te daju li smjernice za reviziju politike u tri ključna područja: usklađivanje standarda sa novim preporukama Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), unapređenje zakonodavnog okvira vezano za emisije onečišćujućih tvari (NEC Direktiva) te jačanje odredbi vezano uz praćenje kvalitete zraka, modeliranje i planove za poboljšanje kvalitete zraka. EU regulativa iz područja emisija onečišćujućih tvari u zrak zahtijevala je od država članica donošenje inicijalnih nacionalnih Programa kontrole onečišćenja zraka u 2019. godini, a nadalje je naglasak na praćenju napretka u provedbi i postizanju obveza smanjenja emisija od strane Europske komisije. Vezano uz emisije iz pomorskog prometa te zaštitu i poboljšanje kvalitete zraka u lukama, Republika Hrvatska sudjeluje u procesu pregovora u okviru Barcelonske konvencije o proglašenju cjelokupnog mediteranskog područja posebnim područjem zaštite od emisija sumpora iz brodskog prometa (SECA Area).

¹ Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Radnička cesta 80, Zagreb, Hrvatska



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021
Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Sandra Krmpotić¹, Nina Zovko¹, Gordan Došen¹

AN OVERVIEW OF LEGISLATION IN THE FIELD OF AIR QUALITY AT NATIONAL AND EU LEVEL

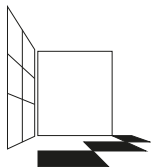
Keywords: *air quality, atmospheric emissions, amendments to the Air Protection Act, the impact of air pollution on human health and negative impacts on ecosystems, action plans to improve air quality, development of EU policies in the field of air pollution*

The aim of this paper is to provide an overview of the implementation of the existing Air Protection Act and by-laws, a summary of air quality and national atmospheric emissions, an overview of achievement of compliance goals, an overview of planned changes in legislation and an overview of EU air pollution policies.

In October 2020, the Republic of Croatia received a Letter of Notification from the European Commission - infringement of law due to permanent and continuous non-compliance with the limit values for PM₁₀ and PM_{2.5} according to Directive 2008/50/EC and due to the adoption of inappropriate air quality action plans and measures. Following the observed difficulties in implementation, a proposal for amendments to the Act was made that would prescribe clearer and stricter provisions regarding the competence of the Ministry of Economy and Sustainable Development, local self-government units in the process of adopting and implementing action plans. Also, stricter provisions of inspection supervision and misdemeanour provisions are proposed in order to achieve compliance with the limit values of air quality and reach the prescribed quality of marine fuels. In order to develop better and more operational action plans, a new Ordinance on the content and format of action plans is expected, which will more clearly define the mandatory content of action plans and the format and content of mandatory parts for reporting according to Commission Decision 2011/850/EU.

In the period from 2017 to 2019, an evaluation of EU legislation in the field of air quality (Fitness check) was conducted. The relevance, effectiveness, efficiency and coherence of the two air quality directives were evaluated. The results and conclusions of the evaluation provide information on whether the existing directives are fit for purpose and provide guidelines for policy revision in three key areas: harmonization of standards with new World Health Organization (WHO) recommendations, improvement of the legislative framework on pollutant emissions (NEC Directive) and strengthening provisions on air quality monitoring, modelling and air quality plans. EU regulations in the field of atmospheric emission required Member States to adopt initial national Air Pollution Control Programs in 2019, with further emphasis on monitoring progress in the implementation and achievement of emission reduction commitments by the European Commission. Regarding maritime emissions and the protection and improvement of air quality in ports, the Republic of Croatia is participating in the process of negotiating within the Barcelona Convention on declaring the entire Mediterranean area a special area for protection against sulphur emissions from shipping (SECA Area).

¹ Ministry of Economy and Sustainable Development, Radnička cesta 80, Zagreb, Hrvatska



DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Vedranka Bobić¹

SUDSKA PRAKSA I VJEŠTAČENJE FAKTORA OKOLIŠA KOJI NISU OBUHVAĆENI ZAKONSKIM PROPISIMA - MIRISI

Ključne riječi: faktori okoliša, mirisi, zakonodavstvo, praksa, vještačenje

Pravna definicija imisije jest da je to svaka fizička smetnja koja dolazi s jedne nekretnine i ometa služenje ili korištenje drugom nekretninom. To mogu biti dim, neugodni mirisi, buka, svjetlost, otpadne vode, i sl. Općenito, imisija (latinski *immissio*) je unošenje neke tvari, osobito plinovitih onečišćenja, najčešće iz nepoznatih, udaljenih izvorišta u neki medij, npr. u atmosferu iznad nekoga teritorija (naselja, grada, države). Prekomjerne posredne imisije mirisa ili dodijavanje mirisima pojam je koji je prepoznat u svijetu te se njime bavi i Svjetska zdravstvena organizacija koja smatra da dodijavanje mirisom utječe na kvalitetu života, ali i na zdravlje čovjeka. Indirektni potencijalni utjecaj prekomjernog mirisa na zdravlje ljudi očituje se kao stres i smanjenje kvalitete života. Mirisi, odnosno, dodijavanje mirisom u mnogim gradovima svijeta odgovorno je za 70 % pritužbi na kvalitetu zraka jer ometa svakodnevni život i korištenje imovine.

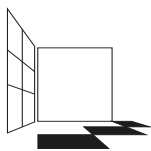
U tom smislu danas je velik broj zemalja svijeta i Europske unije uveo niz propisa koji reguliraju problematiku dodijavanja mirisom. U Republici Hrvatskoj zakon ne regulira problem dodijavanja mirisom, iako je ulaskom u Europsku uniju kroz obavezu normizacije niza područja prihvaćena i europska norma EN 13725 2003: *Air Quality-Determination of Odour Concentration by Dynamic Olfactometry* (Kvaliteta zraka-Određivanje koncentracije mirisa dinamičkom olfaktometrijom) Comité Européen de Normalisation, Brussels koja se još ne primjenjuje. Pojam kvaliteta življenja spominje se u Zakonu o zaštiti zraka (NN 127/19), a dodijavanje mirisom u Hrvatskoj se spominje u Uredbi o onečišćujućim tvarima u zraku (NN 77/20) u Prilogu 1. Uredbe u naslovu: Granične i ciljne vrijednosti s obzirom na zaštitu zdravlja ljudi i kvalitetu življenja (dodijavanje mirisom), ali kvaliteta življenja nije obrađena i razrađena u smislu tumačenja kao u Propisima Europske unije. U Uredbi su definirane granične vrijednosti samo za identificirane kemijske tvari. U Zakonu o vlasništvu i drugim stvarnim pravima (NN 91/96...143/12) u članku 110. Toč. 1 – 5 uređen je odnos vlasništva nad nekretninama i prekomjernih posrednih emisija (dim, neugodni mirisi, čada, otpadne vode...).

Zemlje Europe regulirale su zakonima i pravilnicima problem dodijavanja mirisom. Većina europskih zemalja uglavnom koristi srednji satni (98. percentil) pristup npr. Nizozemska, Francuska, Italija, Irska, Velika Britanija, dok Njemačka i Austrija koriste metrički pristup 'sat vremena neugodnog mirisa' kako bi pokušale obračunati kratkoročne vrhove (jačine) mirisa.

Pri procjeni dodijavanja mirisom uzima se u obzir i skup pojmova koji se označava engleskom kraticom FIDOL (Frekvencija / učestalost; Intenzitet / Jačina; Trajanje; Karakter mirisa; i Lokacija) te su na temelju tih parametara u nekim zemljama utvrđene granične vrijednosti te definirane grupe djelatnosti koje emitiraju mirise različitih intenziteta (neugode).

U Hrvatskoj sve više građana javlja se sa tužbama sudovima kako ih u svakodnevnom životu ometaju mirisi koji dolaze sa raznih uređenih ili neuređenih odlagališta otpada, kompostana ili jednostavno proizvodnih pogona za proizvodnju ili pripremu hrane. Sud naravno u tim procesima nema osnove na temelju kojih će ocjenjivati opravdanost tužbe jer konkretan predmet nije obuhvaćen zakonskim propisom. Kod mirisa je još veći problem u činjenici da zagađivači često osporavaju intenzitet, trajanje izloženosti mirisu te ugodu / neugodu mirisa jer se na primjer mirisi iz pizzerije u principu smatraju ugodnim, ali to prestaju biti ako su dvadeset sati prisutni u susjednoj nekretnini. Vještak obično upućuje sud na EU propise u nedostatku hrvatskih, no to nažalost ostaje dobrovoljni izbor pojedinog suca.

¹ Sudska vještakinja za zaštitu okoliša, zaštitu na radu i ekološke akcidente, ved.bobic@gmail.com



Vedranka Bobić¹

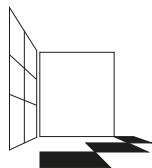
EXPERT WITNESS EXAMINATION AND COURT PRACTICE OF ENVIRONMENTAL FACTORS NOT REGULATED BY LAW – ODORS

Keywords: *environmental factors, odors, legislation, practice, expertise*

The legal definition of immission is any physical disturbance that comes from one property and interferes with the service or use of another property. These can be smoke, unpleasant odors, noise, light, wastewater, etc. In general, immission (Latin immissio), the introduction of a substance, especially gaseous pollutants, most often from unknown, distant sources into a medium, e.g. into the atmosphere above a territory (settlement, city, state). Excessive indirect immissions of odors or annoying odors is a term that is recognized in the world and is dealt with by the World Health Organization, which believes that annoying odors affects the quality of life and human health. The indirect potential impact of excessive odor on human health is manifested as stress and reduced quality of life. Odors, that is, the annoyance of odors in many cities around the world is responsible for 70 % of complaints about air quality because it interferes with everyday life and the use of property. In this sense, today a large number of countries in the world and the European Union have introduced a number of regulations governing the issue of odor annoyance. In the Republic of Croatia, the law does not currently regulate the problem of odor nuisance, although by entering the European Union through the obligation to standardize a number of areas, the European standard EN 13725 2003: Air Quality-Determination of Odor Concentration by Dynamic Olfactometry was accepted of European Committee for Normization, Brussels, that is not yet applicable. In Croatia, the term quality of life is mentioned in Air Protection Act (OG 127/19), but odor pollution is only mentioned in the Regulation on air pollutants (OG 77/20) in Annex 1 of the Regulation in the title: Limit and target values with regard to the protection of human health and quality of life (odor pollution) but the quality of life has not been processed and elaborated in terms of interpretation as in the Regulations of the European Union. The Regulation defines limit values only for identified chemicals. In the Law on Property and Other Real Rights (OG91/96... 143/12) in Article 110, Item. 1 – 5 regulates the relationship between real estate ownership and excessive indirect emissions (smoke, unpleasant odors, soot, and wastewater European countries have regulated the problem of odor annoyance with laws and regulations. Most European countries mainly use the medium hourly (98 percentile) approach e.g. Netherlands, France, Italy, Ireland, UK, while Germany and Austria use the metric 'hour of unpleasant odor' approach to try to calculate short-term odor peaks. When assessing odor nuisance, the set of terms denoted by the English abbreviation FIDOL (Frequency / Frequency; Intensity / Strength; Duration; Odor Character; and Location) is taken into account, and based on these parameters, limit values and defined activity groups have been determined in some countries. Which emit odors of varying intensities (discomfort). In Croatia, more and more citizens are suing the courts for being disturbed in their daily lives by odors coming from various regulated or unregulated landfills, composting plants or simply production plants for the production or preparation of food. The court, of course, has no basis in the proceedings based on which it will assess the justification of the lawsuit because the specific case is not covered by law. An even bigger problem with odors is the fact that polluters often dispute the intensity, duration of exposure to odors and the pleasantness / unpleasantness of odors because, for example, odors from a pizzeria are generally considered pleasant but ceases to be pleasant if they are present in a neighboring property for twenty hours. The expert witness usually refers the court to EU regulations in the absence of Croatian ones, but this unfortunately remains the voluntary choice of an individual judge.

¹ Expert witness for environmental protection, occupational safety and environmental accidents, ved.bobic@gmail.com

Tema 1
Upravljanje kvalitetom zraka –
inspekcija i nadzor



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Mirela Poljanac¹, Elvira Horvatić Viduka¹, Nirvana Franković Mihelj², Iva Švedek¹,
Vladimir Jelavić¹, Valentina-Delija Ružić¹

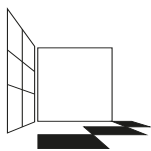
SINERGIJA POLITIKA ZA UČINKOVITIJE RJEŠAVANJE KLIMATSKIH PROMJENA I ONEČIŠĆENJA ZRAKA U HRVATSKOJ

Ključne riječi: onečišćenje zraka, klimatske promjene, crni ugljik (BC), financiranje

Onečišćenje zraka i klimatske promjene, iako imaju različite fizičke manifestacije, usko su povezane sličnim uzrocima i problemima. Izgaranje fosilnih goriva i drvene biomase glavni su antropogeni izvori emisija stakleničkih plinova i onečišćujućih tvari, koje mijenjaju kemijski sastav atmosfere. Neke od onečišćujućih tvari koje su odgovorne za pogoršanje kvalitete zraka ujedno utječu i na globalno zagrijavanje unatoč kratkom zadržavanju u atmosferi. S tim u svezi se ističe crni ugljik (BC) kao jedan od sastojaka sitnih čestica ($PM_{2.5}$) i klimatska onečišćujuća tvar kratkog vijeka (engl. short-lived climate pollutant (SLCP)). Postavlja se pitanje jesu li aktualne politike za rješavanje problema klimatskih promjena i onečišćenja zraka u Hrvatskoj u sinergiji (npr. izgaranje drvene biomase u sektoru kućanstva). U radu se daje pregled emisija i projekcija emisija stakleničkih plinova (GHG) i nekih glavnih onečišćivača zraka u Hrvatskoj, komentiraju se povezanosti i značaj sektora kućanstva i sektora cestovnog prometa kao ključnih izvora onečišćenja zraka u urbanim područjima. Daje se osvrt na postojeće stanje kvalitete zraka obzirom na čestice na području Hrvatske. Također se razmatra nekoliko mehanizama financiranja provođenja politika vezanih za klimatske promjene i zaštitu zraka u Hrvatskoj.

¹ EKONERG d.o.o., Koranska 5, Zagreb, Hrvatska

² Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, Radnička cesta 80, Zagreb, Hrvatska



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY

AIR PROTECTION 2021

Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Mirela Poljanac¹, Elvira Horvatić Viduka¹, Nirvana Franković Mihelj², Iva Švedek¹,
Vladimir Jelavić¹, Valentina-Delića Ružić¹

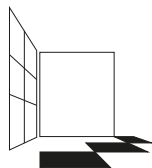
SYNERGY OF POLICIES FOR A MORE EFFICIENT TACKLING OF CLIMATE CHANGE AND AIR POLLUTION IN CROATIA

Keywords: air pollution, climate change, black carbon (BC), funding

Air pollution and climate change, although with different physical manifestations, are both closely linked with regard to cause and risks. Fossil fuels and woody biomass burning are the main anthropogenic sources of greenhouse gas and air pollutants emissions that change the composition of the atmosphere. Some pollutants responsible for air quality deterioration are also behind the global warming, despite short lifetimes in the atmosphere. In this regard, black carbon (BC) is highlighted, as one of the components of fine particulate matter ($PM_{2.5}$), and short-lived climate pollutant (SLCP). The question is whether the current policies to address climate change and air pollution in Croatia are in synergy (e.g. woody biomass combustion in the residential sector). This paper gives an overview of emissions and emission projections of greenhouse gas (GHG) and of some key air pollutants in Croatia, discussing the interconnections and importance of the residential sector and road transport sector as key sources of urban air pollution. An overview of the current state of air quality in the case of particulate matter in Croatia is also given. In addition, several funding mechanisms for implementing climate change and air protection policies in Croatia are considered.

¹ EKONERG Ltd., Koranska 5, Zagreb, Croatia

² Environmental Protection and Energy Efficiency Fund, Radnička cesta 80, Zagreb, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Martina Beuk¹

EMISIJE U ZRAK PRIJAVLJENE U REGISTAR ONEČIŠĆAVANJA OKOLIŠA (ROO)

Ključne riječi: nepokretni izvori, trend emisija, e-prtr

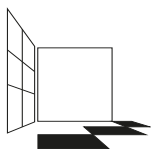
Registar onečišćavanja okoliša (ROO) je dio Informacijskog sustava zaštite okoliša kojeg uspostavlja, vodi i održava Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (Zavod za okoliš i prirodu; do 1. siječnja 2019. godine institucija nadležna za izgradnju sustava, prikupljanje i objedinjavanja podataka unutar ROO bila je Hrvatska agencija za okoliš i prirodu; u nastavku: Zavod), a čine ga baza podataka s pripadajućom aplikacijom za unos, verifikaciju, pregled, analizu i razmjenu podataka te preglednici i portali koji javnosti omogućuju izravan pristup podacima. Podaci se prikupljaju temeljem Pravilnika o registru onečišćavanja okoliša („Narodne novine“ broj 87/15). Kontrolu kvalitete te verifikaciju podataka provode županijska nadležna tijela dok Zavod osigurava i koordinira rad za vođenje ROO te provodi izobrazbu nadležnih tijela.

Obveznici dostave podataka za emisije u zrak su operateri organizacijske jedinice koja obavlja djelatnosti iz Priloga 1. Pravilnika odnosno ispušta u zrak onečišćujuće tvari sukladno Prilogu 2. Pravilnika. U Prilogu 2. navodi se popis od 67 onečišćujućih tvari za zrak sa zadanim pragovima ispuštanja u kg/god, uključujući stakleničke plinove, anorganske i organske tvari, dioksine, furane, metale, čestice te postojeće organske tvari. Prijava za zrak sadrži podatke o ispuštanjima onečišćujućih tvari iz pojedinačnih nepokretnih ispusta, podatke o uređajima, gorivu i mjerenjima onečišćujućih tvari. Podaci se kao potpuni ili djelomični izvor koriste za brojna izvješća i publikacije, poput Izvješća prema Uredbi o Europskom Registru ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari i otpada (Regulation (EC) No 166/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 January 2006 concerning the establishment of a European Pollutant Release and Transfer Register and amending Council Directives 91/689/EEC and 96/61/EC; E-PRTR), Izvješća o inventaru stakleničkih plinova, Izvješća o proračunu emisija onečišćujućih tvari u zrak na području RH, Izvješća o emisijama onečišćujućih tvari u zrak iz velikih uređaja za loženje i dr.

Analiza je izrađena u cilju praćenja trendova emisija u zrak za sumporov dioksid, dušikov dioksid i ugljikov dioksid iz područja industrije, energetike i neindustrijskih djelatnosti te su prikazani isključivo podaci prijavljeni u bazu ROO. Pregled podataka izrađen je za emisije CO₂, NO₂ i SO₂ temeljem podataka dostavljenih u PI-Z obrasce, za razdoblje od 2015. do 2020. godine. Emisije navedenih onečišćujućih tvari najzastupljenije u djelatnostima proizvodnje cementa, u rafinerijama, proizvodnji dušičnih gnojiva, mineralne vune, ambalažnog stakala te pri proizvodnji toplinske i električne energije.

Za nastavak smanjivanja emisija iz sektora industrije, potrebno je poticati prelazak na alternativne i čistije tehnologije izgradnjom postrojenja na biomasu i bioplin te nadalje poticati upotrebu obnovljivih izvora energije, odnosno smanjenje uporabe fosilnih goriva. Dodatni mehanizmi su, primjerice, poticanje energetske učinkovitosti i obnove, optimizacija procesa, zamjena sirovina, ugradnja uređaja za pročišćavanje dimnih plinova i drugi postupci i tehnike smanjenja emisija.

¹ Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zavod za okoliš i prirodu, Radnička 80/7, Zagreb



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021
Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Martina Beuk¹

AIR EMISSIONS REPORTED IN THE ENVIRONMENTAL POLLUTION REGISTER (EPR)

Keywords: *stationary sources, trends, e-prtr*

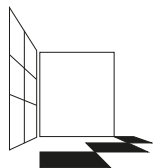
Environmental Pollution Register (EPR) is a part of national Environmental Information System established, managed and maintained by the Ministry of Economy and Sustainable Development (Institute for Environment and Nature; until January 1, 2019 the institution responsible for establishment of EPR information system and for the coordination was Croatian Agency for Environment and Nature). EPR system includes a database with a related application for submission, verification, review, analysis and data exchange. Also it contains browsers and portals that allow free access to publicly available data. Data are reported according to the Ordinance on the Environmental Pollution Register (OG No 87/15).

Quality control and data verification are carried out by competent authorities. The Institute coordinates the work on data quality assurance and quality control and carries out the trainings of the competent authorities. Air emissions are reported by the operators of facilities that carries out the activities, listed in Annex I of the Ordinance, and the releases of air pollutants in accordance with Annex II of the Ordinance which containing list of 67 pollutants with the threshold value in kg/year including greenhouse gases, organic and inorganic substances, dioxins, furans, metals, particles and persistent organic pollutants.

EPR database includes data about releases of pollutants from stationary sources, installations, fuel and measurements. Data is used as a complete or partial source for numerous reports and publications, such as Reports to the European Pollutant Release and Transfer Register (Regulation (EC) No 166/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 January 2006 concerning the establishment of a European Pollutant Release and Transfer Register and amending Council Directives 91/689/EEC and 96/61/EC; E-PRTR), Croatian greenhouse gas inventory Report , Croatian Informative Inventory Report with submission to the Convention On Long-Range Transboundary Air Pollution, Emission Reports for air emissions from large combustion plants, etc.

The analysis was made in order to monitor trends in air emissions of sulphur dioxides, nitrogen dioxides and carbon dioxide from industry, energy sector and from non-industrial activities from EPR database. The survey of data submitted for air emissions was made on the basis of submitted PI-Z forms in the period from 2015 to 2020 Emissions of the mentioned pollutants are most prevalent in industrial activities of cement production, refineries, production of nitrogen fertilizers, mineral wool, and packaging glass and in the production of heat and electricity. To continue reducing emissions from the industrial and energy sector, it is necessary to encourage the transition to alternative and cleaner technologies by building biomass and biogas plants and further encourage the use of renewable energy sources, reducing the use of fossil fuels. Additional mechanisms include, for example, the promotion of energy efficiency and renovation, process optimization, replacement of raw materials, installation of flue gas purification devices and other emission reduction procedures and techniques.

¹ Ministry of Economy and Sustainable Development, Institute for Environment and Nature 80/7, Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Vedran Vađić¹, Iva Baček², Predrag Hercog¹

PRAVILO ZAOKRUŽIVANJA I RELEVANTNI PERCENTILI

Glavne riječi: zaokruživanje, percentil, kvaliteta zraka, okoliš

Pravilnik o praćenju kvalitete zraka (NN 72/2020) u poglavlju VI. Način dostavljanja podataka za potrebe informacijskog sustava zaštite zraka i godišnje izvješće, u članku 22, stavak (3) i članku 23, stavak (4) propisuje da podaci o praćenju kvalitete zraka moraju biti dostupni u skladu sa zahtjevima za broj znamenki i zaokruživanje koji su propisani Provedbenom odlukom Komisije od 12. prosinca 2011. o utvrđivanju pravila za Direktive 2004/107/EZ i 2008/50/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu uzajamne razmjene informacija i izvješćivanja o kvaliteti zraka (2011/850/EU) (IPR).

IPR u prilogu I u poglavlju (A) Zahtjevi u pogledu podataka, odjeljak (2) Broj znamenki i zaokruživanje, propisuje da podaci trebaju biti dostupni s jednakim brojem znamenaka kako se koriste u mreži za praćenje, a zaokruživanje treba biti posljednji korak izračuna, tj. neposredno prije usporedbe rezultata s okolišnim ciljem, te se treba izvesti samo jednom slijedeći komercijalna pravila zaokruživanja koja su pojašnjena u vodiču za zajedničko razumijevanje Provedbene odluke IPR.

Komercijalna pravila zaokruživanja zahtijevaju da se podaci o koncentracijama onečišćujućih tvari moraju uspoređivati s ciljevima zaštite okoliša (tj. graničnom vrijednošću, ciljanom vrijednošću, itd.) s istom numeričkom točnošću koja se koristi za specifikaciju ciljeva zaštite okoliša u Direktivi.

Pravilnik o praćenju kvalitete zraka u članku 23 propisuje da se za svako stalno mjerno mjesto mora za svaku kalendarsku godinu izraditi izvješće o praćenju kvalitete zraka. U stavku (3) istog članka propisano je da Izvješće mora sadržavati između ostalih izračunatih statističkih parametara onečišćenosti zraka i podatke o relevantnom percentilu za relevantna vremena usrednjavanja po pojedinim onečišćujućim tvarima.

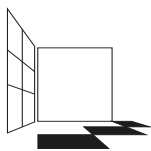
IPR u Članku 11, stavku 3 navodi da se za onečišćujuće tvari za koje su utvrđeni okolišni ciljevi izračunavaju između ostalih statističkih podataka i podaci o ukupnom broju dana prekoračenja, ako je utvrđena granična vrijednost po danu ili percentil 90,4 za frakciju PM_{10} u posebnom slučaju kada se umjesto kontinuiranih mjerenja primjenjuju nasumična mjerenja.

Također u vodiču za zajedničko razumijevanje Provedbene odluke IPR, pojašnjava se da u situacijama s vremenskim serijama s malim obuhvatom podataka, odgovarajuća percentilska vrijednost obično daje bolji pokazatelj kvalitete zraka od broja prekoračenja (de Leeuw, 2012) jer su vrijednosti percentila manje osjetljive na podatke koji nedostaju, te se preporučuje da se u takvim okolnostima koristi percentil

U ovom radu na primjerima je prikazano pravilo zaokruživanja kao i odnosi između relevantnog broja prekoračenja i percentila za odgovarajuće granične i ciljne vrijednosti.

¹ Ekenerg - Institut za energetiku i zaštitu okoliša, Koranska 5, Zagreb, Hrvatska

² Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Radnička cesta 80, Zagreb, Hrvatska



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021
Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Vedran Vadić¹, Iva Baček², Predrag Hercog¹

COMMERCIAL ROUNDING RULES AND PERCENTILES

Keywords: *rounding, percentile, air quality, environment*

The Ordinance on monitoring air quality (OG 72/2020) in Chapter VI. Delivery of information for the purposes of the air quality Information system and annual reporting, Article 22, paragraph (3) and Article 23, paragraph (4) stipulates that data should be made available with the same number of digits and rounding as prescribed by the Commission Implementing Decision of 12 December 2011 laying down rules for Directives 2004/107/EC and 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council as regards the reciprocal exchange of information and reporting on ambient air quality (2011/850/EU) (IPR).

The IPR in Annex I in Chapter (A) Data Requirements, Section (2) Number of digits and rounding, prescribes that data should be made available with the same number of digits as they are used in the monitoring network. Rounding has to be the very last step of any calculation, i.e. immediately before comparing the result with the environmental objective and has to be done only once following the commercial rounding rules explained in the guide for a common understanding of the Commission Implementing Decision IPR.

Commercial rounding rules require that assessment data regarding pollutant concentrations have to be compared to the environmental objectives (i.e. limit value, target value, etc.) in the same numerical accuracy as used for the specification of the environmental objective in the Directive.

The Ordinance on monitoring air quality in Article 23 prescribes that for every fixed measurement site an annual air quality monitoring report must be made each year. Paragraph (3) of the same article prescribes that the Report must contain data on the relevant percentile for the relevant averaging times by pollutants, among other calculated statistical parameters of air pollution.

The IPR in Article 11, paragraph 3 states that statistical data shall be calculated for pollutants with defined environmental objectives, and among other calculated statistical parameters, the total days in exceedance where a daily limit value is defined, or the 90.4 percentile for PM₁₀ in particular cases when random measurements are applied instead of continuous measurements.

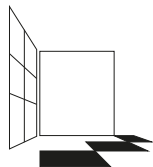
In the guide for a common understanding of the IPR Implementing Decision, it is clarified that in situations with time series with a low data capture, the corresponding percentile value will normally give a better indication of the air quality than the number of exceedances (de Leeuw, 2012) where percentile values were shown to be less sensitive to missing data. It is recommended that in these circumstances the percentile is used.

Commercial rounding rules and the relationships between the relevant number of exceedances and percentiles for the relevant limit and target values is presented with used of examples.

¹ Ekoneg - Energy and Environment Protection Institute, Koranska 5, Zagreb, Croatia

² Ministry of Economy and Sustainable Development, Radnička cesta 80, Zagreb, Hrvatska

Tema 2
Emisije onečišćenja u atmosferu



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



**Željko Keliš¹, Kornelija Bogdan², Mihael Polenus², Goran Butković¹, Luka Cerovečki¹,
Petar Pukljak¹**

EMISIJE ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI IZ ŠAHTNE PEĆI ZA PROIZVODNJU VAPNA I UTVRĐIVANJE NMHOS U TVRTKI INTERCAL CROATIA D.O.O.

Ključne riječi: NMHOS, TOC, GVE, metan, šahtna peć, dolomitni kamen, vapno

U procesu proizvodnje vapna u šahtnoj peći nastaju otpadni plinovi kao posljedica izgaranja prirodnog plina i termičke razgradnje karbonata, a kao sirovina se koristi dolomitni kamen. Na ispuštu šahtne peći provedena su mjerenja emisijskih koncentracija praškaste tvari, O₂, CO₂, CO, NO_x, SO₂ i NMHOS te sadržaja vlage u otpadnim plinovima, nakon vrećastog filtra. Izmjerene koncentracije onečišćujućih tvari izražene su u mg/m³, normizirane na 11 % sadržaj kisika u otpadnom plinu, tlak od 101325 Pa i temperaturu od 273,15 K, što su uobičajeni zahtjev za šahtne peći, koje koriste prirodni plin kao gorivo.

Mjerenje O₂, CO₂, CO, NO_x, SO₂ provedeno je automatskim mjernim sustavom sukladno normiranim metodama (HRN EN 14789, HRN ISO 12039, HR EN 15058, HRN EN 14792 i HRN ISO 7935), praškasta tvar izokinetičkim mjernim sustavom prema HRN EN 13284-1 te vlaga sukladno HRN EN 14790.

Prilikom oba mjerenja šahtna peć je radila u uobičajenom režimu rada:

- utrošak prirodnog plina – 650 m³/h (donja ogrjevna vrijednost 34,28 MJ/m³),
- proizvodnja vapna – 6,25 t/h,
- vlažnost sirovine 0,17 %.

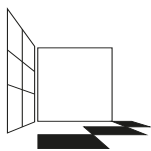
Prema Rješenju o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša novost je bila početak praćenja emisija NMHOS. Uobičajeno, emisijske koncentracije NMHOS (kao ukupni organski ugljik - TOC) izmjerene su sukladno HRN EN 12619, čime je izmjerena vrijednost od 80,9 mg/m³, što je bilo znatno više od propisane GVE od 30 mg/m³. Izmjerena emisijska koncentracija NMHOS je u početku mogla upućivati na znatan sadržaj organskih tvari u sirovini (dolomitni kamen). Drugi mogući razlog mogla je biti prisutnost neoksidiranog metana u otpadnim plinovima, kao posljedica propuštanja na plameniku šahtne peći.

Kod drugog mjerenju NMHOS primijenjene su dvije metode mjerenja i to istovremeno. Ponovo je izmjeren TOC prema HRN EN 12619, a s drugim automatskim uređajem istovremeno je izmjerena koncentracija metana prema HRN EN ISO 25140. Istovremeno, ponovno se mjerio sadržaj vlage te O₂, CO₂, CO, NO_x. Iz razlike izmjerenog TOC i metana dobio se NMHOS. Izmjerena je emisijska koncentracija NMHOS od 5,6 mg/m³, što je znatno ispod propisanog GVE od 30 mg/m³.

Ovakvim mjerenjem utvrdilo se da je razlog visokih koncentracija TOC (prvo mjerenje) bilo propuštanje metana na plamenicima peći, a ne sadržaj organske tvari u sirovini (dolomitni kamen). Izmjerene emisijske koncentracije CO, NO_x, SO₂ i praškaste tvari su također znatno ispod GVE.

¹ METROALFA d.o.o., Zagreb, Hrvatska

² InterCal Croatia d.o.o.



Željko Keliš¹, Kornelija Bogdan², Mihael Polenus², Goran Butković¹, Luka Cerovečki¹,
Petar Pukljak¹

EMISSIONS OF POLLUTANTS FROM THE SHAFT FURNACE FOR LIME PRODUCTION AND NMVOC DETERMINATION IN THE INTERCAL CROATIA COMPANY

Keywords: NMVOC, TOC, ELV, methane, shaft furnace, dolomite stone, lime

In the process of lime production in a shaft furnace, waste gases are generated as a result of natural gas combustion and thermal decomposition of carbonates, where dolomite stone is used as raw material. At the outlet of the shaft furnace, after the bag filter, we performed measurements of emission concentrations of particulate matter, O₂, CO₂, CO, NO_x, SO₂ and NMVOC as well as moisture content in the waste gases. The measured pollutant concentrations, expressed in mg/m_N³, were standardized to 11 % oxygen content in the waste gas, pressure 101325 Pa and temperature 273.15 K, which are common requirements for shaft furnaces that use natural gas as fuel.

Measurement of O₂, CO₂, CO, NO_x, SO₂ was performed with an automatic measuring system according to methods HRN EN 14789, HRN ISO 12039, HR EN 15058, HRN EN 14792 and HRN ISO 7935, particulate matter by isokinetic measuring system according to HRN EN 13284- 1, and humidity according to HRN EN 14790.

During both measurements, the shaft furnace operated in normal mode:

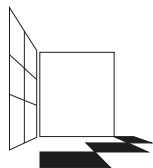
- natural gas consumption - 650 m_N³/h (lower heating value 34.28 MJ/m³),
- lime production – 6.25 / h,
- moisture content of raw materials 0,17 %.

According to the Decision on Integrated Environmental Protection Conditions, the novelty was the monitoring of NMVOC emissions. Typically, NMVOC emission concentrations (as total organic carbon-TOC) were measured according to HRN EN 12619, yielding a value of 80.9 mg/m_N³, which was significantly higher than the prescribed ELV of 30 mg/m_N³. The measured emission concentration of NMVOCs could initially indicate a significant content of organic matter in raw material (dolomite stone). Another possible reason could be the presence of unoxidized methane in the waste gases, as a result of leaks in the burner of the shaft furnace. In the second NMVOC measurement, two methods were applied simultaneously. We measured the TOC again according to HRN EN 12619, and with another automatic device we simultaneously measured the methane concentration according to HRN EN ISO 25140. At the same time, we again measured the moisture content and O₂, CO₂, CO and NO_x. From the difference of the measured TOC and methane we obtained the NMVOC. An NMVOC emission concentration of 5.6 mg/m_N³ was measured, which is significantly below the prescribed ELV of 30 mg/m_N³.

By this measurement, we concluded that the reason for the high concentrations of TOC (first measurement) was the leakage of methane on the furnace burners, and not the content of organic matter in the raw material (dolomite stone). The measured emission concentrations of CO, NO_x, SO₂ and particulate matter were also significantly below the ELV.

¹ METROALFA d.o.o., Zagreb, Croatia

¹ InterCal Croatia d.o.o.



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Ivana Roksa¹, Monika Babačić², Tamara Tarnik³

TERMOENERGETSKA POSTROJENJA HEP-A U EU-ETS-U

Ključne riječi: emisijske jedinice, staklenički plinovi, TE-TO Sisak

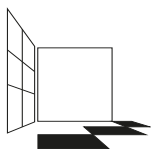
Termoenergetska postrojenja HEP-Proizvodnje d.o.o. uključena su u Europski sustav trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova (EU-ETS) od 01. siječnja 2013. godine. Obveze postrojenja koje proizlaze iz uključivanja u EU-ETS propisane su Zakonom o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog omotača i podzakonskim aktima. Uključivanjem u EU-ETS, HEP ima obvezu kupovanja emisijskih jedinica stakleničkih plinova u količini koja odgovara verificiranim emisijama CO₂. Postrojenja moraju predati u Registar stakleničkih plinova Europske unije kupljene emisijske jedinice za pokrivanje godišnje emisije CO₂. Manji dio emisijskih jedinica za isporučenu toplinsku energiju, postrojenja dobivaju besplatno.

U radu je prikazan pregled aktivnosti vezanih uz dobivanje besplatnih emisijskih jedinica CO₂ za isporučenu toplinsku energiju za 4. fazu EU-ETS-a kao i izrada Plana za metodologiju praćenja na primjeru TE-TO Sisak. Nadalje je prikazan utjecaj izgradnje bioelektrane – toplane Sisak (BE-TO Sisak) i novog parnog kotla na bilancu proizvodnje i isporuke toplinske energije iz TE-TO Sisak time i na smanjene emisijskih jedinica CO₂ za proizvedenu i isporučenu toplinsku energiju u centralni toplinski sustav (CTS) Grada Siska te značajne uštede koje proizlaze radom novih proizvodnih jedinica.

¹ HEP-Proizvodnja d.o.o., Sektor za termoelektrane, TE-TO Sisak, Industrijska cesta 10, Sisak

² HEP-Proizvodnja d.o.o., HEP-Proizvodnja d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, Zagreb

³ Hrvatska elektroprivreda d.d., Ulica grada Vukovara 37, Zagreb



Ivana Roksa¹, Monika Babačić², Tamara Tarnik³

AN EU-ETS HEP THERMAL POWER PLANTS

Keywords: *emission allowances, greenhouse gas, TE-TO Sisak*

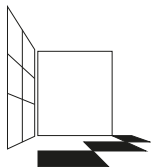
Thermal power plants in HEP-Proizvodnja d.o.o. have been included in the European Greenhouse Gas Emissions Trading System (EU-ETS) since January 1, 2013. The obligations of the facilities arising from the inclusion in the EU-ETS are prescribed by the Law on Climate Change and the Protection of the Ozone Layer and related by-laws. By joining the EU-ETS, HEP has an obligation to purchase greenhouse gas emission allowances on the market in quantities corresponding to verified CO₂ emissions. Plants must submit to the European Union Greenhouse Gas Register purchased emission units to cover annual CO₂ emissions. A small part of the emission units for the delivered heat is provided to the plants free of charge.

The paper presents an overview of activities related to obtaining free CO₂ emission allowances for delivered heat for the 4th phase of EU-ETS and the development of a Plan for monitoring methodology in the case of TE-TO Sisak. Furthermore, the paper discusses the impact of the construction of the biopower plant Sisak (BE-TO Sisak) and the new steam boiler on the balance of production and supply of heat from TE-TO Sisak, which resulted in reduced CO₂ emissions for produced and delivered heat in the central heating system (CHS) of Sisak as well as significant savings.

¹ HEP-Proizvodnja d.o.o., Sektor za termoelektrane, TE-TO Sisak, Industrijska cesta 10, Sisak

² HEP-Proizvodnja d.o.o., HEP-Proizvodnja d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, Zagreb

³ Hrvatska elektroprivreda d.d., Ulica grada Vukovara 37, Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Tamara Tarnik¹, Ivana Roksa², Monika Babačić³

EUROPSKA KLIMATSKA POLITIKA I NJEN UTJECAJ NA HRVATSKI ELEKTROENERGETSKI SUSTAV

Ključne riječi: *klimatska politika, utjecaj, elektroenergetski sustav*

Europska unija ima vodeću ulogu u borbi protiv klimatskih promjena i prilagodbi klimatskim promjenama. Cilj Europske unije (EU) je biti prvi kontinent koji će do 2050. godine postići klimatsku neutralnost. Stoga je prijedlog Europske komisije (EK) povećati cilj smanjenja emisija stakleničkih plinova s dosadašnjih 40 %, na 55 % do 2030. godine. Povećanje navedenog cilja najavljeno je u dokumentu Čisti planet za sve - europska dugoročna strategija za napredno, moderno, konkurentno i klimatski neutralno gospodarstvo (Clean Planet for all) i u Europskom zelenom planu (European Green Deal), što je u skladu i s ciljem iz Pariškog sporazuma.

Dio Europskog zelenog plana je i Europski klimatski zakon (European Climate Law) koji je Europska komisija predložila u ožujku 2020. godine. Klimatski zakon je prvi takav zakon u kojem su postavljeni ciljevi za postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine.

U programu rada EK za 2021. revizije i inicijative povezane s Europskim zelenim planom, a posebno s ciljem smanjenja stakleničkih plinova, predstavljene su u paketu Fit for 55.

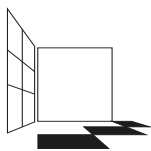
Tijekom 2021. godine, između ostalog, revidirat će se Europski sustav trgovanja emisijskim jedinicama EU-ETS, razmatra se uvođenje poreza na CO₂ za uvoz proizvoda i energije iz država koje nisu u EU-ETS-u (Carbon Border Adjustment Mechanism), donose se tehnički kriteriji za ocjenu održivosti ulaganja u sektor energetike, industrije, šumarstva, prometa, zgradarstva (tzv. EU Taxonomy), rade se izmjene i dopune direktiva o obnovljivim izvorima energije i energetske učinkovitosti u cilju postizanja ambicioznijih ciljeva do 2030. godine.

U radu su analizirani ciljevi klimatsko-energetske politike EU iz prethodno navedenih dokumenata te njihov utjecaj na daljnji rad i razvoj hrvatskog elektroenergetskog sustava. Obveza ispunjavanja zadanih ciljeva odrazit će se na proizvodni portfelj Hrvatske elektroprivrede, vrste energenata, sirovina i materijala te planove izgradnje i rekonstrukcije elektroenergetskih postrojenja i infrastrukture.

¹ Hrvatska elektroprivreda d.d., Ulica grada Vukovara 37, Zagreb

² HEP-Proizvodnja d.o.o., Sektor za termoelektrane, TE-TO Sisak, Industrijska cesta 10, Sisak

³ HEP-Proizvodnja d.o.o., HEP-Proizvodnja d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, Zagreb



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021
Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Tamara Tarnik¹, Ivana Roksa², Monika Babačić³

EUROPEAN CLIMATE POLICY AND ITS IMPACT ON THE CROATIAN POWER SUPPLY SYSTEM

Keywords: *climate policy, power system*

The European Union has a leading role in combating and adapting to climate change. The goal of the European Union (EU) is to make Europe the first continent to achieve climate neutrality by 2050. Therefore, the proposal of the European Commission (EC) is to increase the goal of reducing greenhouse gas emissions from the current 40 percent to 55 percent by 2030. The increase in this goal was announced in the document Clean Planet for All - a European long-term strategy for an advanced, modern, competitive and climate-neutral economy (Clean Planet for all) and in the European Green Deal, which is in line with the Paris Agreement.

Part of the European Green Plan is the European Climate Law proposed by the European Commission in March 2020. The Climate Law is the first such law in which goals have been set for achieving climate neutrality by 2050.

In the EC work program for 2021, audits and initiatives related to the European Green Plan, and in particular with the aim of reducing greenhouse gases, are presented in the Fit for 55 package.

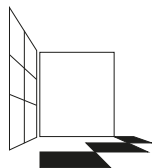
During 2021, among other things, the European Emissions Trading Scheme of the EU-ETS will be revised and the introduction of a CO₂ tax for imports of products and energy from countries outside the EU-ETS (Carbon Border Adjustment Mechanism) is being considered. Technical criteria for assessing the sustainability of investments in the energy sector, industry, forestry, transport, buildings (so-called EU Taxonomy), amendments to the directives on renewable energy sources and energy efficiency are being made in order to achieve more ambitious goals by 2030.

This paper analyses the goals of the EU climate and energy policy from the aforementioned documents and their impact on the further work and development of the Croatian power supply system. The obligation to meet the stipulated goals will be reflected in the production portfolio of Hrvatska elektroprivreda, types of energy sources, raw materials and materials, as well as plans for the construction and reconstruction of power plants and infrastructure.

¹ Hrvatska elektroprivreda d.d., Ulica grada Vukovara 37, Zagreb

² HEP-Proizvodnja d.o.o., Sektor za termoelektrane, TE-TO Sisak, Industrijska cesta 10, Sisak

³ HEP-Proizvodnja d.o.o., HEP-Proizvodnja d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Josipa Hećimović¹, Ksenija Papa¹

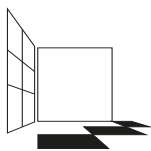
UTJECAJ SIROVINE I GORIVA NA EMISIJE SO₂ I TOC U POSTROJENJU NEXE D.D.

Ključne riječi: *vapnenac, lapor, petrol koks, klinker*

U procesu proizvodnje klinkera, odnosno cementa, sastav sirovine i goriva imaju vrlo važnu ulogu jer između ostalog bitno utječu i na sastav dimnih plinova. Cementna industrija, općenito je materijalno i energetski intenzivna industrija. U postrojenju NEXE d.d. tijekom 2020. godine za proizvodnju klinkera upotrijebljeno je preko milijun tona sirovine i oko 95.000 tona fosilnih i alternativnih goriva. U cilju postizanja zadovoljavajuće kvalitete proizvoda, tehnološkog procesa i opreme te zahtjeva iz okolišne dozvole, sirovinama i gorivima se treba upravljati na odgovarajući način. Energenti u proizvodnji klinkera su prirodni plin, ugljen visoke kvalitete, petrol koks te alternativna goriva: otpadne gume, otpadna ulja I. i II. kategorije, gorivo iz otpada, mulj i itd. U 2020. godini znatno se smanjila upotreba fosilnih goriva, sa 39 % na 6 %, zbog korištenja zamjenskog goriva iz otpada i suhog mulja. Emisije sumpora ovise o udjelu hlapivog sumpora u sirovini i u gorivu. Isto tako, značajna su i kruženja sumpora u sustavu peći. Udio SO₂ u emisiji sumpora iznosi oko 99 %, dok preostali udio predstavlja SO₃ uz moguće pojavljivanje H₂S. Sumpor iz procesa u otpadnim plinovima izlazi u obliku SO₂, zatim u obliku CaSO₄ i drugih spojeva u klinkeru i prašini. 30 % i više sumpora iz sirovine koji dolazi kao sulfid i u organskom obliku isparava iz prvog stupnja ciklona, ali ipak se najveći dio sumpora ugrađuje u klinker i tako izlazi iz procesa. U procesu gorenja nastanak TOC kao i CO uglavnom je povezan s nepotpunim sagorijevanjem. Navedene emisije u cementnoj industriji su niske pod kontroliranim uvjetima rada koji se odnose na vrijeme zadržavanja plinova u peći, temperaturu, prirodu plamena i suvišak kisika, a ovise i o tipu peći. Kada su ispunjeni odgovarajući optimalni uvjeti, organska tvar se raspada s učinkovitošću od > 99,9999 %. Emisije TOC mogu se pojaviti i u prvim stupnjevima procesa (ciklona) kada organska tvar prisutna u sirovini hlapi uslijed povišenja temperature. Organska tvar se oslobađa pri temperaturama 400 - 600 °C.

Provedena je analiza emisija SO₂ i TOC u sirovinama koje koristi NEXE d.d. na način da su analizirane sve vrste sirovina koje ulaze u proces kao i goriva da bi se u njima odredio udio sumpornih spojeva i udio TOC-a. Uzrokovanje sirovine je provedeno na način da se uzorkuju sve vrste sirovina koje ulaze u proces na oba eksploatacijska kopa. Iz analiza je vidljivo da je TOC prisutan u svim vrstama sirovine u količinama od minimalno do maksimalno 1,36 %. U pravilu, spojeva sumpora nema u vapnencima, već su u većoj mjeri sadržani u laporima. Ugljen koji se koristi je visoko kvalitetan sa udjelom sumpora od 0,51 % dok je udio sumpora u petrol koksu preko 3 %. Emisijama SO₂ doprinosi većim dijelom gorivo a također i sirovina. S obzirom na sastav sirovine na kopu, koja sadrži sve više lapora, a time i sumpornih spojeva, projekcije su da će ove emisije rasti.

¹ NEXE d.d., Tajnovac 1, Našice



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021
Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Josipa Hećimović¹, Ksenija Papa¹

RAW MATERIAL AND FUEL IMPACT ON SO₂ AND TOC EMISSION IN NEXE COMPANY

Keywords: limestone, marl, petroleum coke, clinker

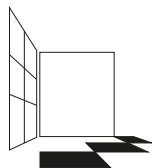
In the process of clinker and cement production, the composition of raw materials and fuels plays a very important role, as it significantly affects the composition of flue gases.

The cement industry is generally a material and energy intensive industry. At the NEXE Company during 2020, over one million tons of raw materials and about 95,000 tons of fossil and alternative fuels were used to produce clinker. All these materials should be managed in a way that meets the requirements of product quality, technological process and equipment, and environmental legislation. Energy sources in clinker production are natural gas, high quality coal, petroleum coke and alternative fuels such as waste tires, I and II category waste oils, fuel from waste, sludge and others. In 2020, the use of fossil fuels decreased significantly, from 39 % to 6 % due to the use of alternative fuels from waste and dry sludge. Sulphur emissions depend on the proportion of volatile sulphur in raw material and in fuel. Sulphur circulations in the kiln system are also significant. As much as 99% of sulphur emissions are emissions of SO₂, the rest being SO₃ as well as some emission of H₂S. In the production process sulphur exits as SO₂ in waste gases and as CaSO₄ and other compounds in clinker and dust. From the raw material which comes in organic form, in the form of sulphide, more than 30 % of the sulphur evaporates from the first stage of the cyclone, while the remaining sulphur is incorporated into the clinker and thus leaves the process. In the combustion process, the formation of TOC as well as CO is mainly associated with incomplete combustion. In the cement industry, these emissions are low under controlled operating conditions relating to the retention time of the kilns, temperatures, the nature of the flame and the excess oxygen, and also depend on the type of kiln.

When all conditions are met, the organic matter decomposes with an efficiency of > 99.9999%. TOC emissions can also occur in the first stages of the process (cyclone) when the organic matter present in the raw material evaporates as the temperature increases. Organic matter is released at temperatures of 400-600 °C.

An analysis of SO₂ and TOC emissions in the raw materials used by Nexe was conducted so that an assessment of the composition of all raw materials that entered the process was made, as were fuel samples for the share of sulphur compounds and the share of TOC. Raising raw materials was carried out in such a way as to cover all types of raw materials that enter the process at both quarries. The analyses show that TOC is present in all types of raw materials at quantities from minimum to maximally 1.36 %. As a rule, sulphur compounds are not present in limestones, but are contained to a greater extent in marls. The used coal is of high quality with a sulphur content of 0.51 %, while the sulphur content of petroleum coke is over 3 %. SO₂ emissions also comprise raw materials and mostly fuel, and given the composition of raw materials in the quarry, which contains more and more marl, and thus sulphur compounds, the projection is that these emissions will increase.

¹ NEXE d.d., Tajnovac 1, Našice



DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Darijo Brzoja¹, Velimir Milić¹

ANALIZA ODZIVA ADMS-URBAN I LOTOS-EUROS MODELA NA SMANJENJE EMISIJA NA PODRUČJU ZAGREBAČKE REGIJE

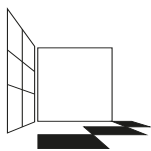
Ključne riječi: smanjenje emisija, kvaliteta zraka, Zagreb, FAIRMODE, ADMS-Urban, Lotos-Euros

Jedna od glavnih prednosti modela za kvalitetu zraka je njihova uporaba u planiranju budućih strategija za unaprjeđenje kvalitete zraka, uzimajući u obzir EU i nacionalno zakonodavstvo (npr. NEC Direktivu). Budući da svaki matematički model za proračun koncentracija onečišćujućih tvari ima određene nesigurnosti, prije izdavanja bilo kakvih preporuka, važno je procijeniti osjetljivost (odziv) modela na smanjenje emisija pri promjeni ulaznih podataka (npr. emisija ili/i meteorologije) ili promjeni samog modela. U tu svrhu osnovana je radna skupina CT9 pri FAIRMODE-u (Forum za modeliranje kvalitete zraka), kao dio Joint Research Centra (JRC), pri Europskoj komisiji. Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) je dugogodišnji član FAIRMODE zajednice i kao takav sudjeluje u raznim eksperimentima u kojima se sustavi za modeliranje ispituju i kontinuirano razvijaju s ciljem boljeg razumijevanja kvalitete zraka i kapaciteta za modeliranje kvalitete zraka. Jedan od naših najnovijih doprinosa bio je upravo u radnoj skupini CT9 gdje se kontinuirano istražuje robusnost projekcija koje daju modeli za kvalitetu zraka.

U tu svrhu, na području Zagrebačke regije primijenjeni su modeli: ADMS-Urban, disperzijski model za procjenu onečišćenja u gradskim područjima i Lotos-Euros, kemijski transportni model. Eksperiment je obuhvaćao 26 različitih simulacija (13 simulacija po pojedinom sustavu za modeliranje): osnovnu simulaciju (BC – base case) sa potpunim emisijama te simulacije s 25 % i 50 % reduciranim emisijama odabranih onečišćujućih tvari na domeni: NO_x, SO_x, NMVOC, NH₃, PPM i ALL (simulacije u kojima su emisije svih spomenutih onečišćujućih tvari reducirane za 25 % i potom 50 %). Simulacije su postavljene za 2015. godinu. ADMS-Urban model koristi satne meteorološke podatke s meteorološke postaje Zagreb-Maksimir, pozadinske koncentracije s postaje za kvalitetu zraka Desinić te emisije za područje aglomeracije Zagreb na rezoluciji 500 m x 500 m iz službenog katastra emisija (izvor: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja). Uz emisije raspoređene u mreži, dva velika točkasta izvora modelirana su eksplicitno. Lotos-Euros model koristi ECMWF IFS (mreža F1280) meteorološke podatke, a domena Zagrebačke regije (15,63°E - 16,33°E, 45,56°S - 46,16°N) na rezoluciji lon-lat: 0,1° x 0,05° ugniježđena je unutar Europske domene (10°W - 45°E, 30°N - 60°N) s rezolucijom lon-lat: 0,5° x 0,25°. U ovim simulacijama korištena je specifičnost Lotos-Euros kemijskog transportnog modela - shema „5 vertikalnih slojeva“ te CAMS-AP-v2.2 (2015.) emisijski inventar.

Kao rezultat smanjenja emisija, za svaki pojedini scenarij analizirane su koncentracije lebdećih čestica i ozona. U analizi je upotrijebljen i testiran FAIRMODE-ov novi „Delta“ alat specifično razvijen za potrebe ovakvih istraživanja. Sustavi za modeliranje su međusobno uspoređeni te je ispitana i linearnost oba sustava i osjetljivost na smanjenje emisija na području Zagrebačke regije.

¹ Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, 10000 Zagreb, Hrvatska



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021

Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Darijo Brzoja¹, Velimir Milić¹

INVESTIGATION OF ADMS-URBAN AND LOTOS-EUROS MODEL RESPONSES TO EMISSION REDUCTIONS IN THE ZAGREB REGION

Keywords: *emission reductions, urban air quality, FAIRMODE, ADMS-Urban, Lotos-Euros, Zagreb*

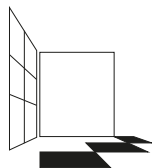
One of the main advantages of air quality models is their usage in planning future strategies for air quality, considering EU and national legislation (e.g., the National Emission Ceilings Directive) and at the same time meeting local compliance. Since every mathematical air quality model comes with uncertainties, before giving any recommendations on the methods to assess the robustness attached to the potential impact of a modelled measure, it is important to assess the sensitivity of the model's responses to emission reductions when input data (such as emissions or/and meteorology) or the model itself is changed. For that purpose, the CT9 group was formed at FAIRMODE (Forum for Air Quality Modelling), as part of the Joint Research Centre (JRC), the European Commission's science and knowledge service. Croatian Meteorological and Hydrological Service is a part of the FAIRMODE community, and as such, we participate in various exercises and experiments where modelling systems are tested and continuously developed with the aim of gaining a better understanding of air quality and air quality modelling capacities. One of our latest contributions was to the CT9 group, within which we continuously investigate the robustness of air quality projections.

For this purpose, the ADMS-Urban dispersion model and Lotos-Euros chemical transport model were used over the Zagreb region domain. The experiment included 26 different simulations (13 simulations per modelling system): base case (BC) scenario (with full emissions), and 25 % and 50 % emission reductions over the domain for pollutants: NO_x, SO_x, NMVOC, NH₃, PPM, and ALL (simulations where all these pollutants were reduced to 25 % and 50 % respectively). Simulations were set for the year 2015. The ADMS-Urban model uses meteorological data from the Zagreb-Maksimir meteo-site (hourly sequential met-data), background data from the Desinić rural-background site (hourly sequential air quality data), and emission on 500 m x 500 m resolution obtained from the Croatian National Emission Inventory (source: Ministry of Economy and Sustainable Development). Two large point sources were explicitly modelled. The Lotos-Euros model uses ECMWF IFS (F1280 grid) meteorological data. The Zagreb region domain (15.63°E – 16.33°E, 45.56°N – 46.16°N) with resolution lon-lat: 0.1° x 0.05° was nested within the European domain (10°W – 45°E, 30°N – 60°N) with the resolution being lon-lat: 0.5° x 0.25°. The LE CTM uses a 5-level mix layer scheme and the CAMS-AP-v2.2 (2015.) emission inventory.

Concentrations of PM and O₃ were investigated as a result of these reductions for every scenario performed. For analysis, FAIRMODE's new „Delta“ benchmarking tool was used and tested. The linearity of the modelling systems was investigated and performances of the two modelling systems were compared and analyzed.

¹ Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, 10000 Zagreb, Croatia

Tema 3
Onečišćenje vanjske atmosfere



DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Zvezdana Bencetić Klaić¹, Manuel A. Leiva-Guzmán², Andrijana Brozinčević³

RAZINE ATMOSFERSKIH LEBDEĆIH ČESTICA U NACIONALNOM PARKU PLITVIČKA JEZERA TIJEKOM LJETA I JESENI

Ključne riječi: PM_{10} , $PM_{2.5}$, PM_1 , laserski fotometar, Openair, WOSA metoda

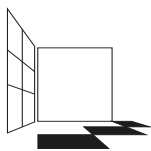
Ispitali smo utjecaje meteoroloških uvjeta i broja posjetitelja na masene koncentracije atmosferskih lebdećih čestica (PM) te na omjere njihovih frakcija u zraku Nacionalnog parka Plitvička jezera tijekom ljeta i jeseni 2018. godine. Koncentracije čestica aerodinamičkog promjera manjeg od $1\ \mu\text{m}$, $2.5\ \mu\text{m}$ i $10\ \mu\text{m}$ (PM_1 , $PM_{2.5}$ i PM_{10}) mjerene su u okolišnom zraku laserskim fotometrom. Fotometar se nalazio u krugu meteorološke postaje za koju su bili dostupni istovremeni meteorološki podaci. Drugi fotometar, koji je bilježio samo frakciju PM_1 , nalazio se u obližnjem uredu Nacionalnog parka. Uz standardne statističke metode primijenjen je i programski paket Openair, koji je posebno razvijen za analizu kvalitete zraka, te spektralna analiza temeljena na metodi usrednjavanja ponderiranih preklapajućih segmenata (WOSA). Rezultati su pokazali da masene koncentracije svih mjerenih frakcija rastu s porastom broja posjetitelja i porastom temperature. Porast koncentracija PM uz istovremeno opadanje omjera $PM_1/PM_{2.5}$ pri porastu temperature ukazuje na važnost fotokemijskih reakcija za nastanak i rast čestica. Nadalje, koncentracije PM na otvorenom i omjeri $PM_1/PM_{2.5}$ i $PM_{2.5}/PM_{10}$ opadali su s porastom brzine vjetrova. Na temelju bivarijantnih polarnih grafikona ustanovljeno je da su najveći omjeri $PM_1/PM_{2.5}$ i $PM_{2.5}/PM_{10}$ bili povezani sa strujanjima iz sjeverozapadnog kvadranta, dok su ti omjeri bili najmanji za strujanja iz jugoistočnog kvadranta. Uz dnevnu periodičnost, koja je bila vidljiva u svim vremenskim nizovima, u spektru PM_{10} frakcije lebdećih čestica bio je prisutan i period od ≈ 25 min.

Taj period je vrlo vjerojatno povezan s emisijom i resuspenzijom čestica koja potječe od turističkih vozila na dizelski pogon. Iako je tjedna periodičnost bila vidljiva u prosječnim tjednim hodovima svih frakcija lebdećih čestica, očekivani 7-dnevni period nije bio zamijećen u promatranim spektrima lebdećih čestica.

¹ Geofizički odsjek, Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Croatia, zklaic@gfz.hr

² Center for Environmental Science and Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Chile, Santiago, Chile, manleiva@uchile.cl

³ Znanstveno-stručni centar "Dr. Ivo Pevalak", Nacionalni park 'Plitvička jezera', Croatia, andrijana.brozincevic@np-plitvicka-jezera.hr



Zvezdana Bencetić Klaić¹, Manuel A. Leiva-Guzmán², Andrijana Brozinčević³

ATMOSPHERIC PARTICULATE MATTER LEVELS IN PLITVICE LAKES NATIONAL PARK DURING SUMMER AND FALL

Keywords: PM_{10} , $PM_{2.5}$, PM_1 , laser photometer, Openair, WOSA method

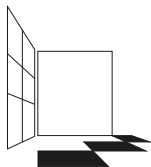
We investigated the impact of meteorological conditions and number of visitors on the atmospheric particulate matter (PM) mass concentrations and particle fraction ratios at the Plitvice Lakes National Park during summer and fall of 2018. Outdoor concentrations of particles with an aerodynamic diameters less than $1\ \mu\text{m}$, $2.5\ \mu\text{m}$ and $10\ \mu\text{m}$ (PM_1 , $PM_{2.5}$, and PM_{10} , respectively) were measured by a light-scattering laser photometer. The photometer was placed at the meteorological measuring site for which concurrent meteorological data were available. Another photometer recorded only the PM_1 fraction in the nearby office of the National Park. Apart from standard statistical methods, the Openair software, which was developed specifically for the analysis of air quality data, and spectral analysis based on weighted overlapped segment averaging (WOSA) method were applied. Results showed an increase in mass concentration with the increase of number of visitors and the air temperature for all measured PM fractions. The latter, together with the decrease of $PM_1/PM_{2.5}$ ratio with an increase of temperature, pointed to the importance of photochemical reactions in the production and growth of particles. Furthermore, outdoor PM concentrations and $PM_1/PM_{2.5}$ and $PM_{2.5}/PM_{10}$ ratios decreased as the wind speed increased. As seen from bivariate polar plots, the highest and the lowest $PM_1/PM_{2.5}$ and $PM_{2.5}/PM_{10}$ ratios were associated with winds from the north-western and south-eastern quadrant, respectively. Apart from the diurnal periodicity of both PM and meteorological time series, a period of $\approx 25\ \text{min}$ was present in the PM_{10} spectrum.

This period was very likely associated with particle emissions and resuspensions due to diesel-powered tourist vehicles. While weekly periodicity was present in average weekly courses of all fractions of particulate matter, it was not accompanied by expected peaks in the PM spectra.

¹ Department of Geophysics, Faculty of Science, University of Zagreb, Zagreb, Croatia, zklaic@gfz.hr

² Center for Environmental Science and Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Chile, Santiago, Chile, manleiva@uchile.cl

³ Scientific Research Center "Dr. Ivo Pevalek", Plitvice Lakes National Park, Croatia, andrijana.brozincevic@np-plitvicka-jezera.hr



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



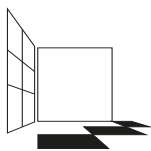
Vedrana Džaja Grgičin¹, Velimir Milić¹

ODREĐIVANJE PORIJEKLA ONEČIŠĆENJA LEBDEĆIM ČESTICAMA IZNAD HRVATSKE KORISTEĆI LOTOS- EUROS KEMIJSKI MODEL

Ključne riječi: PM, određivanje porijekla onečišćenja, kemijski transportni model

Onečišćenje zraka predstavlja ozbiljnu prijetnju zdravlju te je jedan je od mnogih čimbenika koji pridonosi povećanoj smrtnosti. Europska agencija za okoliš je u izvješću o kvaliteti zraka u Europi za 2016. godinu procijenila za 2016. preko 370 000 prerane smrti u EU28 zbog izloženosti lebdećim česticama, s 5300 prerane smrti u Hrvatskoj. Uz to, mnoga prekoračenja granične vrijednosti u EU događaju se u urbanim područjima u kojima živi većina stanovništva. Stoga je jedan od glavnih izazova razumjeti porijeklo onečišćenja i utvrditi učinkovite planove smanjenja tako da planovi ciljaju najprikladnije izvore emisija. Određivanje porijekla onečišćenja korisno je za objašnjavanje povezanosti između izvora emisije i onečišćenja zraka i može se postići različitim pristupima: emisijski utjecaj, modeli orijentirani na receptore i modeli orijentirani na izvore. U ovoj studiji fokus će biti na modelu orijentiranom na izvor. Istraživanje je provedeno pomoću LOTOS-EUROS kemijskog modela jer model ima implementiran modul za označavanje izvora onečišćenja („labeling“). To omogućuje da se kroz simulaciju modela označe različiti sektori emisija i / ili države kako bismo pratili porijeklo onečišćujućih tvari. Uz to, „labeling“ metoda je uspoređena s metodom grube sile („brute force“) koja se tradicionalno koristi za utvrđivanje porijekla onečišćenja nuliranjem ili redukcijom sektora izvora jedan po jedan. Za usporedbu dviju različitih metoda napravljeno je više simulacija. GNFR („Gridded Nomenclature for Reporting“) sektori C (kućna ložišta) i F (promet) za Hrvatsku skalirani su s redukcijskim faktorima: 0,0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,8, tj ukupno 25 simulacija - 24 za različite scenarije i jedna osnovna bez smanjenja emisija. Uz to, osnovna simulacija (bez smanjenja emisije) izvedena je s modulom za „labeling“. Svi GNFR sektori iz Hrvatske označeni su jednako kao i svi GNFR sektori koji dolaze iz inozemstva (sve zajedno 34 labela, uključujući prirodne izvore, granične uvjete i početne uvjete). Rezultati su pokazali male razlike između metoda. „Labeling“ je pokazao aditivnost različitih scenarija u usporedbi s „brute-force“ pristupom gdje se aditivnost mogla pretpostaviti samo za manja smanjenja emisija. Vremenski nizovi su pokazali da označene koncentracije gotovo savršeno popunjavaju razliku između scenarija s nultom emisijom i simulacije osnovnog slučaja.

¹ Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, Zagreb, HRVATSKA



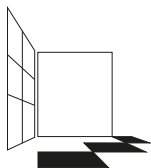
Vedrana Džaja Grgičin¹, Velimir Milić¹

SOURCE APPORTIONMENT OF PARTICULATE MATTER OVER CROATIA USING LOTOS-EUROS CHEMICAL TRANSPORT MODEL

Keywords: *PM, source apportionment, chemical transport model, brute force, labeling*

Air pollution is one of the many factors that contribute to increased morbidity and mortality. The EEA estimated in its 2019 report on air quality in Europe for 2016 over 370 000 premature deaths in EU28 from exposure to particulate matter, with 5300 premature deaths in Croatia. In addition, many of the exceedances of the EU limit value occur in urban areas where most of the population lives. Therefore, one of the main challenges is to understand the origin of the pollution and identify effective reduction plans so that emission reduction plans target the most appropriate emission sources. Source apportionment is often used as a helpful method to explain the connection between emission sources and air pollution and can be accomplished with different approaches: emission inventories, receptor-oriented models and source-oriented models. In this study, focus is put on the source-oriented model. The study was done using the LOTOS-EUROS chemical model because this model implements a source apportionment module used for labeling different sources. This enabled us to label different emission sectors and/or countries in order to keep track of the origin of air pollutants through a model simulation. In addition, labelling was compared to the brute force method traditionally used to establish the source apportionment by zeroing or reducing source sectors one by one. To compare the two different methods, multiple simulations were made. Gridded nomenclature for reporting (GNFR) sectors C and F (and their combination) for Croatia were scaled with reduction factors 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, and 0.8. In total, there were 25 runs – 24 for different scenarios and one base run without any reduction in emissions. In addition, a base run (without emission reductions) was made with a source apportionment module. All GNFR sectors from Croatia were labeled, as were all GNFR sectors coming from abroad (altogether 34 labels including natural sources, boundary conditions, initial conditions and aloft). Results showed small differences between the methods. The labeling method demonstrated additivity of different scenarios compared to the brute force approach where additivity could be assumed only for smaller reductions in emissions. Temporal variation showed that labelled concentrations almost perfectly filled the gap between scenarios with zero emissions and base case simulations.

¹ Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, Zagreb, HRVATSKA



DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Ivan Bešlić¹, Silvije Davila¹, Ranka Godec¹, Ivana Jakovljević¹, Zdravka Sever Štrukil¹, Silva Žužul¹, Jasmina Rinkovec¹, Valentina Gluščić¹

PROCJENA DOMINANTNIH IZVORA ONEČIŠĆENJA ZRAKA U ZAGREBU PRIMJENOM PMF RECEPTORSKOG MODELA

Ključne riječi: *PM_{2,5} frakcija lebdećih čestica, kemijski sastav lebdećih čestica*

Nagli industrijski razvoj u prošlom stoljeću te emisija produkata izgaranja i tehnoloških procesa izravno u okoliš, za posljedicu su imali pojačano onečišćenje atmosfere koje se može pripisati ljudskoj djelatnosti. Urbana područja obilježena su specifičnim izvorima onečišćenja, njegovim raspršenjem i zadržavanjem onečišćenja u atmosferi. Mikroklimatski uvjeti u gradovima i daljinski transport onečišćenja dodatno utječu na razine onečišćujućih tvari u zraku. U svrhu procjene dominantnih izvora onečišćenja zraka razvijeno je više statističkih modela zajedničkog naziva receptorski modeli. Primjena receptorskih modela zahtijeva određivanje masenih koncentracija velikog broja onečišćujućih tvari u duljem razdoblju.

Cilj ovog istraživanja je pomoću PMF-(eng. Positive Matrix Factorization) receptorskog modela primijenjenog na jednogodišnju bazu podataka o onečišćenju zraka na području grada Zagreba procijeniti dominantne izvore onečišćenja zraka.

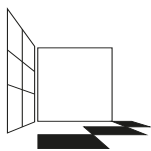
Uzorkovanje PM_{2,5} frakcije lebdećih čestica u skladu s Normom HRN EN 12341 provedeno je svaki treći dan u razdoblju od 01. 07. 2018. do 01. 07. 2019. godine na mjernoj postaji IMI. Određene su masene koncentracije 38 onečišćujućih tvari koje uključuju ionski sastav, policikličke aromatske ugljikovodike, organski i elementni ugljik te 15 elemenata sadržanih u uzorcima lebdećih čestica.

Neočekivane visoke razine koncentracija lebdećih čestica zabilježene krajem ožujka 2020. godine zasebno su razmatrane HYSPLIT modelom u svrhu procjene daljinskog transporta onečišćenja. Zamijećeno je kako su visoke koncentracije posljedica daljinskog transporta iz pustinje Karakum na području Turkmenistana.

Upotrebom PMF receptorskog modela prepoznato je 8 dominantnih izvora onečišćenja zraka u Zagrebu. Zamijećen je visoki udio sekundarnog onečišćenja (sekundarni sulfati i nitrati) te značajni doprinosi prometa i gorenja biomase. Upotrebom modela prepoznate su epizode soljenja prometnica u gradu Zagrebu i epizode morskog aerosola.

Dominantni udio sekundarnog onečišćenja navodi na zaključak kako u gradu Zagrebu ne postoje dominantni antropogeni izvori onečišćenja te kako su meteorološki uvjeti i položaj Zagreba odgovorni za epizode povišenih masenih koncentracija lebdećih čestica.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb



Ivan Bešlić¹, Silvije Davila¹, Ranka Godec¹, Ivana Jakovljević¹, Zdravka Sever
Štrukil¹, Silva Žužul¹, Jasmina Rinkovec¹, Valentina Gluščić¹

SOURCE APPORTIONEMENT OF AIR POLLUTION IN ZAGREB USING THE PMF RECEPTOR MODEL

Keywords: *PM_{2.5}, chemical composition of particulate matter*

The rapid industrial development in the last century as well as the emission of combustion products and technological processes directly into the environment have resulted in increased atmospheric pollution attributable to human activity. Urban areas are characterized by specific sources of pollution, its dispersion and pollution retention in the atmosphere. Microclimatic conditions in cities and transboundary transport of pollution further affect the levels of air pollutants. For the purpose of estimating the dominant sources of air pollution, several statistical models have been developed, commonly called receptor models. The application of receptor models requires the determination of the mass concentrations of a large number of pollutants over a long period of time.

The aim of this study was to assess the dominant sources of air pollution using the PMF-Positive Matrix Factorization receptor model applied to a one-year database of air pollution in the city of Zagreb.

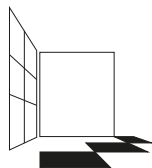
Sampling of the PM_{2.5} fraction of particulate matter was performed in accordance with the HRN EN 12341 standard every third day in the period from 1 July 2018 to 1 July 2019 at the IMROH monitoring station. The mass concentrations of 38 pollutants were determined, including ionic composition, polycyclic aromatic hydrocarbons, organic and elemental carbon, and 15 elements contained in the samples of particulate matter.

Unexpectedly high levels of particulate matter concentrations recorded in late March 2020 were considered separately by the HYSPLIT model for the purpose of estimating transboundary transport. We observed that the high concentrations were due to transboundary transport from the Karakum Desert in Turkmenistan.

Using the PMF receptor model, 8 dominant sources of air pollution in Zagreb were identified. A high share of secondary pollution (secondary sulphates and nitrates) and significant contributions of traffic and biomass combustion were observed. Using the model, episodes of road salting in the city of Zagreb and episodes of sea aerosol were identified.

The dominant share of secondary pollution leads to the conclusion that there were no dominant anthropogenic sources of pollution in the city of Zagreb and that it was the meteorological conditions and position of Zagreb that were responsible for the episodes of elevated mass concentrations of particulate matter.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Darijo Brzoja¹, Astrid Manders², Velimir Milić¹, Vesna Gugec¹

USPOSTAVA SUSTAVA ZA MODELIRANJE KVALITETE ZRAKA U GRADU ZAGREBU

Ključne riječi: Kvaliteta zraka, gradsko područje, disperzijsko modeliranje, ADMS-Urban, Zagreb

Cilj ovog rada je unaprjeđenje kvalitete informacija o kvaliteti zraka u gradu Zagrebu. Uz analizu izmjerenih vrijednosti glavnih gradskih onečišćujućih tvari (frakcije lebdećih čestica < 10 μm i dušikovog dioksida), važan doprinos su i prvi rezultati prostorne distribucije koncentracija onečišćenja dobiveni ADMS-Urban modelom na visokoj rezoluciji.

Prekoračenja graničnih vrijednosti lebdećih čestica (PM_{10}) i dušikovog dioksida (NO_2) karakteristična su u mnogim krajevima Europske unije upravo za gradska područja gdje je pritisak emisija u atmosferu najjači, a izloženost stanovništva najveća. Zagreb, glavni grad Hrvatske ima skoro 800000 stanovnika i sadrži 18 % stanovništva cijele zemlje. Stoga su i informacije o kvaliteti zraka u Zagrebu od iznimne važnosti. Gradijenti koncentracija onečišćujućih tvari u gradovima su veliki, posebno uz prometnice, dok su postaje za mjerenje kvalitete zraka reprezentativne tek za nekoliko kvadratnih kilometara, i to u najboljem slučaju, za gradske pozadinske lokacije pa se kao komplement mjerenjima potiče procjena koncentracija disperzijskim modelima na visokoj rezoluciji.

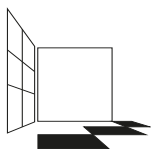
U ovom radu analizirani su podaci s 14 gradskih, gradskih-pozadinskih i prometnih postaja zajedno s prvim rezultatima ADMS-Urban modela. Analiza je uključivala sezonalnost i dnevni hod koncentracija glavnih onečišćujućih tvari, godišnje srednjake i prekoračenja graničnih vrijednosti prema EU Direktivama (2004/107/EZ, 2008/50/EZ). Za modeliranje ADMS-Urban modelom kao pozadinske koncentracije karakteristične za regiju i prekogranično onečišćenje korištene su izmjerene vrijednosti s mjerne postaje Desinić, službeni emisijski inventar za aglomeraciju Zagreb na rezoluciji 500 m x 500 m (izvor: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja) te detaljne emisije iz prometa. Meteorološki podaci su s postaje Maksimir za 2017. godinu i karakteristični su za cijelu domenu.

Fokus analize su PM_{10} i NO_2 na području grada Zagreba. Primijećen je znatan trend opadanja koncentracija PM_{10} (oko 2 $\mu\text{g m}^{-3}$ godina⁻¹) u razdoblju 2003. – 2018., iako prekoračenja graničnih vrijednosti još uvijek postoje. Ona su vezana uz zimski period godine, stabilne meteorološke situacije, nizak granični sloj te visoke emisije iz malih kućnih ložišta i prometa. Prostorna razdioba koncentracija za 2017. godinu pokazuje visoke gradijente koncentracije uz izvore onečišćenja kao i utjecaj meteorologije specifične za područje grada.

Doprinos grada koncentracijama PM_{10} i NO_2 procjenjuje se na 6 $\mu\text{g m}^{-3}$ – 11 $\mu\text{g m}^{-3}$ za PM_{10} i 22 $\mu\text{g m}^{-3}$ – 37 $\mu\text{g m}^{-3}$ za NO_2 . Modelirane koncentracije za 2017. godinu pokazuju visoke koncentracije onečišćujućih tvari karakteristične za prometnu mrežu grada Zagreba.

¹ Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, 10 000 Zagreb

² Netherlands Organisation for Applied Scientific Research TNO, PO Box 80015, 3508 TA Utrecht, The Netherlands



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021
Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Darijo Brzaja¹, Astrid Manders², Velimir Milić¹, Vesna Gugec¹

THE DEVELOPMENT OF AN AIR QUALITY MODELLING SYSTEM FOR ZAGREB, CROATIA

Keywords: air quality, urban area, dispersion modelling, ADMS-Urban, Zagreb

This study aims to improve the knowledge of air quality in Zagreb, the capital of Croatia. It gives the first insight into the spatial distribution of concentrations of the main city pollutants (fraction of particulate matter < 10 µm and nitrogen dioxide) within the process of developing an air quality modelling system in high resolution.

While concentrations of PM₁₀ and NO₂ continue to exceed EU limit values, it is important to improve information about air quality, especially in cities where the exposure of the population is the largest. Zagreb is the capital of Croatia with a population of nearly 800,000 and as such comprises 18 % of the Croatian population. In cities, pollutant concentrations have strong gradients, in particular those related to traffic. Since continuous air quality measurements are usually representative of several square kilometres for urban background locations, or representative for a specific street, authorities are encouraged to use dispersion models to complement the observations for a city.

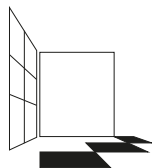
This study combines knowledge gained from an analysis of 14 urban, urban-background and near-traffic sites with the first results of the high resolution modelled data. Measurements were fully analysed, seasonal and diurnal cycles were investigated, yearly averages and exceedances regulated by the EU were calculated. Also, for the first time, the ADMS dispersion model was set up for the Zagreb agglomeration. Within the model, measurement data from the Desinic site were used as background data representing the contribution of long-range transport to the city. Gridded emissions (500 m by 500 m resolution) were obtained from the Croatian National Emission Inventory (source: Ministry of Economy and Sustainable Development). Also, emissions using the detailed road-level emissions using a street map were used. The meteorology data used within the model were from the Maksimir measurement site and are representative of the whole modelling domain.

The focus of this analysis were the main pollutants usually found to exceed EU limit values within the city and the surrounding area PM₁₀ and NO₂. In Zagreb, a clear decreasing trend in PM₁₀ concentration was found (roughly 2 µg m⁻³ year⁻¹) through the years (2003-2018), although, exceedances are still present. Exceedances for particulate matter are mainly related to wintertime episodes with stable conditions due to low boundary layer heights combined with high emissions caused by wood combustion. Spatial distribution given by the model for the year 2017 shows high gradients of concentrations near the sources, as well as the meteorology influence of pollution spread.

The observed concentrations of PM₁₀ and NO₂ are increased over the city with 6 – 11 µg m⁻³ and 22 – 37 µg m⁻³, respectively. Modelled concentrations for 2017 show characteristic high values representing the main roads.

¹ Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, 10000 Zagreb, Croatia

² Netherlands Organisation for Applied Scientific Research TNO, PO Box 80015, 3508 TA Utrecht, The Netherlands



DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



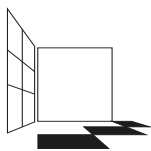
Gordana Pehnek¹, Ivan Bešlić¹, Silvije Davila¹, Ivana Jakovljević¹, Zdravka Sever Štrukil¹, Valentina Gluščić¹

UTJECAJ MJERA ZA SUZBIJANJE COVID-19 NA KVALITETU ZRAKA U GRADU ZAGREBU

Ključne riječi: zatvaranje, lebdeće čestice, dušikov dioksid, ozon, benzo(a)piren

Pandemija COVID-19, koja je započela početkom 2020. godine, uzrokovala je brojne promjene u gospodarskim aktivnostima, prometu i navikama ljudi. Mjere suzbijanja širenja bolesti koje su primijenile brojne zemlje uključivale su i djelomično ili potpuno zatvaranje (engl. lockdown) kroz određena razdoblja intenzivnog širenja bolesti. Provođenje ovih mjera odrazilo se i na kvalitetu zraka diljem svijeta. U prvom valu bolesti, u zimu i proljeće 2020. godine, satelitske snimke pokazale su izraziti pad razina i emisija onečišćujućih tvari u zrak u brojnim industrijskim područjima i prometnim središtima. U Hrvatskoj, prvi slučaj zaraze novim koronavirusom evidentiran je 25. 2. 2020., a stroge mjere obustave rada škola, fakulteta i vrtića te zatim javnog prijevoza i svih djelatnosti osim najnužnijih, u gradu Zagrebu trajale su od sredine ožujka do sredine svibnja 2020. godine. U ovom istraživanju proučavani su podaci o kvaliteti zraka s mjernih postaja lokalne mjerne mreže grada Zagreba (Ksaverska cesta, Đorđićeva ulica, Prilaz baruna Filipovića, Peščenica, Siget, Susjedgrad) u razdoblju od 30. 3. 2020. do 11. 5. 2020. te su uspoređeni s podacima za isto razdoblje tijekom 2017., 2018. i 2019. godine. Promatrane su sljedeće onečišćujuće tvari: dušikov dioksid (NO_2), ozon (O_3), frakcije lebdećih čestica PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$ te benzo(a)piren (BaP) u PM_{10} . Srednje vrijednosti koncentracija NO_2 bile su, ovisno o karakteru mjerne postaje, 24 % - 49 % niže tijekom perioda strogog zatvaranja u odnosu na trogodišnji prosjek (2017. - 2019.) za isto razdoblje, a najveći pad opažen je na mjernim postajama najviše opterećenim prometom. Suprotno tome, koncentracije ozona statistički su značajno porasle na svim lokacijama (između 14 % i 29 %), a u pravilu najveći porast koncentracija ozona opažen je na postajama na kojima je bio izraženiji pad koncentracija dušikovog dioksida. Masene koncentracije lebdećih čestica PM_{10} bile su statistički značajno niže tijekom razdoblja zatvaranja na mjernim postajama Peščenica, Siget i Črnomerec, dok su na ostalim postajama bile u rasponima koncentracija iz ranijih godina. Razine $\text{PM}_{2,5}$ prate se na tri lokacije u Zagrebu te se nisu statistički značajno razlikovale u odnosu na ranije godine. Koncentracije BaP u PM_{10} , koje se prate na mjernim postajama Ksaverska cesta i Siget bile su nešto više u 2020. godini u odnosu na ranija razdoblja, ali se ta razlika nije pokazala statistički značajna. Rezultati ovog istraživanja upućuju da je smanjenje aktivnosti, a naročito prometa, tijekom razdoblja strogog zatvaranja dovelo do smanjenja koncentracija NO_2 i djelomično PM_{10} na mjernim postajama opterećenim prometom, no istovremeno je dovelo do porasta razina ozona. Koncentracije BaP u PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$, koji značajnom dijelom potječu i iz drugih izvora poput npr. ložišta, nisu se u Zagrebu značajnije smanjile za vrijeme perioda zatvaranja.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska c.2, 10000 Zagreb



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021

Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



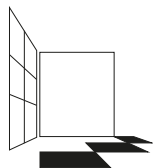
Gordana Pehnec¹, Ivan Bešlić¹, Silvije Davila¹, Ivana Jakovljević¹, Zdravka Sever Štrukil¹, Valentina Gluščić¹

INFLUENCE OF COVID-19 CONTROL MEASURES ON AIR QUALITY IN THE CITY OF ZAGREB

Keywords: *lockdown, particulate matter, nitrogen dioxide, ozone, benzo(a)pyrene*

The COVID-19 pandemic, which began in early 2020, has caused numerous changes in economic activities, traffic and people's habits. The disease control measures implemented by many countries have included a partial or complete lockdown through certain periods of the disease's intensive spread. The implementation of these measures has also affected air quality around the world. In the first wave of the disease, in winter and spring of 2020, satellite images showed a significant decrease in levels and emissions of atmospheric pollutants in many industrial areas and transport hubs. In Croatia, the first case of infection with the new coronavirus was recorded on 25th February 2020. Strict measures of closing down all institutions of education, and later the suspension of public transport and all activities except the most necessary ones, in the city of Zagreb lasted from mid-March to mid-May 2020. In this study, data on air quality, obtained from measuring stations of the local monitoring network of the City of Zagreb (Ksaverska cesta, Đorđićeva ulica, Prilaz baruna Filipovića, Peščenica, Siget, Susedgrad) for the period from 30th March to 11th May 2020, were compared with data for the same period during 2017, 2018, and 2019. The following pollutants were observed: nitrogen dioxide (NO₂), ozone (O₃), PM₁₀ and PM_{2.5} fractions of particulate matter, and benzo (a) pyrene (BaP) in PM₁₀. Average NO₂ concentrations were, depending on the characteristics of the measuring station, 24-49 % lower during the lockdown period compared to the three-year average (2017-2019) for the same period, and the largest decrease was observed at the measuring stations with the highest traffic. Contrary to this, ozone concentrations showed a statistically significant increase at all locations (between 14 % and 29%), and the largest increase in ozone concentrations was generally observed at stations with a more pronounced decrease in nitrogen dioxide concentrations. PM₁₀ mass concentrations were significantly lower during the lockdown period at the Peščenica, Siget and Črnomerec measuring stations, while at other stations they were within the ranges observed in previous years. PM_{2.5} levels were monitored at three locations in Zagreb and did not show a statistically significant difference during lockdown compared to previous years. BaP in PM₁₀, monitored at the measuring stations Ksaverska cesta and Siget, were slightly higher in 2020 compared to the same period in previous years, but this difference was not statistically significant. The results of this study indicate that the decrease in activities, and especially traffic, during the period of strict lockdown led to a decrease in concentrations of NO₂ and partly PM₁₀ at measuring stations loaded with traffic, but at the same time led to an increase in ozone levels. Concentrations of BaP in PM₁₀ as well as PM_{2.5} concentrations, which mostly originate from other sources such as household heating, did not decrease significantly in Zagreb during the lockdown.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska c.2, 10000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



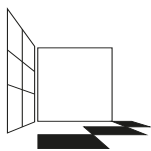
Velimir Milić¹, Vedrana Džaja Grgičin¹, Darijo Brzoja¹

PRIMJENA REGIONALNOG KEMIJSKOG TRANSPORTNOG MODELA LOTOS-EUROS NAD PODRUČJEM REPUBLIKE HRVATSKE

Ključne riječi: *ArcGIS, modeliranje kvalitete zraka, onečišćujuće tvari, programski paket R*

Projekt AIRQ - Proširenje i modernizacija državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka od 2017. godine provodi Državni hidrometeorološki zavod u partnerstvu s Institutom za medicinska istraživanja i medicinu rada. Jedan od ciljeva AirQ projekta je uspostava sustava za modeliranje kvalitete zraka u Republici Hrvatskoj. To uključuje razvoj i primjenu LOTOS-EUROS modela za proračun prizemnih koncentracija onečišćujućih tvari s ciljem osiguravanja potrebnih podataka za procjenu razine onečišćenja (posebno u područjima gdje ne postoje mjerenja). Spomenuti model je „open-source“ kemijski transportni model regionalne skale koji je već dugi niz godina u regulativnoj i znanstvenoj upotrebi diljem svijeta. U ovom radu pokazat će se napredak u primjeni LOTOS-EUROS modela nad područjem Republike Hrvatske na objektivan način usporedbom mjerenja za 2017. godinu s početnom simulacijom i sa zadnjom popraavljenom simulacijom. Postavke modela su identične u znatnom broju elemenata (upotreba istog emisijskog inventara, meteorološki parametri, definirane kemijske reakcije itd.). Bitne razlike između simulacija su u tri elementa. Prva je promjena horizontalne rezolucije s $0,25^\circ \times 0,125^\circ$ na $0,1^\circ \times 0,05^\circ$ geografske dužine i širine. Druga je promjena vertikalne rezolucije s 5 vertikalnih nivoa („mixing layer“ shema) na 15 vertikalnih nivoa definiranih meteorološkim podacima („metlevel“ shema). Zadnja razlika uključuje primjenu Corine seta podataka za zemljišni pokrov („land use“) visoke rezolucije. Usporedba rezultata modela i mjerenih prizemnih koncentracija O_3 , NO_2 , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 i CO provedena je uz pomoć R programskog paketa „openair“ te uz pomoć programa ArcGIS. Napredak dobiven povećavanjem rezolucije modela jasno je vidljiv na kartama i statističkim parametrima te opravdava veću potrošnju računalnih resursa (simulacija veće rezolucije zahtjeva približno 3 puta više vremena). Najveće razlike između mjerenih i modeliranih prizemnih koncentracija javljaju se u gusto naseljenim urbanim sredinama gdje model, u načelu, podcjenjuje izmjerene koncentracije. To je očekivano, s obzirom da je LOTOS-EUROS regionalni model namijenjen radu na većim prostornim skalama (~ 5 km), model ne može dobro prikazati fenomene (npr. ulični kanjoni ...) koji su prisutni na znatno manjim prostornim skalama (~ 0,5 km). Rad na poboljšanju modelarskog sustava je i dalje u tijeku, te još nisu iscrpljene sve opcije za potencijalna poboljšanja.

¹ DHMZ, Ravnice 48, 10000 Zagreb



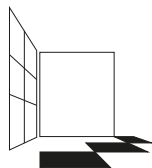
Velimir Milić¹, Vedrana Džaja Grgičin¹, Darijo Brzoja¹

THE USE OF THE REGIONAL CHEMICAL TRANSPORT MODEL LOTOS-EUROS OVER THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF CROATIA

Keywords: air quality modelling, air pollutants, ArcGIS, software package R

The AirQ project - Expansion and Modernization of the National Network for Continuous Air Quality Monitoring has been implemented since 2017 by the Croatian Meteorological and Hydrological Service in partnership with the Institute for Medical Research and Occupational Health. One of the objectives of the AirQ project is the establishment of an air quality modelling system in the Republic of Croatia. This includes the development and application of a LOTOS-EUROS model for the calculation of surface concentrations of pollutants with the aim of providing the necessary data to assess the level of pollution (especially in areas where no measurements are available). This model is an open-source chemical transport model, intended to work on a regional scale, which has been in regulatory and scientific use throughout the world for many years. This paper will show our progress in the use of the LOTOS-EUROS model over the territory of the Republic of Croatia objectively by comparing the measurements for 2017 with the initial simulation and with the improved simulation. Model settings are identical in a significant number of elements (use of the same emission inventory, meteorological parameters, defined chemical reactions, etc.). The significant differences between simulations are in three elements. The first is the change of the horizontal resolution from 0.25° x 0.125° to 0.1° x 0.05° geographical length and width. The second is the change of the vertical resolution from 5 vertical levels ("mixing layer" scheme) to 15 vertical levels defined by the „metlevel“ scheme. The last difference includes the application of the Corine land use data set of high resolution. The comparison of model results and measured surface concentrations of O₃, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO was carried out with the assistance of R software package openair and ArcGIS. The progress achieved by increasing the model resolution is clearly visible on maps and statistical parameters and justifies the higher consumption of computer resources (simulation of higher resolution requires approximately 3 times as much time). The greatest differences between the measured and modelled surface concentrations occur in densely populated urban environments where the model, in principle, underestimates concentrations. This is expected, since LOTOS-EUROS is a regional model intended to work on larger spatial scales (~ 5 km). The model cannot adequately represent phenomena (e.g. street canyons) present on significantly smaller spatial scales (~ 0.5 km). Work on improving the model system is still ongoing and all options for potential improvements have not yet been exhausted.

¹ DHMZ, Ravnice 48, 10000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Marko Marić, Ivana Hrga, Adela Krivohlavek¹

EKOLOŠKA KARTA GRADA ZAGREBA – KVALITETA ZRAKA.

Ključne riječi: *Eko karta, kvaliteta zraka, automatizirane mjerne stanice/senzori, validacija senzora*

Web GIS aplikacija „Ekološka karta Grada Zagreba” (<https://ekokartazagreb.stampar.hr>) operativni je alat kojim nadležni gradski uredi mogu funkcionalno upravljati zemljištem, prostorom, zaštitom životnog i radnog okoliša te voditi još kvalitetniju brigu o zdravlju građana.

Program Ekološke karte Grada Zagreba zamišljen je na način da objedini već postojeće relevantne podatke i informacije o stanju okoliša (zrak, voda, tlo, pelud, meteo podaci) s novih postaja.

Za praćenje kvalitete zraka postavljeno je ukupno 14 senzorskih mjernih stanica („low cost” senzora) na različite lokacije u gradu. Cilj ovakvog praćenja kvalitete zraka je dobiti bolji uvid u kvalitetu zraka na područjima na kojima nije moguće postaviti referentne automatske postaje za trajno praćenje kvalitete zraka.

Senzorske mjerne stanice redovito se validiraju uspoređujući njihove podatke mjerenja s podacima koji se dobivaju praćenjem kvalitete zraka referentnim metodama na automatskoj mjernoj postaji za trajno praćenje kvalitete zraka Mirogojska cesta.

Za svaki od 14 automatiziranih mjernih stanica/senzora, na Eko karti, dostupni su podaci o šest onečišćujućih tvari u zraku: dušikov dioksid (NO_2), sumporov dioksid (SO_2), prizemni ozon (O_3), ugljikov monoksid (CO), lebdeće čestice (PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$) koji se ažuriraju svakih sat vremena.

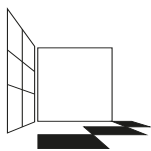
Eko karta koristi europski indeks kvalitete zraka za prikaz trenutnog stanja kvalitete zraka koji omogućava bolje razumijevanje trenutnog stanja kvalitete zraka u Gradu Zagrebu.

Indeks kvalitete zraka ažurira se svakih sat vremena i ovisno o njegovoj razini na svakoj od stanica/postaja prikazuju se zdravstvene poruke koje pružaju preporuke za opću populaciju i za osjetljive skupine građana.

U postupku je i implementacija podataka s tri postaje iz državne mreže (ZAGREB-1, ZAGREB-2 i ZAGREB-3) i četiri postaje iz gradske mreže. Ove će postaje na Eko karti dobiti oznaku HQ koja će građanima biti znak da s njih dobivaju najveću kvalitetu podataka.

Od svojeg predstavljanja 2018. godine „Ekološka karta Grada Zagreba” izaziva veliki interes javnosti, što pokazuje da je jedan ovakav alat bio potreban građanima kako bi pravovremeno i sa što većom točnošću bili informirani o trenutnom stanju okoliša u svojem gradu.

¹ Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“, Mirogojska cesta 16, Zagreb



Marko Marić, Ivana Hrga, Adela Krivohlavek¹

ECOLOGICAL MAP OF THE CITY OF ZAGREB – AIR QUALITY

Keywords: *Eco map, air quality, automated measuring stations/sensors, sensor validation*

The web GIS application "Ecological Map of the City of Zagreb" (<https://ekokartazagreb.stampar.hr>) is an operational tool with which the relevant city offices can functionally manage land, space, protection of living and working environment and take even better care of the health of citizens. The program of the „Ecological Map of the City of Zagreb“ is designed to combine already existing relevant data and information on the state of the environment (air, water, soil, pollen, meteorological data) with new stations. For air quality monitoring, a total of 14 low cost sensors stations have been set up at various locations in the city. The aim of such air quality monitoring is to gain better insight into the air quality in areas where it is not possible to set up reference automated stations for continuous air quality monitoring.

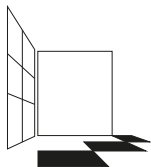
Sensor measuring stations are regularly validated by comparing their measurement data with the data obtained by reference methods at the Mirogojska cesta automatic measuring station for continuous monitoring of air quality.

For each of the 14 automated measuring stations/sensors, data for six air pollutants are available on the Eco map: nitrogen dioxide (NO₂), sulphur dioxide (SO₂), ground-level ozone (O₃), carbon monoxide (CO), suspended particles (PM₁₀ and PM_{2.5}) and are updated every hour. The Eco map uses the European air quality index to show the current state of air quality, which enables a better understanding of the current state of air quality in the City of Zagreb.

The air quality index is updated hourly and, depending on its level, health messages are displayed at each station, providing recommendations for the general population and for vulnerable groups of citizens. The implementation of data with three stations from the state network (ZAGREB-1, ZAGREB-2 and ZAGREB-3) and four stations from the city network is also in progress. These stations will receive the HQ label on the Eco map, which will be a sign to citizens that they receive the highest quality data from them.

Since its presentation in 2018, the "Ecological Map of the City of Zagreb" has aroused great public interest, which clearly shows that such a tool was needed by citizens to be informed in a timely and accurate manner about the current state of their environment

¹ Andrija Stampar Teaching Institute of Public Health, Mirogojska cesta 16, Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



**Ranka Godec¹, Martina Šilović Hujić¹, Valentina Gluščić¹, Ivan Bešlić¹, Silvije Davila¹,
Ivana Hrga², Marko Marić²**

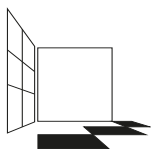
EKOLOŠKA KARTA GRADA ZAGREBA - OSVRT NA UGLJIK

Ključne riječi: BSI, EC, OC, OC/EC omjer, WSOC

U sklopu provedbe programa Ekološka karta grada Zagreba, uzorci lebdećih čestica sakupljani su istovremeno na tri lokacije u Zagrebu u razdoblju od 5. 2. 2021. do 28. 2. 2021. godine. Mjerne postaje za sakupljanje uzoraka lebdećih čestica uspostavljene su na slijedećim lokacijama: Vrbani - Dječji vrtić Kustošija, područni objekt Vrbani III, Vrapče - Dječji vrtić Vrapče, područni objekt Gornje Vrapče i Sesvete - Gimnazije Sesvete. Na sve tri lokacije, Vrbani, Vrapče i Sesvete, gravimetrijski su određene masene koncentracije lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$). U $\text{PM}_{2,5}$ frakciji lebdećih čestica određivan je sadržaj elementnog (EC) i organskog (OC) ugljika. Za OC i EC u $\text{PM}_{2,5}$ česticama Uredbom o razinama onečišćujućih tvari u zraku nisu propisane granične/ciljne vrijednosti te se ne može provesti kategorizacija kvalitete okolnog zraka sukladno Zakonu o zaštiti zraka. Mjerenja ovih onečišćenja provedena su kako bi se osigurala dostupnost podataka o njihovim razinama, a dobiveni podaci mogu se koristiti: za prosudbu povećanih razina u područjima koja su jače onečišćena, za procjenu mogućeg povećanja onečišćenosti radi prijenosa onečišćenog zraka na velike udaljenosti, za potporu analize raspodjele izvora onečišćenja, modeliranje te bolje razumijevanje sadržaja lebdećih čestica. Naknadno, određen je i sadržaj ukupnog (TC) i organskog ugljika topivog u vodi (WSOC), kao i indeks crnog dima (IBS). Najviše izmjerene masene koncentracije $\text{PM}_{2,5}$ lebdećih čestica zabilježene su na lokaciji Vrbani. Također na toj lokaciji su zabilježene i najviše prosječne i dnevne masene koncentracije ostalih onečišćenja (EC, OC, TC, WSOC i BSI). Na mjernoj lokaciji Vrapče zabilježene su najniže prosječne masene koncentracije $\text{PM}_{2,5}$, OC, TC i WSOC, dok su za EC i BSI najniže prosječne i dnevne vrijednosti zabilježene na mjernoj postaji Sesvete. Maseni udjeli ukupnog ugljika u $\text{PM}_{2,5}$ lebdećim česticama kao i maseni udio WSOC u OC na svim mjernim lokacijama je oko 40%. Na svim mjernim lokacijama OC/EC omjer iznosi više od 7, što upućuje na prisutnost sekundarnog organskog aerosola u zraku.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska c.2, 10000 Zagreb

² Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“, Mirogojska 16, 10000 Zagreb



Ranka Godec¹, Martina Šilović Hujčić¹, Valentina Gluščić¹, Ivan Bešlić¹, Silvije Davila¹, Ivana Hrga², Marko Marić²

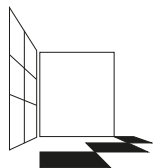
ECOLOGICAL MAP OF THE CITY OF ZAGREB – A REVIEW OF CARBON

Keywords: BSI, EC, OC, OC/EC ratio, WSOC

As part of the implementation of the Ecological Map of Zagreb city programme, particulate matter samples were collected simultaneously at three locations in Zagreb from February 5 to February 28, 2021. Monitoring stations for collecting samples of suspended particles were established at the following locations: Vrbani - Kindergarten Kustošija, regional facility Vrbani III, Vrapče - Kindergarten Vrapče, regional facility Gornje Vrapče and Sesvete - Gymnasium Sesvete. At all three locations, Vrbani, Vrapče and Sesvete, the mass concentrations of particulate matter with an aerodynamic diameter of less than 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$) were gravimetrically determined. The content of elemental (EC) and organic (OC) carbon was determined in the $\text{PM}_{2.5}$ fraction of particulate matter. For OC and EC in $\text{PM}_{2.5}$ particles, the Regulation on Air Pollutant Levels does not prescribe limit / target values and it is not possible to categorize ambient air quality in accordance with the Air Protection Act. Measurements of these pollutants were carried out to ensure the availability of data on their levels, and the data obtained can be used to assess increased levels in heavily polluted areas and possible pollution increases due to long-range air pollution, as well as to support source distribution analysis pollution, modelling, and a better understanding of particulate matter content in general. Subsequently, the content of total (TC) and water-soluble organic carbon (WSOC) as well as the black smoke index (BSI) were determined. The highest measured mass concentrations of $\text{PM}_{2.5}$ particles were observed at the Vrbani location. Also, at this location, the highest average and daily mass concentrations of other pollutants (EC, OC, TC, WSOC and BSI) were obtained. At the measuring location Vrapče, the lowest average mass concentrations of $\text{PM}_{2.5}$ particles, OC, TC and WSOC were observed, and for EC and BSI, the lowest average and daily values were observed at the Sesvete monitoring station. The mass contribution of total carbon in $\text{PM}_{2.5}$ particle fraction as well as the mass contribution of WSOC in OC at all monitoring sites was about 40%. At all monitoring sites, the OC/EC ratio was over 7, indicating the presence of a secondary organic aerosol in the air.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska c.2, 10000 Zagreb

² Teaching Institute of Public Health „Dr. Andrija Štampar“, Mirogojska 16, 10000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Suzana Sopčić¹, Gordana Pehnec¹

RAZINE ANHIDRIDNIH ŠEĆERA U PM₁₀ LEBDEĆIM ČESTICAMA KROZ ČETIRI GODIŠNJA DOBA 2020. GODINE

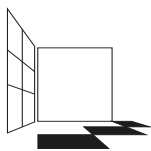
Ključne riječi: gorenje biomase, molekularni markeri, PM₁₀, HPAEC-PAD, sezonska varijacija

Anhidridni šećeri su derivati monosaharida koji nastaju tijekom procesa pirolize celuloze i hemiceluloze stoga njihova prisutnost u lebdećim česticama upućuje na onečišćenje zraka izazvano gorenjem biomase. Ovakvi spojevi prepoznati su kao vrlo pouzdani indikatori gorenja biomase upravo zbog toga što se uglavnom ne oslobađaju prilikom nekog drugog prirodnog ili antropogenog onečišćenja. Ovisno o uvjetima izgaranja kao što su temperatura, dostupnost kisika te vrsta i vlažnost biomase, mogu se formirati tri izomera anhidridnih šećera, a to su levoglukoza (1,6-anhidro-β-D-glukopiranoza), manozan (1,6-anhidro-β-D-manopiranoza) i galaktozan (1,6-anhidro-β-D-galaktopiranoza). Iako je levoglukoza najzastupljeniji i najčešće se određuje za dokazivanje onečišćenja nastalog gorenjem biomase, njegovi izomeri manozan i galaktozan također imaju važnu ulogu u interpretaciji rezultata. Naime, omjer njihovih masenih koncentracija ukazuje na vrstu biomase (tvrdog mekog drva, trava, lišće) te radi li se o kućnom ložištu ili vanjskom požarištu.

Cilj ovoga rada je odrediti sezonske varijacije masenih koncentracija anhidridnih šećera u lebdećim česticama aerodinamičkog promjera < 10 μm (PM₁₀). 24-satni uzorci sakupljeni su mjesec dana tijekom zimske (siječanj), proljetne (svibanj), ljetne (kolovoz) te jesenske (studen) sezone u 2020. godini. Sakupljanje uzoraka provedeno je na gradskoj pozadinskoj postaji na lokaciji Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada pri čemu je korišten LVS3 Sven Leckel sakupljač čiji protok prosisanog zraka iznosi 2,3 m³/h. Uzorci su sakupljeni na Whatman® QM-A kvarcnim filterima te je postupano u skladu s normom HRN EN 12341:2014. Analiza uzoraka provedena je metodom anionske izmjenjivačke kromatografije visoke djelotvornosti s pulsirajućom amperometrijskom detekcijom (HPAEC-PAD).

Rezultati pokazuju da postoje značajne sezonske varijacije u masenim koncentracijama levoglukoze, manozana i galaktozana u PM₁₀ lebdećim česticama. Najviše srednje vrijednosti masenih koncentracija levoglukoze, galaktozana i manozana izmjerene su u zimskom i jesenskom razdoblju, dok su znatno niže koncentracije zabilježene u proljeće i ljeto. U zimskoj sezoni zabilježena je najviša dnevna vrijednost masene koncentracije levoglukoze koja je iznosila 5,370 μg/m³, dok su koncentracije manozana i galaktozana iznosile 0,499 μg/m³ i 0,179 μg/m³. Maseni udio pojedinog izomera u ukupnoj masi anhidridnih šećera slijedi niz: levoglukoza > manozan > galaktozan. Prosječni omjer levoglukoza/manozan u zimskoj sezoni, kada su i njihove koncentracije najviše, iznosi 9,9 što prema literaturi upućuje na gorenje pretežito tvrdog drva.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb, Hrvatska



Suzana Sopčič¹, Gordana Pehnek¹

LEVELS OF ANHYDROSUGARS IN PM₁₀ PARTICULATE MATTER DURING FOUR SEASONS OF 2020

Keywords: biomass burning, molecular markers, PM₁₀, HPAEC-PAD, seasonal variation

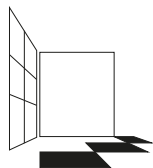
Anhydrosugars are monosaccharide derivatives formed during cellulose and hemicellulose pyrolysis and their presence in atmospheric particulate matter therefore indicates air pollution caused by biomass burning. Such compounds have been recognized as very reliable indicators of biomass combustion because they are usually not released during any other natural or anthropogenic pollution. Depending on the combustion conditions such as temperature, oxygen availability, type and humidity of the biomass, three isomers of anhydrosugars can be formed, namely levoglucosan (1,6-anhydro- β -D-glucopyranose), mannosan (1,6-anhydro- β -D-mannopyranose) and galactosan (1,6-anhydro- β -D-galactopyranose). Although levoglucosan is the most abundant and most commonly used for determination of air pollution caused by biomass burning, its isomers mannosan and galactosan also play an important role in interpreting results. From the ratio of their mass concentrations, one can trace the type of biomass (hard/soft wood, grass, leaves) and determine whether it is a residential or natural fireplace.

The aim of this study was to determine the seasonal variations of mass concentrations of anhydrosugars in the atmospheric particulate matter of aerodynamic diameter $<10\ \mu\text{m}$ (PM₁₀). 24-hours samples were collected monthly during the winter (January), spring (May), summer (August) and autumn (November) of 2020. Sample collection was performed at an urban background station located at the Institute for Medical Research and Occupational Health using an LVS3 Sven Leckel collector with an air flow of 2.3 m³/h. Samples were collected onto Whatman® QM-A quartz filters and handled in accordance with the HRN EN 1234:2014 standard. Sample analyses were performed by high performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection (HPAEC-PAD).

The results showed significant seasonal variations in the mass concentrations of levoglucosan, mannosan and galactosan in PM₁₀ particulate matter. The highest average mass concentrations for levoglucosan, mannosan and galactosan were detected in winter and autumn, while significantly lower concentrations were determined in spring and summer. The highest daily mass concentration of levoglucosan were determined in winter, with a value of 5.370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, while concentrations of mannosan and galactosan were 0.499 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and 0.179 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. The mass fraction of each isomer in the total mass of anhydrosugars followed the order: levoglucosan > mannosan > galactosan. The average ratio of levoglucosan / mannosan in winter, when their concentrations are the highest, was 9.9, which according to the literature, mostly indicates hardwood combustion.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb, Croatia

Tema 4
Razvoj i provjera mjernih metoda



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Anka Ozana Čavlović¹, Ivan Bešlić², Stjepan Pervan¹, Silvana Prekrat¹, Miljenko Klarić¹

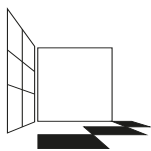
PRIMJENA FOTOMETRIJE PRI ODREĐIVANJU MASENE KONCENTRACIJE ČESTICA TERMIČKI MODIFICIRANOG TVRDOG DRVA

Ključne riječi: korekcijski faktor, optički uređaj, drvna prašina

Drvna prašina tvrdih vrsta drva klasificirana je kao karcinogena tvar prema Direktivi (EU) 2017/2398 o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti karcinogenim ili mutagenim tvarima na radu. Termičkom modifikacijom drvu se mijenjaju mehanička svojstva i općenito smanjuje čvrstoća te se ono još više usitnjava pri obradi negoli netretirano tvrdo drvo. Cilj rada je određivanje učinkovitosti fotometrijske metode i dobivanje korekcijskog faktora za primjenu u određivanju masene koncentracije inhalabilne drvene prašine suhog tvrdog termički modificiranog drva. Termički modificirana jasenovina dobivena je postupkom sušenja na temperaturi od 90 °C do 126 °C, termičkom obradom u trajanju 20 sati na temperaturi 126 °C do 205 °C te postepenim hlađenjem tijekom 3 sata. Drveni obratci su obrađivani kružnom pilom i rubnim profilerom. Optički uređaj Split 2 (SKC) na ulazu ima postavljen IOM držač filtra za sakupljanje inhalabilne frakcije i priključen je na Casella pumpu podešenu na protok zraka 2 L/min. Korekcijski faktor 1,2 za fotometrijsko određivanje masene koncentracije prašine modificiranog tvrdog drva izračunat je omjerom masenih koncentracija dobivenih gravimetrijski i fotometrijski iz srednje vrijednosti 10 ponavljanja uzorkovanja. Pored istih radnih strojeva gravimetrijskom metodom dobivena je niska masena koncentracija inhalabilne prašine od 1,273 mg/m³. Dosadašnja istraživanja pokazala su kako je bolja učinkovitost optičke metode pri nižim masenim koncentracijama inhalabilne frakcije i da je najbolja osjetljivost optike pri uzorkovanju čestica veličine 0,6 µm pri ujednačenoj zapašenosti. Poznato je da su najbolja slaganja rezultata gravimetrijske i fotometrijske metode za inhalabilnu frakciju (korekcijski faktor približno 1) dobivena za čestice veličine do 10 µm. Dosadašnjim istraživanjima korekcijskog faktora netretirane hrastovine i bukovine dobiveni su veći korekcijski faktori 2-3 za istu mehaničku obradu pa bi trebalo ispitati pretpostavku da obradom termički modificiranog tvrdog drva nastaje veći udio respirabilne frakcije u inhalabilnoj, što je uzrok boljoj učinkovitosti optičke metode. Učinkovitost fotometrijske metode uglavnom ovisi o sadržaju vode u drvu, vrsti drva i mehaničkoj obradi. Međutim, rezultati impliciraju na značajan utjecaj i veličine čestice koje prevladavaju u relativno niskoj koncentraciji. Općenito, fotometrijska metoda se preporučuje primjenjivati uz prethodno dobiveni korekcijski faktor za specifične radne uvjete.

¹ Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Svetošimunska 23, Zagreb, Hrvatska

² Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska 2, Zagreb, Hrvatska



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021

Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Anka Ozana Čavlović¹, Ivan Bešlić², Stjepan Pervan¹, Silvana Prekrat¹, Miljenko Klarić¹

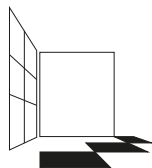
APPLICATION OF PHOTOMETRY IN DETERMINING THE DUST MASS CONCENTRATION OF THERMALLY MODIFIED HARDWOODS

Keywords: *correction factor, optical device, wood dust*

Wood dusts, especially from hardwood species, are classified as carcinogenic substances according to European Directive 2017/2398 on the protection of workers from the risks related to exposure to carcinogens or mutagens. Thermal modification of wood changes its mechanical properties and generally reduces its strength, and it is chipped even more during processing than untreated hardwood. The aim of this paper was to determine the efficiency of the photometric method by obtaining a correction factor for its application in determining the mass concentration of inhalable dust of dry thermally modified hardwood. Thermally modified ash was obtained by drying at 90 to 126 °C, heat treatment for 20 hours at 126 to 205 °C and gradual cooling for 3 hours. The optical device the Split 2 (SKC) consists of an input part of the inhalable dust IOM filter holder and was connected to a Casella pump, being set to an air flow of 2 L/min. A correction factor of 1.2 for continuous optical determination of mass concentrations was calculated as the ratio of mass concentration determined by gravimetric and photometric methods from a mean value obtained from 10 repetitions. Near the same working machines, a low mass concentration of inhalable dust of 1.273 mg/m³ was obtained by gravimetric method. Previous studies have shown higher photometry efficiency at lower mass concentrations of inhalable dust and the best photometer sensitivity for particles of 0.6 µm at constant mass concentration. It is known that the stacking of the photometric and gravimetric method by an IOM collector (correction factor is approximately 1) was obtained for particles up to 10 µm. Previous studies of the correction factor of untreated oak and beech wood have obtained higher correction factors 2-3 for the same mechanical processing, so it is worthy to examine the assumption that the processing of thermally modified hardwood produces a higher share of respirable fraction in inhalable, which causes a better efficiency of the optical method. The efficiency of the photometric method mainly depends on the water content in the wood, the wood species and the mechanical processing. However, the results imply a significant influence of the particle size that predominate at relatively low concentrations. In general, the photometric method is recommended to be applied along with a previously obtained correction factor for specific operating conditions.

¹ Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetošimunska 23, Zagreb, Croatia

² Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska 2, Zagreb, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Silvije Davila¹, Gordana Pehnek¹, Ivan Bešlić¹

ISKUSTVA S RADOM ELEKTROKEMIJSKIH SENZORA ZA PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA OD 2014. DO 2021.

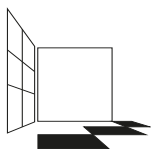
Ključne riječi: AQMeshPod, AIRSENSEUR, usporedba

Od 2014. do 2021. godine Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada (IMI) je u sklopu nekoliko projekata radio na ispitivanju elektrokemijskih senzora za praćenje kvalitete zraka. U periodu od 2014. do 2016. godine IMI je sudjelovao u projektu Fakulteta za elektrotehniku i računarstvo pod nazivom „Smart City Zagreb“ u kojem se razvio uređaj za praćenje kvalitete zraka pomoću elektrokemijskih senzora. Uloga IMI-a je bila provođenje usporedbe s referentnim metodama, analiza rezultata te prijedlog kalibracije senzora za bolju točnost senzora. Od 2018. godine IMI je uključen u projekt Ekološka karta grada Zagreba unutra koje je provodio usporednu elektrokemijskih senzora tipa AQMeshPod s referentnim metodama u trajanju od godinu dana.

Rezultat usporedbe je prikazan u obliku izvještaja o provedenoj usporedbi kao i na različitim domaćim i međunarodnim kongresima. Od 2020. godine IMI je uključen u Europski projekt „Deployment of lower-cost ambient air quality sensor systems in urban environments“ kao jedan od tri grada partnera (Antwerp, Oslo i Zagreb). U sklopu projekta na području grada Zagreba bilo je postavljeno 17 elektrokemijskih senzora za praćenje kvalitete zraka tipa AIRSENSEUR. Senzori su bili postavljeni na mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka unutar grada Zagreba kao i na lokacije gdje se mjerenja kvalitete zraka još nisu provodila. Osim samih mjerenja unutar projekta radila se kalibracija svih elektrokemijskih uređaja korištenjem podataka s referentne postaje za praćenje kvalitete zraka na IMI-u kao i provjera usporednih mjerenja istih elektrokemijskih senzora. U radu će biti prikazane prednosti i mane svih elektrokemijskih senzora koje je IMI koristio u radu na projektima. Usporedba će obuhvaćati dizajn, tehničke i računalne parametre, mogućnosti kalibracije, terensku upotrebu te jednostavnost upotrebe elektrokemijskih senzora.

Kao zaključak će se prikazati koji elektrokemijski senzor najbolje odgovara zahtjevima terenskog mjerenja, te koji tip senzora ima najbolje karakteristike za znanstvena istraživanja u području kvalitete zraka i tehničkom području.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska c.2, 10000 Zagreb



Silvije Davila¹, Gordana Pehneć¹, Ivan Bešlić¹

EXPERIENCES WITH THE WORK OF ELECTROCHEMICAL SENSORS FOR MONITORING AIR QUALITY FROM 2014 TO 2021

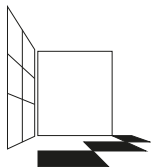
Keywords: *AQMeshPod, AIRSENSEUR, comparison*

From 2014 to 2021, the Institute for Medical Research and Occupational Health (IMROH) tested electrochemical sensors for air quality monitoring as part of several projects. IMROH participated in the project of the Faculty of Electrical Engineering and Computing called "Smart City Zagreb" from 2014 to 2016, in which a device using electrochemical sensors was developed for monitoring air quality. The role of IMROH was to conduct a comparison with reference methods, analyze the results and propose a calibration of the sensors for better sensor accuracy. Since 2018, IMROH has been involved in the "Ecological Map of the City of Zagreb" project, in which a comparison of electrochemical sensors of the AQMeshPod type with reference methods was carried out for a period of one year.

The results of the comparison were presented in the form of a report on the conducted comparison as well as at various national and international congresses. Since 2020, IMROH has been involved in the European project "Deployment of lower-cost ambient air quality sensor systems in urban environments" as a representative of one of three partner cities (Antwerp, Oslo and Zagreb). Within the project, 17 electrochemical sensors for air quality monitoring of the AIRSENSEUR type were installed in the area of the city of Zagreb. The sensors were installed at air quality monitoring stations in Zagreb, as well as at locations where air quality measurements had not yet been carried out. In addition to the measurements within the project, a calibration of all electrochemical devices was performed using data from the reference station for air quality monitoring at IMROH as well as verification of comparative measurements of the same electrochemical sensors. This paper presents the advantages and disadvantages of all electrochemical sensors used by IMROH in its projects. It compares the design, technical and computational parameters, calibration capabilities, field use, and ease of use of electrochemical sensors.

The desired outcome is to establish which electrochemical sensor would best meet the requirements of field measurement, and which type of sensor has the best characteristics for scientific research in the field of air quality and other technical fields.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Medicine, Ksaverska c.2, 10000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Predrag Hercog¹, Vedran Vadić¹, Zlatko Grgić²

OBRADA REZULTATA ISPITIVANJA SPOSOBNOSTI ZA MJERENJA SO₂ I CO U ZRAKU ODRŽANIH U HRVATSKOJ OD 2010. DO 2018.

Keywords: *ispitivanje sposobnosti, kvaliteta zraka, reproducibilnost, z rezultat, En broj*

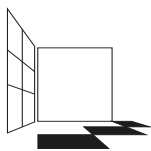
Cilj rada bio je pomoću osnovnih statističkih metoda obraditi relevantne rezultate za SO₂ i CO dobivene ispitivanjem sposobnosti (IS) laboratorija za kvalitetu zraka održanih u periodu od 2010. do 2018. godine, a u svrhu preglednog prikaza kompetentnosti laboratorija koji su sudjelovali u IS. Pri obradi bila je korištena metodologija kojom se koristi Europski referentni laboratorij (ERLAP) u istu svrhu. Kao izvor podataka korišteni su službeni izvještaji o ispitivanjima sposobnosti tvrtke EKONERG. Rezultati ovog istraživanja uspoređeni su s rezultatima objavljenim od strane ERLAP-a u dokumentu JRC89757. U radu je bilo obrađeno ukupno 184 rezultata iz 46 setova podataka (21 sudionik za CO i 25 sudionika za SO₂ i to za četiri različite koncentracije plina) dobivenih na 5 IS na kojima su sudjelovali svi laboratoriji sa dozvolom nadležnog ministarstva za praćenje kvalitete zraka iz Republike Hrvatske kao i neki laboratoriji iz susjednih zemalja (RS, R BiH, RCG). Parametri koji su bili obrađeni su obnovljivost (reproducibilnost) i mjerne nesigurnosti izvještenih rezultata, apsolutne vrijednosti z vrijednosti, En brojeva i odstupanja od dodijeljene vrijednosti. Također, zbrojene su i ukupne i pojedinačne ocjene laboratorija dobivene sukladno shemi vrednovanja (kategorije a1 – a7) Protokola ispitivanja sposobnosti prema kojem su ista održana.

Ukupna ocjena pokazuje 100 %-tnu prolaznost laboratorija. Po pojedinačnim ocjenama u kategoriji a1 (rezultat potpuno zadovoljavajući) nalazilo se 83,2 % rezultata, u kategoriji a2 (rezultat je zadovoljavajući ali sa prevelikom mjernom nesigurnošću) 15,2 % rezultata, u kategoriji a3 (rezultat je zadovoljavajući ali En broj ne zadovoljava) oko 1,6 % rezultata. Prosječna vrijednost mjernih nesigurnosti zadovoljavala je zahtjeve relevantnih normiranih metoda za CO i SO₂. Dobiveni rezultati usporedivi su sa onima objavljenim u dokumentu JRC89757.

Iz dobivenih rezultata ovog istraživanja zaključujemo da je razina kompetentnosti laboratorija koji su sudjelovali u gore navedenim IS zadovoljavajuća. Dobiveni rezultati ne razlikuju se u mnogo od rezultata dobivenih analizama koje je proveo ERLAP koristeći istu metodologiju. Usprkos tome postoji mogućnost napretka pojedinih laboratorija u smislu poboljšanja procjene mjerne nesigurnosti izvještenih rezultata.

¹ EKONERG-Institut za energetiku i zaštitu okoliša, 10 000 Zagreb, Koranska 5, Hrvatska

² INFRATECH d.o.o., Hrvatska



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021
Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Predrag Hercog¹, Vedran Vadić¹, Zlatko Grgić²

EVALUATION OF RESULTS FROM PROFICIENCY TESTING FOR SO₂ AND CO IN AIR OBTAINED IN CROATIA FROM 2010 TO 2018

Keywords: *proficiency testing, air quality, z score, En number, reproducibility*

The main goal of this paper was the statistical evaluation of results from the proficiency testing (PT) for gaseous pollutants SO₂ and CO in air obtained from 2010 to 2018 in Croatia. The purpose was to gather all data from PTs and, using simple statistical tools, evaluate the proficiency of participating laboratories. All the data used were from reports from PTs issued by PT provider Ekonerg. The methodology applied was the same as the one used by the European Reference Laboratory (ERLAP) for the same purposes. The results of this evaluation were compared to those published by the ERLAP in document JRC89757. There were 184 reported results from 46 sets of data (21 CO and 26 SO₂, participating laboratories times 4 different gas concentrations) gathered from 5 PTs with the participation of all Croatian licensed air quality laboratories and some laboratories from neighbouring countries. The parameters that were evaluated are reproducibility and uncertainty of reported results, absolute values of z scores, En numbers and bias from the assigned values. In addition, general assessments and assessments of each concentration level by the ERLAPS and PT provider categorization (result categories a1 to a7) method were analysed.

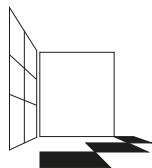
The general assessment of laboratory proficiency was 100 %. By category, there were 83.2 % results assessed as a1 category (results completely satisfactory), 15.2 % a2 category (results satisfactory but with high uncertainty) and 1.6 % results a3 (z score OK but En number not). The average values of uncertainties were within demands from relevant CEN standards for CO and SO₂. The results of this evaluation were similar to those published by the ERLAP.

From the results of this investigation, we can conclude that the level of proficiency of laboratories participating in the PTs was satisfactory. Still, there is room for the laboratories to improve their uncertainty assessments. The results of this investigation are similar to those published in document JRC89757.

¹ EKONERG-Energy and Environmental Protection Institute, 10 000 Zagreb, Koranska 5, Croatia

² INFRATECH d.o.o., Hrvatska

Tema 5
Procjena izloženosti onečišćenjima u
zraku i učinci na zdravlje



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Kaća Piletić¹, Dijana Tomić Linšak^{1,3}, Marin Repustić², Ivana Gobin¹

UTJECAJ PLINOVITOG OZONA NA KVALITETU ZRAKA U BOLNIČKOM OKOLIŠU

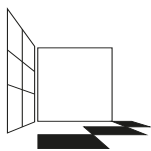
Ključne riječi: ozon, dezinfekcija, bolničke infekcije, kvaliteta zraka

Bolnički okoliš ima ključnu ulogu u prijenosu bolničkih patogena i nastanku bolničkih infekcija. Zrak kao medij može prenositi patogene s površina putem prašine ili kapljica. Upravo zbog navedenog, higijena bolničkog okoliša ključna je u sprječavanju prijenosa bolničkih infekcija. Praksa je pokazala da klasične metode dezinfekcije nisu dostatne da bi se ti patogeni uništili. Osim toga, postoji problem štetnog utjecaja na osoblje, materijale i okoliš. Upravo zbog povećanja učinkovitosti dezinfekcije bolničkog okruženja, a radi redukcije bolničkih infekcija, postoji potreba pronaći druge metode dezinfekcije. Primjena plinovitih dezinficijenasa se pokazala višestruko učinkovita jer osim dokazanog antimikrobnog učinka, plin zbog agregatnog stanja može doprijeti do površina koje je konvencionalnom dezinfekcijom teško dosegnuti i uspješnije djeluje na patogene u zraku. Ozon je plin koji je jeftin za proizvesti i ima dokazano antimikrobno djelovanje. Zbog tih karakteristika se razmatra njegova uloga kao dezinficijensa bolničkih prostorija. Ispitivanje je provedeno u bolničkoj sobi volumena 56 m³ Opće bolnice "dr. Ivo Pedišić", Sisak. Zrak je prethodno uzorkovan MAS-100 uređajem na različitim mjestima unutar prostorije. Ozoniziranje je provedeno putem generatora ozona Mozon GPF 8008 tijekom 30 min/2.5 ppm ozona, pri temperaturi od 23 °C i vlažnosti zraka od 60 %. Zrak je uzorkovan na različite hranjive podloge prije i poslije ozoniranja. Podloge su potom ostavljene na inkubaciji na 30 °C tijekom 72 sata. Nakon očitavanja broja bakterija i plijesni, rađena je njihova identifikacija te se pratila zastupljenost bakterija prije i nakon tretmana ozonom. U uzorcima zraka prije ozoniziranja je bilo prisutno približno 104 CFU/m³. Dominirale su bakterije iz rodova *Staphylococcus*, *Microoccus*, *Corynebacterium* i *Bacillus*. Nakon tretmana je došlo do redukcije broja bakterija u zraku i onim najotpornijima su se pokazale bakterije iz roda *Micrococcus*. Plinoviti ozon ostvaruje antimikrobni učinak na mikroorganizmima koji se nalaze disperzirani u zraku u česticama prašine i kapljica u bolničkoj sobi. Za intenzivniji antimikrobni učinak ozona se preporuča produženo djelovanje i uz više koncentracije ozona, uzimajući u obzir njegov toksični učinak na čovjeka. Osim navedenog, potrebno je prethodno mehanički očistiti prostor i koristiti kombinirane metode dezinfekcije uz primjenu klasičnih dezinficijenasa.

¹ Medicinski fakultet, Rijeka, Braće Branchetta 20

² Opća bolnica "dr. Ivo Pedišić", Sisak, J.J. Strossmayera 59

³ Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko – goranske županije, Rijeka, Krešimirova 52a



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021
Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Kaća Piletić¹, Dijana Tomić Linšak^{1,3}, Marin Repustić², Ivana Gobin¹

EFFECT OF GASEOUS OZONE ON AIR QUALITY IN HOSPITAL ENVIRONMENT

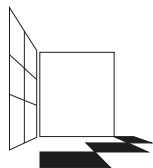
Keywords: ozone, disinfection, air quality, nosocomial infections

Hospital environments play a key role in the transmission of nosocomial infections. Air in hospital rooms can transfer pathogens via dust or airborne particles from surfaces. Therefore, the hygiene of hospital environments is crucial for controlling nosocomial infections. Classical disinfection methods are not sufficient for pathogen destruction. Furthermore, classical disinfectants are toxic for the staff, materials and environment. Hence, to reduce nosocomial infections the disinfection efficiency of hospital environments needs to be increased and alternative methods of disinfection introduced. The application of gaseous disinfectants has been shown as a multi practical solution because gasses have an antimicrobial effect on airborne pathogens and can reach surfaces that other disinfectants cannot due to their physical properties. Ozone is a gas that is cheap to produce and possesses proven antimicrobial effect. All these characteristics make it a good candidate for use as a hospital environment disinfectant. All tests were performed in hospital examination rooms sized 56 m³ at the General Hospital "dr. Ivo Pedišić", Sisak. Air was sampled using a MAS-100 sampler on different locations within the room. The room was then ozonized with 2.5 ppm of ozone using ozone generator Mozon GPF 8008 over 30 minutes at a room temperature of 23°C and air humidity 60%. Air was sampled on different nutrient agar plates before and after ozonisation. Plates were then incubated at 30°C during 7 hours. After incubation, counting and identification of bacteria and moulds before and after ozonisation were performed and compared. Air samples contained approximately 104 CFU/mL of bacteria before ozonisation. Staphylococcus, Micrococcus, Corynebacterium and Bacillus were dominating species. After ozonisation, the number of bacteria in the air was reduced and bacteria from the genus Micrococcus proved to be the most resistant. Moulds were shown to be more sensitive to ozone treatment than bacteria. Ozone gas has an antimicrobial effect on airborne moulds in the hospital room. For a more intense antimicrobial effect of ozone, prolonged action with higher concentration is recommended, bearing in mind it's toxicity. In addition, for nosocomial infection control it is necessary to mechanically clean the area beforehand and use combined methods of disinfection with the use of classic disinfectants.

¹ Faculty of Medicine, Rijeka

² General Hospital "dr. Ivo Pedišić", Sisak, J.J. Strossmayera 59

³ Teaching Institute of Public Health Primorje Gorski Kotar County, Rijeka



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Lucija Ražov¹, Nikolina Furlan², Ivana Gobin³, Gabrijela Begić³, Dijana Tomić Linšak^{1,2}, Goran Crvelin², Željko Linšak^{1,2}

UČINKOVITOST FILTRIRANJA BAKTERIJA RAZLIČITIH VRSTA ZAŠTITNIH MASKI

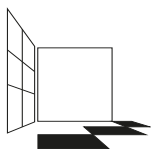
Ključne riječi: bakterije u zraku, jednoslojna platnena maska, kirurška maska, FFP2 maska

Zrak predstavlja neizbježan medij za prijenos različitih onečišćenja okoliša na čovjeka, pri čemu sve veći problem čine zatvorena okruženja u kojima ljudi provode velik dio vremena. Svaka individua predstavlja izvor specifične mikrobiote koja se oslobađa u okolni prostor putem respiratornog sustava, kože te kontakta s različitim predmetima. Uslijed aktualne pandemije COVID-19, Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) izdala je različite preporuke za prevenciju širenja virusa, među kojima je i preporuka o nošenju zaštitnih maski za lice. Brojne države, među kojima i Republika Hrvatska, uvele su potom obvezu nošenja zaštitnih maski u zatvorenim prostorima. Zaštitne maske za lice, uz broj čestica virusa kojima je populacija izložena, smanjuju i broj bakterija. Glavni cilj ovog rada jest bio ispitati razliku sposobnosti filtriranja bakterija ovisno o korištenoj zaštitnoj maski za lice. Također, uz ukupne aerobne mezofilne bakterije, a potom i identificirane bakterijske vrste, određena je i sposobnost filtriranja kvasaca i plijesni. Zrak je uzorkovan u veljači 2021. godine u dječjem vrtiću (dvije skupine djece) te u osnovnoj školi (dva razreda) pomoću MAS-100 uređaja (po 250 L zraka), a korišteni su Tryptic Soy Agar te kromogeni, Sabouraud i krvni agar. Za svaku od tih podloga uzeta je kontrola, a zatim i uzorci zraka koji su filtrirani jednoslojnom platnom, kirurškom i FFP2 maskom koje su stavljene na glavu MAS-100 uređaja. Određen je ukupan broj bakterija, kvasaca i plijesni, a kako bi se odredila zastupljenost pojedinih bakterijskih vrsta u navedenim skupinama, provedene su slijedeće klasične mikrobiološke metode: bojanje po Gramu, katalaza, oksidaza i koagulaza test te biokemijski test - API Staph. Identifikacijom je utvrđeno kako bakterije roda *Staphylococcus* i *Micrococcus* dominiraju u svim skupinama, dok su bakterije roda *Bacillus*, *Acinetobacter* i *Corynebacterium* utvrđene u znatno manjem broju. Nadalje, rezultati pokazuju kako su FFP2 maske najučinkovitije u filtriranju bakterija te da izrazito malen broj mikroorganizama prolazi kroz njih. Potom slijede kirurške maske koje su nešto manje učinkovite, dok su se najmanje učinkovitim pokazale jednoslojne platnene maske. Isti je rezultat postignut i prilikom ispitivanja učinkovitosti filtriranja kvasaca i plijesni, odnosno FFP2 maska se pokazala najučinkovitijom, dok je jednoslojna platnena maska imala najmanju učinkovitost filtriranja.

¹ Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Katedra za zdravstvenu ekologiju, Ul. Braće Branchetta 20/1, 51000, Rijeka

² Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Krešimirova 52a, Rijeka

³ Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Zavod za mikrobiologiju i parazitologiju, Ul. Braće Branchetta 20/1, 51000, Rijeka



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021

Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Lucija Ražov¹, Nikolina Furlan², Ivana Gobin³, Gabriijela Begić³, Dijana Tomić Linšak^{1,2}, Goran Crvelin², Željko Linšak^{1,2}

BACTERIAL FILTRATION EFFICIENCY OF DIFFERENT TYPES OF PROTECTIVE MASKS

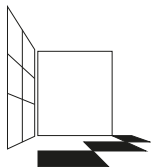
Keywords: *bacteria in the air, single-layer canvas mask, surgical facial mask, FFP2 mask*

Air represents a vital medium for the transmission of various environmental pollutants to humans and the main issue here are indoor environments, in which people spend most of their time. Each person is a source of specific microbiota released into the surrounding space through the respiratory system, as well as from skin and through contact with different objects. Due to the current COVID-19 pandemic, the World Health Organization (WHO) has published various recommendations to prevent the spread of the virus, including a recommendation to wear protective facial masks. Numerous countries, including the Republic of Croatia, introduced the obligation of wearing protective masks while indoors. Facial masks, apart from the number of virus particles to which the population is exposed, also reduce the number of bacteria. The main aim of this study was to examine the difference in the bacterial filtration efficiency of different types of protective facial masks. Furthermore, along with total aerobic mesophilic bacteria and defined bacterial species, the filtration efficiency of yeasts and mould was also examined. Air was sampled in a kindergarten (two groups of children) and in an elementary school (two classes) using a MAS-100 sampling device and Tryptic Soy Agar, chromogenic, Sabouraud and blood agar (for each plate 250 L of air were taken) in February 2021. The first step in each group was to take a sample of air without any facial mask, which represented the control. Next, air samples filtered with a single-layer canvas, surgical, and FFP2 mask settled on a sampler head were taken. The total number of bacteria, yeasts and mould was determined. In order to determine exactly which bacterial species were present in these groups, the following classical microbiological methods were performed: Gram staining, catalase, oxidase and coagulase test and biochemical test - API Staph. Identification established that bacteria of the genera Staphylococcus and Micrococcus dominate in all groups, while bacteria of the genera Bacillus, Acinetobacter and Corynebacterium were found at a significantly smaller number. Also, the results showed that FFP2 masks are the most effective in filtering bacteria and that a very low number of microorganisms pass through them. Furthermore, results have shown that surgical facial masks are less effective, while single-layer canvas masks have proven to be the least effective. The same results were achieved with filtration of yeasts and mould. Therefore, the FFP2 mask proved to be the most effective for yeasts and mould filtration, while the single-layer canvas mask had the lowest efficiency.

¹ Faculty of Medicine of the University of Rijeka, Department of Health Ecology, Ul. Braće Branchetta 20/1, Rijeka

² Teaching Institute of Public Health Primorsko-goranska County, Krešimirova ul. 52 a, Rijeka

³ Faculty of Medicine of the University of Rijeka, Department of Microbiology and Parasitology, Ul. Braće Branchetta 20/1, Rijeka



DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Ivana Hrga¹, Ana Večenaj¹, Barbara Stjepanović¹, Jasenka Babić², Dragoslav Dragojlović³, Adela Krivohlavek¹

ZASTUPLJENOST PELUDA BREZE U ZRAKU GRADA ZAGREB I UTJECAJ NA ZDRAVLJE I KVALITETU ŽIVOTA

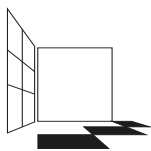
Ključne riječi: pelud breze, Zagreb, urbani okoliš

Na kvalitetu zraka u urbanim sredinama znatno utječe i opterećenje zraka alergenim peludom. Poznata je značajna uloga raznolikoga gradskog drveća, prvenstveno u estetskom i krajobraznom pogledu te socioekonomskom utjecaju na urbani okoliš. Drveće u našim gradovima donosi značajnu zdravstvenu korist, ali nažalost uzrokuje i zdravstvene probleme osobito osobama koje pate od peludne alergije. Određene vrste drvenastih biljaka posjeduju pelud visokog alergijskog potencijala, a među njima se ističe breza. Breza raste samo na sjevernoj hemisferi, u većem dijelu sjeverne i središnje Europe, a uzgaja se u gradovima kao ukrasno drveće. Pelud breze je, uz pelud ambrozije i pelud porodice trava, jedan od najjačih aeroalergena. Velika produkcija peludi, rasprostranjenost, anemofilnost te sadržavanje alergeni spojeva u peludom zrcu definiraju alergijski potencijal biljke. Bitna informacija za alergičare je da lijeska i joha svojom ranom polinacijom i križnom reakcijom s brezom djeluju kao okidači alergijske senzibilizacije na pelud breze, pa se klinički simptomi manifestiraju naglašenije tijekom polinacije breze. Polinacija hrasta, bukve i pitomog kestena može produžiti trajanje simptoma alergijske reakcije na pelud breze i u razdoblju kada ta vrsta peluda nije prisutna u zraku. Također je značajna i križna reakcija između breze i ambrozije. Osim navedenih križnih reakcija, zabilježene su križne reakcije između peludi određenih biljaka i hrane. Uradu su prikazani rezultati praćenja alergenoga peluda u zraku tijekom pet godina (2016. - 2020.). Prikazan je početak i kraj polinacijske sezone, trajanje polinacije, prosječna maksimalna dnevna koncentracija, peludni indeks, alergijski potencijal i rizik. Na temelju dobivenih rezultata napravljen je peludni kalendar. Način upravljanja urbanim zelenim površinama znatno utječe na razinu koncentracije alergene peludi u zraku. Uvidom u alergijski potencijal grada predlažu se smjernice za izgradnju zelene infrastrukture. Povećanje biološke raznolikosti zasađenih biljaka u gradu, ukoliko je moguća zamjena muških biljaka sa ženskim, pravilno održavanje zelenih površina preduvjeti su za smanjivanje alergijskog potencijala grada sukladno Strategiji prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu.

¹ Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“, Mirogojska c. 16, 10000 Zagreb

² Gradski ured za zdravstvo, Šubićeva 38, 10000 Zagreb

³ Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, 10000 Zagreb



Ivana Hrga¹, Ana Večenaj¹, Barbara Stjepanović¹, Jasenka Babić², Dragoslav Dragojlović³, Adela Krivohlavek¹

PRESENTING BIRCH POLLEN IN THE AIR OF THE CITY OF ZAGREB AND ITS IMPACT ON HEALTH AND QUALITY OF LIFE

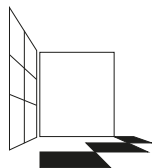
Keywords: *birch pollen, Zagreb, urban environment*

Air quality in urban areas is significantly affected by air load with allergenic pollen. The significant role of urban trees is well known, primarily in terms of aesthetics and landscape and socio-economic impact on the urban environment. The trees in our cities bring significant health benefits, but unfortunately, they also cause health problems especially for people suffering from pollen allergies. Certain species of woody plants have pollen of high allergic potential, and birch stands out among them. Birch grows only in the northern hemisphere, in most of northern and central Europe, and is grown in cities as an ornamental tree. Birch pollen, along with ragweed pollen and grass pollen, is one of the strongest aeroallergens. The high pollen production, distribution, anemophily and content of allergenic compounds in birch pollen grains define the allergic potential of the plant. Important information for people with allergies is that hazel and alder with their early pollination and cross-reaction with birch act as triggers of allergic sensitization to birch pollen, so clinical symptoms are manifested more pronounced during birch pollination. Pollination of oak, beech and chestnut can prolong the duration of symptoms of an allergic reaction to birch pollen even in periods when this type of pollen is not present in the air. The cross-reaction between birch and ragweed is also significant. In addition to the above cross-reactions, cross-reactions between pollen of certain plants and food have also been observed. The paper presents the results of monitoring allergenic pollen in the air over five years (2016 - 2020). The beginning and end of the pollination season, the duration of pollination, the average maximum daily concentration, pollen index, allergic potential and risk are shown. Based on the obtained results, a pollen calendar was made. The way urban green areas are managed significantly affects the level of allergen pollen concentration in the air. Insight into the allergic potential of the city has led to guidelines for building more green infrastructure. Increasing the biological diversity of planted plants in the city, if it is possible to replace male plants with female, proper maintenance of green areas are prerequisites for reducing the allergic potential of the city in accordance with the Climate Change Adaptation Strategy in 2040 with a view to 2070.

¹ Andrija Stampar Teaching Institute of Public Health, Mirogojska c. 16, 10000 Zagreb

² City Health Office, Šubićeva 38, 10000 Zagreb

³ Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, 10000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Zdenka Šušić¹, Mirta Eberhard¹, Hrvoje Mrkonjić¹, Ivan Damjanović¹

**DVADESET GODINA MJERENJA KONCENTRACIJE
PELUDA AMBROZIJE (*AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L.) U
OSJEČKO-BARANJSKOJ ŽUPANI**

Ključne riječi: *Osijek, ambrozija, pelud, monitoring*

Zbog sve većeg broja ljudi osjetljivih na pelud ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.) u Osječko-baranjskoj županiji, u Osijeku, je 2001. godine uspostavljena prva mjerna postaja za praćenje alergenoga peluda u zraku. U Našicama mjerenje počinje 2008., a 2009. godine u Đakovu i Belom Manastiru.

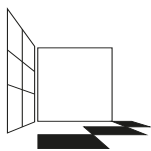
Cilj ovoga rada je utvrditi oscilacije u koncentracijama peludnih zrnaca u zraku biljke ambrozije na području Osječko-baranjske županije u promatranom periodu od dvadeset godina. Mjerenje se obavlja Burkard-ovim volumetrijskim aparatom, a izražava se brojem peludnih zrnaca/m³ zraka.

Rezultati mjerenja pokazuju da je tijekom dvadeset godina mjerenja, koncentracija peluda ambrozije u zraku varirala, a svoju maksimalnu vrijednost u Osijeku je dosegla 2010. godine (1 610 pz/m³ zraka), u Našicama 2009. godine (1 883 pz/m³), U Đakovu je maksimalna koncentracija ambrozije izmjerena 2016. godine i iznosila je 1 295 pz/m³, a u Belom Manastiru je najviše peluda ambrozije bilo 2011. godine (738 pz/m³). Maksimalne dnevne koncentracije su od 33. do 35. tjedna (kraj kolovoza i početak rujna). Najviše dnevne koncentracije peluda ambrozije su zabilježene tijekom prijepodnevnih sati. Mjerenja pokazuju da je pelud ambrozije prisutna u zraku oko tri mjeseca, od 60 do 115 dana. Na koncentraciju peluda utječu meteorološke prilike, ruža vjetrova i mjere koje se provode u cilju smanjenja površina zakorovljenih ambrozijom.

Od samog početka praćenja peluda u zraku, razvijena je vrlo dobra suradnja s Udrugom za borbu protiv alergijskih bolesti Osijek, lokalnom samoupravom i tvrtkama koja provode košnju ambrozije. Obavljena je edukacija inkasatora i komunalnih redara o prepoznavanju biljke, tiskani su leci s fotografijom ambrozije, kliničkim znacima alergije i uputama za pravilno suzbijanje korova, postavljeni su jumbo plakati na tri lokacije u gradu Osijeku, uspostavljen je ambrozijski telefon, održano je niz sastanaka s tvrtkama koje su zadužene za održavanje cesta, nasipa HŽ, u cilju da se košnje nasipa usklade s vremenom cvjetanja ambrozije. Nadalje, uspostavljena je suradnja s laboratorijima u Mađarskoj, Srbiji i Hrvatskoj, postali dio mreže EAN (European Aeroallergen Network) i sudjelovali u međunarodnom europskom projektu (RealForAll 2017HR-RS151).

Iako je tijekom dvadesetogodišnjeg monitoringa utvrđen trend povećavanja koncentracije peludnih zrnaca ambrozije u atmosferi, zbog nedostatka financiranja, mjerenja su 2019. godine prekinuta u Našicama, Đakovu i Belom Manastiru. Rezultati mjerenja se koriste za izradu biometeorološke prognoze, alergijskog semafora, peludnog kalendara i planiranje preventivnih akcija suzbijanja.

¹ Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Drinska 8, 31000 Osijek



Zdenka Šušić¹, Mirta Eberhard¹, Hrvoje Mrkonjić¹, Ivan Damjanović¹

TWENTY YEARS OF RAGWEED (*AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L.) POLLEN CONCENTRATION MEASUREMENTS IN OSIJEK–BARANJA COUNTY

Keywords: *Osijek, Ragweed, pollen, monitoring*

*Due to the growing number of people sensitive to ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen in the Osijek-Baranja County, the first measuring station for monitoring allergen pollen in the air was established in Osijek in 2001. In Našice, measurement started in 2008, and in Đakovo and Beli Manastir in 2009.*

The aim of this paper was to determine the oscillations in the concentrations of ragweed pollen grains in the air of the Osijek-Baranja County, during the observed period of twenty years. The measurements were performed with a Burkard volumetric spore trap and expressed by the number of pollen grains/m³ of air.

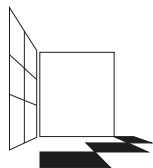
The results showed that during the twenty years of measurement, the concentration of ragweed pollen in the air varied, with maximum values in Osijek in 2010 (1610 pg/m³ of air), in Našice in 2009 (1883 pg/m³). In Đakovo, the maximum concentration was measured in 2016 at 1295 pg/m³, and in Beli Manastir the highest pollen concentration was in 2011 (738 pg/m³). Maximum daily concentrations were found from the 33rd to the 35th week (end of August and beginning of September). The highest daily concentrations of ragweed pollen were during the morning and late morning hours. Measurements show that ragweed pollen is present in the air for about three months, from 60 to 115 days. Pollen concentration is influenced by meteorological conditions, wind rose and measures and activities implemented to reduce overgrown ragweed areas.

From the beginning of ragweed pollen monitoring, a very good cooperation was developed with the Association for Allergic Diseases Osijek, local authorities and companies that mow ragweed. Local officials were educated on ragweed ecology, leaflets with photographs of ragweed and information about clinical signs of allergy and instructions for proper weed control were printed, billboards were placed at three locations in the city of Osijek, a ragweed hotline was established, and meetings were held with companies in charge of road and rail maintenance in order to align the mowing with the time of ragweed flowering. Furthermore, we established cooperation with laboratories in Hungary, Serbia and Croatia and became part of the European Aeroallergen Network (EAN) and also participated in an international European project (RealForAll 2017HR-RS151).

Although during the twenty-year monitoring an increasing trend of ragweed pollen grains concentration in the atmosphere was established, due to a lack of funding measurements were terminated in 2019 in Našice, Đakovo and Beli Manastir. The measurement results are used to create a biometeorological forecasts, allergy alerts, pollen calendars and to plan preventive control actions.

¹ Teaching Institute of Public Health for the Osijek-Baranja County, Drinska 8, 31000 Osijek

Tema 6
***Zaštita zraka u sustavu prostornog
uređenja, graditeljstva i zaštite okoliša***



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Željka Zgorelec¹, Jasmina Rinkovec², Gordana Pehneć², Milan Mesić¹, Ivica Kisić¹,
Igor Bogunović¹, Aleksandra Perčin¹, Ivana Šestak¹, Darija Bilandžija¹, Marija Galić¹,
Iva Hrelja¹

KONCENTRACIJE Pt, Pd i Rh U ZRAKU, TLU I VEGETACIJI GRADA ZAGREBA

Ključne riječi: automobilski katalizatori, PGE, urbano područje, *Plantago Lanceolata* L., *Dactylis glomerata* L.

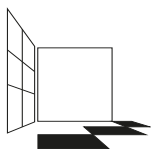
U elemente platinske skupine (eng. platinum group of elements - PGE) spadaju platina (Pt), paladij (Pd) i rodij (Rh). Upotreba tih elemenata danas u svijetu je velika i široka, od elektronike preko stomatologije, draguljarstva i medicine, sve do automobilske industrije. Automobilski katalizatori imaju važnu ulogu u radu ispušnih sustava, smanjujući emisije plinovitih onečišćujućih tvari. Međutim, vrući ispušni plinovi koji prolaze kroz automobilski katalizator uzrokuju emisije PGE u okoliš i mogu predstavljati potencijalni rizik za zdravlje ljudi jer su alergeni. Do ovog istraživanja na Institutu za medicinska istraživanja i medicinu rada (IMI) razrađena je metoda za određivanje koncentracija PGE u lebdećim česticama u zraku, međutim ne i u biljci i tlu. Za sada u našoj zemlji ne postoje podaci o razinama navedenih metala u drugim sastavnicama okoliša (vegetacija i tlo) osim u zraku.

Ciljevi ovog istraživanja bili su: (i) razraditi i prilagoditi metodu za određivanje PGE u biljci i tlu; (ii) u blizini lokacija (3 u Zagrebu) na kojima se već sakupljaju uzorci lebdećih čestica u zraku prikupiti uzorke ostalih sastavnica okoliša (tla i biljke) te odrediti koncentracije PGE u njima; (iii) utvrditi sezonske (proljeće i jesen) i prostorne (3 urbane lokacije) razlike u koncentracijama PGE u pojedinim sastavnicama okoliša, te utvrditi povezanost između njih (tlo, biljka, zrak).

Uzorci tla i vegetacije sakupljani su na tri lokacije u različito onečišćenim dijelovima grada Zagreba. Uzorci vegetacije i tla sakupljani su tijekom dvije godine (2018. - 2019.) dva puta godišnje (u proljeće i jesen); po dva uzorka biljnog materijala (*Plantago Lanceolata* L. i *Dactylis glomerata* L.) i po dva uzorka tla (2 dubine: 0 cm - 5 cm i 5 cm - 10 cm) sa svake lokacije. Tjedni uzorci lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 10 µm (frakcija PM₁₀) sakupljani su tijekom cijele godine. Priprava i analiza uzoraka na PGE provodila se po metodi koja se razradila u sklopu ovog istraživanja, a sastojala se od priprave uzoraka razgradnjom u kiselinu uz mikrovalove pri povišenoj temperaturi i tlaku te analize spektrometrijom masa uz induktivno spregnutu plazmu (ICP-MS). Tlo se analiziralo i na osnovne agrokemijske analize bitne za razumijevanje mobilnosti i biodostupnosti PGE (tekstura, pH, EC, OT, (P i K)AL, CEC, zamjenjivi Na⁺, K⁺, Ca²⁺ i Mg²⁺, vodotopivi anioni i kationi, CaCO₃, TN, TS, te elementarni sastav od Mg do U). Rezultati pokazuju značajno veće koncentracije Pd u tlu, zraku i vegetaciji od Rh i Pt. *Plantago Lanceolata* L. pokazuje veći sadržaj PGE od *Dactylis glomerata* L. Koncentracije u tlu i zraku kreću se u nizu Pt > Rh > Pd, a u biljnom materijalu Rh > Pt > Pd.

¹ Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

² Institut za Medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Hrvatska



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021



Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021

Željka Zgorelec¹, Jasmina Rinkovec², Gordana Pehnec², Milan Mesić¹, Ivica Kisić¹,
Igor Bogunović¹, Aleksandra Perčin¹, Ivana Šestak¹, Darija Bilandžija¹, Marija Galić¹,
Iva Hrelja¹

Pt, Pd AND Rh CONCENTRATIONS IN AIR, SOIL AND PLANTS IN THE CITY OF ZAGREB

Keywords: auto catalyst, PGE, urban area, *Plantago Lanceolata* L., *Dactylis glomerata* L.

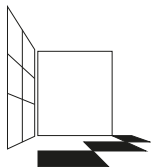
The platinum group of elements (PGE) comprises platinum (Pt), palladium (Pd) and rhodium (Rh). The use of these elements worldwide today is high, from electronics through dentistry, jewellery and medicine, all the way to the automotive industry. Car catalysts play an important role in the operation of exhaust systems, reducing emissions of gaseous pollutants; however, hot exhaust gases passing through the car catalyst cause PGE emissions to the environment and can pose a potential risk to human health because they are allergens. Before this study, conducted at the Institute for Medical Research and Occupational Medicine (IMI), a method for determining the concentrations of PGE in airborne particles, but not in plants and soil was developed. Thus far, our country keeps no data on the levels of these metals in other components of the environment (vegetation and soil) except in the air.

The objectives of this study were: (i) to develop and adapt a method for the determination of PGE in plant and soil; (ii) in the vicinity of locations (3 in Zagreb) where samples of airborne particles are already being collected, collect samples of other environmental components (soil and plants) and determine the concentrations of PGE in them; (iii) determine seasonal (spring and autumn) and spatial (3 urban locations) differences in PGE concentrations in individual components of the environment, and determine the relationship between them (soil, plant, air).

Soil and vegetation samples were collected at three locations in variously polluted parts of the city of Zagreb. Samples of vegetation and soil were collected during two years (2018 - 2019) twice a year (in spring and autumn); two samples of plant material (*Plantago Lanceolata* L. and *Dactylis glomerata* L.) and two soil samples (at 2 depths: 0 - 5 cm and 5 - 10 cm) from each location each year, and suspended particles with an aerodynamic diameter less than 10 μm (fraction PM_{10} – weekly sample all year). Preparation and analysis of samples on PGE was performed according to the method developed in this study, which included the preparation of samples by acid decomposition with microwaves at an elevated temperature and pressure and analysis by mass spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-MS). Soil was also analysed through basic agrochemical analyses essential for understanding the mobility and bioavailability of PGE (texture, pH, EC, OT, (P and K) AL, CEC, exchangeable Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} , water-soluble anions and cations, CaCO_3 , TN, TS, and elemental composition from Mg to U). The results show significantly higher concentrations of Pd in soil, air and vegetation than Rh and Pt. *Plantago Lanceolata* L. shows a higher PGE content than *Dactylis glomerata* L. Concentrations in soil and air range were in the sequence $\text{Pt} > \text{Rh} > \text{Pd}$, and in plants $\text{Rh} > \text{Pt} > \text{Pd}$.

¹ Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Svetosimunska street 25, Zagreb, Croatia

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska street 2, Zagreb, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Silva Žužul¹, Valentina Gluščić¹, Iva Šimić¹, Abra Penezić², Andrea Milinković², Sanja Frka²

TEŠKI METALI U TALOŽNOJ TVARI U OKOLICI ŠIBENIKA

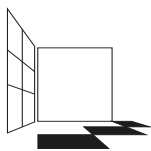
Ključne riječi: suho taloženje, padaline, onečišćenje

Taložna tvar je složena, nehomogena smjesa krutih i tekućih tvari koje gravitacijom talože iz atmosfere na površinu Zemlje. Taložne tvari utječu na kvalitetu vanjskog zraka te ovisno o svom sastavu mogu posredno djelovati na onečišćenje voda, tla i vegetacije kao i utjecati na oštećenja građevina i narušavati kvalitetu života. U sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost „Biokemijski odgovori površinskog sloja oligotrofnog područja Jadranskog mora na atmosfersko taloženje“ (BiREADI IP-2018-01-3105) analizirana je taložna tvar na području srednjeg Jadrana kako bi se procijenio unos makro i mikro nutrijenata, kao i anorganskih i organskih zagađivala iz zraka te istražilo složeno djelovanje atmosferskog taloženja na biokemijski odgovor morskih površinskih sustava. U ovom radu prikazani su rezultati analize teških metala u taložnoj tvari sakupljenoj tijekom šest mjeseci, u razdoblju od veljače do srpnja 2019. godine.

Dvotjedni uzorci ukupne taložne tvari, te uzorci oborina sakupljeni su odvojenim sakupljačima na istraživačkoj mjernoj postaji Zavoda za istraživanje mora i okoliša IRB-a u okolici Šibenika. U uzorcima ukupne taložne tvari analizirana su 23 elementa, a u uzorcima oborina 14 elemenata metodom spektrometrije masa uz induktivno spregnutu plazmu (ICP-MS). Razina ukupne taložne tvari u promatranom razdoblju bila je niska i iznosila je od $22 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ do $185 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Udio u vodi topivog dijela ukupne taložne tvari u prosjeku je iznosio 50 %. Razine štetnih metala nikla, kadmija, arsena, talija i olova u ukupnoj taložnoj tvari, kao pokazatelji kvalitete vanjskog zraka, bile su niske. Rezultati su pokazali da donos saharске prašine zračnim strujanjima iz Afrike značajno doprinosi povećanom taloženju Fe, Al, La, Ce, Co, Sr i Cs pri čemu su mase navedenih metala bile četiri do šest puta više u odnosu na preostalo razdoblje uzorkovanja. Najviše vrijednosti kalija, kao indikatora za izgaranje biomase, nađene su u uzorku sakupljenom nakon požara, zabilježenog u blizini mjesta uzorkovanja.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska c. 2, 10000 Zagreb, Hrvatska

² Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021

Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Silva Žužul¹, Valentina Gluščić¹, Iva Šimić¹, Abra Penezić², Andrea Milinković², Sanja Frka²

HEAVY METALS IN DEPOSITED MATTER IN THE VICINITY OF ŠIBENIK

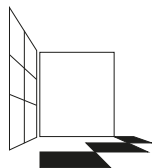
Keywords: dry deposition, rainfall, pollution

Deposited matter is a complex, nonhomogeneous mixture of solid and liquid species which precipitate from air to surfaces by gravitation. Deposited matter influences the quality of ambient air and depending on the composition, it can contaminate surface waters, soil, vegetation or damage buildings and reduce the quality of life. Within the project “Biochemical responses of oligotrophic Adriatic surface ecosystems to atmospheric deposition inputs” (BiREADI IP-2018-01-3105), funded by the Croatian Science Foundation, deposited matter was collected at the middle Adriatic to estimate the inputs of micro and macro nutrients as well as organic and inorganic pollutants from air. One of the objectives of the project was to investigate the complex interactions of atmospheric deposition on the biochemical responses of sea surface ecosystems. This paper presents the results of analyses of heavy metals in deposited matter collected during six months, from February to July 2019.

Samples of total deposited matter and wet deposition were collected every two weeks with separate samplers at a measuring station established by the Division for Marine and Environmental Research of the Rudjer Boskovic Institute in the vicinity of the city of Šibenik. Total deposited matter was analysed on 23 elements, while the samples of wet deposition were analysed on 14 elements by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICPMS). Levels of total deposited matter were low and varied between 22 and 185 mg m⁻² d⁻¹. The portion of water-soluble total deposited matter was 50 % on average. Levels of toxic metals, nickel, cadmium, arsenic, thallium and lead in total deposited matter were low. Results show that Saharan dust intrusion with air masses from Africa significantly increased the deposition of Fe, Al, La, Ce, Co, Sr and Cs with inputs of four to six times higher than the rest of the sampling period. The highest value of potassium, as an indicator of biomass burning, was found in the sample collected after an open wildfire in the vicinity.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb

² Ruđer Bošković Institute, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Iva Šimić¹, Gordana Mendaš Starčević¹, Ranka Godec¹, Martina Šilović Hujčić,
Gordana Pehnec¹

ORGANSKE ONEČIŠĆUJUĆE TVARI U UKUPNOJ TALOŽNOJ TVARI NA PODRUČJU ZAGREBA I OKOLICE JUŽNO OD RIJEKE SAVE

Ključne riječi: *ukupna taložna tvar, PAU, PCB, OCP, WSOC*

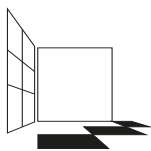
Podaci o atmosferskom taloženju neophodni su za procjenu utjecaja različitih organskih onečišćujućih tvari na okoliš i ljudsko zdravlje, kao i za određivanje mogućih izvora. Cilj istraživanja bio je procijeniti koncentracije policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU), polikloriranih bifenila (PCB) te organoklorovih pesticida (OCP) prisutnih u ukupnoj taložnoj tvari (UTT) u hladnijem razdoblju godine. Mjesečni uzorci UTT-a sakupljeni su metodom otvorenog sakupljača (staklena boca i lijevak promjera 15 cm) u razdoblju od listopada 2020. do ožujka 2021. godine na četiri lokacije na području Zagreba i okolice južno od rijeke Save. Mjerne postaje međusobno se razlikuju s obzirom na različitu zastupljenost izvora onečišćenja, a klasificirane su kao: ruralna pozadinska postaja (mjerno mjesto A), prigradska pozadinska postaja opterećena onečišćenjima iz kućnih ložišta na drva te iz poljoprivredne djelatnosti (mjerno mjesto B), gradska prometna postaja s intenzivnim prometom (mjerno mjesto C) i prigradska pozadinska postaja u neposrednoj blizini odlagališta otpada (mjerno mjesto D).

Analiza 12 PAU je provedena metodom plinske kromatografije vezane na spektrometar masa s trostrukim kvadrupolom (GC-MS/MS), a analiza 20 PCB-a i 7 OCP-a metodom plinske kromatografije vezane na detektor sa zahvatom elektrona (GC- μ ECD). U uzorcima UTT-a određen je i organski ugljik topiv u vodi (WSOC) na analizatoru ugljika s plameno ionizacijskim detektorom metodom termičko-optičke transmisije uz korištenje EUSAAR-2 temperaturnog programa.

Fluks taloženja WSOC-a u promatranom razdoblju kretao se od $54 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (mjerno mjesto D) do $299 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (mjerno mjesto B). Najveće atmosfersko taloženje ukupnih PAU ($\Sigma_{12}\text{PAU}$) određeno je u prosincu na mjernim mjestima B i D te na mjernim mjestima A i C u studenom. Najmanje atmosfersko taloženje $\Sigma_{12}\text{PAU}$ zabilježeno je u listopadu na mjernim mjestima A, B i D, dok je na mjernom mjestu C zabilježeno u ožujku. Najveće prosječne doprinose masa pojedinih PAU ukupnoj masi $\Sigma_{12}\text{PAU}$ na sva 4 mjerna mjesta imali su fluoranten (25 %), krizen (15 %), piren (14 %), benzo(j)fluoranten (11 %) i benzo(b)fluoranten (10 %). U uzorcima UTT-a prosječne masene koncentracije pojedinih OCP-a kretale su se između $0,1 \text{ ng mL}^{-1}$ i 10 ng mL^{-1} , dok su prosječne masene koncentracije pojedinih PCB-a iznosile od $0,05 \text{ ng mL}^{-1}$ do $2,5 \text{ ng mL}^{-1}$.

Rezultati ukazuju na prisutnost štetnih organskih tvari u atmosferskom taloženju te ukazuju na nužnost detaljnije analize kako bi se procijenio mogući utjecaj različitih izvora na atmosfersko taloženje PAU-a, PCB-a i OCP-a.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska c. 2, Zagreb, Hrvatska



Iva Šimić¹, Gordana Mendaš Starčević¹, Ranka Godec¹, Martina Šilović Hujić¹,
Gordana Pehnek¹

ORGANIC POLLUTANTS IN THE TOTAL DEPOSITED MATTER OF THE AREA OF ZAGREB AND SOUTH OF THE SAVA RIVER

Keywords: total deposited matter, PAH, PCB, OCP, WSOC

Atmospheric deposition data are necessary to assess the impact of various organic pollutants on the environment and human health, as well as to determine possible sources. The aim of the study was to estimate the concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (OCPs) present in the total deposited matter (TDM) in the colder period of the year. Monthly deposited samples were collected by the open bulk method (glass bottle and funnel with a diameter of 15 cm) in the period from October 2020 to March 2021 at four locations in the Zagreb area and its surroundings south of the Sava river. The measuring stations differed from each other due to the varying presence of pollution sources, and are classified as: rural background station (measuring station A), suburban background station loaded with pollution from domestic households using wood and from agricultural activities (measuring station B), urban traffic station with intense traffic (measuring station C) and a suburban background station in the immediate vicinity of the landfill (measuring station D).

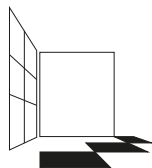
Analysis of 12 PAHs was performed by gas chromatography coupled with triple quadrupole mass spectrometry (GC-MS/MS), and analysis of 20 PCBs and 7 OCPs by gas chromatography with electron capture detector (GC- μ ECD). Water-soluble organic carbon (WSOC) was also determined in TDM samples on a carbon analyser with a flame ionization detector by thermal-optical transmission using the EUSAAR-2 temperature program.

The deposition flux of WSOC ranged from 54 mg m⁻² d⁻¹ (measuring station D) to 299 mg m⁻² d⁻¹ (measuring station B) in the observed period. The highest atmospheric deposition of total PAHs (Σ_{12} PAH) was determined in December at measuring stations B and D and at measuring stations A and C in November. The lowest atmospheric deposition of Σ_{12} PAH was recorded in October at measuring stations A, B and D, while at measuring station C it was recorded in March. The highest average contributions of the masses of individual PAHs to the total mass Σ_{12} PAH at all 4 measuring stations were fluoranthene (25 %), chrysene (15 %), pyrene (14 %), benzo(j)fluoranthene (11 %) and benzo(b)fluoranthene (10 %). In TDM samples, the average mass concentrations of individual OCPs ranged between 0.1 ng mL⁻¹ and 10 ng mL⁻¹, while the average mass concentrations of individual PCBs ranged from 0.05 ng mL⁻¹ to 2.5 ng mL⁻¹.

The results indicated the presence of harmful organic substances in the atmospheric deposition and indicate the need for a more detailed analysis to assess the possible impact of different sources on the atmospheric deposition of PAHs, PCBs and OCPs.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska c. 2, Zagreb, Croatia

Tema 7
***EFCA sekcija: "Air pollution from
shipping emissions"***



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Andrzej Jagusiewicz¹

SHIPPING AS AN AGGRESSIVE SECTOR OF ULTRAFINE PARTICLES (UFP) EMISSIONS

Keywords: *importance of shipping sector, main sources of air emissions, impact on air quality and climate at global and local level, remediation measures from technical to spatial and administrative, policy options to control emissions and clean(-er) shipping.*

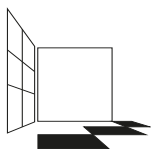
Serious environmental impact comes from international ship transport, which accounts for 80 % of global trade volume. Nearly 4 billion tons of goods are currently transported only throughout EU harbours. The world's merchant fleet is composed of almost 100.000 ships, of which 70 % are oil tankers and 13 % container ships. Its total marine fuel consumption, made from the dirtiest dregs of the barrel, is estimated for more than 300 Mt and grows constantly. In terms of emissions, maritime transport emits annually around billion tons of carbon dioxide and it is worthy to know that GHG pollution of the fifteen biggest mega-ships alone is equal to that of 760 million cars. But statistically, international shipping is responsible for less than 3 % of global climate forcer emissions annually. Worse is with other pollutants, let us say classic ones, including UfPs and their precursors, where shipping is responsible on average for 25 % of the nitrogen oxide emissions (NO_x) and 9% of the sulphur oxides emissions (SO_x). As much as 70% of all ship emissions occur along heavily frequented trading routes connecting ports and are less than 400km from the land. But they can be easily transported hundreds of kilometres onshore and contribute not only to the local pollution, but also transboundary one. Also important is that 85% of all ship pollution is in the northern hemisphere, the geographical area of UNECE and its Air Convention, unfortunately not yet a global one.

The main sources of emissions from ships are uncontrolled or only poorly controlled combustion in all types of on-board boilers and of all types of fuels. Their complete review is given in the work to assess information on emission abatement technologies for the reduction of air pollutant emissions, from shipping activities carried out by CITEPA within the new mandate of the UNECE Task Force on Techno-Economic Issues (TFTEI).

The remediation measures are well known as they are strictly applied for the same pollution sources on land. Among them better fuel containing less sulphur, flue gas desulphurization systems, selective catalytic reduction (SCR) lowering NO_x emissions and particles filters in first instance. But as well important are the spatial planning measures called SECA for "Sulphur Emissions Control Areas" and "NECA for "NO_x Emissions Control Areas" along the coasts defined and established with the frame of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL). This is the global treaty as shipping is per excellence a global business. They oblige the ship operators to emit less pollutants when entering such emission control areas.

Also, the EU legal framework, primarily the CAFE Directive setting air quality standards and the Industrial Emissions Directive imposing strict emission limit values for most of polluting sources, may incite port authorities to act on their ambient pollution by greening their activity deployment, force the ship owners to reduce emissions at berth and finally invest into pro-environmental infrastructure. The latter may include LNG storage, electricity supply to the vessel to turn off the auxil-

¹ President of EFCA (European Federation of Clean Air and Environmental Protection Associations)



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021

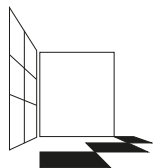
Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



iary engines or shore- or barge-based exhaust cleaning systems for ship emissions. To evaluate their effort so called port environmental index may be useful and more widely used.

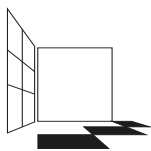
Concerning policy options to control ship emissions we can only speculate for the time being. The main problem is how to make synergy between IMO and its MARPOL Convention, the EU Directives, and the Protocols of the UN/ECE Air Convention. The response seems at first glance quite evident.

First, the long-term strategy for the Convention (2020–2030 and beyond) is enough flexible and wide to find a common approach on ships and serve as a frame. Second, the decision to review the Amended Gothenburg Protocol has been adopted at the 39th session of the Executive Body (EB) in December 2019 and some preparatory works are already going (TEFTEI report). Thirdly, the Global Forum for air protection worldwide has been launched at the same session of the EB and may easily include ships. Just one step to get an annex to the Re-amended Gothenburg Protocol (RGP). The Annex, which will be sufficient, innovative in terms of alternative fuels and propulsion systems, effective on recommended control techniques and cover all ships and all operating moods regardless the ship location. Only then, it could harmonize local and international regulations so far introduced throughout maritime history and considered inadequate.



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.





Nadine Allemand¹, Grégoire Bongrand¹

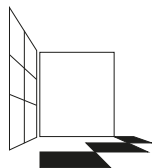
MARITIME SHIPPING EMISSIONS, REDUCTION TECHNIQUES AND THEIR COSTS

In the scope of the Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP), the Task Force on Techno Economic Issues (TFTEI) prepared the report “Technical document on maritime shipping emissions, reduction techniques and determination of their costs” in 2020. This report provides informal technical background information on maritime shipping emissions and techniques to reduce them. During the presentation, the different reduction techniques of pollutant emissions available for maritime shipping will be presented. The different techniques presented will be:

- *Primary techniques, which modify the combustion process, such as water injection, slide valves, slow steaming or new propulsion systems, or switch the fuel, commonly bunker fuel oil, for distillate fuels, LNG or alternative fuels (methanol, biofuels, ammonia, hydrogen, etc.),*
- *Secondary measures, which are exhaust gas treatment systems such as exhaust gas recirculation, selective catalytic reduction systems, scrubbers or diesel particle filters,*
- *Measures applicable in ports, such as shore-power supply system or shore-based exhaust cleaning systems.*

Cost data collected will also be presented. The range of costs can be quite large depending on the technology maturity and the range of engine powers.

¹ TFTEI techno scientific secretariat, Citepa, 42 Rue Paradis, 75010 Paris



DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Matija Široka¹, Stjepan Piličić¹, Teodora Milošević¹, Ignacio Lacalle², Luka Traven¹

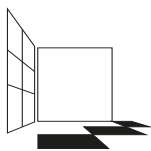
OKOLIŠNI INDEKS ZA LUČKA PODRUČJA

Ključne riječi: lučke aktivnosti, utjecaj na okoliš, Internet of Things, onečišćenja zraka, ključni pokazatelj utjecaja na okoliš

Budući da se razmjena dobara širom svijeta uglavnom odvija pomorskim prometom onečišćenje koje dolazi iz lučkih područja predstavlja sve veći problem. Aktivnosti povezane s brodskom industrijom u lukama mogu naštetiti zdravlju ljudi i okolišu. Te aktivnosti uključuju razne aktivnosti manipulacije teretom, što rezultira emisijama u zrak, uključujući emisiju stakleničkih plinova, NO_x , SO_x te lebdećih čestica. Osim onečišćenja zraka, lučke aktivnosti uzrokuju emisiju buke, svjetlosno onečišćenje te mogu biti izvor neugodnih mirisa, uključuju proizvodnju otpada i emisiju otpadnih voda u morski okoliš. Postojeće metodologije za procjenu utjecaja lučkih djelatnosti na okoliš uglavnom su kvalitativne prirode i uključuju metode samoprocjene koje često mogu dovesti do pristranih rezultata. Stoga postoji potreba za kvantitativnom metodom koja bi dala točnije i objektivnije rezultate. Da bi se to postiglo, u sklopu Horizon 2020 projekta 'Port IoT for Environmental Leverage (PIXEL)' razvijen je okolišni indeks za lučka područja (Port Environmental Index - PEI). Misija PEI-a je integrirati sve glavne ekološke aspekte luka u jedan mjerni podatak kojim se mogu procijeniti okolišne performanse luka i koji se može koristiti za usporedbu luka obzirom na utjecaj na okoliš. PEI je razvijen kao kvantitativni kompozitni indeks temeljen na agregaciji pojedinačnih pokazatelja za značajne okolišne aspekte lučkih operacija. Prilikom dizajniranja PEI-a najvažnije je bilo odabrati odgovarajuće okolišne aspekte lučkih aktivnosti. Nakon njihove identifikacije, za svaki značajni aspekt identificiran je skup reprezentativnih ključnih pokazatelja utjecaja na okoliš (Environmental Key Performance Indicators eKPIs). Nakon toga primijenjeno je niz statističkih operacija poput normalizacije, ponderiranje i agregacije mjernih podataka. Indeks se bazira na podacima koji se prikupljaju u realnom vremenu IoT (Internet of Things) tehnologijom. Jedna od najznačajnijih prednosti PEI-a jest što omogućuje usporedbu lučkih područja obzirom na utjecaj na okoliš te pomaže u procesu donošenja odluka na način da se svi okolišni aspekti integriraju u jedinstven pokazatelj. Luke mogu koristiti indeks za procjenu učinka i napretka u zaštiti okoliša. Budući da se temelje na informacijama prikupljenima u stvarnom vremenu, luke mogu odmah pristupiti korektivnim aktivnostima s ciljem smanjenja negativnog utjecaja na okoliš.

¹ Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Katedra za zdravstvenu ekologiju, Braće Branchetta 20/1, 51000 Rijeka, Croatia

² Communications Department of the Universitat Politècnica de València, Campus de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021
Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Matija Široka¹, Stjepan Piličić¹, Teodora Milošević¹, Ignacio Lacalle², Luka Traven¹

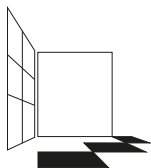
PORT ENVIRONMENTAL INDEX

Keywords: port activities, environmental impact, Internet of Things, air pollution, environmental key performance indicator

Nowadays exchange of goods around the world is for the most part done by the sea which increases the pollution coming from shipping activities and port areas. Activities linked to the shipping industry in ports can affect both human health and the environment. These activities include various cargo handling processes, resulting in air emissions, including GHG, NO_x, SO_x, PM, etc. In addition to air pollution, port activities can be a source of environmental noise, light pollution as well as odor emissions, waste production and water pollution. Existing methodologies to assess the environmental impact of port activities are mostly qualitative and include self-assessment methods that can often lead to biased results. Therefore, there is a need for a quantitative method that would give more accurate and objective results. To achieve this, the Port Environmental index (PEI) was developed under the Horizon 2020 'Port IoT for Environmental Leverage (PIXEL)' project. The idea behind PEI is to integrate all the main environmental aspects of ports such as air emissions, waste generation, water pollution, noise, light, and odor pollution in a single metric that can then assess port performance and compare it between the ports. The PEI was developed as a quantitative composite index based on the aggregation of individual indicators for significant aspects of port operations and is based on a IoT infrastructure in order to provide results in real-time. It includes different subindices that take into consideration the most relevant environmental aspects. For each significant environmental aspect, a set of representative environmental key performance indicators (eKPI) have been identified. After that, a series of mathematical operations have been applied for PEI calculation which include normalization, weighting, and aggregation procedures. One of the most significant advantage of the PEI is that it allows port cross-comparison, and it aids the decision-making process by using a single metric instead of assessing the impact across separate environmental domains. Ports can use the index to assess and benchmark their environment performance and progress. Because it is based on information gathered in real-time the data retrieved can be used to make immediate corrective action to minimize the environmental impact.

¹ Faculty of Medicine of the University of Rijeka, Department of Environmental Medicine, Braće Branchetta 20/1, 51000 Rijeka, Croatia

² Communications Department of the Universitat Politècnica de València, Campus de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Ana Alebić-Juretić¹

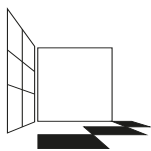
ODREĐIVANJE UTJECAJA POMORSKOG PROMETA NA KVALITETU ZRAKA U RIJECI (HRVATSKA) I VENECIJI (ITALIJA)

Ključne riječi: pomorski promet, distribucija lebdećih čestica po frakcijama, kemijski sastav, PMF receptor model

Prema rezultatima dobivenim u prethodnom MED projektu POSEIDON, koji se bavio utjecajem pomorskog prometa na kvalitetu zraka u četiri luke jadransko-jonskog područja, daljnja su istraživanja provedena u sklopu INTERREG ITA-HR projekta ECOMOBILITY. U projekt su uključene dvije luke: Venecija i Rijeka. Glavni cilj projekta bila je analiza kemijskog sastava različitih frakcija lebdećih čestica, počevši od grube ($d > 1,0 \mu\text{m}$) te s posebnim naglaskom na finu ($0,1 > d > 0,1 \mu\text{m}$) i ultrafinu ($d < 0,1 \mu\text{m}$) frakciju (tj. nanočestice), te procjena utjecaja pomorskog prometa na sastav različitih frakcija. Pri tom su korištena dva različita pristupa: 1. korištenje analizatora za mjerenja lebdećih čestica te uspoređivanje rezultata s istovremenim podacima o prometu u luci; 2. Kemijska analiza frakcija lebdećih čestica, te procjena emisija pomorskog prometa iz koncentracija vanadija (V) i pomoću PMF receptorskog modela. Za sakupljanje lebdećih čestica korišten je kaskadni impaktor s 10 stupnjeva odvajanja. Sakupljeno je 16 tjednih uzoraka frakcija lebdećih čestica, te je svaka frakcija analizirana na metale, ione te prisutne ugljikove forme (elementarni ugljik EC, organski ugljik OC, ukupni ugljik TC te u vodi topivi organski ugljik WSOC)

Luke Venecija i Rijeka se razlikuju kako po veličini, orografiji i meteorologiji, tako i po opsegu, vrsti i dnevnom hodu pomorskog prometa. Shodno tome najveći je doprinos brodova pronađen za nanočestice $7,4 \pm 0,3 \%$ u Veneciji i $1,8 \pm 0,4 \%$ u Rijeci. Najmanji je utjecaj nađen u finoj frakciji $1,9 \pm 0,6 \%$ (Venecija) i $< 0,2 \%$ (Rijeka) dok su u gruboj frakciji udjeli između tih vrijednosti: $1,8 \pm 1,3 \%$ (Venecija) i $0,5 \pm 0,2 \%$ (Rijeka). Udio brodova na masenu koncentraciju se nije razlikovao od mjerne nesigurnosti, u Rijeci ($< 0,2 \%$ for PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ i PM_{10}) dok je bio cca 2% ($\pm 0,7 \%$) u Veneciji. Koncentracije OC i EC su također bile više u Veneciji nego li u Rijeci. Profil OC po frakcijama pokazuje bimodalnu krivulju u obje luke, s maksimumima u ultrafinoj ($0,56 - 0,32 \mu\text{m}$), i gruboj ($5,6 - 3,2 \mu\text{m}$) frakciji. EC pokazuje sličnu bimodalnu distribuciju u Rijeci, ali je u Veneciji samo jedan maksimum i to u finoj frakciji. Omjer EC/TC je visok na obje lokacije u finoj frakciji, ali Rijeka ima i značajan omjer i u gruboj frakciji. Sličan je profil nađen i kod omjera WSOC/OC. Premda PMF analiza u Veneciji nije nedvojbeno identificirala izgaranje HFO (Heavy Fuel Oil- teško loživo ulje), procjenom primarne emisije PM na osnovu koncentracije V dala je udio pomorskog prometa na ultrafinu frakciju od 9% . PMF analiza u Rijeci ukazala je na šest faktora, od kojih se jedan može pripisati izgaranju HFO, odnosno pomorskom prometu (3%). Procjena emisije brodova na osnovu koncentracije V nije jednoznačna. Iako je emisija primarnih ultrafinih čestica procijenjena na 5% , taj je udio nešto veći kod fine i grube frakcije (7 , odnosno $8,2 \%$). Razlog tome je prisustvo i drugih izvora V na riječkom području (rafinerija nafte, termoelektrana), zbog čega se u tlu nalazi viši sadržaj V u odnosu na republički prosjek.

¹ Medicinski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Braće Branchetta 20, Rijeka, Hrvatska



Ana Alebić-Juretić¹

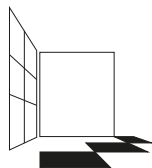
CHARACTERIZATION OF MARITIME IMPACT ON AIR QUALITY IN THE PORT CITIES OF RIJEKA (CROATIA) AND VENICE (ITALY)

Keywords: maritime traffic, particulate matter fractional distribution, chemical composition, PMF receptor model

Based on previous results from the MED project POSEIDON dealing with maritime impact on air quality in four ports of the Adriatic-Ionian area, further investigation was carried out within the INTERREG ITA-HR project ECOMOBILITY. Two port cities, Rijeka and Venice were covered by the project. The main objective was the chemical characterization of various size fractionated airborne particulates, with emphasis on coarse ($d > 1.0 \mu\text{m}$), fine ($0.1 > d < 1.0 \mu\text{m}$) and ultrafine ($d < 0.1 \mu\text{m}$) fractions and estimation of maritime contributions to different fractions. Therefore, two different approaches were used: (1) using temporal resolution data on particulate monitoring and combining them with reports on maritime traffic in the port; (2) chemical analysis of size segregated fractions and estimating ship emissions from metal tracer vanadium (V) and Principal Matrix Factorization receptor model (PMF). The 10-stage cascade impactor was used to collect 16 weekly samples of airborne particulates. The samples were analysed for ions, metals, and carbonaceous (elemental carbon EC, organic carbon OC, total carbon TC and water-soluble organic carbon WSOC).

The port cities of Venice and Rijeka differ by size, orography, meteorology, as well as extent, type and daily schedule of maritime traffic. Accordingly, the maximum impact was found on nanoparticles $7.4 \pm 0.3 \%$ in Venice and $1.8 \pm 0.4 \%$ in Rijeka, the minimum was observed in the fine range $1.9 \pm 0.6 \%$ (Venice) and $< 0.2 \%$ (Rijeka) and intermediate values were found for the coarse fraction $1.8 \pm 1.3 \%$ (Venice) and $0.5 \pm 0.2 \%$ (Rijeka). Contribution of shipping to mass concentration was not distinguishable from uncertainty in Rijeka ($< 0.2 \%$ for PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, and PM_{10}) and was approximately 2% ($\pm 0.7 \%$) in Venice. The OC and EC concentrations in Venice were also higher than in Rijeka. The OC size distribution curves were bimodal at both sites, with maximums in ultrafine ($0.56 - 0.32 \mu\text{m}$) and coarse ($5.6 - 3.2 \mu\text{m}$) fractions. The EC showed similar bimodal distribution in Rijeka, but a single mode fine fractions in Venice. The EC/TC ratio was large in the fine mode at both sites, but Rijeka had significant ratios found in the coarse fraction. A similar profile was found in WSOC/OC. Although the PMF analysis did not identify clearly HFO (Heavy Fuel Oil) burning in Venice, estimation of primary PM from maritime traffic indicated a contribution of 9% to the ultrafine fraction. The PMF in Rijeka identified 6 factors including HFO burning (3%), characteristic for ship emission; however, our estimation of maritime emission from V concentration was not reliable. Although the primary ultrafine PM was estimated to 5% , there were significant contributions to fine (7%) and coarse fractions (8.2%) due to other sources of vanadium in the Rijeka Bay (petroleum refinery, oil fired power plants) that caused higher V content in soil.

¹ Faculty of Medicine, University of Rijeka, Braće Branchetta 20, Rijeka, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Zdenko Franić¹

SUSTAV PRAĆENJA, IZVJEŠTAVANJA I PROVJERA EMISIJA CO₂ U POMORSKOM PROMETU

Ključne riječi: pomorski promet, staklenički plinovi, CO₂, praćenje, izvještavanje, verifikacija

Kao rezultat emisija ugljikovog dioksida (CO₂) i drugih stakleničkih plinova (GHG) koje stvara, pomorski promet, poput mnogih drugih industrija, negativno utječe na globalnu klimu i kvalitetu zraka. Budući da klimatske promjene uzrokuju degradaciju okoliša, što posljedično predstavlja sigurnosni rizik za zdravlje i dobrobit ljudi, moraju se poduzeti odlučne mjere za smanjenje emisija. Smanjenju emisija stoga moraju doprinijeti svi sektori gospodarstva, uključujući međunarodni pomorski promet koji predstavlja oko 13 % ukupne emisije stakleničkih plinova iz prometnog sektora EU.

EU stoga radi na razvoju referentnog okvira za uključivanje pomorskog prometa u Europski sustav trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova (EU Emission Trading System - ETS), kao temelja EU politike za suzbijanje negativnih učinaka klimatskih promjena. Kao i u drugim sektorima, pretpostavka EU-ETS sustava u pomorstvu jest učinkovita procedura praćenja, izvještavanje i verifikacije (Monitoring, Reporting, Verification - MRV) emisija CO₂, zajedno s povezanim procesima, što se naziva ciklus usklađenosti s ETS-om (ETS compliance cycle).

Svake godine, subjekti koji ispuštaju CO₂ u okoliš (operatori industrijskih postrojenja, operateri zrakoplova, brodarska društva i dr.) moraju imati odobreni plan praćenja za praćenje i izvještavanje o godišnjim emisijama. Podatke za određenu godinu mora potvrditi akreditirani verifikator do 31. ožujka sljedeće godine. Nakon uspješno provedene verifikacije operateri moraju predati zahtjeve za besplatnu dodjelu ekvivalentnog broja emisijskih dionica do 30. travnja te godine. No, pomorski promet za sada još nije uključen u EU ETS sustav.

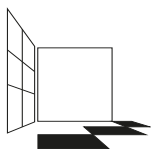
Pravila koja se odnose na ciklus usklađenosti utvrđena su u dvije grupe propisa:

- a) Propisi o praćenju i izvještavanju (Monitoring and Reporting Regulation - MRR)
- b) Propisi o akreditaciji i verifikaciji (Accreditation and Verification Regulation - AVR)

Smanjenje emisija stakleničkih plinova u brodskoj industriji moglo bi imati cijeli niz povoljnih učinaka: ekonomske (smanjena potrošnja goriva), socijalne (poboljšanje zdravlja ljudi zbog manje izloženosti zagađivačima), administrativne (smanjenje administrativnih prepreka) i ekološke (čišći okoliš).

U ovoj prezentaciji predstavljeni su najnoviji EU propisi i postupci za praćenje, izvještavanje i provjeru emisija u pomorskom prometu, zajedno sa svim pratećim procesima EU ETS ciklusa usklađenosti.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb



Zdenko Franić¹

SYSTEM OF MONITORING, REPORTING AND VERIFICATION OF CO₂ EMISSIONS IN MARITIME TRANSPORT

Keywords: maritime transport, greenhouse gases, CO₂, monitoring, reporting, verification

Because of the emissions of carbon dioxide (CO₂) and other greenhouse gases (GHG) it generates, maritime transport. As climate changes are causing environmental degradation consequently posing a safety risk to human health and well-being, decisive actions must be taken to reduce emissions. All sectors of economy have to contribute to achieve emission reductions, including the international maritime transport sector, as it represents about 13 % of the total EU greenhouse gas emissions from transport sector in the European Union (EU).

The EU is therefore working to develop a reference framework for the inclusion of maritime transport in the European Emission Trading System (ETS), as a cornerstone of EU policy to combat the negative effects of climate change. As in other sectors, the premise of the EU-ETS system in maritime transport is an efficient procedure for Monitoring, Reporting and Verification (MRV) of CO₂ emissions, which is, together with related processes, called the ETS compliance cycle.

Each year, entities that emit CO₂ into the environment (industrial plant operators, aircraft operators, shipping companies, etc.) must have an approved monitoring plan to monitor and report on annual emissions. The monitoring plan is also part of the permit for regular operation. The monitoring data for a certain year must be confirmed by an accredited verifier by March 31 of the following year. Following the successful verification, operators must submit requests for the free allocation of the equivalent number of EU allowances by 30 April of that year. However, maritime transport is not yet included in the EU ETS system.

The rules relating to the compliance cycle are set out in two groups of regulations:

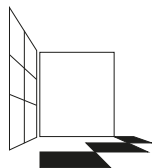
- a) Monitoring and Reporting Regulation (MRR)*
- b) Accreditation and Verification Regulation (AVR)*

Reducing GHG emissions from the shipping industry could have spectrum of beneficial impacts: economic (reduced fuel consumption), social (human health improvement due to lesser exposure to pollutants), administrative (reducing administrative barriers) and ecological (cleaner air and environment).

In this presentation are presented the latest EU regulations and procedures for monitoring, reporting and verification (MRV) emissions in maritime transport, together with all accompanying processes of the EU ETS compliance cycle.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb

Tema 8
IUAPPA AND GLOBAL FORUM
SPECIAL SESSION



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



IUAPPA session abstract¹

COVID-19 AND AIR POLLUTION: EXPLORING THE LINKS

Although there was earlier experience of SARS-type epidemics, the Covid-19 pandemic that began in early 2020 raised enormous uncertainties and challenges. From the start however there was a recognition that there were likely to be significant links and interfaces with air pollution even though their nature and scale was unclear.

The possible relationships appeared to fall in three main areas:

1. Susceptibility to infection and the severity of symptoms

The pandemic appears primarily to affect those with pre-existing medical conditions, frequently those caused or exacerbated by air pollution. What was unclear was the extent of this relationship and the causality.

2. Mechanisms of transmission

Given that there might be air-born transmission of the virus, significant commonalities between COVID-19 and air pollution also seemed likely in term of their transmission and spread. Indeed there are suggestions that the virus might 'free ride' on international and continental movement of particulate matter and aerosols generally.

3. Mitigation and Control

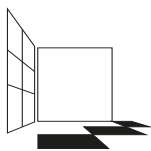
Given these potential relationships there was inevitably a question as to how far the policies and techniques for mitigation and control of air pollution, developed over a century, might be relevant and effective for control of the pandemic.

The international scientific community has responded rapidly and at scale to these issues with an explosion of research and publications. A search of the data-base Pub Med, on 25th August 2021, for publications identified by "air pollution AND COVID-19", identified 1081 items in a period of about 15 months. Welcome as this is it leaves the problem of assimilating such extensive material and beginning to draw conclusions that can be safely used for developing policies.

In response to the scale of the problems and the scientific uncertainties World meteorological organisation (WMO) has meanwhile established a COVID-19 Task Team to review meteorological and air quality issues. Its First Report, published recently, inevitably fails to draw firm conclusions, but offers a basis for carrying forward the key issues identified above. It suggests that:

- Epidemiological studies of COVID-19 have, to date, offered mixed results regarding the meteorological sensitivity of the virus and the disease.*
- COVID-19 transmission dynamics in 2020 appear to have been controlled primarily by government interventions rather than meteorological factors. Other relevant drivers include, more recently, virus mutations.*

¹ International Union of Air Pollution Prevention and Environmental Protection Associations



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021
Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



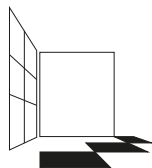
- *There is expectation that COVID-19 will prove to be a strongly seasonal disease should it persist for multiple years.*
- *Laboratory studies of SARS-CoV-2, the virus that causes COVID-19, have yielded some evidence that the virus survives longer under cold, dry and low ultraviolet radiation conditions.*
- *There is evidence that chronic and short-term exposure to air pollution exacerbates symptoms and increases mortality rates for some respiratory diseases.*
- *Process-based modelling studies anticipate that COVID-19 transmission may become seasonal over time, suggesting meteorological and air quality (MAQ) factors may support monitoring and forecasting of COVID-19 in the coming months and years.*
- *At this stage, however, evidence does not support the use of MAQ factors as a basis for governments to relax their interventions aimed at reducing transmission.*

These preliminary findings provide the starting point for this special session. The aims of the discussion will be to clarify and refine the key issues, come to a view on what is known and what remains unknown, and begin to identify priorities for future work.

General discussion will be preceded by the following presentations, in addition to the presentation on the WMO report itself:

1. **Dr Heather Watson (Imperial College, London, UK)**
Understanding the relationships between COVID-19 and air pollution: progress so far and priorities for future work
2. **Dr Robert Maynard (formerly Head, Air Pollution Division, UK Dept of Health, UK)**
Air pollution and the COVID-19 pandemic: A review of some initial studies
Dr Maynard will review five of the more significant peer-reviewed studies from 2020 and 2021 and assess their implications for the direction of future work
3. **Chiara Copat (University of Catania, Italy)**
The role of air pollution (PM10 and NO2) in COVID-19 spread and lethality
4. **Prof Young Sunwoo (Konkuk University, Korea)**
Reduction of air pollution due to COVID-19 in the Seoul Metropolitan Area
The presentation will discuss air pollution reduction due to social distancing and associated traffic measures in the Seoul Metropolitan Area and set this in the wider context of Korea's efforts to contain the pandemic

Posteri



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Borna Božiković¹, Domagoj Mihajlović¹, Luka Mrvoš¹

**USPOREDNA MJERENJA KONCENTRACIJE PRIZEMNOG
OZONA U VANJSKOM ZRAKU NA MP KARLOVAC-1 I MP
VARAŽDIN-1 ANALIZATORIMA RAZLIČITIH
PROIZVOĐAČA**

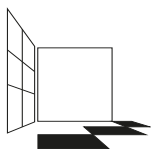
Keywords: kvaliteta zraka, državna mreža za mjerenje kvalitete zraka, HORIBA APOA 370, TELEDYNE API T400

Normirana ispitna metoda za mjerenje koncentracije ozona (O_3) (HRN EN 14625) određuje aktivnosti i postupke za osiguranje kvalitete mjerenja mjernih uređaja tijekom rada na mjernoj postaji za mjerenje kvalitete zraka. Jedan od postupaka je i dnevna kontrola podataka. Dugogodišnjim praćenjem vrijednosti koncentracije prizemnog ozona u ljetno vrijeme uočena su odstupanja od uobičajene krivulje dnevnog hoda za prizemni ozon. Vrijednosti koncentracija prizemnog ozona za vrijeme sunčanih sati uobičajeno rastu tijekom dana dok za vrijeme noći padaju. Takav hod tvori sinusoidnu krivulju. Nakon zalaska sunca vrijednosti koncentracija prizemnog ozona trebale bi padati, no pri uvjetima visokog postotka vlažnosti i povišene vanjske temperature zraka analizatori su mjerili izrazito visoke koncentracije prizemnog ozona. Ta odstupanja uočena su na urbanim mjernim postajama gdje se za mjerenje koncentracije prizemnog ozona koristio isti tip analizatora, HORIBA APOA 370.

Tijekom ljeta 2020. na MP Karlovac-1 i MP Varaždin-1 provedena su usporedna mjerenja koncentracije prizemnog ozona u vanjskom zraku. Na mjernoj postaji, uz postojeći analizator postavljen je još i analizator TELEDYNE API T400.

U ovom radu prikazana je metodologija provedbe usporednih mjerenja koncentracija prizemnog ozona u vanjskom zraku na navedenim mjernim postajama Državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka te rezultati tog usporednog mjerenja dobiveni analizom mjerenja oba analizatora.

¹ Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, 10 000 Zagreb, Hrvatska



Borna Božiković¹, Domagoj Mihajlović¹, Luka Mrvoš¹

COMPARATIVE MEASUREMENTS OF GROUND OZONE CONCENTRATIONS IN OUTDOOR AIR AT KARLOVAC-1 AND VARAŽDIN-1 WITH ANALYZERS FROM DIFFERENT MANUFACTURES

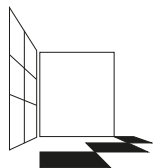
Keywords: *air quality, ground-level ozone, comparative measurements, HORIBA APOA 370, TELEDYNE API T400 state network for air quality measurement*

The standard test method for measuring ground-level ozone (O_3) (HRN EN 14625) defines the activities and procedures to ensure the measurement quality of devices during the operation of an air quality measurement station. One of the procedures is daily data control. During the long-term monitoring of the value of ground-level ozone concentrations in summer time deviations from the usual daily flow curve were revealed for ground-level ozone. Ground-level ozone concentrations usually rise during sunny hours and fall at night. Such a flow forms a sinusoidal curve. After sunset, ground-level ozone concentrations should fall, but under conditions of high humidity and increased outdoor air temperature, our analysers measured extremely high concentrations of ground-level ozone. These deviations were observed at an urban measuring stations where the same type of analyzer, HORIBA APOA 370, was used to measure ground-level ozone concentrations.

During the summer of 2020, comparative measurements of the concentration of ground-level ozone in ambient air were carried out at Karlovac-1 and Varaždin-1. In addition to the existing analyzers, a TELEDYNE API T400 analyzer was also installed at the measuring stations.

In this paper, the methodology of comparative measurements of ground-level ozone concentrations in ambient air at the mentioned measuring stations presented as well as the results of this comparative measurement obtained by analyzing the results obtained by both analyzers.

¹ Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, 10 000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Goran Gajski¹, Marko Gerić¹, Mirta Milić¹, Vilena Kašuba¹, Katarina Matković¹, Gordana Pehneć¹, Silvije Davila¹, Ivana Jakovljević¹, Ante Cvitković^{2,3,4}, Mandica Sanković⁵, Antun Šumanovac^{4,6}, Ana-Marija Domijan⁷, Irena Brčić Karačonji¹, Irina Guseva Canu⁸, Pascal Wild^{8,9}, Nancy Hopf⁸

USUSRET NOVOM PROJEKTU: HUMNap - ONEČIŠĆENJE ZRAKA I BIOMARKERI UČINKA U LJUDI

Ključne riječi: onečišćenje zraka, lebdeće čestice, policiklični aromatski ugljikovodici, biomonitoring ljudi, mikronukleus test, komet test, oksidativni stres, procjena rizika

Vodeće svjetske organizacije poput Europske agencije za okoliš, Svjetske zdravstvene organizacije, Međunarodne agencije za istraživanje raka i Globalnog opterećenja bolestima istakle su onečišćenje zraka kao vodeću globalnu zdravstvenu prijetnju odgovornu za 3 - 7 milijuna smrtnih slučajeva godišnje. Zrak u urbanim sredinama kompleksna je i promjenjiva mješavina raznih kemijskih spojeva čiji mehanizam djelovanja nije u potpunosti poznat, iako se sumnja na poticanje oksidacijskog stresa i upalnih procesa. Biomonitoring ljudi ključan je alat u određivanju mogu li i u kojoj mjeri okolišni spojevi utjecati na populaciju ljudi. Izvor je važnih informacija o okolišnoj izloženosti te pomaže u prepoznavanju potencijalnih zdravstvenih rizika. Cilj projekta HUMNap jest odrediti povezanost između onečišćivala iz zraka te biomarkera izloženosti i ranih bioloških učinaka. Projekt će započeti s istraživanjima na geografskim lokacijama s različitim razinama i podrijetlom onečišćenja zraka te mjerenjima brojnih onečišćivala iz zraka. U sljedećim koracima vršit će se detaljna procjena različitih biomarkera izloženosti i ranih učinaka (genomska nestabilnost i oksidacijski stres) u ljudskoj populaciji koja živi na odabranim lokacijama. HUMNap će promicati razmjenu najnovijih tehnika i istraživačkih pristupa kako bi se razvila procjena rizika izloženosti ljudi onečišćivalima iz zraka. Ostali važni aspekti projekta HUMNap uključuju razvoj mladih znanstvenika u području toksikologije, podizanje svijesti o onečišćenju zraka, umrežavanje te daljnji razvoj strategija za praćenje onečišćenja zraka. Naposlijetku, HUMNap će osigurati nove podatke potrebne za znanstveno utemeljenu procjenu rizika ljudske populacije izložene zagađenju zraka.

Podržala Hrvatska zaklada za znanost (HUMNap)

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb, Hrvatska

² Nastavni zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije, Slavonski Brod, Hrvatska

³ Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Hrvatska

⁴ Medicinski fakultet Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Osijek, Hrvatska

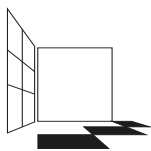
⁵ Odjel za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša, Vinkovci, Hrvatska

⁶ Opća županijska bolnica Vinkovci, Vinkovci, Hrvatska

⁷ Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

⁸ Center for Primary Care and Public Health (Unisanté), Lausanne, Switzerland

⁹ French Research and Safety Institute (INRS), Vandoeuvre lès Nancy, France



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021

Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Goran Gajski¹, Marko Gerić¹, Mirta Milić¹, Vilena Kašuba¹, Katarina Matković¹, Gordana Pehnec¹, Silvije Davila¹, Ivana Jakovljević¹, Ante Cvitković^{2,3,4}, Mandica Sanković⁵, Antun Šumanovac^{4,6}, Ana-Marija Domijan⁷, Irena Brčić Karačonji¹, Irina Guseva Canu⁸, Pascal Wild^{8,9}, Nancy Hopf⁸

EMERGING RESEARCH PROJECT: HUMNap – AIR POLLUTION AND HUMAN BIOMARKERS OF EFFECT

Keywords: air pollution, particulate matter, polycyclic aromatic hydrocarbons, human biomonitoring, micronucleus assay, comet assay, oxidative stress, risk assessment

Major world authorities such as European Environmental Agency, World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, and The Global Burden of Diseases highlighted air pollution as leading global health threat responsible for 3 – 7 million deaths annually. Urban air is a variable and complex mixture of many different chemicals with different mechanisms of action, although oxidative stress and inflammation are the most common ones. Human biomonitoring is an important tool for assessing the exposure to different chemical and physical agents, for determining early molecular effects of such exposures, and assessing risks for human health. The newly launched HUMNap project aims to reveal possible associations between air pollutants and different biomarkers of exposure and effects. We will take a closer look into several geographical locations with different air pollution burden (heavy traffic, industry and reference site) and its change according to seasonal and daily weather/climate conditions. For the biomonitoring part of the project, we will use different biomarkers of exposure and early effects (genomic instability and oxidative stress) in human populations. HUMNap will promote state-of-art techniques and research approaches to develop risk assessment of human exposure to airborne pollutants. Other important aspects of HUMNap project include development of next-generation scientist in the field of toxicology, raising awareness about air pollution, networking, and developing monitoring strategies. As a final point, the HUMNap will provide new datasets necessary for scientifically based risk assessments of human populations exposed to urban air pollution.

Supported by the Croatian Science Foundation (HUMNap)

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Zagreb, Croatia

² Teaching Institute of Public Health Brod-Posavina County, Slavonski Brod, Croatia

³ Faculty of Dental Medicine and Health, J. J. Strossmayer University of Osijek, Osijek, Croatia

⁴ Faculty of Medicine, J. J. Strossmayer University of Osijek, Osijek, Croatia

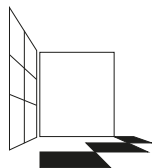
⁵ Department of Physical Planning, Construction and Environmental Protection, Vinkovci, Croatia

⁶ County General Hospital Vinkovci, Vinkovci, Croatia

⁷ Faculty of Pharmacy and Biochemistry, University of Zagreb, Zagreb, Croatia

⁸ Center for Primary Care and Public Health (Unisanté), Lausanne, Switzerland

⁹ French Research and Safety Institute (INRS), Vandoeuvre lès Nancy, France



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Valentina Gluščić¹, Iva Šimić¹, Gordana Pehneć¹

PROSTORNA RASPODJELA IONA U UKUPNOJ TALOŽNOJ TVARI NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA

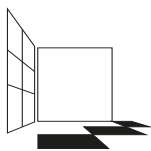
Ključne riječi: anioni, kationi, urbane mjerne postaje

Onečišćujuće tvari prisutne u zraku podrijetlom su iz različitih prirodnih i antropogenih izvora. Te se tvari, kroz određeno razdoblje, iz zraka prenose, putem suhog (gravitacijskog) i mokrog (padalinama) taloženja, na tlo, građevine, biljke, vodu i dr. Ukupna taložna tvar (UTT), radi složenog kemijskog sastava, značajno utječe na proces kruženja hranjivih tvari u kopnenim i vodenim ekosustavima, a brojne studije ističu i doprinos UTT-a klimatskim promjenama.

Mjesečni uzorci UTT-a sakupljani su u razdoblju od kolovoza 2020. do veljače 2021. upotrebom uzorkivača izvedbe boca s lijevkom na mjernim postajama na području grada Zagreba. Mjerna postaja RZ smještena je u zapadnom rubnom dijelu grada s industrijskim objektima, mjerna postaja RC smještena je u središnjem dijelu grada s visokom gustoćom prometa, a mjerna postaja RI u istočnom dijelu grada s industrijskim objektima. Sadržaj u vodi toplivih aniona (kloridi (Cl^-), nitrati (NO_3^-), sulfati (SO_4^{2-})) i kationa (natrij (Na^+), amonij (NH_4^+), kalij (K^+), magnezij (Mg^{2+}), kalcij (Ca^{2+})) u UTT određen je ionskom kromatografijom. Cilj ovog istraživanja bio je odrediti raspodjelu aniona i kationa u UTT s obzirom na položaj i klasifikaciju mjerne postaje. Na svim mjernim postajama količine aniona (Cl^- , NO_3^- i SO_4^{2-}) u UTT kretale su se u rasponu 0 - 5,15 mg/(m²d) dok su količine kationa (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) bile u rasponu 0 - 6,38 mg/(m²d). Rezultati pokazuju da su, u promatranom razdoblju, značajno više srednje vrijednosti svih izmjerenih iona u UTT određene na mornoj postaji RZ smještenoj u zapadnom dijelu grada Zagreba, u usporedbi s mjernim postajama RC, u središnjem, i RI u istočnom dijelu grada. Na svim mjernim postajama, srednje vrijednosti količina aniona slijedile su niz $\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^-$. Srednje vrijednosti količina kationa na mornoj postaji RI slijedile su niz $\text{Ca}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$, a na mjernim postajama RC i RZ niz $\text{Ca}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$. Na mjernim postajama RZ, RC i RI više vrijednosti količina onečišćujućih tvari u UTT izmjerene su u toplijim mjesecima (kolovoz-listopad), osim za ione Na^+ i Cl^- , čije su razine bile više u hladnijim mjesecima (prosinac-veljača) na sve tri mjerne postaje, dok su na mornoj postaji RZ u hladnijim mjesecima bile povišene i količine NH_4^+ i K^+ iona u UTT.

Radi uočene sezonske i prostorne raspodjele potrebno je nastaviti mjerenja kroz duže vremensko razdoblje kako bi se dobio jasniji uvid u međudjelovanje i podrijetlo onečišćujućih tvari prisutnih u zraku grada Zagreba.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb, Hrvatska



Valentina Gluščić¹, Iva Šimić¹, Gordana Pehnec¹

SPATIAL DISTRIBUTION OF IONS IN BULK DEPOSITION IN THE ZAGREB CITY AREA

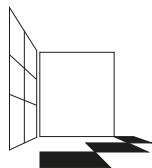
Key-words: anions, cations, urban monitoring stations

Pollution species present in air have its origin from different natural and anthropogenic sources. These species, over a period of time, are transferred from the air through dry (gravitational) and wet (precipitation) deposition, to soil, buildings, plants, water, etc. Atmospheric bulk deposition (BD), due to its complex chemical composition, significantly affects the process of nutrient cycling in terrestrial and aquatic ecosystems, while numerous studies highlight its contribution to the climate change.

Monthly BD samples were collected with a funnel bottle sampler in the period from August 2020 to February 2021 at monitoring stations in the area of the city of Zagreb. The RZ monitoring station was located in the western outskirts of Zagreb with industrial facilities, the RC monitoring station was located in the city center with high traffic density, and the RI monitoring station was in the eastern part of the city with industrial facilities. The content of water soluble anions (chlorides (Cl^-), nitrates (NO_3^-), sulfates (SO_4^{2-})) and cations (sodium (Na^+), ammonium (NH_4^+), potassium (K^+), magnesium (Mg^{2+}), calcium (Ca^{2+})) in BD was determined by ion chromatography. The aim of this study was to determine the ion content distribution in BD with respect to the monitoring stations position and classification. At all monitoring stations, the content of anions (Cl^- , NO_3^- and SO_4^{2-}) in BD ranged 0 - 5.15 mg/(m²d) while the content of cations (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) 0 - 6.38 mg/(m²d). The results show that, in the observed period, significantly higher mean content values of all measured ions in BD were determined at the monitoring station RZ located in the western part of Zagreb, compared to monitoring stations RC, in the city center, and RI at the east. At all monitoring stations, the mean values of the anion content followed the order $\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^-$. The mean values of cation content at the RI monitoring station followed the order $\text{Ca}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$, and at the monitoring stations RC and RZ the series $\text{Ca}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$. At monitoring stations RZ, RC and RI, a higher content of pollutants in BD was measured in the warm period (August-October), except for Na^+ and Cl^- ions, whose levels were higher in the cold period (December-February) at all of the monitoring stations, while at the RZ monitoring station in the colder months, the NH_4^+ and K^+ content in BD were also elevated.

Due to the observed seasonal and spatial distribution, it is crucial to continue the measurements over a longer period of time in order to obtain a clearer insight into the interaction as well as the origin of pollution species present in Zagreb's air.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Ivana Hrga¹, Iris Bujas², Barbara Stjepanović¹, Anita Vucić³, Ana Večenaj¹, Mirjana Špehar⁴, Ivan Ivanec⁴, Nikolina Furlan⁵, Itana Bokan Vucelić⁵, Danijela Peroš-Pucar³, Marijana Matijević Cvjetović⁶, Ivana Brnica⁷, Mirna Mamić⁸, Tatjana Puljak⁸, Nina Vuletin⁹, Željka Cerovac¹⁰, Zdenka Šušić¹¹, Mirta Eberhard¹¹, Marija Mulanović Smolčić¹², Vesna Kauzlarić¹³, Lea Ivančić¹⁴, Martina Nadih¹⁵, Jasenka Babić¹⁶, Adela Krivohlavek¹, Dragoslav Dragojlović¹⁷

PELUDNE ALERGIJE – PRAVOVREMENA INFORMACIJA PUTEM APLIKACIJE „PELUDNA PROGNOZA“

Ključne riječi: aplikacija Peludna prognoza, alergeni pelud, križne reakcije pelud - hrana, Hrvatska

Alergije na pelud značajan su javnozdravstveni problem današnjice sa znatnim utjecajem na kvalitetu života. U cilju pravovremenoga informiranja i edukacije građana, portal PLIVAzdravlje je u suradnji s Nastavnim zavodom za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“ i županijskim zavodima razvio platformu i mobilnu aplikaciju Peludna prognoza za Republiku Hrvatsku. Platforma Peludna prognoza ujedno je i pozadinski servis mobilne aplikacije na iOS i Android uređajima. Aplikacija Peludna prognoza daje prikaz rezultata mjerenja alergena peluda u zraku po regijama i gradovima ovisno o intervalu uzorkovanja. Razvijena je skala s broječanim prikazom od 0 do 12, u kojoj se izmjereni broj peludnih zrnaca u zraku (koncentracija) dovodi u vezu s propisanim konstantama. Takav način izračuna brojčano iskazuje koncentraciju peluda u zraku unutar već poznatih boja označenih kategorija koncentracija: niska (zeleno), umjerena (žuto) i visoka (crveno). Aplikacija Peludna prognoza sadrži i popis najčešćih alergena biljaka uz opis i fotografije biljaka te oznake stupnja alergnosti. Ovi podaci olakšavaju prepoznavanje alergena biljaka u prirodi, a time i izbjegavanje kontakta s pojedinim alergenima. Aplikacija pruža i pregled križnih reakcija između različitih vrsta biljaka s naglaskom na križne reakcije peluda i hrane biljnoga porijekla jer osobe senzibilizirane na određeni tip alergena peluda mogu reagirati i na druge tipove peluda. Primjer je razvijanje simptoma osoba alergičnih na pelud breze u vrijeme cvjetanja ambrozije i obratno. Također, moguće je produljenje simptoma alergijske reakcije i na razdoblje kad pelud na koji je osoba alergična nije prisutna u zraku, npr. različito vrijeme cvjetanja (oprašivanja) breze i pitomoga kestena. Dostupne informacije omogućuju prilagodbu načina prehrane, dnevnih aktivnosti te samostalni aktivni utjecaj na vlastito zdravstveno stanje. Aplikacija je besplatna i dostupna svim korisnicima pametnih telefona s iOS i Android operativnim sustavima.

¹ Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“, Mirogojska 16, 10000 Zagreb

² PLIVA HRVATSKA d.o.o., Prilaz baruna Filipovića 25, 10000 Zagreb

³ Zavod za javno zdravstvo Zadar, Ljudevita Posavskog 7A, 23000 Zadar

⁴ Zavod za javno zdravstvo "Sveti Rok" Virovitičko-podravске županije, Ljudevita Gaja 21, 33000 Virovitica

⁵ Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Krešimirova 52a, 51000 Rijeka

⁶ Zavod za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije, Dr. A. Sercera 4a, 20001 Dubrovnik

⁷ Zavod za javno zdravstvo Koprivničko-križevačke županije, Trg Tomislava dr. Bardeka 10/10, 48000 Koprivnica

⁸ Nastavni Zavod za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije, Vukovarska 46, 21000 Split

⁹ Zavod za javno zdravstvo Šibensko-kninske županije, Put groblja 6, 22000 Šibenik

¹⁰ Zavod za javno zdravstvo Karlovačke županije, dr. Vlatka Mačeka 48, 47000 Karlovac

¹¹ Zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, F. Krežme 1, 31000 Osijek

¹² Zavod za javno zdravstvo Sisačko-moslavačke županije, Ulica kralja Tomislava 1, 44000 Sisak

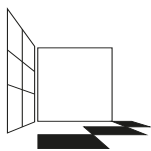
¹³ Nastavni zavod za javno zdravstvo Istarske županije, Nazorova 23, 52100 Pula

¹⁴ Zavod za javno zdravstvo Varaždinske županije, Ul. Ivana Meštrovića, 42000 Varaždin

¹⁵ Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije, Vladimira Nazora 2A, 35000 Slavonski Brod

¹⁶ Gradski ured za zdravstvo, Šubićeva 38, 10000 Zagreb

¹⁷ Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, 10000 Zagreb



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021



Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021

Ivana Hrga¹, Iris Bujas², Barbara Stjepanović¹, Anita Vucić³, Ana Večenaj¹, Mirjana Špehar⁴, Ivan Ivanec⁴, Nikolina Furlan⁵, Itana Bokan Vucelić⁵, Danijela Peroš-Pucar³, Marijana Matijić Cvjetović⁶, Ivana Brnica⁷, Mirna Mamić⁸, Tatjana Puljak⁸, Nina Vuletin⁹, Željka Cerovac¹⁰, Zdenka Šušić¹¹, Mirta Eberhard¹¹, Marija Mulanović Smolčić¹², Vesna Kauzlarić¹³, Lea Ivančić¹⁴, Martina Nadih¹⁵, Jasenka Babić¹⁶, Adela Krivohlavek¹, Dragoslav Dragojlović¹⁷

POLLEN ALLERGY - REAL TIME INFORMATION VIA THE "PELUDNA PROGNOZA" APPLICATION

Keywords: *Peludna prognoza application, allergen pollen, cross-reactions pollen - plant origin food, Croatia*

Pollen allergies represent a significant public health problem with impact on the quality of life. In order to timely inform and educate citizens, the PLIVAZdravlje portal in cooperation with the Andrija Stampar Teaching Institute of Public Health and Public Health County institutes has developed for Croatia the Peludna prognoza platform and mobile application. Peludna prognoza is also a background service for the mobile application on iOS and Android devices. It provides an overview of allergen pollen measurements in the air by regions and cities depending on the sampling interval. A scale with a numerical display from 0 to 12 was developed, in which the measured method of pollen grains in the air (concentration) is related to the prescribed constants. This method of calculation quantifies the concentration of pollen in the air within the already known color-coded concentration categories: low (green), moderate (yellow) and high (red). Peludna prognoza also comprises a list of the most common allergenic plants, along with a description, photos of the plants, and the allergenicity degree. These data facilitate the identification of allergenic plants in nature, and thus facilitate avoiding certain allergens. The application also provides an overview of cross-reactions between different types of plants with an emphasis on cross-reactions of pollen and plant origin food, because people who are sensitized to a certain type of allergenic pollen can react to other types of pollen (e.g., persons allergic to birch pollen can develop allergic symptoms during the ragweed flowering period and vice versa). Prolongation of allergic symptoms during the period when the pollen to which a person is allergic is not present in the air can occur, e.g., different flowering periods of birch and chestnut. Available information via the application allows one to adjust his or her diet, daily activities, and independent active influence on personal health. The application is free of charge and available to all users of smartphones with iOS and Android operating systems. The number of participating countries has expanded beyond the countries of central, southern and eastern Europe. Compounds that are analysed are polycyclic aromatic hydrocarbons, organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls.

In the period from April 2009 to April 2011, 26 air samples were collected in Zagreb by passive samplers. The average air flow through the passive collector was about 3.5 m³ per day. In general, sampling sites in central Europe (Czech Republic, Poland, and Hungary) showed lower concentrations of polychlorinated biphenyls (20-50%) than in southern and eastern Europe. Air samples at industrial sites in Romania and Russia showed very high concentrations of α -, β - and γ - isomers HCH. Hexachlorobenzene levels in the air were uniform in all participating countries with the exception of high levels in Russia. Pollution sites in the Czech Republic had very high concentrations of hexachlorobenzene. High levels of polycyclic aromatic hydrocarbons were measured in Romania, Montenegro, Russia and Bosnia and Herzegovina in the air of industrial sites.

¹ Andrija Stampar Teaching Institute of Public Health, Mirogojska c. 16, 10000 Zagreb

² PLIVA HRVATSKA d.o.o., Prilaz baruna Filipovića 25, 10000 Zagreb

³ Institute of Public Health Zadar, Ljudevita Posavskog 7A, 23000 Zadar

⁴ Institute of Public Health "Sveti Rok" Virovitičko-podravske županije, Ljudevita Gaja 21, 33000 Virovitica

⁵ Teaching Institute of Public Health of Primorsko-goranska County, Krešimirova 52a, 51000 Rijeka

⁶ Institute of Public Health Dubrovnik-Neretva County, Dr. A. Sercera 4a, 20001 Dubrovnik

⁷ Institute of Public Health Koprivnica-Križevci County, Trg Tomislava dr. Bardeka 10/10, 48000 Koprivnica

⁸ Public Health Institute of Split and Dalmatia County, Vukovarska 46, 21000 Split

⁹ Institute of Public Health Šibenik-Knin County, Put groblja 6, 22000 Šibenik

¹⁰ Public Health Institute Karlovac County, Vlatka Mačeka 48, 47000 Karlovac

¹¹ Institute of Public Health Osijek-Baranja County, F. Krežme 1, 31000 Osijek

¹² Public Health Institute Sisak-Moslavina County, Ulica kralja Tomislava 1, 44000 Sisak

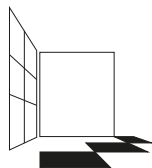
¹³ Teaching Institute of Public Health of Istria County, Nazorova 23, 52100 Pula

¹⁴ Institute of Public Health Varaždin County, Ul. Ivana Meštrovića, 42000 Varaždin

¹⁵ Institute of Public Health Brod-Posavina County, Vladimira Nazora 2A, 35000 Slavonski Brod

¹⁶ City Health Office, Šubićeva 38, 10000 Zagreb

¹⁷ Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, 10000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Karla Jagić¹, Marija Dvorščak¹, Blanka Tariba Lovaković¹, Darija Klinčić¹

UTJECAJ ČIMBENIKA IZ KUĆANSTVA NA KONCENTRACIJE SPOJEVA PBDE I ELEMENATA U TRAGOVIMA U KUĆNOJ PRAŠINI

Ključne riječi: polibromirani difenil eteri, elementi, kućna prašina, zagađivala

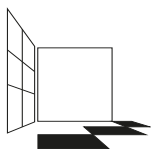
Kućna prašina je heterogena smjesa čestica koja zbog svoje velike specifične površine i visokog udjela organske tvari djeluje kao rezervoar za zagađivala u zatvorenom prostoru, uključujući polibromirane difenil etere (PBDE) i elemente u tragovima. PBDE su zabranjeni usporivači gorenja uglavnom korišteni kao aditivi u poliuretanskim pjenama, zavjesama, tepisima i dijelovima kućišta za električnu i elektroničku opremu. Elementi su sveprisutni i također se nalaze u mnogim proizvodima za kućanstva. Izloženost ljudi spojevima PBDE i elementima u tragovima iz prašine moguća je udisanjem, te gutanjem i dermalnom apsorpcijom, a zbog njihove dokazane toksičnosti, sve više raste zabrinutost za zdravlje ljudi.

Prikupljeno je 68 uzoraka prašine u kućanstvima iz različitih četvrti Zagreba i okolnih mjesta unutar Zagrebačke županije kako bi se procijenilo koji čimbenici u zatvorenim prostorima utječu na udjele 7 spojeva PBDE i 18 elemenata u tragovima. Raspon masenih udjela Σ PBDE bio je od 0,16 ng g⁻¹ do 200,09 ng g⁻¹ prašine, dok je medijan iznosio 4,19 ng g⁻¹ prašine. U najvišim masenim udjelima pronađeni su Al i Fe (vrijednosti medijana 9234 mg kg⁻¹ i 8035 mg kg⁻¹), a slijede Zn, Mn i Cu. Postupna višestruka linearna regresijska analiza za svaki pojedini element i Σ PBDE kongenera korištena je za utvrđivanje koji su od razmatranih čimbenika iz kućanstva (npr. broj ukućana, preuređenje, broj elektroničkih uređaja...) najbolji prediktori udjela elementa/ Σ PBDE. Rezultati sugeriraju da su broj ukućana i sati aktivnog korištenja elektroničkih uređaja pozitivni prediktori udjela Σ PBDE u prašini, dok je obnova kuća bila negativan prediktor, najvjerojatnije zbog primjene novih materijala proizvedenih nakon zabrane komercijalnih smjesa spojeva PBDE. Za većinu elemenata u tragovima, starost i površina kuće identificirani su kao najvažniji prediktori njihovih udjela u prašini, zatim broj prozora, broj zavjesa i vrijeme korištenja elektroničkih uređaja.

Maksimalni maseni udio Σ PBDE detektiran je u uzorku prašine prikupljenom u kući s najvećim brojem ukućana i zavjesa. Nadalje, u tom kućanstvu je zabilježena najmanja učestalost prozračivanja i usisavanja, a nedostatak ovih aktivnosti može pridonijeti zadržavanju zagađivala u zraku i prašini u zatvorenom prostoru.

Na području bez poznatih značajnih izvora zagađenja poput Zagreba, važno je procijeniti koji čimbenici iz kućanstva najviše utječu na udjele spojeva PBDE i elemenata u tragovima u kućnoj prašini. Ipak, treba uzeti u obzir utjecaj prašine s tla/ulice i vanjskog zraka koji sadrže suspendirane čestice kao posljedice antropogenih aktivnosti (industrijalizacija, promet).

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Hrvatska



Karla Jagić¹, Marija Dvorščak¹, Blanka Tariba Lovaković¹, Darija Klinčić¹

HOUSEHOLD VARIABLES AFFECTING PBDE AND TRACE ELEMENT CONCENTRATIONS IN HOUSE DUST

Keywords: *polybrominated diphenyl ethers, elements, house dust, contaminants*

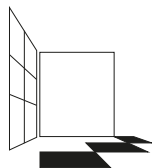
House dust is a heterogeneous mixture of particulate matter that, due to its large specific surface area and high organic content, acts as a sink for indoor contaminants, including polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and trace elements. PBDEs are banned flame retardants that have been mainly used as additives in polyurethane foams, curtains, carpets, and housing components for electrical and electronic equipment. Elements are ubiquitous and as well extensively found in many household products. PBDE and trace element exposure from dust can occur via inhalation, alongside to ingestion and dermal absorption. Since both of these groups of compounds have been proven to be toxic, human exposure to them represents a growing health concern.

To evaluate the possible indoor sources of 7 PBDEs and 18 trace elements in house dust, 68 dust samples were collected from households of different districts of Zagreb and surrounding places within Zagreb County, Croatia. Mass fractions of Σ PBDE ranged from 0.16 to 200.09 ng g⁻¹ dust, with median 4.19 ng g⁻¹ dust. Al and Fe were found in the highest fractions (median values 9234 and 8035 mg kg⁻¹, respectively), followed by Zn, Mn and Cu in descending order. Stepwise multiple linear regression analysis for each individual element and Σ PBDE congeners was used to identify which of the considered household variables (e.g. number of residents, renovation activity, number of electronic devices...) were the best predictors of element/ Σ PBDE fraction. Results suggested that number of residents and hours spent using electronic devices are positive predictors for Σ PBDE fractions in dust, while house renovation was a negative predictor, most likely due to the use of new materials produced after PBDEs commercial mixtures ban. For most trace elements, age of house and house area were identified as the most important contributors, followed by number of windows, number of curtains and time spent using electronic devices.

The maximum mass fraction of Σ PBDE was detected in dust sample collected from the house with the highest number of residents and curtains. Furthermore, the smallest ventilation and vacuum cleaning frequency was reported, and the lack of these activities can contribute to the retention of contaminants in indoor air and dust.

In an area like Zagreb, with no known significant sources of pollution, it is important to assess which household variables most affect PBDE and trace element fractions in house dust. Nevertheless, the impact of soil/street dust and outdoor air containing suspended particulate matter from anthropogenic activities (industrialization, vehicular traffic) should be taken into account.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Valentina Jagić¹, Vesna Gugec¹

IZRADA VIŠEKORISNIČKE BAZE PODATAKA KVALITETE ZRAKA U GIS SUSTAVU ZA PODRUČJE REPUBLIKE HRVATSKE

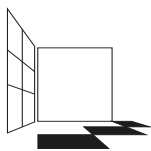
Ključne riječi: baza podataka, Geodatabase, GIS

Baza podataka izrađuje se prema određenom ključu, odnosno utvrđenoj potrebi gdje se grupiraju podaci kako bi se održao smisao i unutrašnja povezanost samih podataka. Uobičajeni postupak kreiranja baze podataka sastoji se od izrade konceptualne sheme izgleda tablice gdje se određuju entitete, atributi i veze, zatim izrada samih tablica i finalno unosa podataka u te tablice.

Geodatabase baza podataka je sastavni dio GIS sustava i daje podršku raznim aplikacijama unutar tog sustava, odnosno u bilo kojoj GIS aplikaciji mogu se koristiti podaci iz baze za izvođenje različitih željenih naredbi. Značajno svojstvo višekorisničke baze podataka (geodatabase) jest da sadrži prostorne slojeve i atributne tablice za pohranu podataka mjerenja kvalitete zraka. Prostorni slojevi u višekorisničkoj bazi koju smo kreirali prikazuju prostorni prikaz mreže postaja kvalitete zraka na području Republike Hrvatske na koje se vežu atributne tablice s vrijednostima karakterističnim za svaku pojedinu postaju. Nekoliko je izrađenih atributnih tablica u bazi, tablica općih podataka postaje i tablice mjerenja, a sve tablice su povezane. Tablica općih podataka postaje sadrži opće i glavne podatke o svakoj postaji pojedinačno, kao što su geografske koordinate, nadmorska visina, klasifikacija postaja, popis mjerenih onečišćujućih tvari i drugo. Tablice mjerenja, odnosno izmjerene vrijednosti onečišćujućih tvari sadrže brojčane vrijednosti svih onečišćujućih tvari koje se mjere na postajama.

Povezanost svih atributnih tablica omogućuje lakše provođenje operacija potrebnih za izradu studija, analiza i drugih oblika izvješća o kvaliteti zraka. U GIS portalu koriste se podaci iz geodatabase baze podataka i automatikom se vizualno prikazuju (dashboard) uz unaprijed određen način izračuna statističkih parametara i graničnih vrijednosti za onečišćujuće tvari kvalitete zraka. Ovakvom bazom postiže se željeni cilj, a to je da se pohrane svi podaci kvalitete zraka na jednom mjestu, grupiraju po nekom ključu, i unaprijed odredi način izračuna i prikaza statističkih parametara, gornjih i donjih granica procjene i graničnih i tolerantnih vrijednosti, čime se postiže djelomična automatizacija i ubrza proces izrade različitih znanstvenih i stručnih podloga.

¹ DHMZ, Ravnice 48, Zagreb



Valentina Jagić¹, Vesna Gugec¹

DEVELOPMENT OF A MULTI-USER DATABASE AIR QUALITY NETWORK IN THE GIS SYSTEM FOR THE TERRITORY OF REPUBLIC OF CROATIA

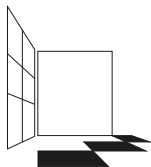
Keywords: *database, Geodatabase, GIS*

The database was created according to a determining need group data in order to maintain their meaning and internal connectedness. The usual procedure for creating a database consists of creating a conceptual layout schema for a table where entities, attributes, and relationships are determined, then creating tables and ultimately entering data into these tables.

Geodatabase databases are an integral part of the GIS system and support various applications within the system. Data from the geodatabase can be used in any GIS application to execute various desired queries. The important feature of a multi-user database (geodatabase) is to contain spatial layers and attribute tables for storing air quality measurement data. The spatial layers in the multi-user database we created show a spatial representation of the air quality network stations in the territory of the Republic of Croatia where the attribute tables are connected with the values specific to each station. There are several tables prepared in the database, a table of general data of stations, and tables of measurements, all tables are related. The general data table of the station contains general and main data on each station separately, such as geographical coordinates, altitude, classification of stations, list of measured pollutants, etc. The measurement tables, i.e. the measured values of pollutants, contain the numerical values of all pollutants measured at the stations.

The connectivity of all attribute tables enables the easier implementation of necessary operations for the preparation for studies, analyses, and other forms of air quality reports. Data from the geodatabase are used in the GIS portal and visually presented in the Dashboard with a predetermined method of calculating statistical parameters and limit values for air quality pollutants. This database achieves the desired goal, to store all air quality data in one place- in a consistent way, grouping them according to a key, and determine in advance the method of calculation of statistical parameters, the upper and lower assessment threshold, and limit and tolerant values, thus achieving an automated and consistent retrieval that accelerates the preparation of various scientific and expert studies.

¹ DHMZ, Ravnice 48, Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



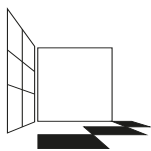
Ivana Jakovljević¹, Zdravka Sever Štrukil¹, Gordana Pehnec¹

USPOREDBA ULTRAZVUČNE EKSTRAKCIJE I UBRZANE EKSTRAKCIJE OTAPALOM PRI ODREĐIVANJU PAU U LEBDEĆIM ČESTICAMA

Ključne riječi: ASE, UZV, PAU

Policiklički aromatski ugljikovodici (PAU) jedni su od najpoznatijih onečišćivača okoliša koji mogu imati štetan učinak na zdravlje ljudi. Prethodna istraživanja pokazala su da neki PAU-i imaju visok kancerogeni i mutageni potencijal. U dosadašnjim istraživanjima kod pripreme uzoraka iz okoliša upotrebljavale su se razne metode ekstrakcije PAU-a. Metode ekstrakcije moraju biti učinkovite, praktične, pouzdane i postojane. U novijim istraživanjima još uvijek je zastupljena Soxhlet ekstrakcija zbog svoje visoke učinkovitosti, no sve više se upotrebljavaju i druge metode, poput ultrazvučne ekstrakcije (UZV), ekstrakcije mikrovalovima te u novije vrijeme i ubrzane ekstrakcije otapalom (ASE). ASE pri ekstrakciji PAU-a uglavnom ima istu učinkovitost kao i Soxhlet ekstrakcija, ali se pri tome koristi vrlo mali volumen otapala. Međutim, sam uređaj zahtjeva prilično visoka ulaganja pri nabavi i održavanju, a problem može predstavljati i sastavljanje te rastavljanje čelija za ekstrakciju uzoraka u svakodnevnom radu. Cilj ovog istraživanja bio je usporediti učinkovitost ultrazvučne ekstrakcije i ubrzane ekstrakcije otapalom pri analizi PAU-a iz zraka i standardnog referentnog materijala (Urban Dust, NIST 1649b). Rezultati pokazuju vrlo dobru korelaciju za oba postupka pripreme ($R^2 = 0,98$ za UZV ekstrakciju i $R^2 = 0,99$ za ASE ekstrakciju). Ispitana je i učinkovitost ekstrakcije PAU-a iz realnih uzoraka. Uzorci lebdećih čestica prikupljeni su tijekom 20 dana u stambenom, urbanom području. 24-satni uzorci frakcije lebdećih čestica PM_{10} sakupljeni su na kvarcnim filtrima pomoću automatskih uzorkivača malih volumena prosisanog zraka (LVS3, Sven Leckel). Kvarcni filter prerezan je na dva dijela. Jedan dio korišten je za ekstrakciju ASE-om, a drugi za ekstrakciju UZV-om. Analiza uzoraka provedena je tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti uz fluorescentni detektor promjenjivih valnih duljina ekscitacije i emisije. Kod ekstrakcije standardnog referentnog materijala ASE je imala bolju učinkovitost za PAU-ove s četiri aromatska prstena (fluoranten, piren, benzo(a)antracen, krizen), koji lakše isparavaju, u odnosu na PAU-e s većim brojem prstenova. Kod pripreme PAU-a iz uzoraka PM_{10} sakupljenih na filtre, ASE je pokazala bolju učinkovitost za sve PAU-ove, a naročito za fluoranten i piren. Učinkovitost ASE ekstrakcije PAU za NIST 1649b bila je veća od 96 %, dok je za UZV ekstrakciju učinkovitost bila veća od 82 %. Ovo istraživanje pokazalo je da su oba postupka ekstrakcije PAU iz lebdećih čestica prikladna za pripremu uzoraka te da ASE u odnosu na UZV pokazuje nešto bolju učinkovitost ekstrakcije, naročito kod PAU s manjim brojem aromatskih prstenova.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb



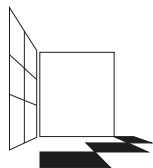
Ivana Jakovljević¹, Zdravka Sever Štrukil¹, Gordana Pehnec¹

A COMPARISON OF ULTRASONIC EXTRACTION AND ACCELERATED SOLVENT EXTRACTION OF PAH FROM AIR PARTICULATE MATTER

Keywords: ASE, ULE, PAU

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are one of the most well-known environmental pollutants that can have adverse effects to human health. Previous studies have shown that some PAHs have high carcinogenic and mutagenic potential. In previously studies different extraction methods have been used for the extraction of PAHs from environmental samples. Extraction methods must be effective, practical, reliable and steadfast because they form the basis for a successful analysis. Even nowadays many studies for PAH extraction techniques rely on Soxhlet extraction because of its high extraction efficiency, however various extraction methods have been established such as ultrasonic liquid extraction (ULE), microwave extraction and accelerated solvent extraction (ASE). ASE extraction generally has the same efficiency as Soxhlet extraction, but using a very small solvent volume. However, the instrument involves quite high costs and servicing, and a significant issue can be the assembly and disassembly of sample extraction cells in daily use. This study compared the efficiencies of the ultrasonic liquid extraction and accelerated solvent extraction in the extraction of organic compounds from airborne and urban dust (Standard Reference Material NIST 1649b). Results shows very good correlations for both extraction methods ($R^2=0.98$ for ULE and $R^2=0.99$ for ASE extraction). The efficiency of extraction of PAHs from aerosols were also determined. Samples of airborne were collected during 20 days at residential urban area. 24-hour samples of PM_{10} particles were collected on quartz filters with low-volume sequential automatic samplers (LVS3, Sven Leckel). Quartz filters were cut into two pieces. One part was used for ASE extraction and the other for ULE extraction. The analysis was performed using an Agilent Infinity 1260 high-performance liquid chromatography (HPLC) with a fluorescence detector and programmed changes in excitation and emission wavelengths. The results showed that ASE extraction of NIST 1649b has better efficiency for PAHs with four aromatic rings (fluoranthene, pyrene, benzo(a)anthracene, chrysene) which can evaporate easier than PAHs with five or more rings. Extraction of PM_{10} particle matter from filter by ASE procedure gives higher results for all PAHs especially for Flu and Pyr. The efficiency of PAHs by ASE extraction for NIST 1649b was higher than 96%, while for ULE extraction it was higher than 82%. This study showed that both PAH extraction methods from particulate matter are suitable for sample preparation but ASE shows slightly better extraction efficiency compared to ULE, especially for PAHs with four aromatic rings.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Patricija Kapš¹, Kristina Jazvo¹, Vesna Sarajčić¹

KONTROLA I VALIDACIJA PODATAKA MJERENJA KVALITETE ZRAKA NA DRŽAVNOJ MREŽI ZA TRAJNO PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA

Ključne riječi: koncentracije onečišćujućih tvari, Državna mreža, kontrola podataka, validacija podataka

Služba za upravljanje sustavom mjerenja kvalitete zraka u Državnom hidrometeorološkom zavodu trenutno provodi mjerenja koncentracija anorganskih spojeva (sumporova dioksid (SO_2), sumporovodika (H_2S), dušikovih oksida (NO , NO_2 , NO_x), amonijaka (NH_3), ugljikova monoksida (CO) i ozona (O_3)), hlapljivih organskih spojeva (benzena (C_6H_6)) i lebdećih čestica (PM_{10} i $\text{PM}_{2.5}$) na 25 mjernih postaja Državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka..

Podaci mjerenja koncentracija onečišćujućih tvari u vanjskom zraku se kontinuirano svakih sat vremena očitavaju i zapisuju s mjernih postaja državne mreže u bazu podataka mjerenja kvalitete zraka DHMZ-a. Izvorni podaci mjerenja kvalitete zraka dostupni su javnosti na portalu „Kvaliteta zraka u Republici Hrvatskoj“ (<http://iszz.azo.hr/iskzl/index.html>).

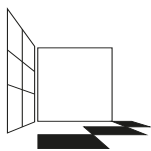
Minutni i satni podaci prolaze dnevnu kontrolu u informatičkom sustavu DHMZ-a prilikom koje se promatraju vremenski nizovi koncentracija onečišćujućih tvari i njihova ispravnost. Prilikom dnevne kontrole provjerava se status prijenosa podataka s mjerne postaje i zapis podataka mjerenja u bazu podataka, a provodi se i provjera valjanosti podataka u skladu s mjerilima iz Pravilnika o praćenju kvalitete zraka (NN 72/20). Prilikom dnevne kontrole provjerava se i operativan status rada mjernih uređaja (ispravnost rada), rezultati automatske provjere na čisti zrak (eng. "zero check") i na plin poznate koncentracije (eng. "span check") te vrijednosti temperature zraka unutar kontejnera na lokaciji mjerne postaje. S obzirom na rezultate provjere, mjerni podaci se proglašavaju važećima ili nevažećima u bazi podataka mjerenja DHMZ-a.

Validacija podataka mjerenja koncentracija onečišćujućih plinova se jednom godišnje provodi uz pomoć linearne korekcije upotrebom korekcijskih koeficijenata sukladno rezultatima umjeravanja i kontrole kvalitete rada mjernih uređaja za mjerenje koncentracija plinova. Validacija lebdećih čestica PM_{10} i $\text{PM}_{2.5}$ provodi se upotrebom korekcijskih funkcija iz važećih studija ekvivalencije koje je izradio Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada (IMI).

U svrhu kontrole i validacije podataka unutar DHMZ-a razvijeni su programski alati "Kontrola podataka" i "Validacija podataka" u programskom jeziku Python.

U ovom radu će biti predstavljeni primjeri iz aplikacije za dnevnu kontrolu podataka, na primjer bilježenje statusa podataka mjerenja u pojedinim slučajevima i ispravak statusa podataka mjerenja. U radu će biti prikazani i primjeri korekcije izvornih podataka mjerenja kvalitete zraka s mjernih postaja Državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka prilikom postupka godišnje validacije podataka.

¹ Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, 10000 Zagreb



Patricija Kapš¹, Kristina Jazvo¹, Vesna Sarajčić¹

STATE AIR QUALITY NETWORK DATA CONTROL AND DATA VALIDATION

Keywords: *pollutant concentrations, State Air Quality Network, data control, data validation*

The inorganic compounds (sulfur dioxide (SO₂), hydrogen sulfide (H₂S), nitrogen oxides (NO, NO₂, NO_x), ammonia (NH₃), carbon monoxide (CO) and ozone (O₃)), volatile organic compounds (benzene (C₆H₆)), and particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) concentration measurements are currently being conducted by the Air Quality Measurement System Management Department within the Croatian Meteorological and Hydrological Service (DHMZ) at 25 air quality measurement stations which comprise the State Air Quality Network.

Ambient air pollutant concentration data are continuously being recorded at measurement stations, and are being transferred hourly into the DHMZ air quality database. Raw air quality data are available to the public at the national air quality portal (<http://iszz.azo.hr/iskzl/index.html>).

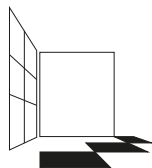
Minute and hourly data are subject to daily control by DHMZ's IT system. Pollutant concentration time series are being checked for validity. Data transfer status and database entry of data are being checked during daily control, and so is data validity according to the Air quality monitoring policy (OG 72/20). Analyzer's operational status, as well as their automatic zero (purified air) and span (known concentration) checks, air temperature within containers at measurement station sites, are being checked. Measurement data are being deemed as valid or invalid in the DHMZ's database according to daily control findings.

Pollutant concentration data validation is done yearly by linear correction. Air quality analyzer's calibration and quality check results yield correction coefficients which are then used in linear correction. PM₁₀ and PM_{2.5} data validation is done using correction coefficients obtained by equivalence studies performed by Institute for Medical Research and Occupational Health (IMI).

To facilitate the process of daily control and yearly validation DHMZ has developed apps named „Data control“ and „Data validation“. Apps are in Python.

The poster will present examples of daily data control, ie. records of measurement data status and correction of data status. Examples of raw air quality data correction by annual data validation will be presented.

¹ Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, 10000 Zagreb, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Zdenko Mlinar¹, Ivančica Kovaček¹, Vesna Bogdan¹

USPOSTAVA METODE ZA OTKRIVANJE SARS-COV-2 U ZRAKU

Ključne riječi: uzorkovanje zraka, virus, SARS-CoV-2, COVID-19, RT-PCR

Biološki čimbenici su svugdje oko nas, u unutarnjem i vanjskom zraku, na površinama, u tlu i vodi. Oni uglavnom nisu vidljivi golim okom, ali izloženost može uzrokovati akutne i kronične posljedice. To nikad nije bilo jasnije nego s pojavom koronavirusa SARS-CoV-2, kojeg se povezuje s preko 3,7 milijuna smrtnih slučajeva. Cilj rada je prikazati razvoj metode za uzorkovanje zraka u svrhu dokazivanja koronavirusa SARS-CoV-2. Uspostavljena metoda bi trebala pomoći boljem razumijevanju prisutnosti virusa i puteva širenja.

Uzorkovanje je provedeno s prijenosnim uređajem za uzorkovanje zraka MD8 Airport (Sartorius) usisavanjem 1000 l zraka na $\phi=80$ mm i $\phi=47$ mm gel-filtre (Sartorius). Nakon uzorkovanja zraka gel-filtre su pripremljeni za ekstrakciju RNA, usporedno s dva različita kita (Qiagen i EuroFins) kako bi se pronašao najprikladniji za uspostavu metode. Za potvrdu metode korišteni su SARS-CoV-2 pozitivni izolati. Nakon ekstrakcije je slijedila lančana reakcija polimeraze s reverznom transkripcijom u stvarnom vremenu (real-time RT-PCR), prvo obrnuta transkripcija (RT) virusne RNA u cDNA, a zatim njeno umnažanje sve do pojave amplikona. Koristili su se EuroFins kitovi, validirani i predviđeni za ispitivanja okolišnih uzoraka i površina, za otkrivanje ciljanih E, RdRP, i N gena virusa. Kombinacije početnica kitova su vrlo specifične za SARS-CoV-2 i ne reagiraju križno sa SARS-CoV, MERS-CoV ili sezonskim humanim koronavirusima HKU1, OC43, NL63, 229E.

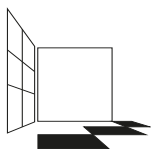
Ciljana ispitivanja provodila su se kako bi se dokazala prikladnost metode te su ista potvrđena u laboratorijskim uvjetima koristeći SARS-CoV-2 pozitivne izolate. Pratila se efikasnost uzorkovanja s dvije različite veličine filtera ($\phi=80$ i $\phi=47$ mm), od kojih se 47 mm pokazao prikladnijim za uzorkovanje SARS-CoV-2, zato što zahtjeva manje diluenta kako bi se dobila radna suspenzija iz koje slijedi ekstrakcija RNA. Ekstrakcija je provedena s dva kita od kojih je Qiagen pokazao bolje rezultate odnosno postignute su niže razine Cq vrijednosti pri provedbi RT-PCR reakcije.

Ono što SARS-CoV-2 razlikuje od svih prethodnika (SARS-a i MERS-a) jest iznimno visok stupanj zaraznosti koji se izražava osnovnim reproduktivnim brojem (R_0). Dok na R_0 utječu brojni biološki, društveno-bihevioralni i okolišni čimbenici koji uvjetuju prijenos patogena, potrebno je provoditi što više ispitivanja koja će omogućiti bolje shvaćanje ponašanja virusa u životnom i radnom prostoru. Uspostavljena metoda će svakako pomoći u tom cilju kao što će otvoriti vrata i za uspostavu novih metoda za praćenje različitih virusnih patogena u zraku.

Zahvala: Ovaj rad je napravljen unutar projekta „Centar za sigurnost i kvalitetu hrane“ (KK.01.1.1.02.0004).

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj.

¹ Nastavni zavod za javno zdravstvo „dr. Andrija Štampar“, Mirogojska cesta 16, 10000 Zagreb



Zdenko Mlinar¹, Ivančica Kovaček¹, Vesna Bogdan¹

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR DETECTING SARS-COV-2 IN AIR

Keywords: air sampling, virus, SARS-CoV-2, COVID-19, RT-PCR

Biological factors are all around us, both in indoor and outdoor air, on surfaces, in the soil, and in water. They are mostly invisible to the naked eye, but exposure can have acute and chronic consequences. This has never been more evident than with the emergence of the coronavirus SARS-CoV-2, which has been linked to over 3.7 million deaths. The aim of this paper is to present the development of an air sampling method for the detection of the SARS-CoV-2 coronavirus. The established method will help to better understand the presence of the viruses and the routes of its spread.

Samples were collected using a MD8 Airport portable air sampler (Sartorius) by aspirating 1000 l of air on $\phi=80$ mm and $\phi=47$ mm gel filters (Sartorius). After air sampling, the gel filters were prepared for RNA extraction, in parallel with two different kits (Qiagen and EuroFins) to find the most suitable one to perform the method. SARS-CoV-2 positive isolates were used to confirm the method. Extraction was followed by real-time RT-PCR polymerase chain reaction, first reverse transcription (RT) of viral RNA into cDNA and then its amplification until the appearance of an amplicon. The EuroFins kits, validated and intended for testing environmental samples and surfaces, were used for the targeted detection of E, RdRP and N viral genes. The primer combinations are highly specific for SARS-CoV-2 and do not cross-react with SARS-CoV, MERS-CoV or the seasonal human coronaviruses HKU1, OC43, NL63, 229E.

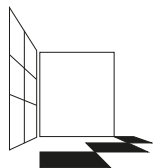
The suitability of the method was demonstrated by targeted testing and confirmed under laboratory conditions with SARS-CoV-2 positive isolates. Sampling efficiency was checked using two different filter sizes ($\phi=80$ and $\phi=47$ mm), of which 47 mm was found to be more suitable for SARS-CoV-2 sampling, as less diluent was required to obtain a working suspension from which RNA extraction was performed. The extraction was performed using two kits, of which Qiagen showed better results. Lower Cq values were obtained when performing the RT-PCR reaction.

What distinguishes SARS-CoV-2 from all its precursors (SARS and MERS) is its extremely high infectivity expressed by the basic reproductive number (R_0). While the R_0 is influenced by a number of biological, socio-behavioural and environmental factors that determine the transmission of the pathogen, there is a need to conduct as much testing as possible that will provide a better understanding of the behaviour of the virus in the living and working environment. The established method will certainly contribute to this goal as it will open the door for the establishment of new methods to monitor various viral pathogens in the air.

Acknowledgement: This work was carried out within the project "Food Safety and Quality Center" (KK.01.1.1.02.0004).

The project is co-financed by the European Union from the European Regional Development Fund.

¹ Andrija Stampar Teaching Institute of Public Health, Mirogojska cesta 16, Zagreb, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAŠTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



**Marija Surić Mihić¹, Branko Petrinc², Gordana Marović², Ivan Bešlić², Silvije Davila²,
Luka Pavelić² i Jasminka Senčar²**

ONEČIŠĆENJE ZRAKA ¹⁰⁶RU NAD EUROPOM Drugi dio: TRAGOVI ¹⁰⁶RU U PM₁₀ DILJEM HRVATSKE

Ključne riječi: ispuštanje onečišćenja u okoliš, rutenij, PM₁₀, ukupna beta aktivnost

Radioaktivne tvari sastavni su dio atmosfere, njihovo je podrijetlo prirodno, kozmogeno ili terestrijalno. Od sredine dvadesetoga stoljeća u atmosferi su prisutne i radioaktivne tvari proizvedene djelovanjem ljudi. Praćenje i određivanje radioaktivnih tvari u Hrvatskoj započelo je još 1959. godine i provodi se neprekidno do danas. Prisutnost radioaktivnih tvari u zraku ispituje se mjerenjem ukupne beta aktivnosti, što je početni podatak; želi li se saznati koji je od radionuklida prisutan u uzorku, provode se i posebne radiokemijske analize, alfa, beta i gamaspektrometrijskim metodama. Cilj ovoga rada je prodiskutirati povećanje vrijednosti ukupne beta aktivnosti zraka u svjetlu akcidenta ispuštanja ¹⁰⁶Ru, beta emitera, iz proizvodnje u okoliš.

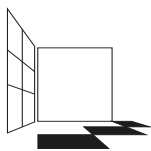
Na lokaciji Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada (IMI) u Zagrebu neprekidno se i svakodnevno na visini jedan metar iznad tla proisava zrak kroz filter papir Schneider-Poelman, plavi. U okviru Državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka na mjernim postajama Zagreb-3, Kutina, Parg i Dugi Otok sakupljaju se uzorci PM₁₀ frakcije lebdećih čestica. Dnevni uzorci PM₁₀ frakcije lebdećih čestica sakupljaju se referentnim LVS (eng. Low Volume Sampler) sakupljačima volumnog protoka od 2,3 m³ h⁻¹ na Whatman QMA kvarcnim filtrima promjera 47 mm. Filtri i uzorci kondicionirani su u uvjetima temperature od 19 °C - 21 °C i relativne vlažnosti od 45 % - 50 %, sukladno standardu EN 12341. Vaganje je provedeno na mikro-vagi Mettler Toledo XP6/M.

Za mjerenja ukupne beta aktivnosti korišteni su alikvotni uzorci filtra na kojima su sakupljene lebdeće čestice. U sakupljenom uzorku zraka najmanje 120 sati nakon uzorkovanja mjeri se ukupna beta aktivnost u beta brojaču niskih aktivnosti Low-level beta GM multicounter system; model RISØ GM-25-5. Kalibracija efikasnosti provedena je standardima Češkog metrološkog instituta.

U ovom su radu prikazani rezultati određivanja ukupne beta aktivnosti zraka u uzorcima PM₁₀ frakcije lebdećih čestica sakupljenima krajem rujna i početkom listopada 2017. godine. Rezultati sa svih mjernih postaja su međusobno uspoređeni. Vrijednosti ukupne beta aktivnosti povećale su se u svim uzorcima zraka već od 30. rujna, da bi se maksimalne vrijednosti postigle 1. listopada (ukupne lebdeće čestice u Zagreb-IMI: 119 mBq m⁻³; te PM₁₀ frakcije lebdećih čestica, Kutina: 100 mBq m⁻³; Zagreb-3: 85 mBq m⁻³; Parg: 95 mBq m⁻³) i 2. listopada na Dugom Otoku: 56 mBq m⁻³. Nad Hrvatskom se oblak rutenija nadvio sa sjeveroistoka prema jugozapadu i onečišćenje je trajalo do najviše pet dana. Vrijednosti ukupne beta aktivnosti zraka vratile su se na one slične prosječnim, uobičajenim vrijednostima za pojedinu lokaciju, već od 4. do 6. listopada (oko i ispod 1 mBq m⁻³). Srećom, sve izmjerene vrijednosti bile su ispod intervencijskih nivoa i nisu zahtijevale zaštitne mjere.

¹ MUP, Ravnateljstvo civile zaštite, Zagreb, Nehajska 5

² Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb, Ksaverska cesta 2



**Marija Surić Mihić¹, Branko Petrinec², Gordana Marović², Ivan Bešlić², Silvije Davila²,
Luka Pavelić² i Jasminka Senčar²**

AIR POLLUTION BY ¹⁰⁶Ru IN EUROPE

Part two: FINGERPRINT OF ¹⁰⁶Ru IN PM₁₀ IN CROATIA

Keywords: *Air pollution, Ruthenium, PM₁₀ particle fractions, Total beta activity*

Radiation and radioactive substances are natural and permanent features of the environment and the use of human made radiation is widespread. Within the scope of systematic investigations of the environment, the Radiation Protection Unit and Environmental Hygiene Unit of the Institute for Medical Research and Occupational Health in Zagreb conducts measurements of total beta activity in the air, as well as measurement and analysis of alfa, beta or gamma radionuclides by specific radiochemical analyses and spectrometric measurements and measurement and analysis of suspended particulate matter in the air. The aim of this paper is to discuss the increase of total beta air activity in light of the accidental release of ¹⁰⁶Ru, beta emitter, into the environment.

We investigated the total beta activity of PM₁₀ particle fractions collected on a daily basis from national air quality monitoring stations.

The monitoring of radioactivity in the air at selected locations in Croatia includes the determination of total beta activity in the air on a regular daily basis.

Samples of air were collected on a daily basis by passing a stream of air through a blue Schneider-Poelman filter-paper, 1 m above ground.

The daily PM₁₀ particle fraction samples were collected in the national network for air quality monitoring with reference LVS (Low Volume Samplers). The volume flow was 2.3 m³ h⁻¹. Samples were collected on Whatman QMA quartz filters 47 mm in diameter. Filters and samples were conditioned under a temperature condition of 19-21 °C and a relative humidity of 45-50% according to the EN 12341 standard. The weighing was carried out on a Mettler Toledo XP6/M microbalance.

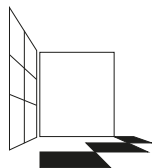
In the collected samples, at least 120 hours after sampling, total beta activity was measured in a beta counter (Low-level beta GM multiscaler system; model RISØ GM-25-5). Efficiency calibration was carried out using the standards of the Czech Metrology Institute.

This paper presents the results of determining the total beta activity of air collected in PM₁₀ particle fraction daily samples in late September and early October 2017. The results from all measuring stations are compared. The values of total beta activity were increased in all air samples as early as September 30. The maximum values of the total beta activity were measured at all sites on 1st October (Zagreb-IMI: 119 mBq m⁻³; Kutina: 100 mBq m⁻³; Zagreb-3: 85 mBq m⁻³; Parg: 95 mBq m⁻³) or 2nd October (Dugi Otok: 56 mBq m⁻³). The duration of high values of total beta activity (due to ¹⁰⁶Ru pollution) lasted for a few days, until 4th or 5th October.

Fortunately, due to low concentrations there was no need for any protective action.

¹ MUP, Ravnateljstvo civilne zaštite, Zagreb, Nehajska 5

² Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Ivan Pavičić¹, Ana Marija Marjanović Čermak¹

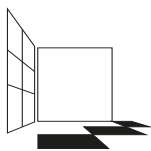
PRISUTNOST AZBESTNIH VLAKANA U ZRAKU U ZGRADI HRVATSKOG NARODNOG KAZALIŠTA ZAGREB

Ključne riječi: PLM, azbest u zraku, mikroskopija, membranska filtracija

Azbest je prirodni silikatni mineral koji se zbog svojih „čudotvornih“ svojstava ugrađivao u više od 3000 proizvoda (npr. žbuka, krovni pokrov, betonske ploče i cijevi, protupožarna izolacija, konopi i dr.). Krizotil, amozit, krocidolit, temolit, aktinolit i antofilit su komercijalno najčešće korišteni azbesti. Iako je uvoz i proizvodnja materijala koji sadrži azbest zabranjena u Hrvatskoj, azbest je prisutan na cijelome teritoriju RH. Cilj istraživanja bio je procijeniti koncentracije ukupnih i azbestnih vlakana u zraku nakon sanacije kotlovnice Hrvatskoga narodnog kazališta u Zagrebu. Uzorkovanja zraka provedena su pri zatvorenom prostoru na visini zone disanja računajući od podloge. Koncentracija ukupnih i azbestnih vlakana određena je korištenjem metode membranske filtracije. Uzorci su analizirani korištenjem mikroskopa s polarizacijskim svjetlom (PLM). Analizom pomoću PLM-a, za razliku od mikroskopije s faznim kontrastom (PCM), moguće je ustanoviti karakteristične osobine azbestnih vlakana: anizotropija, morfologija, reljef, oblik, sjaj, dvolom, polarizacija i boja. Rezultati analiza su pokazali prisustvo ukupnih vlakna respirabilne veličine u zraku na svim mjernim mjestima. Raspon izmjerenih koncentracija ukupnih vlakana u zraku bio je od 0,001 vl/cm³ do 0,005 vl/cm³. U svim mjerenim prostorijama vlakna azbesta u zraku nisu pronađena.

U Hrvatskoj nema Pravilnika koji propisuje maksimalno dozvoljene vrijednosti za respirabilne veličine azbestnih vlakana u zraku općeg okoliša, jer azbestnih vlakana na bi smjelo ni biti u zraku. Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izlaganja azbestu NN 40/07, Zakona o zaštiti na radu (NN 59/96; 94/96, 114/03 i 100/04) propisuje maksimalno dopustivu koncentraciju (članak 9) azbestnih vlakana za osmosatnu izloženost na radnom mjestu od 0,1 vl/cm³.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb, Hrvatska



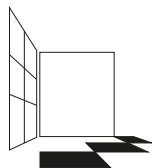
Ivan Pavičić¹, Ana Marija Marjanović Čermak¹

PRESENCE OF ASBESTOS FIBERS IN THE AIR AT THE CROATIAN NATIONAL THEATRE BUILDING IN ZAGREB

Keywords: *PLM, asbestos in air, microscopy, membrane filter method*

Asbestos, or “miracle fiber”, is a natural occurring silicate mineral that has been incorporated into more than 3000 products (eg plaster, roof covering, concrete slabs and pipes, fireproofing, ropes, etc.). Chrysotile, amosite, crocidolite, tremolite, actinolite and anthophyllite are commercially the most commonly used asbestos. Although the import and production of asbestos-containing material is prohibited in Croatia, asbestos is present throughout the territory of the Republic of Croatia. In order to determine concentrations of total and asbestos fibres in the air, air was sampled after boiler room renovation of the Croatian National Theatre building. Samples of air were taken at the height of the breathing zone starting from the ground. The concentration of total and asbestos fibres was determined using membrane filter method. Samples were analysed by means of polarized light microscopy (PLM). By PLM analysis, unlike microscopy with phase contrast (PCM), it is possible to establish characteristic traits of asbestos fibers; anisotropy, morphology, relief, shape, shine, twist, polarization and color. The analysis showed the presence of total breathable airborne fibers at all measuring stations. The concentration range of the total fiber in the air was from 0.001 to 0.005 fibres/cm³. Respirable size of asbestos fibers in the air were not found. In Croatia, allowable values of respirable size of asbestos fibers in the air in the general environment are not prescribed. However, Croatian Occupational Safety and Health Law (NN 59/96, 94/96, 114/03 and 100/04), and the Risks related to exposure of workers to asbestos bylaw (NN 40/07), where the Article 9. instruct that the eight-hour time-adjusted average single worker is allowed to be exposed to a concentration of asbestos in the air no more than 0.1 fibres/cm³.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health Ksaverska cesta 2, Zagreb, CROATIA



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



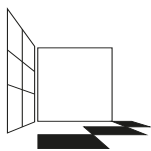
Nenad Periš¹, Angela Stipišić¹

KONCENTRACIJE PRIZEMNOG OZONA U ZRAKU NA PODRUČJU GRADA SPLITA

Ključne riječi: zrak, uredba, prizemni ozon

Ozon (O_3) je plin koji u nižim dijelovima atmosfere (troposferi), kao snažan oksidans, štetno djeluje na vegetaciju i čovjeka. Za razliku od primarnih onečišćujućih tvari, koje se emitiraju izravno u zrak, prizemni ozon se ne ispušta izravno u atmosferu već nastaje složenim kemijskim reakcijama nakon emisije njegovih prekursora, kao što su dušikovi oksidi i lakohlapivi organski spojevi. Te reakcije odvijaju se uz prisustvo sunčevog zračenja. Većina prekursora prizemnog ozona dolazi iz antropogenih izvora. Glavne ljudske aktivnosti koje doprinose stvaranju ozona su: promet, sagorijevanje goriva u proizvodnji energije i industriji, uporaba otapala, izgaranje biomase i poljoprivreda. Prema podacima Europske agencije za zaštitu okoliša većina stanovništva europskih gradova izložena je povišenim razinama prizemnog ozona. Propisana ciljna vrijednost prema Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20) za prizemni ozon iznosi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za najvišu dnevnu osmosatnu srednju vrijednost te ne smije biti prekoračena više od 25 dana tijekom kalendarske godine. Mjerenja koja provodi NZJZ SDŽ obavljena su automatskim mjernim uređajem APOA – 370, Horiba Ltd. na temelju UV apsorpcije pri 253,7 nm. Srednja godišnja vrijednost ozona u 2020. godini na mornoj postaji u središtu grada Splita iznosila je $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tijekom godine zabilježeno je 19 prekoračenja ciljne vrijednosti ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) u ljetnim mjesecima, kao posljedica jakog sunčeva zračenja uz prisustvo prekursora. Kvaliteta zraka s obzirom na izmjerenu koncentraciju prizemnog ozona u zraku je za 2020. godinu I. kategorije na području grada Splita. Usporedba analiziranih vrijednosti tijekom posljednje četiri godine ukazuje na blagi pad srednje godišnje vrijednosti (2017. $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 2018. $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 2019. $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 2020. $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Istodobno je zabilježen i pad broja prekoračenja ciljne vrijednosti tijekom kalendarske godine.

¹ Nastavni zavod za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije, Vukovarska 46, 21000 Split, Croatia



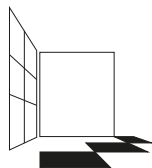
Nenad Periš¹, Angela Stipišić¹

THE GROUND-LEVEL OZONE CONCENTRATIONS IN THE AIR OF THE SPLIT CITY AREA

Keywords: *air, regulation, ground-level ozone*

Ozone (O_3) is a gas that in the lower parts of the atmosphere (troposphere), as a strong oxidant, has a detrimental effect on vegetation and humans. Unlike primary pollutants, being emitted directly into the air, ground-level ozone is not released directly into the atmosphere but is formed by complex chemical reactions after the emission of its precursors, such as nitrogen oxides and volatile organic compounds. These reactions are induced by solar radiation. Most ozone precursors originate from anthropogenic sources. The main human activities contributing to ozone formation are: transport, fuel combustion in energy production and industry, solvent use, biomass combustion and agriculture. According to the European Environment Agency, the majority of the population of European cities has been exposed to elevated levels of ground-level ozone. The prescribed target value according to the Regulation on air pollutant levels (OG 77/20) for ground-level ozone amounts to $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for the highest daily eight-hour mean. The measured ozone value must not be exceeded for more than 25 days during a calendar year. Measurements carried out by the Public Health Institute of Split and Dalmatian County were performed with an automatic measuring device APOA - 370, Horiba Ltd. based on UV absorption at 253.7 nm. The average annual value of ozone in 2020 was $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in the centre of the city of Split. During the year, 19 exceedances of the target value ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) were recorded during summer months as a result of strong solar radiation and sufficient amount of precursors. Air quality in relation to the measured concentration of the ground-level ozone in the air for 2020 was of category I in the Split city area. A comparison of the analyzed values over the last four years indicated a slight decline in the average annual value (2017 $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 2018 $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 2019 $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 2020 $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$). At the same time, there was a decrease in the number of exceedances of the target value during the calendar year.

¹ The Public Health Institute of Split and Dalmatian County, 46 Vukovarska, 21000 Split, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



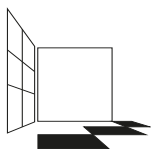
Branko Petrincec¹, Marko Šoštarić¹, Dinko Babić¹, Jasminka Senčar¹

ONEČIŠĆENJE ZRAKA ¹⁰⁶Ru NAD EUROPOM
Prvi dio: GAMASPEKTROMETRIJSKA MJERENJA ¹⁰⁶Ru U
HRVATSKOJ

Ključne riječi: ¹⁰⁶Ru, gamaspektrometrijska mjerenja, uzorkovanje zraka, radioaktivnost

Praćenje i kvantifikacija radioaktivnih tvari u zraku započelo je u Hrvatskoj 1961. godine i provodi se neprekidno sve do danas u Jedinici za zaštitu od zračenja Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada, a u sklopu programa praćenja radioaktivnosti okoliša. Jedinica za zaštitu od zračenja dio je Europske mreže laboratorija "Ring of 5 – Ro5" koji imaju kapacitete za rano otkrivanje radionuklida u zraku. Kvantifikacija radioaktivnosti u zraku provodi se visokorezolucijskom gamaspektrometrijom, metodom koja je akreditirana prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2017. Kalibracija energije i efikasnosti gamaspektrometra provedena je uz pomoć kalibracijskih izvora (standarda) Češkog metrološkog instituta koji pokrivaju energiju između 40 keV i 2500 keV. Uzorci zraka dobivaju se pumpanjem velikog volumena zraka kroz Petrianov filter (FPP-15-1.5) smješten na 1,5 m iznad tla te korištenjem ASS-500 HVS (High Volume Sampler ASS-500) stanice. U razdoblju 29. 9. 2017. - 9. 10. 2017. godine izmjerene su koncentracije aktivnosti ¹⁰⁶Ru iznad granice detekcije u uzorcima zraka uzorkovanog na lokaciji Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada u Zagrebu. Prosječna koncentracije aktivnosti ¹⁰⁶Ru u zraku u navedenom razdoblju u Zagrebu bila je $1,33 \cdot 10^{-2} \text{ Bq m}^{-3}$. Analizom svih podataka izmjerenih u laboratorijima mreže Ro5 određeno je mjesto ispuštanja ¹⁰⁶Ru kao i njegovo rasprostiranje Europom. U studenome 2017. godine Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA) je objavila da je došlo do nekontroliranog ispuštanja ¹⁰⁶Ru. Sve članice IAEA su potvrdile da je to točno ali niti jedna nije preuzela odgovornost. Detaljnom analizom podataka mreže Ro5 u sklopu kojih su i podaci iz IMI-ja došlo se do zaključka da je ispuštanje bilo u Rusiji a o tome je objavljen i znanstveni rad.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska c. 2, Zagreb, Hrvatska



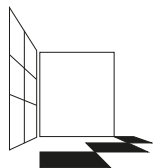
Branko Petrincec¹, Marko Šoštarić¹, Dinko Babić¹, Jasminka Senčar¹

AIR POLLUTION BY ¹⁰⁶Ru IN EUROPE
Part one: GAMMA-RAY SPECTROMETRY MEASUREMENTS
OF ¹⁰⁶Ru IN CROATIA

Keywords: ¹⁰⁶Ru, gamma-ray spectrometry, sampling of air, radioactivity

Monitoring and quantification of radioactive matter in air began in Croatia in 1961. This has continued until today in the Radiation Protection Unit of the Institute for Medical Research and Occupational Health as part of a programme of environmental radioactivity monitoring. The Radiation Protection Unit is a member of the European “Ring of 5 – Ro5” network of laboratories capable of early detection of radionuclides in air. The quantification of radioactivity in air is carried out by means of high-resolution gamma-ray spectrometry, using a method accredited according to the HRN EN ISO/IEC 17025:2017 standard. Energy and efficiency calibrations is performed using calibration sources from the Czech Metrology Institute that cover an energy range of 40-2500 keV. Sampling is carried out by pumping a large air volume through a Petrianov filter (FPP-15-1.5) placed at 1.5 m above the ground, using an ASS-500 HVS (High Volume Sampler ASS-500) sampling station. Between 29 September and 9 October 2017, in the air sampled at the Institute for Medical Research and Occupational Health in Zagreb, we measured activity concentrations of ¹⁰⁶Ru that exceeded detection limit, the average value being $1.33 \times 10^{-2} \text{ Bq m}^{-3}$. An analysis of all the data collected in the laboratories of the Ro5 network led to a determination of both the origin of the release and the spread of the radionuclide over Europe. In November 2017, the International Atomic Energy Agency (IAEA) announced that there had been an uncontrolled release of ¹⁰⁶Ru. All of the IAEA members confirmed the release but none of them took the responsibility. By analysing the data of the Ro5 network, to which the IMROH also contributed, it was concluded that the release spot was in Russia. This has been elaborated in a published scientific paper.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska c.2, 10000 Zagreb



DVANAESTI HRVATSKI
ZNASTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Jasmina Rinkovec¹, Magdalena Vincetić¹, Gordana Pehneć¹, Silva Žužul¹, Silvije Davila¹, Ivan Bešlić¹

PLATINA, PALADIJ I RODIJ U ZRAKU ZAGREBA

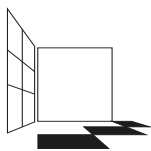
Ključne riječi: automobilski pretvornici, metali, PGE, PM_{10}

Platina, paladij i rodij upotrebljavaju se u različitim granama industrije, a najveću primjenu imaju u proizvodnji automobilskih katalitičkih pretvornika čija je svrha smanjenje emisije plinovitih onečišćujućih tvari u zrak. Oštećenja automobilskih katalitičkih pretvornika uzrokuju vrući ispušni plinovi koji prolaskom kroz te sustave dovode do emisije platine, paladija i/ili rodija u okoliš. Sve veća upotreba automobilskih pretvornika dovela je do povećanja navedenih metala u okolišu, a time i do veće biodostupnosti što potencijalno stvara zabrinutost zbog nedovoljno istraženog utjecaja platine, paladija i rodija iz okoliša na zdravlje ljudi.

U sklopu internog projekta Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada „Razine elemenata platinske skupine (PGE) u blizini prometnica“ provode se sakupljanja frakcije lebdećih čestica PM_{10} (frakcija aerodinamičkog promjera manjeg od $10\ \mu m$) na tri urbane mjerne postaje (Sjever, Centar i Jug) s različitim gustoćom prometa. Tjedni uzorci PM_{10} frakcije lebdećih čestica sakupljeni su tijekom 2018. i 2019. godine na kvarcnim filtrima proisjavanjem $\sim 800\ m^3$ zraka, zatim pripremljeni mikrovalnom razgradnjom u dušičnoj kiselini pod povišenim tlakom i temperaturom te analizirani spektrometrijom masa uz induktivno spregnutu plazmu (ICP MS).

Cilj ovog istraživanja je kvantitativno određivanje razina platine, paladija i rodija u lebdećim česticama u zraku. Na sve tri mjerne postaje najviše masene koncentracije dobivene su za paladij, a najniže za platinu za obje godine uzorkovanja. Prosječne godišnje masene koncentracije platine, paladija i rodija rastle su za sva tri elementa u smjeru Sjever < Centar < Jug. Na svim mjernim postajama pronađene su statistički značajne sezonske varijacije masenih koncentracija s najvišim vrijednostima izmjerenim tijekom hladnijeg dijela godine (jesen - zima). U usporedbi s prijašnjim istraživanjima ovih metala u zraku Zagreba (2015. – 2017.) uočeno je smanjenje masenih koncentracija tijekom 2018. i 2019. godine. Nastavak praćenja masenih koncentracija platine, paladija i rodija tijekom više godina pokazat će postoje li odnosno kakvi su trendovi ovih elemenata u okolišu.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Hrvatska



Jasmina Rinkovec¹, Magdalena Vincetić¹, Gordana Pehnec¹, Silva Žužul¹, Silvije Davila¹, Ivan Bešlić¹

PLATINUM, PALADIUM AND RHODIUM IN ZAGREB AIR

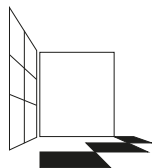
Keywords: *automobile converters, metals, PGE, PM₁₀*

Platinum, palladium and rhodium are used in various industries, and have the greatest application in the production of automotive catalytic converters whose purpose is to reduce the emission of gaseous pollutants into the air. Damage to automotive catalytic converters is caused by hot exhaust gases that pass through these systems, leading to emissions of platinum, palladium and/or rhodium into the environment. The increasing use of automotive converters has led to an increase in the levels of these metals in the environment, and thus to their greater bioavailability, which potentially raises concerns about the insufficiently researched environmental impact of platinum, palladium and rhodium on human health.

The sampling of the PM₁₀ fraction of particulate matter (fraction with an aerodynamic diameter less than 10 µm) at three urban monitoring stations (north, centre and south) with different traffic densities is conducted as part of the internal project of the Institute for Medical Research and Occupational Health entitled "Levels of platinum group elements (PGE) near roads". Weekly samples of PM₁₀ fraction of particulate matter were collected during 2018 and 2019 on quartz filters with an air flow ~ 800 m³, prepared by microwave digestion in nitric acid under high pressure and temperature and analysed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP MS).

The aim of this study was to quantify the levels of platinum, palladium and rhodium in airborne particulate matter. At all three monitoring stations, the highest mass concentrations were obtained for palladium, and the lowest for platinum for both sampling years. The average annual mass concentrations of platinum, palladium and rhodium increased for all three elements in the direction north < centre < south. Statistically significant seasonal variations of mass concentrations with the highest values measured during the colder part of the year (autumn - winter) were found at all of the monitoring stations. Compared to previous research on these metals in the air of Zagreb (2015-2017), a decrease in mass concentrations was observed during 2018 and 2019. Continued monitoring of the mass concentrations of platinum, palladium and rhodium over several years will show what are or whether there are any at all trends for these elements in the environment.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



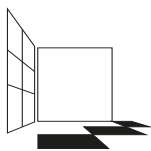
Zdravka Sever Štrukil¹, Ivana Jakovljević¹, Ranka Godec¹, Gordana Pehnec¹

KANCEROGENA AKTIVNOST POLICIKLIČKIH AROMATSKIH UGLJIKOVODIKA U PM₁ FRAKCIJI LEBDEĆIH ČESTICA U ZAGREBU

Ključne riječi: PAU, HPLC, benzo(a)piren, toksični ekvivalenti faktor

Fine čestice aerodinamičkog promjera manjeg od 1 μm (PM₁) igraju važnu ulogu u učincima na ljudsko zdravlje jer ostaju raspršene dulje vrijeme u atmosferi u odnosu na krupnije čestice, mogu se prenositi na velike udaljenosti i prodiru dublje u pluća. Budući da imaju veću površinu po jedinici mase u usporedbi s većim česticama, imaju i tendenciju apsorpcije većih koncentracija organskih i anorganskih spojeva, od kojih su mnogi dokazano kancerogeni poput policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU). U ovom istraživanju određene su masene koncentracije deset mjerenih PAU vezanih na PM₁ frakciju lebdećih čestica, te je ispitana njihova kancerogena aktivnost. Uzorkovanje lebdećih čestica provedeno je tijekom 30 dana u svakom godišnjem dobu u 2019. godini na dvije lokacije u Zagrebu. Lokacija A je gradska pozadinska postaja s umjerenom gustoćom prometa, dok je lokacija B gradska prometna postaja. Koncentracija PAU određivana je kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC) s fluorescentnim detektorom promjenjivih valnih duljina ekscitacije i emisije. Određivani su fluoranten (Flu), piren (Pir), benzo(a)antracen (BaA), krizen (Kri), benzo(b)fluoranten (BbF), benzo(k)fluoranten (BkF), benzo(a)piren (BaP), dibenzo(a,h)antracen (DahA), benzo(ghi)perilen (BghiP) i indeno(1,2,3-cd)piren (IP). Koncentracije PAU pokazuju izrazitu sezonsku ovisnost sa značajno višim koncentracijama u zimi u odnosu na ljeto na obje lokacije. Srednje vrijednosti deset mjerenih PAU bile su u rasponu od 0,036 ng m⁻³ ljeti do 1,314 ng m⁻³ zimi na lokaciji A odnosno (0,069 – 2,756) ng m⁻³ na lokaciji B. U zimi su na lokaciji B izmjerene statistički značajno više koncentracije za sve PAU osim za DahA u odnosu na lokaciju A. Masene koncentracije BaP na obje lokacije bile su u rastućem raponu: ljeto < proljeće < jesen < zima sa srednjom vrijednosti 0,893 ng m⁻³ na lokaciji A odnosno 1,281 ng m⁻³ na lokaciji B. Kancerogena aktivnost PAU određena je preko ekvivalenta BaP (BaP_{eq}) na način da se izmjerena koncentracija pojedinog PAU u vanjskom zraku pomnožila s toksičnim ekvivalentnim faktorom (TEF) iz literature. Za lokaciju B su izračunate veće kancerogene aktivnosti u svim godišnjim dobima u odnosu na lokaciju A. Najviša kancerogena aktivnost izmjerena je zimi na lokaciji B (5,021 ng m⁻³), a najniža ljeti (0,059 ng m⁻³) na lokaciji A. Najveći doprinos kancerogenoj aktivnosti na obje lokacije dolazi od BaP (66,3 % na lokaciji B, odnosno 65,2 % na lokaciji A). Nakon BaP slijedi BbF, čiji je doprinos ukupnoj kancerogenoj aktivnosti na obje lokacije iznosio 9,3 %, a zatim DahA i IP s doprinosima 14,1 % i 8,0 %. Zbroj doprinosa ostalih PAU bio je manji od 7,9 % na obje lokacije u svim godišnjim dobima.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Hrvatska



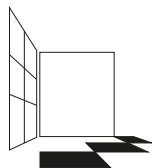
Zdravka Sever Štrukil¹, Ivana Jakovljević¹, Ranka Godec¹, Gordana Pehnec¹

CARCINOGENIC ACTIVITY OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN PM₁ PARTICLE FRACTION IN ZAGREB

Keywords: PAHs, HPLC, benzo(a)piren, toxic equivalency factor

Fine particles with an aerodynamic diameter of less than 1 μm (PM₁) play an important role in affecting human health because they can remain suspended for longer periods of time in the atmosphere than coarse particles, can be transported over long distances and penetrate more effectively into the deep lung. Because they have a larger surface area per unit mass compared to larger particles, they also tend to absorb higher concentrations of organic and inorganic compounds, many of which have been shown to be carcinogenic such as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). In this study, the mass concentrations of ten measured PAHs in PM₁ particle fraction were determined, and their carcinogenic activity was calculated. Sampling of PM₁ particle fraction was carried out during 30 days in each season in 2019 at two locations in Zagreb. Location A is a city background station with a moderate traffic density, while location B is a city traffic location. PAHs concentrations were determined by liquid chromatography (HPLC) with a fluorescence detector and programmed changes in excitation and emission wavelengths. Following PAHs were analyzed: fluoranthene (Flu), pyrene (Pyr), benzo(a)anthracene (BaA), chrysene (Chry), benzo(b)fluoranthene (BbF), benzo(k)fluoranthene (BkF), benzo(a)pyrene (BaP), dibenzo(a,h)anthracene (DahA), benzo(ghi)perylene (BghiP), and indeno(1,2,3-cd)pyrene (IP). PAHs concentrations show a pronounced seasonal dependence with significantly higher concentrations in winter compared to summer in both locations. The mean values of the ten measured PAHs ranged from 0.036 ng m⁻³ in summer to 1.314 ng m⁻³ in winter at location A and (0.069 – 2.766) ng m⁻³ at location B. In winter, statistically significantly higher concentrations were measured at location B for all PAHs except for DahA compared to location A. Mass concentrations of BaP at both locations were in the following ascending range: summer < spring < autumn < winter with a mean of 0.893 ng m⁻³ at location A and 1.281 ng m⁻³ at location B. The total carcinogenic activity was determined as the sum of BaP equivalents (BaPeq) by multiplying each PAH concentration by its individual toxic equivalency factor (TEF) from literature. At location B, higher carcinogenic activities were calculated in all seasons compared to location A. The highest carcinogenic activity was 5.021 ng m⁻³ in winter at location B, and the lowest 0.059 ng m⁻³ in summer at location A. The largest contribution to carcinogenic activity at both locations comes from BaP (66.3 % at location B and 65.2 % at location A). In addition to BaP, the contribution of BbF to total carcinogenic activity at both locations was 9.3 %, the contribution of DahA 14.1 % and IP 8.0 %. The sum of the contributions of other PAHs was less than 7.9 % at both locations in all seasons.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNAJSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Stipica Šarčević¹, Irena Katanec¹

**OCJENA KVALITETE ZRAKA NA PODRUČJU REPUBLIKE
HRVATSKE NA OSNOVI REZULTATA MJERENJA 2016. -
2020. S OBZIROM NA ONEČIŠĆENJA LEBDEĆIM
ČESTICAMA PM₁₀ I PM_{2,5} TE NO₂ I OZONOM**

Ključne riječi: kvaliteta zraka, studija, PM₁₀, PM_{2,5}, dušikov dioksid, ozon, lebdeće čestice

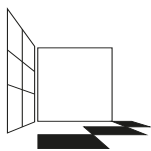
Kvaliteta zraka značajno utječe na zdravlje ljudi, ekosustave, kvalitetu života te doprinosi klimatskim promjenama. Složenost atmosferskih čimbenika, te njihova međusobna ovisnost čini sustav praćenja kvalitete zraka izazovnim u svakom pogledu. Zbog toga su učinjeni značajni naponi i uložena velika novčana sredstva kako bi se osigurala sustavna mjerenja kvalitete zraka na području Republike Hrvatske.

Direktivom 2008/50/EK o kvaliteti zraka i čistom zraku za Europu iz 2008. godine i Direktivom o teškim metalima i policikličkim aromatskim ugljikovodicima u zraku iz 2004. godine (2004/107/EK) propisani su standardi kvalitete zraka. Direktive uvode zajednička mjerila i metode za procjenjivanje kvalitete zraka. Zemlje članice Europske Unije dužne su izrađivati godišnja izvješća i ocjenu kvalitete zraka na svojem teritoriju i dostavljati ih Europskoj Komisiji zbog analize postojećih problema i planiranja zajedničkim mjerama za očuvanje kvalitete zraka. Također, svaka država članica ima obvezu svakih pet godina izraditi cjelovitu studiju kvalitete zraka na svojem teritoriju zbog analiza trendova, provjere učinkovitosti provedenih politika te izrade novih srednjoročnih planova za daljnju zaštitu zraka.

Ocjena je izrađena na osnovi raspoloživih podataka mjerenja na postajama državne mreže za praćenje kvalitete zraka i raspoloživih podataka na postajama gradskih i županijskih mreža za praćenje kvalitete zraka. Povišene vrijednosti koncentracija lebdećih čestica PM_{2,5} koje prelaze dozvoljenu godišnju graničnu vrijednost zabilježene su na mjernoj postaji Slavonski Brod-1, dok su prekoračene vrijednosti za PM₁₀ zabilježene na tri zagrebačke postaje te postajama Slavonski Brod-2, Kutina-1, Sisak-1 i Osijek-1. Ozon predstavlja značajan problem kvalitete zraka, osobito u područjima s izraženom fotokemijskom aktivnošću (Jadranska obala). Prekoračenja su zabilježena skoro na svim mjernim postajama s naglaskom na postaje u zonama HR04 i HR05. Dušikov dioksid vrlo je bitan s aspekta utjecaja na ljudsko zdravlje. Izmjereni podaci o koncentracijama NO₂ prikazuju izraženi godišnji hod, gdje su koncentracije veće u hladnijem periodu u odnosu na topliji period godine. Od analiziranih postaja treba izdvojiti postaju Zagreb-1 kao postaju na kojoj se prekoračuje godišnja granična vrijednost od 40 µg m⁻³.

Cilj studije je osigurati što iscrpnije informacije za potrebe ocjene kvalitete zraka na području Republike Hrvatske, ocijeniti učinkovitost sustava za praćenje kvalitete zraka i dostatnost mjerenja koja su se provodila u promatranom razdoblju, osigurati pouzdanu, znanstveno utemeljenu podlogu za donošenje troškovno učinkovitih politika i mjera zaštite zraka i okoliša, te dati naputke za unapređenje praćenja kvalitete zraka.

¹ Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), Ravnice 48, 10 000 Zagreb, Hrvatska



Stipica Šarčević¹, Irena Katanec¹

EVALUATION OF AIR QUALITY IN CROATIA BASED ON THE RESULTS OF THE MEASUREMENTS 2016 - 2020 WITH REGARD TO PARTICULATE MATTER CONTAMINATION AND NO₂ AND OZONE

Keywords: *air quality, professional study, nitrogen dioxide, particulate matter, ozone*

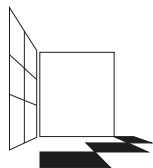
Air quality significantly affects human health, ecosystems, quality of life and contributes to climate change. The complexity of atmospheric factors and their interdependence makes the air quality monitoring system challenging in every respect. Therefore, significant efforts were made, and great funds were invested to ensure systematic air quality measurements on the territory of the Republic of Croatia.

Directive 2008/50/EC on air quality and cleaner air for Europe of 2008 and the Directive on heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in air of 2004 (2004/107/EC) prescribe air quality standards. The directives introduce common criteria and methods for assessing air quality. EU Member States are required to draw up annual reports and air quality assessments on their territory and submit them to the European Commission for analyses of existing problems and planning joint conservation measures. Each Member State is also obliged to conduct an entire air quality study on its territory every five years due to trend analyses, verification of the effectiveness of the process policies, and the development of new medium-term plans for further air protection.

The evaluation was made based on available measurement data at the stations of the State Air Quality Monitoring Network and available data at the stations of urban and county air quality monitoring networks. Higher concentrations of particulate matter PM_{2.5} exceeding the permitted annual limit value were recorded at the measuring station Slavonski Brod-1, while exceedances of PM₁₀ values were recorded at three stations in Zagreb and the stations Slavonski Brod-2, Kutina-1, Sisak-1, and Osijek-1. Ozone represents an important problem for air quality, especially in areas with marked photochemical activities (Adriatic coast). The exceedances were recorded at almost all measuring stations with an emphasis on stations in the HR04 and HR05 zones. Nitrogen dioxide is very important from the aspect of the impact on human health. Measured data on NO₂ concentrations show a pronounced annual shift, with concentrations in the colder period higher than during the warmer period of the year. The Zagreb-1 station should be singled out from the analysed stations as a station that exceeds the annual limit value of 40 µg m⁻³.

The study aims to provide as detailed information as possible for air quality assessment on the territory of the Republic of Croatia, to assess the efficiency of air quality monitoring systems and the adequacy of measurements carried out in the observed period, to provide a reliable, scientifically based basis for the adoption of market-efficient air and environmental protection policies and measures, and to provide instructions for improving air quality monitoring.

¹ Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, 10 000 Zagreb, Croatia



DVANAESTI HRVATSKI
ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP
ZAŠTITA ZRAKA 2021
Medulin, 15.-17. rujna 2021.



Magdalena Vincetić¹, Jasmina Rinkovec¹, Silva Žužul¹, Ivan Bešlić¹, Silvije Davila¹,
Ivana Hrga², Adela Krivohlavek²

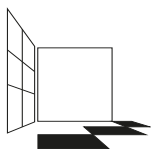
METALI U PM₁₀ FRAKCIJI LEBDEĆIH ČESTICA U ZIMSKOM RAZDOBLJU NA RAZLIČITIM LOKACIJAMA U ZAGREBU

Ključne riječi: ICP-MS, onečišćenje zraka, urbane lokacije

Lebdeće čestice su učestalo onečišćenje zraka u gradskim sredinama, a prepoznate su kao javnozdravstveni problem radi štetnog utjecaja na zdravlje ljudi. Praćenje razina toksičnih metala (arsen, kadmij, nikal, olovo) u PM₁₀ frakciji lebdećih čestica (frakcija aerodinamičkog promjera manjeg od 10 µm) propisano je zakonodavstvom Republike Hrvatske kao i Europske Zajednice. Analiza većeg broja elemenata u lebdećim česticama može dati uvid u bolje razumijevanje porijekla onečišćujućih tvari u zraku. U sklopu programa Ekološka karta grada Zagreba provedena su mjerenja s ciljem karakterizacije većeg broja anorganskih i organskih sastavnica lebdećih čestica u različitim dijelovima grada na kojima do sada nisu postojala kontinuirana mjerenja. U sklopu ovog rada prikazani su rezultati analize 15 elemenata u uzorcima PM₁₀ frakcije lebdećih čestica. Uzorci su prikupljeni na tri lokacije, na sjevernom (Vrapče – Dječji vrtić Vrapče, područni objekt Gornje Vrapče), istočnom (Sesvete – Gimnazija Sesvete) i zapadnom (Vrbani – Dječji vrtić Kustošija, područni objekt Vrbani III) dijelu grada Zagreba u razdoblju od 5. do 28. veljače 2021. 24-satni uzorci sakupljeni su na kvarcne filtre proisavljanjem približno 55 m³ zraka. Prikupljeni uzorci lebdećih čestica razoreni su mikrovalovima uz dušičnu kiselinu, povišeni tlak i temperaturu. Koncentracije metala u uzorcima određene su masenom spektrometrijom uz induktivno spregnutu plazmu (ICP-MS). Rezultati pokazuju da su masene koncentracije toksičnih metala na sve tri lokacije bile niske. Najviše dnevne izmjerene vrijednosti iznosile su 1,53 ng m⁻³ za arsen, 0,80 ng m⁻³ za kadmij, 2,54 ng m⁻³ za nikal i 76,88 ng m⁻³ za olovo. Provedena je korelacijska analiza između izmjerenih analita te je pronađena značajna korelacija za pojedine metale na svim mjernim postajama. Srednje vrijednosti koncentracija metala izmjerenih na lokaciji Vrbani bile su više u odnosu na srednje vrijednosti koncentracija metala izmjerenih na druge dvije lokacije. Zbog sezonske varijabilnosti koncentracija lebdećih čestica u nastavku istraživanja trebalo bi provesti mjerenja kemijskog sastava i tijekom ostalih godišnjih doba.

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb, Hrvatska

² Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“, Mirogojska 16, 10000 Zagreb, Hrvatska



TWELFTH CROATIAN
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ASSEMBLY
AIR PROTECTION 2021

Medulin, Croatia, September 15th - 17th 2021



Magdalena Vincetić¹, Jasmina Rinkovec¹, Silva Žužul¹, Ivan Bešlić¹, Silvije Davila¹, Ivana Hrga², Adela Krivohlavek²

METALS IN PM₁₀ PARTICLES DURING WINTER AT DIFFERENT SITES IN ZAGREB

Keywords: *air pollution, ICP-MS, urban location*

Particulate matter is a common air pollutant in urban areas and because of its harmful effect on human health it has been recognized as a public health issue. Monitoring levels of toxic metals (arsenic, cadmium, nickel, lead) in the PM₁₀ fraction (particles with an aerodynamic diameter less than 10 µm) is prescribed by Croatian and EU legislation. The analysis of a large number of elements can provide insight into an air pollutant's origin. As part of the program Ecological Map of Zagreb, measurements were carried out with the aim of characterizing a large number of inorganic and organic components of particulate matter at different locations of the city where continuous measurements of particulate matter have not thus far been conducted. As part of this paper, the results of the analysis of 15 elements in the PM₁₀ fraction samples are presented. Samples were collected from February 5 to February 28 2021 at three locations in the city of Zagreb: north (Vrapče - Kindergarten Vrapče, regional facility Gornje Vrapče), east (Sesvete - Gymnasium Sesvete) and west (Vrbani - Kindergarten Kustošija, regional facility Vrbani III). 24-hour samples of particulate matter were collected from approximately 55 m³ of ambient air on quartz filters. Collected samples of particulate matter were digested with microwaves and nitric acid at high pressure and temperature. Concentrations of metals were determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). The results show that mass concentrations of toxic metals at all three locations were low. The highest measured daily values were 1.53 ng m⁻³ for arsenic, 0.80 ng m⁻³ for cadmium, 2.54 ng m⁻³ for nickel and 76.88 ng m⁻³ for lead. A correlation between the measured analytes was found to be significant for certain metals at all of the measuring sites. Mean values of metal concentrations were higher at Vrbani compared to the other two locations. Due to the seasonal variability of concentrations of particulate matter, measurements of chemical composition should be carried out in other seasons as well.

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb, Croatia

² Teaching Institute of Public Health „Dr. Andrija Štampar“, Mirogojska 16, 10000 Zagreb, Croatia

INSTITUT ZA MEDICINSKA ISTRAŽIVANJA I MEDICINU RADA



Ksaverska cesta 2

HR 10001 ZAGREB

Tel.: + 385 1 46 82 500

Fax.: + 385 1 46 73 303

[http:// www.imi.hr](http://www.imi.hr)



DJELATNOST

- Istraživački rad
- Stručna djelatnost
- Nastava
- Izdavačka djelatnost

JEDINICE

- Centar za kontrolu otrovanja
- Jedinica za analitičku toksikologiju i mineralni metabolizam
- Jedinica za biokemiju i organsku analitičku kemiju
- Jedinica za dozimetriju zračenja i radiobiologiju
- Jedinica za higijenu okoline
- Jedinica za laboratorijske životinje
- Jedinica za medicinu rada i okoliša
- Jedinica za molekulsku toksikologiju
- Jedinica za mutagenezu
- Jedinica za toksikologiju
- Jedinica za zaštitu od zračenja
- Znanstvenoistraživački poligon "Šumbar"

INSTITUT ZA MEDICINSKA ISTRAŽIVANJA I MEDICINU RADA



*Ksaverska cesta 2
HR 10001 ZAGREB
Tel.: + 385 1 46 82 500
Fax.: + 385 1 46 73 303*

Jedinica za higijenu okoline

- Mjerenja imisija
- Razvoj i provjera metoda
- Modeliranja izloženosti i razina rizika
- Pomoć pri pripremi i razradi zakonskih propisa i normi
- Ispitni laboratorij s dozvolom Ministarstva zaštite okoliša i energetike za obavljanje djelatnosti praćenja kvalitete zraka
- Referentni laboratorij za određivanje masene koncentracije i sadržaja frakcija lebdećih čestica PM_{10} i $PM_{2,5}$



Akreditirane metode:

- HRN EN 12341:2014 (EN 12341:2014)
- HRN EN 14212:2012 (EN 14212:2012); HRN EN 14212:2012/Ispr.1:2014(EN 14212:2012/AC:2014)
- HRN EN 14625:2012 (EN 14625:2012)
- HRN EN 14211:2012 (EN 14211:2012)
- HRN EN 14626:2012 (EN 14626:2012)
- HRN EN 14902:2007 (EN 14902:2005); HRN EN 14902/ AC:2007 (EN 14902/AC:2006)
- HRN EN 16909:2017 (EN 16909:2017)
- HRN EN 15549:2008 (EN 15549:2008)
- HRI – CEN/TR 16269:2017 (CEN/TR 16269:2011)
- VDI 4320 Part 2:2012 (VDI 4320 Part 2:2012)
- HRS CEN/TS 16645:2016 (CEN/TS 16645:2014)
- HRN EN 15841:2010 (EN 15841:2009)
- Vlastita metoda OP-610-UTT-TI
- HRN EN 16913:2017 (EN 16913:2017)



DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD

CROATIAN METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL SERVICE

Ravnice 48, 1000 Zagreb • tel. +385 1 45 65 666 • dhmz@cirus.dhz.hr • www.meteo.hr



Mjerna postaja Državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka Višnja, Foto: Mladen Rupčić

DHMZ podržava održivi i gospodarski razvoj države, davanjem informacija o okolišu, klimi i klimatskim varijacijama i promjenama. Također, u skladu s preporukama Svjetske meteorološke organizacije i direktivama Europske Unije, bavi se izdavanjem upozorenja na opasne vremenske, hidrološke i ekološke pojave u cilju ublažavanja njihovih posljedica.

DHMZ upravlja meteorološkom i hidrološkom infrastrukturuom te infrastrukturuom za praćenje i mjerenje kvalitete zraka te provodi pouzdano i prepoznatljivo međunarodno partnerstvo.

Djelatnosti DHMZ-a

- Produkcija informacija te pružanje informacija korisniku iz područja meteorologije, hidrologije i kvalitete zraka
- Izgradnja infrastrukture i mjernih sustava te planiranje i održavanje svih vrsta meteoroloških i hidroloških postaja te postaja za mjerenje kvalitete zraka na državnoj mreži
- Izgradnja i održavanje baza podataka (meteorološka, hidrološka, kvaliteta zraka)
- Primijenjeno znanstveno istraživanje i razvoj metoda za povećanje kvalitete informacija koje DHMZ nudi korisnicima



UNDERSTANDING,
ACCELERATED



1nm SMPS



3086

3081A

3085A

KOBIS

info@kobis.hr
www.kobis.hr



 **DIGITEL**
enviro-sense
www.digitel-ag.com
we care



Making Sense of the Elements.



smartsense

Connect With Your Environment.

smartsense.hr

SVE ZA DOBRU ATMOSFERU



- | Plinska kromatografija
- | Tekućinska kromatografija
- | Spektrometrija masa – Q, QQQ, Q-TOF
- | Atomska spektroskopija – AAS, ICP-OES, MP-AES, ICP-MS, ICP-MSMS
- | Molekulska spektroskopija - FTIR, UV/Vis/NIR, fluorescencija, LDIR
- | Laboratorijske kemikalije
- | Edukacije i programi osposobljavanja
- | Servis i podrška



Agilent

Authorized
Distributor

MARKES
International

AlphaChrom d.o.o.
Karlovačka cesta 24, Blato HR-10000 Zagreb, Croatia
t: 01 550 2200 | e: prodaja@alphachrom.hr
www.alphachrom.hr





KemLab

Prodaja i servis laboratorijske opreme



Ionska kromatografija

thermo
scientific

Authorized Distributor



OC-EC aerosol analizatori



Sunset
Laboratory Inc.

Sustavi za ultra čistu vodu

stakpure



Liofilizatori, perlice,
koncentratori, glove box



Protecting your
laboratory environment
LABCONCO

Pipete, nastavci, automatizirani pipetori,
priprema uzoraka

GILSON



Nadinska 11, 10000 Zagreb

kemolab.hr

+385 1 660 5233

METTLER TOLEDO



Inteligentna rješenja za sve laboratorijske aplikacije

METTLER TOLEDO precizni instrumenti koriste se u laboratorijima diljem svijeta. Naš široki asortiman proizvoda vam omogućava fleksibilnost i preciznost u svakoj primjeni.

- Vaganje
- Titracije
- Mjerenje pH, vodljivosti, kisika
- Mjerenje gustoće i indeksa refrakcije
- Termalna analiza
- Pipetiranje
- UV/VIS spektroskopija
- Automatizirana kemija
- Programska oprema
- Servisne usluge i umjeravanje



► www.mt.com/lab



EKO-MONITORING

d.o.o. za kontrolu i zaštitu okoliša i inženjering

NAŠE USLUGE:

ZAŠTITA OKOLIŠA

Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš, izrada dokumentacije za provedbu postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš, izrada elaborata o zaštiti okoliša

ISPITNI LABORATORIJ

Mjerenje emisije onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora za sve vrste ložišta i tehnoloških ispusta, ispitivanje vodonepropusnosti sustava odvodnje i vodoopskrbe, CCTV (video) inspekcija cjevovoda

ZAŠTITA NA RADU I ZAŠTITA OD POŽARA

**OVLAŠTENI ZASTUPNIK I DISTRIBUTER TALIJANSKE TVRTKE
TCR TECORA - VODEĆEG PROIZVOĐAČA UREĐAJA
ZA KONTROLU EMISIJE U ZRAK I KVALITETE ZRAKA
TE RADNE OKOLINE**

DIO NAŠEG PRODAJNOG ASORTIMANA:

EMISIJE U ZRAK

IZOKINETIČKI UZORKIVAČ - G4
UZORKIVAČI KONSTANTNOG PROTOKA - BRAVO DUO,
BRAVO X, EASYGAS
UZORKOVANJE DIOKSINA - DECS



KVALITETA ZRAKA

UZORKOVANJE LEBDEĆIH ČESTICA
PM10 i PM2.5 - SKYPOST PM HV, ECHO PM
UZORKIVAČI VELIKOG PROTOKA -
ECHO Emergency HV



TCR TECORA®
POLLUTION CHECK

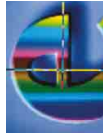


EKO-MONITORING

d.o.o. za kontrolu i zaštitu okoliša i inženjering



Kućanska 15, 42000 Varaždin - Croatia
Telefon: +385(0) 42 351 442 Telefax: +385(0) 42 351 444
E-mail: info@eko-monitoring.hr Web: www.eko-monitoring.hr



EKONERG

Institut za energetiku i zaštitu okoliša

Laboratorij za praćenje kvalitete zraka

Laboratorij za mjerenje emisija u zrak iz nepokretnih izvora

Umjerni Laboratorij - analizatori za praćenje kvalitete zraka i emisija u zrak

Laboratorij za ispitivanje sposobnosti - u području ispitivanja kvalitete zraka i emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora

Referentni laboratorij RH za plinovite onečišćujuće tvari



www.ekonerg-laboratorij.com

Temeljna djelatnost tvrtke **AnAs d.o.o.** je snabdijevanje analitičkom opremom i pripadajućim priborom brojnih znanstveno – istraživačkih institucija i industrijskih pogona u Republici Hrvatskoj.

Široka paleta proizvoda koje nudimo, u kombinaciji s našim znanjem i iskustvom stečenim radom u laboratoriju, omogućuje nam da ponudimo najbolje rješenje za sve vaše analize.

Jedno od naših temeljnih načela jest etikom vođeno poslovanje, jer se tako zadovoljavaju ključne vrijednosti: vjerodostojnost, pouzdanost, kompetentnost i čestitost.

Na zadovoljstvo naših korisnika kontinuirano unaprjeđujemo i prilagođavamo poslovanje njihovim potrebama, ostvarujući time svoj cilj.



godina s Vama

Naši partneri:

analytikjena
An Endress+Hauser Company

SCION
INSTRUMENTS

RESTEK
Pure Chromatography

CEM

BRUKER

iNORGANIC
VENTURES
Refine your results. Redefine your industry.

CPAchem

hta

Rigaku

Kinesis
Part of Cole-Parmer®

TELEDYNE ISCO
Everywhere you look

VICI DBS

Specac

PSS

Starna

VICI

GL Sciences

MEINHARD®

Organomation

LGC Standards

Obratite nam se s povjerenjem!

TÜV-certificiran analizator **to go**



MGPrime Q

Najmanji NDIR analizator
odobren prema QAL1
(DIN EN 15267-4)
u cijelom svijetu!
Made in Germany



Tested AMS
Regular
Surveillance
www.tuv.com
ID: 000072196



Sira
Certificate
No.
MC200366/00

Napredne mogućnosti

- Paramagnetsko mjerenje O₂
- Direktno mjerenje NO_x (NO+NO₂), bez NO₂-konvertera
- Točna mjerenja SO₂, čak i sa prisutnim CH₄ u uzorku plina
- Optimizirana napredna NDIR mjerna tehnologija osigurava mjerne opsege i točnosti usklađene sa standardima
- Integrirani dvostruki hladnjak plina održava stabilnu točku rosišta i za vrijeme nepovoljnih uvjeta
- Brojna sučelja i mogućnosti povezivanja, uključujući daljinsko upravljanje putem WiFi-a





Sve za Vaš laboratorij na jednom mjestu!

- Kemikalije, reagensi i laboratorijski pribor namijenjeni za:

HPLC | UHPLC | LC-MS | TLC | GC | NMR | Priprema uzorka | SPE i SPME |
Anorgansku analizu tragova | Volumetrijske titracije i Karl Fisher titracije |
Spektroskopiju | Fotometriju | Međulaboratorijska ispitivanja - PT | Kontrolu
zraka | Kemijske sinteze

Elektroforezu | Elis | Hematologiju i histologiju | Kloniranje i ekspresiju |
Kulturu stanica | Magnetsku separaciju | Masenu spektrometriju |
Mikrobiologiju | Mikroskopiju | PCR i pročišćavanje | Pročišćavanje proteina i
detekciju | Protočnu citometriju | Staničnu biologiju | Western Blotting

- Laboratorijska oprema
- Osobna zaštitna oprema



MERCK

KIMTECH®

fisher scientific
part of Thermo Fisher Scientific

Tel.: +385 42 260 001
Fax: +385 42 260 021

E-mail: info@biovit.hr
Web: www.biovit.hr

Bilješke

ISSN 1848-185X



9 771848 185006