

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
INSTITUT RUĐER BOŠKOVIĆ, ZAGREB

POSLIJEDIPLOMSKI INTERDISCIPLINARNI SVEUČILIŠNI STUDIJ
ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

Dario Brdarić

**IZLOŽENOST UČENIKA ODABRANIM KEMIJSKIM ONEČIŠĆIVAČIMA ZRAKA
I VLAZI/PLIJESNI U UČIONICAMA HRVATSKIH OSNOVNIH ŠKOLA**

Doktorska disertacija

OSIJEK, 2016.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Institut Ruđer Bošković, Zagreb
Poslijediplomski interdisciplinarni sveučilišni studij
Zaštita prirode i okoliša

Doktorska disertacija

Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Interdisciplinarne prirodne znanosti

IZLOŽENOST UČENIKA ODABRANIM KEMIJSKIM ONEČIŠĆIVAČIMA ZRAKA I VLAZI/PLIJESNI U UČIONICAMA HRVATSKIH OSNOVNIH ŠKOLA

Dario Brdarić, dipl.sanit.ing.

Doktorska disertacija je izrađena: u suradnji s Europskim centrom za okoliš i zdravlje Svjetske zdravstvene organizacije, Bonn, Njemačka

Mentor: prof.dr.sc. Jagoda Doko Jelinić, redovita profesorica Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Komentor: doc.dr.sc. Gordana Peh nec, viša znanstvena suradnica Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada

Kratki sažetak doktorske disertacije:

Onečišćenje zraka zatvorenih prostora veliki je javnozdravstveni problem. Djeca dnevno u školama provedu 4 - 6 sati. Istraživanje je u I. fazi obuhvatilo anketno ispitivanje ravnatelja i inspeksijske preglede zgrada 200 osnovnih škola. U II. fazi tijekom jednog školskog tjedna u sezoni grijanja uzimani su uzorci zraka iz 60 učionica odabranih 20 škola kao i na vanjskim točkama. Procijenila se izloženost i odredile su se tjedne koncentracije benzena, dušikova dioksida, formaldehida i ugljikovog dioksida. Izvršena je procjena izloženosti učenika na vlagu i plijesan. Rezultati su pokazali odnos koncentracija odabranih onečišćivača i preporučenih vrijednosti Svjetske zdravstvene organizacije te su pomogli u identifikaciji prediktora izloženosti i u specifikaciji tipova škola. Određeni su glavni čimbenici koji utječu na kvalitetu zraka u učionicama i školskim prostorijama i najvažniji izvori onečišćenja vanjskog zraka. Uočene su značajne razlike ovisne o starosti zgrada, načinu izgradnje, vrsti temelja, konstrukciji zgrade i odabiru materijala. Mjerenjem koncentracija odabranih kemijskih onečišćivača zraka u učionicama, uočene su razlike s obzirom na prostornu smještenost škola.

Broj stranica: 162

Broj slika: 12

Broj tablica: 16

Broj priloga: 72

Broj literaturnih navoda: 161

Jezik izvornika: Hrvatski jezik

Ključne riječi: izvori onečišćenja zraka, kvaliteta zraka u učionicama, kemijski onečišćivači, vlaga/plijesan u školama, provjetravanje učionica

Datum obrane: 23. ožujka 2016.

Povjerenstvo za obranu:

1. doc.prim.dr.sc. Krunoslav Capak, dr.med., spec epidemiologije i zdravstvene ekologije Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo u Zagrebu, predsjednik;
2. prof.dr.sc. Dinko Puntarić, dr.med., spec. epidemiologije i zdravstvene ekologije, redoviti profesor Hrvatskog katoličkog Sveučilišta u Zagrebu, član;
3. doc.dr.sc. Gordana Peh nec, viša znanstvena suradnica Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada u Zagrebu, komentorica i član;
4. prof.dr.sc. Jagoda Doko Jelinić, redovita profesorica Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, mentorica i zamjena člana.

Rad je pohranjen u: Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici Zagreb, Ul. Hrvatske bratske zajednice 4, Zagreb; Gradskoj i sveučilišnoj knjižnici Osijek, Europska avenija 24, Osijek; Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Trg sv. Trojstva 3, Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Ruđer Bošković Institute, Zagreb
Postgraduate Interdisciplinary University Study of
Environmental Protection and Nature Conservation**

PhD thesis

**Scientific Area: Natural science
Scientific Field: Interdisciplinary Natural Sciences**

PUPILS' EXPOSURE TO SELECTED CHEMICAL AIR POLLUTANTS AND MOISTURE/MOULD IN CLASSROOMS OF CROATIAN ELEMENTARY SCHOOLS

Dario Brdarić

Thesis performed: in collaboration with the World Health Organization, European Centre for Environment and Health, Bonn, Germany

Supervisor: Jagoda Doko Jelinić, PhD, Full Professor, Scientific Adviser, University of Zagreb, School of Medicine

Co-Supervisor: Gordana Pehnac, PhD, Assistant Professor, Senior Scientific Associate, Institute for Medical Research and Occupational Health

Summary

Indoor air pollution is a major public health problem. Children daily spend 4 – 6 hours in schools. The first phase of the study included the survey examination of school principals and inspections of 200 primary school buildings. The second phase included air sampling from 60 classrooms in the 20 selected schools during a one school week in the heating season and from the outer points as well. The exposure and the weekly concentration of benzene, nitrogen dioxide, formaldehyde and carbon dioxide were assessed. Also, the exposure of pupils to moisture and mould was assessed. The results have shown the ratio of the concentration of selected pollutants and the values recommended by the World Health Organization, and helped to identify the predictors of exposure and to specify the types of schools. The main factors that affect air quality in classrooms and school buildings and the most important sources of pollution have been determined. Significant differences, that depend on the age of building, method of construction, type of foundation, construction of the building and material selection, have been noticed. By measuring the concentration of selected chemical air pollutants in classrooms, the differences concerning spatial position of schools have been noticed.

Number of pages: 162

Number of figures: 12

Number of tables: 16

Number of insets: 72

Number of references: 161

Original in: Croatian language

Key words: sources of air pollution, air quality in classrooms, chemical pollutants, mould/moisture in schools, classroom ventilation

Date of the thesis defense: 23rd March 2016

Reviewers:

1. Krunoslav Capak, PhD, Assistant Professor, Epidemiology and Environmental Health Specialist of Croatian Institute of Public Health, president;
2. Dinko Puntarić, PhD, Full Professor, Epidemiology and Environmental Health Specialist of Catholic University of Croatia, member;
3. Gordana Pehnac, PhD, Assistant Professor, Senior Scientific Associate of Institute for Medical Research and Occupational Health, co-supervisor and member;
4. Jagoda Doko Jelinić, PhD, Full Professor of University of Zagreb, School of Medicine, supervisor and member substitute.

Thesis deposited in: National and University Library in Zagreb, Ul. Hrvatske bratske zajednice 4, Zagreb; City and University Library of Osijek, Europska avenija 24, Osijek; Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Trg sv. Trojstva 3, Osijek

Tema rada prihvaćena je na sjednici Vijeća sveučilišnog poslijediplomskog interdisciplinarnog studija *Zaštita prirode i okoliša* održanoj 28. listopada 2014. godine i Sveučilišnog vijeća za sveučilišne poslijediplomske interdisciplinarne (doktorske) studije održanoj dana 5. veljače 2015. godine.

Iskreno se zahvaljujem svojoj mentorici prof.dr.sc. Jagodi Doko Jelinić i komentorici doc.dr.sc. Gordani Pehnac. Iskreno se zahvaljujem dr.sc. Andrey Egorovu ispred Svjetske zdravstvene organizacije i Europskog centra za okoliš i zdravlje koji mi je pomogao u provedbi istraživanja. Veliko hvala doc.dr.sc. Krunoslavu Capaku koji je prepoznao važnost ove tematike i podržao provođenje istraživanja. Veliko hvala dr.sc. Andreji Barišin, prof.dr.sc. Dinku Puntariću i doc.dr.sc. Vlatki Gvozdić na ogromnom trudu i podršci. Zahvaljujem se svom poslodavcu Zavodu za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije.

Hvala svima koji su doprinijeli razvoju ove iznimno bitne tematike.

Hvala svima onima koji su me podržavali tijekom ovog nimalo laganog razdoblja u životu.

Veliko hvala mojim roditeljima na podršci i razumijevanju.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPĆI DIO.....	3
2.1. ONEČIŠĆENJE ZRAKA U ZATVORENIM PROSTORIMA.....	3
2.2. IZVORI ONEČIŠĆENJA ZRAKA U ZATVORENIM PROSTORIMA.....	4
2.3. SPECIFIČNI KEMIJSKI I BIOLOŠKI ONEČIŠĆIVAČI ZRAKA ZATVORENIH PROSTORA I NJIHOV UTJECAJ NA ZDRAVLJE.....	5
2.3.1. Benzen	5
2.3.2. Formaldehid	6
2.3.3. Dušikov dioksid.....	7
2.3.4. CO ₂	8
2.3.5. Plijesan i vlaga	9
2.4. UTJECAJ ONEČIŠĆENJA ZRAKA NA ZDRAVLJE DJECE.....	11
2.5. PARMSKA DEKLARACIJA	14
2.5.1. Regionalni prioritetni ciljevi za zaštitu zdravlja.....	15
3. MATERIJALI I METODE	17
I. faza istraživanja	17
II. faza istraživanja	18
3.1. Inspekcijski pregledi učionica	18
3.2. Određivanje kemijskih onečišćivača	18
3.2.1. Uzorkovanje kemijskih onečišćivača	18
3.2.1.1. Uzorkovanje NO ₂	20
3.2.1.2. Uzorkovanje benzena	20
3.2.1.3. Uzorkovanje formaldehida	21
3.2.2. Laboratorijske analize uzoraka.....	22
3.3. Određivanje CO ₂	23
3.4. Inspekcijski pregledi vlage.....	23
3.5. Statističke metode	25
3.5.1. Metode obrade podataka	26
3.5.1.1. Rojna analiza	26
3.5.1.2. Analiza glavnih komponenata (PCA)	27
3.5.1.3. Fourierova analiza	28
4. REZULTATI.....	29
4.1. Rezultati I. faze istraživanja	29
4.1.1. Rezultati anketa provedenih među ravnateljima škola.....	29
4.1.2. Rezultati inspekcijskih pregleda školskih zgrada.....	33

4.2. Rezultati II. faze istraživanja.....	36
4.2.1. Rezultati izloženosti učenika na vlagu i plijesan	36
4.2.2. Rezultati inspekcijskih pregleda učionica	38
4.2.3. Rezultati mjerenja specifičnih kemijskih onečišćivača i CO ₂	44
4.2.4. Rezultati rojne analize	52
4.2.5. Rezultati analize glavnih komponenata s rotacijom faktora	53
4.2.6. Koncentracije CO ₂ u odabranim učionicama	55
4.2.7. Rezultati Fourierove analize.....	58
5. RASPRAVA.....	60
6. ZAKLJUČAK	69
7. LITERATURA.....	71
8. PRILOZI.....	82
8.1. Prikaz koncentracije CO ₂ u učionicama prema županijama	82
8.2. Rezultati Fourierove analize.....	94
9. ŽIVOTOPIS	154

1. UVOD

Onečišćenje zraka otvorenih i zatvorenih prostora jedan je od najvećih javnozdravstvenih problema s dalekosežnim utjecajem na zdravlje ljudi. Posebice veliku zabrinutost uzrokuje onečišćenje zraka zatvorenih prostora s obzirom da čovjek najveći dio vremena, oko 90%, provodi u zatvorenom prostoru. Prema najnovijim podacima Svjetske zdravstvene organizacije (SZO) onečišćen zrak zatvorenih prostora uzrokovao je 4,3 milijuna preuranjenih smrtnih slučajeva tijekom 2012. godine (WHO, 2014), što je dvostruko više od ranijih procjena koje su iznosile 2 milijuna (Godoi i sur. 2009; Bruce i sur. 2000). Smtnost uslijed onečišćenog zraka najviše pogađa zemlje jugoistočne Azije i zapadnog Pacifika s niskim i srednjim prihodima, gdje je tijekom 2012., prema procjenama, 3,5 milijuna smti bilo povezano s lošom kvalitetom zraka zatvorenih prostora.

Učinci onečišćenja zraka na zdravlje ljudi kreću se u rasponu od laganih simptoma respiratornog sustava, pa sve do ozbiljnih bolesti respiratornog i kardiovaskularnog sustava, raka pluća te povećanog broja smrtnih ishoda. Čak i kada ne doprinosi direktno razvoju bolesti, onečišćeni zrak bitno narušava kvalitetu života, posebice u velikim gradovima zbog gustog prometa i industrije.

Na učinke prisutnih onečišćenja u zraku osjetljivi su ljudi koji provode veliki dio vremena u zatvorenom prostoru, a među njima najosjetljivija su djeca, starije osobe, kronični bolesnici, bolesnici s respiratornim bolestima i kardiovaskularni bolesnici. Djeca su najosjetljiviji dio populacije jer je tijekom razvojnog razdoblja njihov organizam posebice osjetljiv na sve vanjske čimbenike (Fiala i sur. 2001). Većinu svog vremena djeca provode u zatvorenom prostoru, bilo u domu, vrtiću ili školi, što ih dovodi do veće izloženosti onečišćenjima prisutnim u zatvorenim prostorima. Tijekom obrazovanja, škole su drugo najvažnije mjesto gdje djeca provode 4 do 6 sati dnevno. Okoliš učionica i osjećaj topline imaju važnu ulogu u nastavi i učenju (Eicker, 2010; Puteh i sur. 2012). Park i sur. 2002. ukazali su na poveznicu između onečišćenja unutarnjeg zraka i oboljenja školske djece. Prisutnost kemijskih čimbenika, plijesni i vlage u učionicama i drugim prostorima školskih zgrada može utjecati na zdravlje učenika i nastavnika (Haverinen i sur. 1999; Sigsgaard i sur. 1999). Nedovoljna ventilacija u učionicama povezana je s neugodnim mirisom i akumulacijom određenih onečišćivača, što može rezultirati zaraznim bolestima i slabijim ishodom učenja. Stoga, ventilacija školskih prostora, osobito učionica, važna je za očuvanje dječjeg zdravlja.

Na petoj ministarskoj konferenciji o okolišu i zdravlju 2010. godine u Parmi, Italija, zemlje članice Europske regije SZO usvojile su Deklaraciju koja sadrži niz obveza za okoliš i zdravlje ljudi u svrhu smanjenja određenih rizika za okoliš i zdravlje ljudi. Jedna od obveza navedenih u deklaraciji je sprječavanje bolesti u ljudi, posebice vulnerabilnih skupina populacije, među kojima su i djeca, poboljšanjem kvalitete vanjskog zraka i zraka zatvorenih prostora. Države članice, među kojima je i Republika Hrvatska, obvezale su se na provedbu smjernica SZO za kvalitetu zraka. SZO pruža podršku državama članicama u njihovim naporima za provedbu preuzetih obveza Parnske deklaracije.

U organizaciji Zavoda za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije i Europskog centra za okoliš i zdravlje SZO-a sa sjedištem u Bonnu, Njemačka, provedeno je pilot istraživanje u Republici Hrvatskoj. Koristeći metode SZO istraživanje je provedeno u školama u Osijeku 2012. godine. Nakon pilot istraživanja pristupilo se posebnom programu na razini države.

Ovaj rad izrađen je u svrhu poboljšanja kvalitete zraka u učionicama i drugim školskim prostorima sukladno smjernicama SZO za kvalitetu zraka. Istraživanje je obuhvatilo kontinuirano praćenje ugljikovog dioksida (CO₂) i odabranih kemijskih onečišćivača (formaldehida, dušikova dioksida i benzena) u zraku te prisutnosti plijesni i vlage. Istraživanje je provedeno u učionicama osnovnih škola u Republici Hrvatskoj u urbanim i ruralnim područjima.

Ciljevi rada:

Cilj je predloženog istraživanja procjena izloženosti učenika specifičnim kemijskim onečišćenjima i vlazi, odnosno plijesnima u učionicama osnovnih škola u Republici Hrvatskoj, a koji mogu negativno utjecati na njihovo zdravlje. Izloženost dušikovom dioksidu, benzenu i formaldehidu i prisutnost plijesni i vlage te nedovoljna ventilacija u učionicama predstavljaju indikatore onečišćenja zraka. Prevalencija izloženosti kemijskim i fizikalnim čimbenicima u školskim prostorima ovisi o godišnjem dobu odnosno sezoni grijanja, prostornoj smještenosti škola, starosti školske zgrade, vremenu proteklom od posljednjeg renoviranja, vrsti sustava grijanja itd. Također, kvaliteta zraka u učionicama ovisi o položaju učionice u zgradi u odnosu na prometnice, izloženosti nekom drugom izvoru onečišćenja zraka i zahvatima sanacije i renoviranja unutar školskih zgrada u posljednjih 12 mjeseci.

2. OPĆI DIO

2.1. ONEČIŠĆENJE ZRAKA U ZATVORENIM PROSTORIMA

Spoznaja da kvaliteta zraka utječe na zdravlje ljudi, životinja, biljaka, na klimu kao i na estetska svojstva prirodnog okoliša odavno je prisutna. Ljudi su se dugi niz godina osjećali zaštićenima u kućama, uredima i školama sve dok nesmotreno ugrožavanje atmosferskog zraka nekontroliranim ispuštanjem različitih onečišćenja nije rezultiralo ekscenim zbivanjima, među kojima je najpoznatija epizoda u Londonu 1952. godine, koja je prouzročila smrt 4000 ljudi i veliki broj oboljelih. Uslijed nepovoljnih meteoroloških uvjeta (niska temperatura, temperaturna inverzija, pomanjkanje vjetrova i padalina) i povećane potrošnje fosilnih goriva, došlo je do naglog povećanja koncentracija sumporovog dioksida i dima, tzv. „smrtonosnog smoga“ u atmosferi (Valić, 2001).

Zaštita zraka prvobitno je bila usmjerena na ambijentalni zrak u industrijskim okruženjima i bavila se zaštitom zdravlja s aspekta profesionalne izloženosti. Kvaliteta zraka u neindustrijskim unutarnjim prostorima nije se smatrala značajnom prijetnjom za zdravlje sve dok se nisu uočili problemi s radonom, formaldehidom, prašinskim grinjama i pojavom alergija u kasnim 1970-ima te sindromom bolesnih zgrada. Takvi slučajevi okarakterizirani su kao zdravstveni poremećaji povezani s unutarnjim okolišem, usmjerivši prioritete znanstvenih istraživanja na zdravstvene učinke čimbenika unutarnjeg okoliša. Na promjenu kvalitete zraka zatvorenih prostora presudno je utjecala energetska kriza 70-ih godina prošlog stoljeća. Zbog štednje energije u građevinskoj industriji sve više se koriste posebni izolacijski materijali, kvalitetnija stolarija preciznijih dimenzija te napredne konstrukcijske tehnike kako bi se spriječilo gubljenje toplinske energije iz zatvorenih prostora. Tako su zatvoreni prostori postali klopke za brojne kemijske i biološke onečišćivače (Mustajbegović i Žuškin, 2004).

Prema nekim istraživanjima, razina onečišćivača u zatvorenim prostorima može doseći vrijednosti koje su i višestruko veće (2 do 5 puta u prosjeku, a i do 100 puta u izuzetnim situacijama) od onih izvan zgrada, u vanjskoj atmosferi. Istraživanjem je utvrđeno više od 1500 bakterija i kemijskih onečišćivača u zraku, na zavjesama, presvlakama, tapetama i zidovima prostorija (Farmer i sur. 2014).

Kontrola kvalitete zraka u zatvorenim prostorima ne provodi se sustavno i planski pa ne postoje relevantni podatci o kvaliteti zraka kojoj je stanovništvo izloženo u svojim domovima i na poslu te o eventualnim zdravstvenim posljedicama. Ipak, posljednjih se godina, s obzirom da čovjek provodi sve više vremena u zatvorenim prostorima te raste negativni utjecaj na ljudsko zdravlje, sve veća pozornost pridaje kvaliteti zraka unutarnjih prostora.

2.2. IZVORI ONEČIŠĆENJA ZRAKA U ZATVORENIM PROSTORIMA

Mnogi biološki i kemijski čimbenici kontaminiraju zrak unutar domova, škola, ureda, bolnica i drugih zatvorenih prostora. Prisutnost onečišćivača u zraku zatvorenih prostora rezultat je oslobađanja aerosola (prašina, dimovi, magla) i plinova iz predmeta koji nas okružuju (namještaj, tepisi, papir), aktivnosti koje se obavljaju u zatvorenim prostorima (prašina, duhanski dim, pesticidi, bakterije, plijesni, grinje), ili su proizvodi izgaranja. Na kvalitetu zraka zatvorenih prostora, također, značajno utječe količina i kvaliteta vanjskog zraka koji ulazi u prostor. Izvori onečišćenja vanjskog zraka su ispušni plinovi i čestice iz vozila i industrija. Ova onečišćenja ulaze u objekte kroz loše postavljene dovode zraka, prozore i druge otvore. Isto tako ispušni plinovi vozila mogu doći iz garaža koje su smještene u blizini zgrade, bilo poslovne ili stambene.

Otvorena ložišta, kamini, peći na drva i ugljen, plinske peći, dim cigareta, prerađeni drveni predmeti, fotokopirni uređaji te uporaba proizvoda kao što su insekticidi, sredstva za čišćenje i dezinfekciju, kozmetika i boje, glavni su izvor kemijskih aerosola i plinova u zatvorenom prostoru. Zdravstveni učinci izloženosti onečišćenim tvarima iz zraka zatvorenih prostora mogu se javiti odmah nakon izloženosti ili nakon nekoliko mjeseci ili godina (Zheng i sur. 2002). Među njima važnu ulogu imaju plinovi ugljikov monoksid (CO), ugljikov dioksid (CO₂), oksidi dušika, duhanski dim, formaldehid, hlapljivi organski spojevi, azbest i druga mineralna vlakna, radon i dr., koji u višim koncentracijama mogu uzrokovati akutne i kronične zdravstvene probleme, a neki među njima su dokazano kancerogeni. Građevinski materijali i namještaj mogu biti izvorom visokih koncentracija kemijskih onečišćivača u zatvorenom prostoru. Tijekom proteklih 15 godina, neki kemijski spojevi obično su se koristili u 39 vrsta građevinskog materijala, namještaja i predmeta široke potrošnje. Visoke koncentracije u zraku zatvorenih prostora mogu negativno djelovati na endokrini sustav (Rudel i sur 2009).

Bakterije, plijesni, virusi, životinjske dlake, slina, grinje i polen tipični su biološki onečišćivači koji se mogu razviti i razmnožavati u odvodima, ovlaživačima zraka i ispuštima, vlažnim zidovima i stropovima te tepisima i namještaju.

Neposredni učinci mogu se pojaviti nakon jednog izlaganja ili nakon ponovljenih izloženosti uključujući iritacije očiju, nosa i grla, glavobolje, vrtoglavice i umor. Astma se može pojaviti ubrzo nakon izlaganja onečišćenim tvarima iz zraka u zatvorenim prostorima. Povećanje učestalosti astme i alergija u svijetu tijekom posljednjih godina stimuliralo je istraživanja o mogućim uzrocima iz okoliša (Shabir i sur. 2006).

2.3. SPECIFIČNI KEMIJSKI I BIOLOŠKI ONEČIŠĆIVAČI ZRAKA ZATVORENIH PROSTORA I NJIHOV UTJECAJ NA ZDRAVLJE

Među brojnim kemijskim spojevima koji onečišćuju zrak zatvorenih prostora, sve veća pažnja posvećuje se specifičnim kemijskim onečišćivačima benzenu, formaldehidu i dušikovu dioksidu zbog njihova štetnog djelovanja na zdravlje ljudi. Vlažnost u zraku zatvorenih prostora utječe na razvoj plijesni koje proizvode brojne toksine i ugrožavaju zdravlje izloženih. Povišene razine CO₂ ukazuju na lošu ventilaciju i neodgovarajuću razinu kisika u prostoriji.

2.3.1. Benzen

Benzen (C₆H₆, molekularna masa 78,1 g/mol) je aromatski spoj s jednim šesteročlanim nezasićenim ugljikovim prstenom. To je bistra, bezbojna, hlapljiva, vrlo zapaljiva tekućina karakterističnog mirisa i gustoće 874 kg/m³ na 25 °C. U zraku je postojan u plinovitoj fazi, između jednog dana i dva tjedna, zavisno o klimatskim uvjetima i koncentraciji ostalih onečišćivača.

Benzen u zatvorenom prostoru može potjecati iz građevinskog materijala i namještaja, iz garaža za automobile, iz sustava grijanja i kuhanja, od raznih ljudskih aktivnosti ali i iz vanjskog zraka. Materijali korišteni u izgradnji, pregradnji i uređenju zatvorenog prostora su glavni izvori benzena u zatvorenom prostoru (Hodgson i sur. 2003). Određeni polimerni građevinski materijali, kao što su vinil, PVC i gumeni podovi, tepisi od najlona te SBR-lateks podloge, mogu sadržavati benzen u tragovima. Prisutan je i u ivericama namještaja, šperpločama, podnicama od fiberglasa, bojama, drvu i odstranjivačima boja (IEH, 1999; Yu i sur. 2003; Ezeonu i sur. 1994). Nove zgrade ili svježe preuređen zatvoren prostor povezan je s visokim koncentracijama benzena iz materijala i namještaja, no razina emisije benzena smanjuje se do kvazistacionarne razine emisije tijekom nekoliko tjedana ili mjeseci ili do godinu dana (Wolkoff, 1995). Korištenje goriva kao što su ugljen, drvo, plin, kerozin ili tekući plin (LPG) za grijanje i kuhanje dovodi do viših koncentracija benzena u zatvorenom prostoru (Ilgen i sur. 2001; Kim i sur. 2001; Lee i sur. 2002; Heavner i sur. 1995).

Prema podacima Instituta za okoliš i zdravlje iz 1999., u prošlosti se benzen naveliko koristio kao otapalo, uglavnom u industriji boja, razrjeđivača i ljepila, sredstvima za odmašćivanje, denaturiranom alkoholu, gumenom cementu i u materijalima u umjetnosti i obrtu. Benzen u zatvorenom prostoru također je povezan s ljudskim aktivnostima, kao što su čišćenje, slikarstvo (Kim i sur. 2001; Brown, 2002; Srivastava i sur. 2000), korištenje predmeta opće uporabe (Wallace i sur. 1987) i sredstava protiv komaraca (Son i sur. 2003), fotokopiranje (Lee i sur. 2006) i printanje (Destailats i sur. 2008) te konzumiranje duhanskih proizvoda. Duhanski dim smatra se jednim od glavnih izvora benzena u zatvorenom prostoru. Emisije benzena od duhanskog dima kreću se u rasponu od 430 do 590 µg po cigareti (Destailats i sur. 2008).

Koncentracije benzena u zatvorenom prostoru uglavnom su više od koncentracija u vanjskom prostoru, a zamijećene su i sezonske varijacije u koncentracijama benzena u zatvorenom prostoru. Više koncentracije benzena izmjerene su zimi, što je posljedica viših koncentracija u vanjskoj atmosferi, ali i slabijeg prozračivanja prostorija (Amagai i sur. 2002; Edwards i sur. 2001; Schneider i sur. 2001). Izvor benzena u zatvorenom prostoru može biti iz vanjskog zraka posebice u blizini benzinskih postaja i industrije ugljena, nafte, prirodnog plina, kemikalija i čelika (Jia i sur. 2008).

Udisanje je dominantni put izlaganja ljudi benzenu. Inhalacijom se benzen iz zraka u zatvorenom prostoru vrlo brzo apsorbira i distribuira po tijelu. Akutna inhalacija velikih količina benzena obično dovodi do vrtoglavice, slabosti, euforije, glavobolje, mučnine, zamagljenog vida, respiratornih bolesti, poremećaja u otkucajima srca, oštećenja jetre i bubrega, paralize te nesvjestice. Kronično izlaganje i relativno malim količinama benzena može biti uzrokom glavobolja, gubitka apetita, pospanosti, nervoze, psiholoških smetnji te bolesti krvnog sustava, kao što je anemija. Benzen se brzo metabolizira u jetri i koštanoj srži u bipolarnu metabolite, koji su odgovorni za toksičnost kroz klastogene aktivnosti DNK. Kritični zdravstveni ishodi su krvne diskrazije i leukemija, osobito akutna mijeloična leukemija. Benzen je genotoksični kancerogen i nema sigurne razine izloženosti koja se može preporučiti (HEI Special Report 16, 2007). Rizik od toksičnosti inhaliranog benzena je isti kod izlaganja u zatvorenom i otvorenom prostoru.

2.3.2. Formaldehid

Formaldehid ($H_2-C = O$) je bezbojan plin, jakog i neugodnog mirisa. Zapaljiv je i visoko reaktivan pri sobnoj temperaturi, relativne gustoće 0,815 (na $-20\text{ }^\circ\text{C}$). Nadražljivac je gornjeg dišnog sustava, prag mirisa mu je $60\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ (za osjetljivu populaciju i niži), a zdravstveni učinci mogu se objasniti njegovom topljivošću u vodi.

Na tržištu se može naći kao vodena otopina formalin. U vanjskom zraku, formaldehid brzo fotooksidacijom prelazi u CO_2 . Reagira vrlo brzo s hidrosilnim radikalima dajući mravlju kiselinu. Nalazi se u okolišu porijeklom iz prirodnih izvora i antropogenih aktivnosti. Nastaje sagorijevanjem biomase tj. organskog materijala, a izvor formaldehida predstavljaju i industrijske emisije i sagorijevanje goriva iz prometa. Formaldehid se industrijski proizvodi za uporabu u proizvodnji smola, kao dezinficijens i fiksativ ili kao konzervans u proizvodima široke potrošnje. Umjetni proizvodi su glavni neizravni izvori formaldehida u zatvorenom prostoru. Sekundarna formacija formaldehida u zraku nastaje oksidacijom hlapljivih organskih spojeva i reakcijom između ozona i alkena (Salthammer i sur. 2008).

Izvori formaldehida u zatvorenom prostoru mogu biti iz procesa sagorijevanja, konzumiranja duhanskih proizvoda, grijanja, kuhanja i sl. (IARC, 2006; Salthammer i sur. 2010). Međutim, glavni izvori u prostorima, a u kojima se ne konzumiraju duhanski proizvodi, su građevinski materijal i predmeti široke potrošnje: namještaj i drveni proizvodi koji sadrže formaldehidne smole poput iverice, šperploče i izolacijskih materijala, pjene na bazi uree, tekstili, boje,

ljepila, lakovi, sredstva za čišćenje poput deterdženata, sredstava za dezinfekciju, omekšivača i čistača tepiha i cipela te kozmetički proizvodi kao što su tekući sapuni, šamponi, lakovi za nokte, elektronička oprema, uključujući računala i fotokopirne strojeve, insekticidi i proizvodi od papira (Salthammer i sur. 2010; Kelly i sur. 1999). Izloženost formaldehidu može trajati nekoliko mjeseci kada se radi o novim materijalima i proizvodima, posebice u uvjetima visoke relativne vlažnosti i visoke unutarnje temperature (Haghighat i sur. 1998).

Rezultati istraživanja provedenog između 1997. i 1999. u 876 domova u Ujedinjenom Kraljevstvu, pokazali su da su, ovisno o starosti zgrade, visoke koncentracije formaldehida bile povezane s podovima od iverice (Raw i sur. 2004). Clarisse i sur. mjerili su formaldehid u spavaćim sobama, kuhinjama i dnevnim boravcima u 61 pariškom stanu bez prethodno evidentirane povijesti žalbi na neugodne mirise. Otkrili su da razina formaldehida ovisi o starosti zidnih ili podnih obloga (renoviranje u razdoblju od godinu dana), konzumiranju duhanskih proizvoda i okolišnih parametara (razina CO₂ i temperatura). Mjerenje aldehida u 162 doma na području Strasbourga provedeno od 2004. do 2005. pokazalo je da koncentracije formaldehida ovise o dobi stropnih obloga za spavaće i dnevne sobe. Koncentracije formaldehida bile su manje u prostoru sa starim namještajem (Marchand i sur. 2008). Formaldehid je po ljudsko zdravlje najopasniji u plinovitom obliku, uzrokujući respiracijske probleme, iritaciju kože i oči, glavobolju i mučninu, a može izazvati i alergiju. Kancerogen je i u dodiru s kožom te može izazvati preosjetljivost.

2.3.3. Dušikov dioksid

Postoji sedam oksida dušika koji se mogu naći u vanjskom zraku. Didušikov oksid (N₂O) je staklenički plin sa značajnim antropogenim izvorima. Međutim, dušikov oksid (NO) i dušikov dioksid (NO₂) su glavni dušikovi oksidi povezani s izvorima izgaranja. Koncentracije u vanjskom zraku tih plinova uvelike se razlikuju prema lokalnim izvorima, a u gustim urbanim područjima mogu premašiti ukupnu koncentraciju (NO + NO₂) od 500 µg/m³. Dušična kiselina (HONO) je uobičajena onečišćujuća tvar u vanjskim i zatvorenim prostorima, nastala otapanjem NO₂ u vodi. U vanjskom zraku, dušikovi oksidi formiraju se u različitim kombinacijama kisika i dušika, pri visokim temperaturama u procesu sagorijevanja. Što je viša temperatura izgaranja, nastaje više dušikovitih oksida. 90-95 % emitiranih dušikovitih oksida najčešće čini dušikov monoksid i samo 5-10 % NO₂ (Arashidani i sur. 1996).

U zatvorenom prostoru izvor NO₂ je duhanski dim te goriva za štednjake i pećnice, tj. plin, ulje, kerozin, ugljen (Levy i sur. 1998; Glorennec i sur. 2008). Istraživanje je pokazalo da su plinske peći za grijanje glavni izvori povišene koncentracije NO₂ (Simoni i sur. 2002). Brojne EU studije govore o važnosti izvora u karakterizaciji razina NO₂ u zatvorenom prostoru. U Italiji, najviše koncentracije NO₂ izmjerene su u ruralnom području delte rijeke Po, gdje su srednje tjedne koncentracije u kuhinjama tijekom zime iznosile oko 62 µg/m³ dok su vrijednosti ljeti bile niže oko 38 µg/m³.

U vanjskom zraku izvori NO₂ nastaju iz prirodnih i antropogenih izvora, a koncentracije mogu utjecati i na razine u zatvorenim prostorima. Cestovni promet je, uz kemijsku industriju i proizvodnju energije, glavni izvor NO₂ u vanjskom zraku urbanih sredina.

Podatci europskog istraživanja ECRHS II, koje je obuhvatilo 21 grad, pokazuju godišnje koncentracije NO₂ u vanjskom zraku koje su se kretale u rasponu od 4,9 µg/m³ u Reykjaviku do 72 µg/m³ u Torinu (Hazenkamp-von i sur. 2004). Najveća vrijednost u određenom vremenu tijekom dana može biti nekoliko puta veća od godišnjeg prosjeka. Udaljenost zgrada od prometnica ima utjecaj na koncentracije NO₂ u zatvorenom prostoru (Kodama i sur. 2002; Nakai i sur. 1995). U Hrvatskoj se NO₂ kontinuirano prati u vanjskom zraku na više lokacija te prema podacima Agencije za zaštitu okoliša, u nekim urbanim sredinama srednje godišnje koncentracije premašuju 40 µg/m³.

U otvorenom i zatvorenom prostoru, NO₂ je u plinovitom stanju te je udisanje glavni put izlaganja na sobnoj temperaturi. Astmatičari i bolesnici s kroničnom opstruktivnom bolesti pluća su osjetljivi na učinke NO₂. Izravan kontakt s očima može dovesti do iritacije očiju (HSDB, 2010).

2.3.4. CO₂

CO₂ je plin bez boje sa slabo reskim mirisom i kisela okusa. Ljudi proizvode i izdišu CO₂. Volumni udio CO₂ veći od 20 000 ppm (dijelovi CO₂ na milijun molekula zraka) uzrokuje poteškoće s disanjem, volumni udio od 40 000 ppm uzrokuje ubrzano disanje, CO₂ u volumnom udjelu od 100 000 ppm uzrokuje poremećaje vida i gubitak svijesti, a 250 000 ppm (25 %) CO₂ može uzrokovati smrt (Lipsett i sur. 1994). Volumni udio CO₂ od 1 ppm odgovara masenoj koncentraciji od 1,94 mg/m³ pri 20°C i normalnom atmosferskom tlaku. U zatvorenim prostorima gdje ljudi borave, volumni udjeli CO₂ su viši nego u otvorenim prostorima. Dok su volumni udjeli na otvorenom 380 ppm, u zatvorenim prostorima mogu biti i do nekoliko tisuća ppm. Razlog tome je loša ventilacija, dobra izolacija te ovisno o broju ljudi koji boravi u prostoriji, koliko puta u jedinici vremena se zrak u prostoriji izmijeni sa svježim zrakom.

Postoji veliki broj građevinskih objekata u kojima volumni udjeli CO₂ prelaze i preko 2500 ppm, iako imaju moderne ventilacijske sustave. Školske učionice imaju posebno velike volumne udjele CO₂ zbog broja djece, a izmjerene vrijednosti nerijetko prelaze 1000 ppm, a povremeno i 3000 ppm. Teži je od zraka pa se zadržava u donjim dijelovima prostora što treba imati u vidu pri provjetranju prostorija. Posebno osjetljiva skupina su djeca, trudnice i starije osobe.

2.3.5. Plijesan i vlaga

Plijesni spadaju u najopasnije biološke onečišćivače zraka zatvorenih prostora, a razvijaju se gdje god je prisutna vlaga (relativna vlažnost viša od 50 %). Spore različitih vrsta plijesni sastavni su dio bioaerosola otvorenih i zatvorenih prostora, a razvijaju se u sustavima grijanja i hlađenja, u kupaonicama te u podrumima, i to posebice u jesen i proljeće. Istraživanja provedena u SAD-u procjenjuju prevalenciju vlage i plijesni u kućanstvima na oko 50 % (Mudarri i sur. 2007). Plijesni mogu prouzročiti različite bolesti dišnog sustava (alergije, rinitis, bronhitis, astma, hipersenzitivna pneumonija, aspergiloza), ovisno o vrstama plijesni, koncentraciji njihovih spora i vremenu izloženosti, posebice u zatvorenim prostorima. Najznačajnije alergogene vrste plijesni su pripadnici rodova *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium* i *Aspergillus*.

Istraživanje finskog stambenog fonda pokazalo je da je 38 % obiteljskih kuća i 25 % stanova oštećeno vlagom (Haverinen, 2002). Istraživanje koje je uključilo 420 zgrada u Švedskoj pokazalo je velike probleme s vlagom u 65 % zgrada (Wessén i sur. 2002). Prisutnost vlage ili plijesni u kućama (vlažne mrlje, vidljive plijesni, šteta od vode i poplave) prijavilo je 38 % sudionika u kanadskoj studiji (Dales i sur. 1991).

Klimatske promjene i njihove posljedice na vremenske uvjete, porast razine mora, povećana učestalost i trajanje poplava, povećavaju udio zgrada s problemima vlage, osobito u poplavnim područjima. Visoki troškovi upotrebe električne energije onemogućuju adekvatno grijanje zimi u mnogim domovima, što dovodi do povećane kondenzacije i vlage.

Izloženost vlazi u zatvorenim prostorima povezuje se s raznim respiratornim bolestima, astmom, otežanim disanjem, kašljem, respiratornim infekcijama i simptomima gornjih dišnih putova (Andriessen i sur. 1998; Brunekreef i sur. 1989; Kilpeläinen i sur. 2001; Nafstad i sur. 1998; Norbäck i sur. 1999; Zheng i sur. 2002; Zock i sur. 2002; Jaakkola i sur. 2005). Brojne studije dokazuju simptome donjeg dijela dišnog sustava, uzrokovane loše projektiranim ili održavanim sustavima grijanja, ventilacije ili klimatizacijskih uređaja (Sieber i sur. 1996; Mendell i sur. 2003, 2006) ili zbog klimatizacijskih uređaja koji dovode do vlage na hladnim površinama sustava (Bernstein i sur. 2006; Mendell i sur. 1990; Seppänen i sur. 2002). U Sjedinjenim Američkim Državama 21 % slučajeva astme može se pripisati vlazi i iz zatvorenih kućanskih prostora (Mudarri i sur. 2007).

Povećanje ventilacije jedan je od najjeftinijih načina za smanjenje koncentracija onečišćenja u zgradi. Ventilacija zatvorenih prostora treba biti izvedena tako da omogućuje potrebnu izmjenu zraka u prostorijama, bez obzira na vremenske i klimatske prilike. Također, u zatvorenim prostorima treba postojati mogućnost za reguliranje količine svježeg zraka pri čemu njegova brzina kretanja, na mjestima gdje borave ljudi, ne bi trebala prelaziti 0,3 m/s.

Osim prirodne ventilacije, koja nije uvijek moguća, klimatizacijski uređaji predstavljaju najbolju zaštitu od zdravstvenih poremećaja uzrokovanih izloženosti visokim temperaturama i vlažnosti u zraku. Posljednjih godina značajno je porastao broj klimatiziranih prostora. Najsuvremeniji sustavi za klimatizaciju, tzv. ekološki sustavi, pored reguliranja temperature zraka, reguliraju i vlažnost zraka te filtriraju onečišćivače: čestice prašine, polena, mikroorganizama i drugo. Uz pravilan odabir klimatizacijskih uređaja, njihovo instaliranje i korištenje, posebnu pažnju treba posvetiti njihovoj higijeni. Pravilno i redovito održavanje klimatiziranih prostora ključan je čimbenik za kvalitetu zraka i zdravlje ljudi u zatvorenom prostoru. Boravak u klimatiziranim prostorijama samo kroz nekoliko sati smanjuje mogućnost razvoja zdravstvenih poremećaja, ali pri tome treba paziti da razlika između vanjske temperature i one u prostorijama ne bude veća od 5 °C do 6 °C.

2.4. UTJECAJ ONEČIŠĆENJA ZRAKA NA ZDRAVLJE DJECE

Djeca predstavljaju najzdraviji, ali i najranjiviji dio populacije. Dječji organizam intenzivno raste i razvija se, a to je praćeno naglim intelektualnim i emocionalnim napretkom. Kako bi dijete u svakom od tih područja moglo ostvariti svoj maksimalni potencijal, potrebno je osigurati najbolje moguće životne uvjete i sigurno okruženje.

Čimbenici okoliša koji mogu negativno utjecati na zdravlje djece su kvaliteta zraka, zdravstvena ispravnost vode za piće, endokrini disruptori, radijacija, UV zračenje te buka. Djeca obično nisu izložena samo jednom rizičnom čimbeniku, već većem broju istovremeno.

Izloženost štetnim čimbenicima okoliša značajnija je u dječjoj nego u odrasloj dobi jer su djetetovi razvojni procesi znatno opsežniji nego u odraslih. Zbog razvoja su više osjetljivi na štetnosti kojima su izloženi. Djeca dišu, jedu i piju više no odrasli te na taj način unose više štetnih tvari u organizam. Djeca udišu veću količinu zraka u odnosu na svoju tjelesnu težinu i imaju manju otpornost na štetne čimbenike okoliša, što posljedično povećava njihovu osjetljivost na potencijalne zdravstvene rizike uzrokovane onečišćivačima u zatvorenim prostorima (Canha i sur. 2012; Selgrade i sur. 2007; Stranger i sur. 2008). Po kilogramu tjelesne težine, dnevni unos zraka je 2,3 puta veći u djece nego u odraslih, unos tekućine je 4,8 puta veći, a unos hrane je 6,1 puta veći (Armstrong i sur. 2002). Osim toga, treba uzeti u obzir i razlike u biološki učinkovitim dozama koje se spuštaju do ciljanih organa u djece i odraslih. Pred djetecom je više godina života, pa ako izloženost onečišćenju okoliša započinje u djetinjstvu, rizik od štetnih učinaka na zdravlje s dugim razdobljem latencije postaje vrlo visok (Wild i sur. 2003). Dišni organi te imunološki i neurološki sustav još su u fazi razvoja. S obzirom na veličinu, djeca udišu kemikalije koje su teže od zraka i bliže površini tla. Djeca imaju veći broj otkucaja srca od odraslih, što omogućuje tvarima da se brže apsorbiraju u krv i brže prodiru u tkiva. Svojom ponašanjem, također, povećavaju izloženost toksinima iz okoliša. Igranjem, disanjem i kontaktom putem kože povećan je rizik od izloženosti opasnim tvarima jer djeca nisu svjesna opasnosti koje postoje na prostorima poput igrališta, parkova, vrtića i škola, gdje provode određeni dio vremena.

Nakon kuće, škole su drugo najvažnije mjesto u kojem djeca borave. Dnevno djeca u školama provedu od 4 do 6 sati. Okoliš učionica i osjećaj topline imaju važnu ulogu u nastavi i učenju te zdravlju djece (Eicker, 2010; Puteh i sur. 2012). Poveznice između onečišćujućih tvari u zraku i bolesti povezanih s izostankom djece s nastave dovode do zaključka da je onečišćenje zraka usko povezano s dnevnim aktivnostima djece školske dobi (Park i sur. 2002). Veći broj djece oboljele od bronhijalne hiperaktivnosti s pozitivnom alergijskom senzibilizacijom na alergene identificirano je u školama u neposrednoj blizini prometnice s gustim prometom u odnosu na škole u blizini prometnice sa slabim prometom (Janssen i sur. 2003). Brojna istraživanja pokazala su povezanost između koncentracija formaldehida u zatvorenom prostoru i simptoma astme u djece (Franklin i sur. 2000; Garrett i sur. 1996; Hulin i sur. 2010; Krzyzanowski i sur. 1990; Rumchev i sur. 2002; Venn i sur. 2003).

Pojave vlage i plijesni u školama usko su povezane s pojavom dječje astme, respiratornih simptoma i infekcija (Brunekreef i sur. 1989; Dales i sur. 1991; Peat i sur. 1998; Koskinen i sur. 1999). Vlaga i plijesan u školskim zgradama mogu utjecati na zdravlje djece i nastavnika (Haverinen i sur. 1999; Sigsgaard i sur. 1999). Proučavanje 4 164 djece u ruralnom dijelu Tajvana pokazalo je da 12,2 % roditelja ili staratelja smatra njihove stanove vlažnim, vidljiva plijesan prisutna je unutar 30,1 % kuća i 43,4 % ispitanika izvijestilo je o oštećenjima vodom ili curenjem vode unutar kuća (Yang i sur. 1997). Istraživanje u Singapuru uključilo je 4 759 djece, prevalencija vlage u dječjim sobama iznosila je 5 % i plijesni 3 % (Tham i sur. 2007). Prema studiji provedenoj u tri grada Kine (Peking, Guangzhou i Hong Kong), oko 11 % roditelja od ukupno 10 902 školske djece prijavilo je prisutnost plijesni na stropovima i zidovima (Wong i sur. 2004).

Na kvalitetu okoliša zatvorenog prostora u školama može utjecati: nedovoljna ventilacija, osobito u zimskim mjesecima; rijetko i nedovoljno čišćenje unutarnjih površina i veliki broj učenika u učionicama s obzirom na veličinu i volumen učionica (Janssen i sur. 1999). Nedovoljna ventilacija u učionicama povezana je s akumulacijom određenih onečišćivača, neugodnim mirisom, zaraznim bolestima i oslabljenim ishodom učenja.

Epidemiološke studije provedene među školskom djecom u Republici Hrvatskoj pokazale su da se prevalencija simptoma astme i alergijskog rinitisa u populaciji školske djece razlikuje između kontinentalnog i primorskog dijela Hrvatske (u kontinentalnom dijelu 6 % za astmu i 12,1 % za alergijski rinitis, u primorskom dijelu 8,4 % za astmu i 17,5 % za alergijski rinitis).

Neželjeni učinci onečišćenja zraka na zdravlje ljudi promatraju se dugo vremena. Međutim, nedovoljna je aktivnost oko karakterizacije pojedinačne izloženosti onečišćenju zraka. Ljudi u modernim društvima provode većinu svog vremena u zatvorenim prostorima (domovi, radilišta), što znači da se ambijentalna koncentracija zraka ne može odražavati na osobnu izloženost. Osim toga, koncentracije nekih onečišćujućih tvari u zatvorenom prostoru u pravilu su veće od koncentracija na otvorenom (Jia i sur. 2008; Mitchell i sur. 2007; Payne-Sturges i sur. 2004). Osobna izloženost određuje se vremenom i aktivnošću u zatvorenim i vanjskim mikrosredinama (Harrison i sur. 2002). Nedavne studije pokazale su da društveno-ekonomski i demografski čimbenici također utječu na osobnu izloženost, kao i životni stil (Edwards i sur. 2006; Wang i sur. 2009).

Epidemiološke studije, koje su pronašle korelaciju između onečišćenja i broja umrlih od raka, kardiovaskularnih te respiratornih bolesti, pokazale su zdravstvene rizike i posljedice nastale uslijed onečišćenja zraka zatvorenih prostora (Pope i sur. 2002; WHO, 2014). Dokazan je povećan broj hospitaliziranih slučajeva zbog respiratornih i kardiovaskularnih bolesti uzrokovanih onečišćenjem zraka (Middleton i sur. 2008; WHO, 2014).

Pristup opterećenja bolesti razvio se 1990-ih u suradnji sa Svjetskom bankom i promovira globalno opterećenje bolestima i globalno opterećenje bolestima povezanih s okolišem pomoću Disability adjusted life year (DALY), metričke jedinice u čiji izračun ulaze izgubljene godine života zbog prijevremenog umiranja i godine onesposobljenosti zbog

bolesti. Dva su bitna čimbenika u procjeni bolesti povezana s opterećenjem okoliša, karakterizacija izloženosti i procjena utjecaja. Zdravstveni učinci okolišnih stresora su posljedica izloženosti u svim mikrookolišima tijekom dnevnih aktivnosti. Škole imaju značajnu ulogu u izloženosti školske djece štetnim utjecajima okoliša. Veliki broj stresora povezanih s onečišćenjem zatvorenih prostora opisani su u raznim projektima uključujući WHO Guidelines for Air Quality (2000), Clean Air for Europe – project (Watkiss i sur. 2005), Critical Appraisal of the Setting and Implementation Exposure Limits in the EU (Kotzias i sur. 2005), Environmental Burden of Disease in the European Region (Hänninen, 2010), Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality (WHO, 2006) i WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould (WHO, 2009).

2.5. PARMSKA DEKLARACIJA

Parmska deklaracija usvojena je 2010. godine na 5. Europskoj ministarskoj konferenciji o okolišu i zdravlju. Cilj je deklaracije pokretanje akcija od strane europskih država članica SZO u sprečavanju bolesti kroz poboljšanje pristupa zdravstveno ispravnoj vodi za piće i adekvatnoj sanitaciji, promicanju tjelesne aktivnosti, poboljšanju kvalitete zraka, smanjenju izloženosti štetnim čimbenicima okoliša i sprječavanju utjecaja klimatskih promjena na ljudsko zdravlje. Usvajanjem deklaracije utvrđeni su ciljevi za zaštitu zdravlja djece od štetnih čimbenika okoliša i zaštita zdravlja i okoliša od učinaka klimatskih promjena. Po prvi put, države članice europske regije SZO obvezale su se na određene aktivnosti iz područja okoliša i zdravlja s određenim vremenskim ciljevima. Joint Research Centre (JRC) u Ispri, Italija, koordinira praćenje kvalitete zraka zatvorenih prostora. Europski centar za okoliš i zdravlje SZO-a koordinira razvoj alata za učinkovito provođenje i nadzor Parmske deklaracije. Europski centar za okoliš i zdravlje SZO-a organizirao je niz savjetodavnih sastanaka za procjenu postojećih pokazatelja okoliša i zdravlja u European Environment and Health Information System (ENHIS). Centar je razvio nove pokazatelje koji su nužni za praćenje obveza Parmske deklaracije. Određeno je 18 novih pokazatelja kako bi se osiguralo učinkovito praćenje obveze za zaštitu zdravlja djece. Na tehničkom sastanku u Bonnu koji se održao od 4. do 5. travnja 2011. pod nazivom "Metodologije pokazatelja izloženosti onečišćujućim tvarima u zraku zatvorenih prostora" pod pokroviteljstvom SZO i JRC, dogovoren je dizajn i metode novog istraživanja u školama vezano za praćenje kvaliteta zraka u učionicama. Radna skupina stručnjaka i dalje će razvijati određene metode i postupke za istraživanje koje uključuje procjenu pristupa adekvatno održavanih sanitarnih čvorova, konzumiranje duhanskih proizvoda u školama i na školskom dvorištu te vrstu prijevoznog sredstva do škola. Centri za njegu djece, dječji vrtići, škole i javne rekreacijske ustanove su mjesta gdje djeca provode značajan dio svog vremena. Smanjenje izloženosti štetnim čimbenicima okoliša u tim sredinama važno je za zaštitu zdravlja djece. Rezolucija SZO EUR/RC60/R7 poziva zemlje članice da obrate pažnju na postizanje mjerljivih ciljeva postavljenih deklaracijom koji se vežu na okoliš i zdravlje. Parmska deklaracija obvezala se na:

- Regionalni prioritetni cilj (RPG) 1: "Mi ćemo nastojati pružiti svakom djetetu pristup pitkoj vodi i pristup adekvatnim sanitarnim čvorovima ... u centrima za njegu djece, vrtićima, školama ... do 2020., i revitalizaciju higijenske prakse".
- RPG 2: "Naš cilj je pružiti svakom djetetu do 2020. godine pristup zdravom i sigurnom okruženju u svakodnevnom životu da mogu hodati i voziti bicikl do vrtića i škola ...".
- RPG 3: "Naš cilj je pružiti svakom djetetu zdravi zatvoreni prostor u centrima za njegu djece, vrtićima, školama..., implementirajući vodiče SZO... i ... pobrinuti se da do 2015. djeca borave u okruženju bez duhanskog dima".
- RPG 4: "Naš cilj je zaštititi svako dijete od opasnih štetnih tvari i pripravaka, s naglaskom na trudnice, dojilje i mjesta gdje se djeca igraju, žive i uče. Mi ćemo identificirati ove rizike i eliminirati ih ako bude moguće do 2015."
- RPG 4: "Mi ćemo djelovati na utvrđene rizike izloženosti karcinogenima, mutagenima i reproduktivnim toksikantima, uključujući radon, ultraljubičasto

zračenje, azbest i endokrine poremećaje te potaknuti ostale zainteresirane strane da učine isto."

Učinkovito praćenje obveza Parnske deklaracije zahtijevat će provedbu novih pokazatelja. Postojeći izvori podataka moraju se iskoristiti u najvećoj mogućoj mjeri. Trenutno mnoge zemlje članice europske regije SZO ne prikupljaju podatke za određene pokazatelje koji se odnose na školsko okruženje i izloženost kemijskim štetnostima. Razvoj standardizirane metodologije i programa obuke olakšat će provođenje obveza deklaracije. Uz stvaranje baze podataka, od ključne važnosti je i provođenje programa koji će pružiti jedinstvenu priliku za razvoj ljudskih i institucionalnih kapaciteta za učinkovitije procjene utjecaja čimbenika okoliša na ljudsko zdravlje na području europske regije SZO. Parnska deklaracija donijela je odluku o jačanju institucionalnog okvira za proces okoliša i zdravlja. Dvije međunarodne skupine određene su za nadgledanja i upravljanje procesima, Europski ministarski odbor za okoliš i zdravlje i Europska radna skupina za okoliš i zdravlje.

2.5.1. Regionalni prioritetni ciljevi za zaštitu zdravlja

SZO koordinira razvoj standardizirane metodologije istraživanja na temelju iskustva iz nekoliko nacionalnih programa, međunarodnih istraživanja i praćenja projekata u području kvalitete zraka zatvorenih prostora, adekvatnih sanitarnih čvorova i konzumiranja duhanskih proizvoda među učenicima. Predloženo istraživanje u školama osmišljeno je kako bi se došlo do ključnih podataka iz sedam pokazatelja vezanih za tri RPG-a:

RPG 1. Voda i sanitacija.

- Pristup dobrim i pravilno održavanim sanitarnim čvorovima u školama.
- Higijenska praksa u školama.

RPG 2. Fizička aktivnost i ozljede.

- Udio djece koja idu u školu i vrsta prijevoznog sredstva.

RPG 3. Onečišćenje zraka.

- Vlaga i plijesan u školama.
- Nedovoljna ventilacija u školama.
- Izloženost odabranim onečišćivačima u zraku učionica.
- Konzumiranje duhanskih proizvoda u školama i na školskom dvorištu.

Provedena istraživanja u hrvatskim školama u svrhu ove disertacije opravdana su s obzirom na nedostatak podataka koji se obvezuju provedbom RPG 3 Parnske deklaracije. Predloženi pokazatelji grupirani su prema dostupnosti potrebnih podataka. SZO će prikupiti podatke iz dostupnih međunarodnih i nacionalnih izvora podataka za predložene pokazatelje izloženosti i zdravstvenih učinaka oslanjajući se na postojeće podatke. Podatci za nove predložene pokazatelje akcijskih politika morat će biti prijavljeni od država članica kroz politike

istraživanja. Francuski nacionalni projekt o školskoj sanitaciji i higijeni otkrio je da 7,2 % učenika nikada ne koriste školske zahode. Gotovo polovica učenika izvijestilo je o boli u želucu, jer nerado koriste školske zahode, koriste ih ako apsolutno moraju. Isto tako, većina učenika žalila se na prljave zahode i neugodan miris.

Akutni ili kronični zatvor i infekcije mokraćnog sustava u djece može biti povezan s njihovim odbijanjem korištenja školskog zahoda. Način prijevoza djece do škole utječe na ukupnu razinu njihove tjelesne aktivnosti. Iako treba poticati hodanje ili biciklizam, sigurnost na cestama predstavlja veliki problem u nekim zemljama. Pilot istraživanje u dvije škole u Osijeku provedeno je 2012. godine u suradnji s SZO tijekom mjeseca travnja. Prema Brdariću i sur. (2013), istraživanje se sastojalo od opće karakterizacije školskih zgrada, inspekcije zatvorenih prostora na plijesan i vlagu, inspekcije sanitarnih čvorova, anketiranja učenika i nastavnika, nadzora ventilacijskih uvjeta u šest učionica pomoću automatskog CO₂ senzora i vođenja dnevnika popunjenosti učionica te tjedne procjene prosječne razine NO₂, formaldehida i benzena u šest učionica i na dvije vanjske točke. Rezultati ovog istraživanja prikazali su visoke razine konzumiranja duhanskih proizvoda u obje škole, relativno slabu ventilaciju u nekim učionicama, a vidljivi su bili i značajni problemi s plijesni i vlagom u jednoj školskoj zgradi.

Učestalost virusnih infekcija hepatitisa A važno je javnozdravstveno pitanje povezano s lošim sanitacijskim i higijenskim uvjetima, osobito u male djece. Postoje velike razlike u incidenciji hepatitisa diljem regije s mnogo višim razinama u siromašnijim zemljama istočne Europe. Dostupnost standardiziranih metodologija, koordinacija, tehnička podrška SZO i programi osposobljavanja poduprijet će provedbu i praćenje obaveza Parnske deklaracije u svim državama članicama europske regije SZO. Osim generiranja podataka koji pokazuju napredak prema postizanju obaveza Parnske deklaracije, predloženi će programi monitoringa pružiti jedinstvenu priliku za razvoj ljudskih i institucionalnih kapaciteta za procjenu zdravstveno ekoloških čimbenika u državama članicama.

3. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno u dvije faze.

I. faza istraživanja

Prva faza istraživanja obuhvatila je inspekcijski pregled 200 osnovnih škola. Za inspekcijski pregled odabrane su osnovne škole u urbanim i ruralnim područjima u 18 županija Republike Hrvatske. Odabir škola izvršen je metodom slučajnog uzorka.

Među ravnateljima 200 odabranih škola provedena je anketa prema preporuci SZO kojom je dobiveno sljedeće:

- a. Opći podaci: vlasništvo škole, vrsta škole, broj školskih zgrada, ukupan broj učenika i nastavnika prema spolu, dobne skupine učenika.
- b. Informacije o svakoj zgradi u sklopu škole: ukupan broj katova, površina zgrade.
- c. Podaci o popravcima i renoviranju izvršenih na školskim objektima u proteklih pet godina, obnova, ličenje ili zamjena tepiha ili podova, postavljanje novog namještaja u učionicama tijekom proteklih 12 mjeseci.
- d. Podaci o provjetravanju školskih objekata: vrsta provjetravanja, vrsta i upravljanje mehaničkim provjetravanjem, vrsta sustava grijanja, kuhinja, vrsta sustava hlađenja.

U odabranim školama izvršen je vizualni inspekcijski pregled zgrada. Tijekom inspekcijskih pregleda ispunili su se posebni obrasci prema preporuci SZO:

- lokacija zgrade (urbano područje, industrijsko područje, gusto naseljeno gradsko područje, prigradsko područje, ruralno područje),
- mogući izvori onečišćenja vanjskog zraka u blizini škola (parkiralište u krugu od 100 m, garaža u blizini, gusti cestovni ili željeznički promet u krugu od 100 m, elektrana za vlastitu opskrbu energijom, bezinska postaja ili druga crpka u krugu 100 m, industrijska postrojenja u krugu 3 km, drugo),
- broj katova s prozorima, vrsta krova, vrsta temelja, vrsta građevinske konstrukcije, podni materijali, zidni materijali, stropni materijali.

II. faza istraživanja

Temeljem rezultata dobivenih inspekcijskim pregledom 200 škola, za drugu fazu istraživanja odabrano je 20 škola pri čemu se vodilo računa o podjednakoj zastupljenosti škola iz ruralnih i urbanih područja kao i zastupljenost škola prema zemljopisnoj regiji (kontinentalni i primorski dio Republike Hrvatske). Kriterij odabira temeljio se na onečišćenju zatvorenog i vanjskog prostora i udaljenosti od potencijalnih izvora emisija.

Druga faza uključila je praćenje kvalitete zraka u zatvorenom prostoru i na vanjskim točkama. Također u ovoj fazi istraživanja napravljen je inspekcijski pregled odabranih školskih objekata i prikupljeni su podaci o prisutnosti plijesni i vlage. Inspekcijski nadzor škola na plijesni i vlagu uključio je vizualni pregled prostora uz korištenje posebnih površinskih senzora za vlagu.

U svakoj školi odabrane su tri učionice za mjerenje razina CO₂, benzena, formaldehida i NO₂. Odabrane učionice predstavljaju cijelu školsku zgradu (raspored po katovima i blokovima). Mjerenjima je obuhvaćeno ukupno 60 reprezentativnih učionica i 20 vanjskih točaka. Uzorkovanje se provodilo tijekom jednog školskog tjedna (od ponedjeljka do petka) tijekom sezone grijanja. Podatci inspekcijskih pregleda plijesni prikupljeni su u odabranim školama.

3.1. Inspekcijski pregled učionica

Inspekcijski pregled izvršio se u odabranim učionicama. Popunili su se obrasci za svaku učionicu. Obrazac je sadržavao informacije o učionicama, informacije o vrsti provjetravanja učionice (prirodno/mehaničko), vrsti grijanja, zastupljenosti vlage i plijesni u učionici, informacije o vrsti građevinskog materijala podova, stropova i zidova, vrsta materijala ploče za pisanje, vrsta električne i elektroničke opreme u učionici (tv, projektori, računala i sl.), vrsta materijala namještaja, zauzetost učionice po danima, renoviranje učionice u proteklih 12 mjeseci, održavanje higijene u učionici i vrsta dezinfekcijskog sredstva za održavanje učionice.

3.2. Određivanje kemijskih onečišćivača

3.2.1. Uzorkovanje kemijskih onečišćivača

Za svaki od ispitivanih kemijskih spojeva (benzen, formaldehid i NO₂) postavili su se uzorkivači u sredinu učionica na udaljenosti 1 - 2 m od zidova i na visini 1,5 m od poda (Slika 1). Uzorkivači za benzen, formaldehid i NO₂ postavljeni su i na jednu vanjsku točku ispred školskih zgrada, zaštićeni od sunca, vjetra i kiše. Primjer postavljenih uzorkivača na vanjskoj točki prikazan je na slici 2.



Slika 1. Uzorkovanje kemijskih onečišćivača u učionici



Slika 2. Pravilno postavljene uzorkivače na vanjskoj točki

3.2.1.1. Uzorkovanje NO₂

NO₂ se uzorkovao pomoću uzorkivača Gradko TDS 15 Rapid Air Monitor (Slika 3.), prema ISO 6768 (1998) i ISO 16000 - 15 (2008). Uzorkivač se postavio uklonjenjem crne kape sa uzorkivača, kapa se čuvala, nakon 5 dana uzorkovanja uzorkivač se začepio i stavio u polietilensku vrećicu. Prije početka uzorkovanja odredile su se oznake uzoraka te je zabilježeno vrijeme početka i završetka uzorkovanja.



Slika 3. Gradko TDS 15 Rapid Air Monitor

3.2.1.2. Uzorkovanje benzena

Za uzorkovanje benzena u zraku koristio se uzorkivač Radiello Passive Sampler (Slika 4.), prema ISO 16000 – 1 (2004). Uzorkivač se sastoji od 3 dijela: difuzijsko tijelo, trokut i uložak. Uložak se izvlači iz staklenog uložka i stavlja u bijelo difuzijsko tijelo. Uložak mora u potpunosti stati u difuzijsko tijelo i ne smije se dirati prstima. Difuzna tijela su se postavila na trokute u okomitom položaju. Podatci s oznakom uzorka, početnim datumom i vremenom uzorkovanja zapisala su se na naljepnicu koju smo stavili na trokut. Nakon 5 dana izlaganja, uložak iz difuznih tijela stavljen je nazad u stakleni uložak. Na stakleni uložak je stavljena naljepnica sa trokuta, na naljepnicu su zapisani podatci sa završnim datumom i vremenom uzorkovanja (Slika 5.).



Slika 4. Dijelovi uzorkivača za benzen

3.2.1.3. Uzorkovanje formaldehida

Uzorci formaldehida u zraku uzimani su pomoću uzorkivača Radiello Passive Sampler, prema ISO 16000 - 1(2004) i ISO 16000 - 2 (2004). Postupak uzorkovanja bio je isti kao i kod uzorkovanja benzena. Difuzijsko tijelo plave je boje prema uputama proizvođača.



Slika 5. Označavanje uzorka

3.2.2. Laboratorijske analize uzoraka

NO₂: Nakon uzorkovanja provedena je ekstrakcija vodom. Nastali nitrit analiziran je spektrofotometrijski uz dodatak Griessovog reagensa (sulfanilamid + N-(1-naftil)etilendiamin dihidroklorid) pri čemu nastaje crveno-ružičasta boja (Hafkenschied i sur. 2009). Za izradu baždarnog pravca priređene su standardne otopine natrijevog nitrita prema očekivanim koncentracijama NO₂ između 10 i 200 µg/m³ za vrijeme izloženosti od pet dana.

Formaldehid: 2,4-dinitrofenilhidrazon (DNPH) nastao tijekom uzorkovanja ekstrahiran je acetonitrilom i analiziran tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC) obrnutih faza s ultraljubičastim detektorom prema ISO 16000 - 4 (2004). S obzirom na očekivane koncentracije formaldehida od 10 do 150 µg/m³ i vrijeme izloženosti od pet dana, pripremljene su standardne otopine DNPH. Korištena je kolona Waters Nova-Pak C18 60 A, 4 µm, 3.9 x 300 mm. Valna duljina detekcije iznosila je 360 nm (Supelco leaflet for analysis of VOCs with Radiello Passive Samplers, 2011).

Benzen: Uzorci benzena analizirani su prema ISO 16200 - 2 (2000). Benzen je ekstrahiran ugljikovim disulfidom koji je sadržavao 2-fluortoluen kao interni standard. Ova otopina injektirana je u plinski kromatograf s plameno ionizacijskim detektorom. Korištena je nepolarna kolona 100 % dimetilpolisiloksana od 0,2 mm, a temperatura detektora bila je 240 °C. Kvantifikacija je izvršena kalibracijom pomoću internog standarda (Supelco leaflet for analysis of VOCs with Radiello Passive Samplers, 2011).

3.3. Određivanje CO₂

Koncentracije CO₂ u odabranim učionicama određene su uz pomoć senzora KIMO KISTOCK KTH-CO₂ (Slika 6.). To je kompaktan uređaj koji mjeri temperaturu, vlažnost i CO₂ s ugrađenim sensorima, 2-linijskim digitalnim prikazom i kapacitetom memorije od 20000 točaka. Raspon mjerenja CO₂ iznosi od 0 do 5000 ppm-a. U istraživanju su korištene rezolucije od 1 min i 10 min.



Slika 6. Senzor za mjerenje CO₂ (Bsria, 2015)

3.4. Inspekcijski pregledi vlage

Udio učionica u kojima je prisutna vlaga utvrdio se na temelju vizualnih inspekcijskih pregleda. Inspekcijski su pregledani zatvoreni prostori školskih zgrada kao što su hodnici, zajedničke prostorije, učionice i sl. Procjena izloženosti učenika temeljila se na udjelu učionica koje su pod utjecajem vlage i plijesni, uzimajući u obzir vlagu i plijesan u ostalim zatvorenim prostorima.

Prisutnost vlage i plijesni u građevinskom materijalu unutar 21 škole odredio se vizualnim inspekcijskim nadzorima i uz pomoć profesionalnog ručnog mjerača vlažnosti TROTEC T650 za brzo mjerenje vlažnosti (Slika 7.). Mikrovalnom tehnologijom detektirana je raspodjela vlage do dubine od 300 mm. Podatci s terena za svaku pregledanu prostoriju uneseni su u posebni obrazac (Tablica 1.).



Slika 7. Ručni mjerač vlažnosti (Conrad, 2014)

Tablica 1. Obrazac za inspekcijski nadzor prostora na vlagu i plijesan

Names of inspectors			Floor area of the school building:							
School Building	Room ID ¹	Floor level ²	Room Type ³	Floor area ⁴	Visible mold extent ⁵	Signs of moisture damage/dampness extent ⁶	Moist or wet surface extent ⁷	Odor ⁸	Classroom exposed to dampness/mould	
1									0	
2									0	
3									0	
4									0	
5									0	
6									0	
7									0	
8									0	
9									0	
10									0	
11									0	
12									0	
13									0	
14									0	

Inspekcijski pregledi školskih prostorija uključili su sljedeće:

1. Prikupljanje dodatnih informacija o školskoj zgradi: broj učenika, godina izgradnje, vrsta konstrukcije, oštećenja vodom, vlaga i plijesan, pritužbe na kvalitetu zraka, sanacija i popravci.

2. Provedba inspekcijskog pregleda: vizualni pregledi školskih prostorija uz korištenje posebnih obrazaca (Tablica 1.) i ručnih mjerača vlažnosti (Slika 7.) za mjerenje sadržaja vlage u materijalima (drvo, opeka, beton i sl.). Tijekom pregleda, izvršena je procjena prisutnosti vlage i plijesni (na zidovima, podovima, stropovima, prozorima i dr.). Primjeri prisutnosti uključili su postojanost vode u prostorijama, kondenzaciju na površinama, promjene na materijalima, mjehure na obojanim zidovima, promjene boje materijala te vidljivi rast plijesni. Korištene su nedestruktivne metode.

Procjena udjela izloženih učenika odredila se prema:

1. Udjelu učionica i drugih prostorija zahvaćenih vlagom i plijesnima.
2. Broju učenika u školi.

Kvalifikacija zahvaćenih učionica i ostalih prostorija određena je prema:

- 1) Kontaminaciji vidljive plijesni u učionici s obzirom na to da je plijesan veća ili do 1 m².
- 2) Visokom stupnju vlage u učionici.
- 3) Mirisu plijesni.

Svaka pregledana prostorija bila je ocijenjena kao „zahvaćena“ i „nije zahvaćena“ s obzirom na odnos površine zahvaćene vlagom/plijesni i površine poda. Prostorija je bila ocijenjena i na temelju prisutnog mirisa na vlagu/plijesan. Koeficijenti za različite vrste prostorija i podatci o površini prostorija korišteni su za procjenu udjela vremena koje učenici provode u prostorijama zahvaćenim vlagom/plijesnima (WHO, 2015).

3.5. Statističke metode

Prikupljeni podatci organizirani su u obliku tablica u StatSoftovom programu Statistica koji je rabljen za statističku obradu podataka. Na istim su matricama podataka primijenjene neke od multivarijantnih analiza.

1. Utvrđivanje razlika među koncentracijama CO₂ mjerenih na 60 promatranih lokacija.
Za testiranje razlika između neovisnih podataka korišten je neparametrijski Kruskal Wallis test, pri razini značajnosti $p < 0,05$.
2. Utvrđivanje razlike među mjerenim varijablama (koncentracije benzena, NO₂ i formaldehida u 60 učionica i 20 vanjskih točki, površine zgrada, broj učenika, širina, dužina, visina i volumen učionica, površina prozora, temperatura u učionicama, relativna vlaga i koncentracije CO₂) i istraživanim lokacijama (škole/učionice). Na podatkovnu je matricu primijenjena klaster (rojna) analiza. Istraživana je i uloga različite metrike na podatke (Euklidska ili Manhattanska). Rezultat klaster analize, tj. obrasci okupljanja podataka prikazani su u obliku dendrograma.

3. Analiza glavnih komponenata

Na prikupljene podatke primjenjena je i metoda Analize glavnih komponenata (eng. Principal Component Analysis, PCA) kako bi se utvrdile međusobne korelacije varijabli i utvrdio njihov utjecaj. U cilju dobivanja što jasnijih rezultata na podatke je nakon provedene PCA primjenjena dodatno i jedna od metoda rotacije podataka (Varimax rotacija).

4. Istraživanje nevidljivih ciklusa

Kako bi se istražilo postojanje nevidljivih ciklusa u dugotrajnim mjerenjima koncentracija CO₂, za podatke je primjenjena jedna od metoda za analizu vremenskih serija, metoda Fourierove transformacije. Rezultati su prikazani u obliku tablica i periodograma. Metoda se mogla primijeniti jedino za CO₂ zbog mogućnosti automatskog praćenja.

Podatci prikupljeni anketnim ispitivanjem ravnatelja te inspekcijom nadzorom školskih zgrada i učionica statistički su obrađeni u računalnom programu R (<http://www.r-project.org/>). Deskriptivni podatci iskazani su apsolutnim frekvencijama i udjelom za nominalne varijable te aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom za numeričke varijable koje pokazuju normalnu razdiobu. Normalnost razdiobe ispitana je pomoću Kolmogorov-Smirnov testa. Razlike između kategoričkih varijabli ispitane su χ^2 testom i Fisherovim egzaktnim testom, dok su razlike među numeričkim varijablama ispitane pomoću Studentovog t-testa. Zbog postojanja pitanja otvorenog tipa zbrojevi relativnih frekvencija mogu iznositi više od 100 % jer su ispitanici mogli odgovoriti na pitanja s više od jednog odgovora. Za procjenu korelacije između dvije varijable s normalnom razdiobom korišten je Pearsonov test korelacije. Za postizanje normalnosti distribucije podataka korištena je prethodna logaritamska transformacija pomoću prirodnog logaritma. Razina statističke značajnosti je određena s $p < 0,05$.

U radu su rabljeni sljedeći programi: Statistički paket StatSoft, Inc. (2005). STATISTICA (data analysis software system), ver. 7.1. www.statsoft.com. i Računalni program R <http://www.r-project.org/>

3.5.1. Metode obrade podataka

3.5.1.1. Rojna analiza

Sličnosti i razlike među podacima mogu se, osim vizualnim pregledom utvrditi i kemometričkim metodama, npr. rojnom analizom (engl. cluster analysis). Rojna analiza pripada metodama «nenadgledanog prepoznavanja» (engl. *Unsupervised Pattern Recognition*). Ako su podatci prikazani u obliku $n \times p$ matrice $\mathbf{Y} = [y_{ij}]$, cilj je razvrstavanje redaka matrice \mathbf{Y} u k različitih rojeva. Roj predstavlja skup objekata sličnijih jedan drugom nego objektima izvan skupa. Rojna analiza započinje podatkovnom matricom $\mathbf{Y}_{n \times p}$, nakon čega se uz pomoć jedne od odabranih mjera udaljenosti izračunava matrica sličnosti, odnosno

matrica različitosti. Primjenjuju se različite mjere udaljenosti: Minkovskog, Manhattanska, Euklidska, Mahalanobisova. Metode pronalaženja rojeva, temeljene su na redukciji matrice sličnosti a izvode se povezivanjem objekata. Postoji niz načina kojima je moguće izračunati udaljenosti među objektima: primjenom metode najbliže susjedne veze (engl. nearest neighbour), nalaženjem najdalje susjedne veze (engl. furthest neighbour), nalaženjem prosječne susjedne veze (engl. average linkage) (Vandeginste i sur. 1998).

3.5.1.2. Analiza glavnih komponenta (PCA)

Analiza glavnih komponenta prva je i klasična metoda za reduciranje dimenzionalnosti matrice podataka na način da se konstruiraju nove, međusobno nezavisne varijable nakon čega zadržavamo samo one koje su “dovoljno informativne”. Da bi se reducirao broj varijabli, potrebno je pronaći kriterij za odbacivanje “malo informativnih” novih varijabli odnosno za zadržavanje onih varijabli koje nose najveći dio informacija sadržanih u polaznom sustavu varijabli. Rezultati provedene analize glavnih komponenta su: faktorska opterećenja (*factor loadings*) i faktorski skorovi (*eng. factor score*). Faktorska su opterećenja korelacije između praćenih varijabli i faktora, dok se faktorski skorovi odnose na promatrane objekte.

Općenito:

$$PC_i = l_{1i}X_1 + l_{2i}X_2 + \dots + l_{ni}X_n$$

gdje je PC_i , i -ta glavna komponenta, a l_{ji} su vrijednosti opterećenja varijable X_j

Postoji niz kriterija, a neki od njih su: Kaiserov, odabir komponenta sa svojstvenim vrijednostima većim od 1. Moguće je odabrati samo one glavne komponente koje nose odnosno zadržavaju svaka posebno unaprijed zadani dio informacija ili se uzimaju samo one glavne komponente koje nose odnosno zadržavaju (ukupno kao sustav) unaprijed zadani dio informacija.

Nema pravila koje bi diktiralo izbor jednog od navedenih kriterija. Jedino čime se treba rukovoditi jest cilj da broj zadržanih varijabli ne bude prevelik i da gubitak informacija iz polaznog sustava bude što manji. Kod multivarijantne analize podataka istraživači se rijetko zadržavaju samo na razini nalaženja glavnih komponenta. Razlog leži u činjenici da se “klaster” varijabli ne može uvijek lagano prepoznati primjenom samo modela glavnih komponenta. Faktori uglavnom nisu definirani tako da se jedna varijabla javlja samo na jednom faktoru. Jedna varijabla javlja se na više faktora, tako da imamo varijable koje definiraju veći broj faktora. Da bi se to izbjeglo nastoji se dobivene glavne komponente transformirati (rotacijom pod određenim uvjetima) da bi se dobila interpretabilnija rješenja. Cilj transformacija jest dobivanje jednostavne strukture, tj. faktori trebaju biti što nezavisniji, jedan bi faktor trebao biti određen jednim skupom varijabli, drugi drugim itd., i da pritom bude što manje varijabli koje bi bile zajedničke većem broju faktora. Jedan kriterij za transformaciju faktora koji osigurava dobivanje jednostavne strukture za faktorsku matricu je Kaiserov varimax kriterij. Ovaj kriterij osigurava simplifikaciju stupaca. To znači da za svaki faktor varimax (ortogonalna) rotacija teži dati veliko opterećenje (velike vrijednosti elemenata

u faktorskoj matrici, velike korelacije između faktora i varijabli) malom broju manifestnih varijabli. Ostatak opterećenja teži da bude što bliže nuli (Vandeginste i sur. 1998).

3.5.1.3. Fourierova analiza

Promatranjem nekog vremenskog signala ne može se ustvrditi sadržaj informacije, ona je sadržana u signalu, ali nije razlučiva. Razlaganje signala moguće je izvesti transformacijom vremenskog signala u frekvencijsko područje. Frekvencijske komponente svojom amplitudom, frekvencijom i fazom predstavljaju sadržaj informacija. Jedna od temeljnih transformacija koje vremenski signal transformiraju u frekvencijsko područje je Fourierova transformacija. Karakteristike vremenskih nizova koje su Fourierovim transformacijama preinačene u frekvencijsku domenu najčešće se prikazuju grafički, u obliku periodograma, tj. Fourierovog linijskog spektra. Takvi grafički prikazi nazivaju se spektri snage (engl. power spectrums) i predstavljaju kvadriranu amplitudu: $C_k^2 = A_k^2 + B_k^2$ kao funkciju frekvencija (ili perioda). Najveće vrijednosti ukazuju na najvažnije cikluse iz kojih je moguće procijeniti doprinos sezonskih, tjednih ili dnevnih promjena ukupnoj varijanci podataka (Wilkins i sur. 2006).

$$y_t = \bar{y} + \sum_{k=1}^{\infty} \left\{ A_k \cos \left[\frac{2\pi kt}{T} \right] + B_k \sin \left[\frac{2\pi kt}{T} \right] \right\}$$

4. REZULTATI

4.1. Rezultati I. faze istraživanja

Rezultati I faze istraživanja odnose se na inspekcijski pregled 200 osnovnih škola na području Republike Hrvatske, 94 (47,00 %) u urbanim i 106 (53,00 %) u ruralnim područjima u 18 županija Republike Hrvatske. Opći podatci o školama dobiveni su anketiranjem ravnatelja škola.

4.1.1. Rezultati anketa provedenih među ravnateljima škola

Među ravnateljima škola provedena je anketa prema preporuci SZO kojom su dobiveni opći podatci o školi, informacije o svakoj zgradi u sklopu škole, podatci o popravcima i renoviranju izvršenim na školskim objektima u proteklih pet godina te podatci o provjetranju školskih objekata. Rezultati provedene ankete prikazani su u tablicama 2 – 4. Rezultati su ukazali i na potencijalne čimbenike rizika onečišćenja. Za prikaz broja nastavnika i učenika umjesto ukupnog broja korišteni su medijan i odgovarajući interkvartilni raspon kako bi se iz toga vidjela distribucija učenika.

Tablica 2. Opći podatci o školama dobiveni anketiranjem ravnatelja škola

	N (%)
Starost zgrade	
Manje od 1 godine	2 (1,08 %)
Od 1 do 10 godina	9 (4,86 %)
Od 11 do 30 godina	32 (17,3 %)
Od 31 do 50 godina	87 (47,03 %)
Više od 50 godina	55 (29,73 %)
Lokacija škole	
Ruralna	106 (53,00 %)
Urbana	94 (47,00 %)
Vlasništvo škole	
Javna	199 (99,50 %)
Privatna	1 (0,50 %)

Vrsta škole

Matična	152 (76 %)
Područna	28 (14,00 %)
Posebna	20 (10,00 %)

Broj zgrada škole

1	134 (85,35 %)
2	10 (6,37 %)
3	7 (4,46 %)
4	2 (1,27 %)
5	1 (0,64 %)
6	1 (0,64 %)
7	2 (1,27 %)

Broj nastavnika u školi†

Nastavnici	7 (5; 9)
Nastavnice	25 (17; 37)
Ukupno	31 (22; 45)

Broj učenika u školi†

Učenici	165 (74,5; 270)
Učenice	154 (75; 264)
Ukupno	328,5 (544,5; 1138)

Dobne skupine učenika††

< 6 godina	4 (2,01 %)
6-8 godina	198 (99,50 %)
9-11 godina	188 (94,47 %)
12-14 godina	168 (84,42 %)
15-18 godina	32 (16,08 %)

† Prikazano kao medijan, prva i treća kvartila

†† Frekvencije u pitanjima otvorenog tipa ne iznose 100 %

U javnom vlasništvu je 99,5 % promatranih škola, dok je svega 1 osnovna škola u privatnom vlasništvu (Tablica 2.). Škole se uglavnom sastoje od jedne školske zgrade (85,35 %). Medijan učenika u školama iznosi 328,50 učenika. Medijan i odgovarajući interkvartilni raspon informativnije prikazuju brojeve učenika i nastavnika po pojedinačnim školama u odnosu na ukupnu vrijednost zbog toga što nas više zanima distribucija učenika u odnosu na ograničenost informacija koje daje ukupan broj istih. Deskriptivni podatci iskazani su apsolutnim frekvencijama i udjelom za nominalne varijable te aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom za numeričke varijable koje pokazuju normalnu razdiobu. Normalnost razdiobe ispitana je pomoću Kolmogorov-Smirnov testa. Razlike između kategoričkih varijabli ispitane su χ^2 testom i Fisherovim egzaktnim testom, dok su razlike među numeričkim varijablama ispitane pomoću Studentovog t-testa. Zbog postojanja pitanja otvorenog tipa zbrojevi relativnih frekvencija mogu iznositi više od 100 % jer ispitanici mogu odgovoriti na pitanja s više od jednog odgovora.

Tablica 3. Renoviranja u školskim zgradama

	Ruralna	Urbana	
	N (%)	N (%)	p
Veliki popravci i renovacije			
Ne	12 (17,14 %)	17 (26,56 %)	0,18*
U proteklih 5 godina	48 (68,57 %)	34 (53,13 %)	
Prošle godine	10 (14,29 %)	13 (20,31 %)	
Male renovacije			
Da	83 (95,40 %)	77 (97,47 %)	0,68**
Ne	4 (4,60 %)	2 (2,53 %)	

* χ^2 test, **Fisherov egzaktni test

Tablica 3. sadrži prikaz rezultata renoviranja u školskim zgradama prema urbanim i ruralnim školama. Na temelju rezultata nije pronađena statistički značajna razlika u učestalosti velikih popravaka ($p = 0,18$). U obje skupine najučestalije su renovacije unazad proteklih pet godina, zatim izostanak renovacija, a u najmanjem broju slučajeva velike renovacije rađene su unazad godinu dana. Statistički značajna razlika nije pronađena niti u malim renovacijama, gdje je vidljivo kako su male renovacije učinjene u obje skupine škola u više od 95 % slučajeva ($p = 0,68$).

Tablica 4. Provjetravanje i zagrijavanje školskih zgrada

	Ruralna (N(%))	Urbana (N(%))	p
Vrsta provjetravanja†			
Prirodno provjetravanje	101 (96,19 %)	92 (100,00 %)	0,38**
Mehaničko	5 (7,62 %)	2 (4,30 %)	
Sustav grijanja			
Gradsko grijanje	13 (12,30 %)	17 (18,30 %)	0,128*
Peći ili grijalice	10 (9,40 %)	3 (3,20 %)	
Školski sustav	83 (78,30 %)	73 (78,50 %)	
Vrsta školskog sustava za grijanje†			
Električno	3 (3,19 %)	3 (3,95 %)	0,15**
Prirodni plin	32 (34,04 %)	38 (50,00 %)	
Nafta	49 (52,13 %)	33 (43,42 %)	
Ugljen	0 (0 %)	0 (0 %)	
Drvo	11 (11,70 %)	4 (5,26 %)	
Sustav hlađenja			
Dio zgrade	50 (80,60 %)	52 (71,20 %)	0,32**
Cijela zgrada	4 (6,50 %)	4 (5,50 %)	
Nema	8 (12,90 %)	17 (23,30 %)	

* χ^2 test, **Fisherov egzaktni test

† Frekvencije u pitanjima otvorenog tipa ne iznose 100 %

Tablica 4. sadrži prikaz učestalosti provjetravanja i zagrijavanja školskih zgrada podijeljenih na urbane i ruralne. Na temelju rezultata nije pronađena statistički značajna razlika niti u jednoj promatranoj stavci. Sve urbane škole imaju prirodno provjetravanje, a 4,30 % škola ima mehaničko, dok 96,19 % ruralnih škola ima prirodno provjetravanje, a 7,62 % mehaničko ($p = 0,38$). Prema sustavu grijanja u obje škole najzastupljeniji je školski sustav, zatim gradsko grijanje, a najmanje ima peći ili grijalice ($p = 0,128$). Prema vrsti školskog sustava za grijanje u obje skupine najučestaliji sustav je pomoću nafte i prirodnog plina, zatim slijedi grijanje pomoću drveta, električno grijanje, dok grijanja pomoću ugljena nema ($p = 0,15$). Značajna razlika nije pronađena niti u učestalosti sustava hlađenja. Najučestaliji sustav hlađenja postoji u dijelu zgrade ($p = 0,32$).

4.1.2. Rezultati inspeksijskih pregleda školskih zgrada

Vizualnim inspeksijskim pregledom zgrada i ispunjavanjem obrazaca prema preporuci SZO dobiveni su podatci o lokaciji zgrade (urbano područje, industrijsko područje, gusto naseljeno gradsko područje, prigradsko područje, ruralno područje) i mogućim izvorima onečišćenja vanjskog zraka u blizini škola i samoj zgradi (broj katova s prozorima, vrsta krova, vrsta temelja, vrsta građevinske konstrukcije, podni materijali, zidni materijali, stropni materijali). Vizualni inspeksijski pregledi ukazali su nam i na potencijalne čimbenike rizika onečišćenja.

Tablica 5. sadrži prikaz rezultata usporedbi inspeksijskih pregleda školskih zgrada između urbanih i ruralnih škola. Značajne razlike pronađene su u učestalosti izvora onečišćenja vanjskog zraka u blizini škole ($p = 0,048$), gdje je vidljivo kako u blizini urbanih škola postoji više elektrana za vlastitu opskrbu energijom u odnosu na ruralne škole. Značajne razlike pronađene su u ukupnoj površini zgrade, gdje je vidljivo kako u prosjeku urbane škole imaju značajno veću površinu u odnosu na ruralne ($p < 0,001$). Statistički značajne razlike pronađene su i u vrsti krova, vrsti temelja i vrsti konstrukcije te u glavnom zidnom materijalu ($p < 0,001$). U vrsti krova vidljivo je kako veći broj ruralnih škola ima ravni krov u odnosu na urbane i da urbane škole znatno češće imaju kombinaciju ravnog i kosog krova. Prema vrsti temelja, značajno češći je nedostatak podruma ili suterena u ruralnim školama (57,14 %) u odnosu na urbane škole (30,84 %), a prema vrsti konstrukcije razlika je vidljiva u učestalosti lagane konstrukcije koja je prisutna u ruralnim školama u 5,68 % slučajeva, dok je u 23,28 % slučajeva prisutna u urbanima. Statistički značajne razlike pronađene u glavnim zidnim materijalima ($p = 0,006$) vidljive su u učestalosti drva, koje je dvostruko češće korišteno u urbanim školama u odnosu na ruralne.

Tablica 5. Usporedba rezultata inspeksijskih pregleda školskih zgrada između urbanih i ruralnih škola

	Ruralna	Urbana	p
	N (%)	N (%)	
Mogući izvori onečišćenja vanjskog zraka u blizini			
Parkiralište u krugu od 100 m	47 (42,73 %)	61 (33,15 %)	0,048*
Garaža u blizini	9 (8,18 %)	6 (3,26 %)	
Gusti cestovni ili željeznički promet u krugu 100 m	25 (22,73 %)	36 (19,57 %)	
Elektrana za vlastitu opskrbu energijom	9 (8,18 %)	28 (15,22 %)	
Benzinska crpka	4 (3,64 %)	10 (5,43 %)	
Industrijsko postrojenje unutar 3 km	16 (14,55 %)	43 (23,37 %)	
Ukupna površina zgrade (m²)	1845 ± 1107	3401 ± 1720	< 0,001†

Broj katova s prozorima

1	32 (41,03 %)	33 (37,08 %)	0,053**
2	37 (47,44 %)	32 (35,96 %)	
3	9 (11,54 %)	23 (25,84 %)	
4	0 (0 %)	1 (1,12 %)	

Vrsta krova

Kosi	66 (75 %)	58 (50,1 %)	< 0,001*
Ravni	18 (20 %)	4 (3,48 %)	
Oba	4 (5 %)	53 (46,1 %)	

Vrsta temelja

Nema	48 (57,14 %)	33 (30,84 %)	0,001*
Podrum	13 (15,48 %)	27 (25,23 %)	
Suteren	23 (27,38 %)	47 (43,93 %)	

Vrsta konstrukcije

Lagana	5 (5,68 %)	27 (23,28 %)	0,001*
Masivna struktura	78 (88,64 %)	79 (68,10 %)	
Mješovita	5 (5,68 %)	10 (8,62 %)	

Glavni podni materijal

Tepih	4 (2,37 %)	5 (2,38 %)	0,686**
Drvo	72 (42,6 %)	102 (48,57 %)	
Linoleum, plastika, vinil	27 (15,98 %)	32 (15,24 %)	
Keramičke pločice	66 (39,05 %)	71 (33,81 %)	

Glavni zidni materijali

Tapete	0 (0 %)	4 (3,08 %)	0,006**
Vinil ili druga vrsta sintetičkog materijala	0 (0 %)	0 (0 %)	
Drvo	14 (14,74 %)	37 (28,46 %)	
Beton, opeka ili žbuka	80 (84,21 %)	85 (65,38 %)	
Šperploča ili iverica	1 (1,05 %)	4 (3,08 %)	

Glavni stropni materijali

Drvo	15 (14,71 %)	31 (23,66 %)	0,12**
Beton ili žbuka	79 (77,45 %)	86 (65,65 %)	
Štukatura ili gips	8 (7,84 %)	11 (8,40 %)	
Šperploča ili iverica	0 (0 %)	0 (0 %)	
Akustična ploča	0 (0 %)	3 (2,29 %)	

* χ^2 test, **Fisherov egzaktni test, †Studentov t test

4.2. Rezultati II. faze istraživanja

4.2.1. Rezultati izloženosti učenika na vlagu i plijesan



Slika 8. Znakovi vlage/plijesni unutar školske zgrade na području Osječko-baranjske županije

Ciljani inspekcijski pregledi na vlagu i plijesan uz pomoć senzora izvršeni su u 12 županija gdje su pregledane školske zgrade u cijelosti, za razliku od rezultata iz 18 županija gdje su izvršeni inspekcijski pregledi na potencijalne izvore vanjskih onečišćenja, tj. udaljenost od prometnica, industrije i sl. Ciljani inspekcijski pregled na vlagu i plijesan obuhvatio je ukupno 41859 m² školskog prostora. Najviše izloženih učenika nalazi se u urbanoj školi Osječko-baranjske županije te u ruralnoj školi Osječko-baranjske županije i ruralnoj školi Sisačko-moslavačke županije. Ukupno 6 m² školskog prostora namijenjeno je za svakog učenika. U prostoru učionica, svaki učenik ima na raspolaganju 3 m². Na slici 8. prikazani su vidljivi znakovi vlage/plijesni unutar školske zgrade. Sukladno rezultatima, ukupno je 1239 učenika od njih 8454 izloženo vlazi/plijesni. Tijekom boravka u učionicama, izloženo ih je 13,30 % (Tablica 6.).

Tablica 6. Rezultati izloženosti učenika vlazi i plijesni u urbanim i ruralnim školama po županijama

Županija	Urbana/Ruralna	Ukupan broj učenika	Postotak izloženih osoba u vremenu provedenom u učionicama	Broj potpuno izloženih osoba	Površina pregledanog prostora (m ²)	Površina pregledanih učionica (m ²)	Ukupna površina prostora po učeniku (m ²)	Površina učionice po učeniku (m ²)
Zagrebačka	Urbana	377	20,70 %	78	2397	870	6	2
Zagrebačka	Ruralna	328	0,10 %	0	1727	880	5	2
Zadarska	Urbana	205	0,00 %	0	1112	428	10	3
Zadarska	Ruralna	130	1,60 %	2	711	387	8	3
Brodsko-posavska	Ruralna	205	1,40 %	3	1320	400	8	2
Brodsko-posavska	Urbana	705	0,00 %	0	1560	410	4	0
Požeško-slavonska	Urbana	531	7,20 %	38	1304	626	3	1
Osječko-baranjska	Ruralna	636	61,10 %	389	1353	777	6	1
Osječko-baranjska	Urbana	586	71,50 %	419	3850	1300	9	3
Istarska	Urbana	570	32,10 %	183	2338	1425	0	3
Istarska	Ruralna	273	7,50 %	21	1945	793	0	3
Karlovačka	Ruralna	186	0,00 %	0	2397	404	8	3
Varaždinska	Urbana	378	5,60 %	21	3068	1390	11	3
Krapinsko-zagorska	Urbana	767	0,60 %	5	5886	1910	8	3
Sisačko-moslavačka	Urbana	504	0,00 %	0	2997	1232	6	2
Sisačko-moslavačka	Ruralna	103	60,10 %	62	901	433	9	4
Međimurska	Ruralna	584	0,00 %	0	2275	845	3	2
Međimurska	Urbana	154	0,00 %	0	427	317	1	0
Međimurska	Ruralna	217	8,80 %	19	1391	582	6	3
Splitsko-dalmatinska	Ruralna	488	0,00 %	0	862	512	4	1
Splitsko-dalmatinska	Urbana	527	0,00 %	0	2038	1084	7	10
Ukupno:		8454	Prosječna vrijednost 13,30 %	1239	41859	17005	Prosječna vrijednost 6	Prosječna vrijednost 3

4.2.2. Rezultati inspekcijskih pregleda učionica

Iako je inspekcijski pregled napravljen u svih 60 odabranih učionica 20 škola, u daljnju obradu, zbog nepotpunosti podataka, za analizu su uzeti podatci iz 56 učionica. Inspekcijski pregled učionica ukazao nam je na potencijalne izvore onečišćenja zraka i čimbenike rizika u učionicama.

Tablica 7. sadrži prikaz rezultata koji se odnose na vrstu provjetravanja i zagrijavanja učionica. Na temelju rezultata vidljivo je kako je učestalost mogućnosti kontroliranja grijanja u učionicama u ruralnim školama veća u odnosu na urbane ($p = 0,002$). Vidljivo da samo tri učionice imaju mehanički sustav ventilacije, a samo jedna učionica nije imala sustav grijanja. Vidljivi problemi s vlagom i plijesni otkriveni su u 12,90 % učionica urbanog područja i u 8 % učionica ruralnog područja.

Tablica 7. Provjetravanje i zagrijavanje učionica

	Ruralno	Urbana	p
<i>Imaju li učionice mehanički sustav ventilacije?</i>			
ne	22 (88,00 %)	31 (100,00 %)	0,16**
da	3 (12,00 %)	0 (0,00 %)	
<i>Postoji li sustav grijanja?</i>			
ne	0 (0,00 %)	1 (3,23 %)	1**
da	25 (100,00 %)	30 (96,77 %)	
<i>Ako je prisutan sustav za grijanje, može li se njime kontrolirati iz učionice?</i>			
ne	9 (36,00 %)	24 (77,42 %)	0,002*
da	16 (64,00 %)	7 (22,58 %)	
<i>Imaju li učionice problema s vlagom i plijesni?</i>			
ne	23 (92,00 %)	27 (87,10 %)	0,68**
da	2 (8,00 %)	4 (12,90 %)	

* χ^2 , **Fisherov egzaktini test.

Tablica 8. Potencijalni izvori emisija štetnih tvari u učionicama†

	Ruralna	Urbana	p*
<i>Glavni materijal kojim su prekriveni zidovi i stropovi?</i>			
Boja	25 (100 %)	31 (100 %)	0,22
Tapete	0 (0 %)	0 (0 %)	
Plastika	0 (0 %)	0 (0 %)	
Kamen/keramika/beton	6 (24 %)	6 (19,35 %)	
Drvo	4 (16 %)	0 (0 %)	
Gips/žbuka	7 (28 %)	9 (29,03 %)	
<i>Glavni materijal kojim su prekriveni podovi?</i>			
Beton	1 (7,69 %)	0 (0 %)	0,006
Tepih	0 (0 %)	0 (0 %)	
Sintetički materijal (linoleum, vinil, itd.)	4 (30,77 %)	0 (0 %)	
Laminat	8 (61,54 %)	18 (90 %)	
Kamen/keramičke pločice	0 (0 %)	2 (10 %)	
<i>Zidovi i zidni materijali?</i>			
Tapete	0 (0 %)	0 (0 %)	0,02
Vinil ili drugi sintetički materijal	0 (0 %)	0 (0 %)	
Drvo	5 (20 %)	0 (0 %)	
Beton, cigla, žbuka	25 (100 %)	31 (100 %)	
Štukatura ili gips	3 (12 %)	4 (12,90 %)	
Šperploča ili iverica	3 (12 %)	0 (0 %)	
<i>Stropni materijali?</i>			
Drvo	4 (16 %)	0 (0 %)	0,03
Beton ili žbuka	24 (96 %)	26 (83,87 %)	
Štukatura ili gips	3 (12 %)	5 (16,13 %)	
Šperploča ili iverica	0 (0 %)	0 (0 %)	
Akustična ploča	0 (0 %)	4 (12,9 %)	

Vrsta ploče za pisanje?

Ploča s kredom	20 (83,33 %)	23 (76,67 %)	0,25
Bijela ploča s markerima	5 (20,83 %)	7 (23,33 %)	
Elektronska interaktivna ploča	3 (12,5 %)	0 (0 %)	

Elektronska oprema u učionici?

Nema	7 (28 %)	11 (36,67 %)	0,549
Računalo	7 (28 %)	11 (36,67 %)	
Printer/fotokopirka	0 (0 %)	0 (0 %)	
video projektor ili TV	18 (72 %)	16 (53,33%)	

Ostala električna oprema u učionici?

Nema	22 (88 %)	23 (74,19 %)	0,657
Klima uređaj	3 (12 %)	6 (19,35 %)	
Čistač zraka	0 (0 %)	2 (6,45 %)	
Električna grijalica	0 (0 %)	0 (0 %)	
Ovlaživač	1 (4 %)	1 (3,23 %)	
Odvlaživač	0 (0 %)	0 (0 %)	

Glavni materijal namještaja?

Drvo	13 (52 %)	8 (25,81 %)	< 0,001
Furnir	20 (80 %)	27 (87,10 %)	
Šperploča	11 (44 %)	8 (25,81 %)	
Tekstil	4 (16 %)	0 (0 %)	
Metal	15 (60 %)	9 (29,03%)	
Plastični laminat	0 (0 %)	0 (0 %)	

Higijena prostora?

Vrlo prljava	0 (0 %)	0 (0 %)	0,07
Umjereno prljava	3 (12 %)	0 (0 %)	
Umjereno čista	13 (52 %)	22 (70,97 %)	
Vrlo čista	9 (36 %)	9 (29,03 %)	

*Fisherov egzaktni test, † Frekvencije u pitanjima otvorenog tipa ne iznose 100 %

Tablica 8. sadrži prikaz rezultata potencijalnih izvora emisija štetnih tvari u učionicama. Vidljivo je kako postoji statistički značajna razlika između ruralnih i urbanih škola prema materijalu kojim su prekriveni podovi ($p = 0,006$), u zidovima i zidnim materijalima ($p = 0,02$), u stropnom materijalu ($p = 0,03$) i u glavnim materijalima namještaja ($p < 0,001$). Prema glavnom materijalu kojim su prekriveni podovi postoji razlika u učestalosti sintetičkih materijala (linoleum, vinil i sl.) koji je značajno učestaliji u ruralnih škola (30,77 %) u odnosu na urbane, gdje niti jedna škola nema takav pokrivački materijal. Razlika u zidovima i zidnom materijalu pronađena je u učestalosti drveta i šperploče, odnosno iverice, koji su učestaliji u ruralnim školama, dok niti jedna urbana nema zidni materijal takve vrste. U stropnom materijalu su razlike vidljive u učestalosti drveta, koji je učestaliji u ruralnim školama, dok ga nijedna urbana škola kao takvog nema te u prisutnosti akustičnih ploča, koje su isključivo prisutne u urbanim školama. U učionicama ruralnih škola prednjači namještaj izrađen od drveta, šperploče, tekstila i metala, za razliku od učionica u urbanim školama.

Prema podacima iz Tablice 9. statistički značajne razlike pronađene su u učestalosti zauzetosti učionica istim skupinama učenika, gdje je vidljivo kako u urbanim školama učenici mnogo češće mijenjaju učionicu (84,62 %) u odnosu na ruralnu. Razlike su pronađene i u maksimalnom broju učenika u učionicama te u zauzetosti učionica tijekom dana. Medijan broja učenika u učionici u ruralnim školama iznosio je 20 učenika, dok je medijan maksimalnog broja učenika u učionicama u urbanim školama iznosio 24,5 učenika ($p = 0,03$). Promatrajući zauzetost učionica u satima, vidljivo je kako su učionice u urbanim školama u prosjeku za 1,57 sat više zauzete u odnosu na ruralne ($p < 0,001$). Statistički značajne razlike postoje i u provjetravanju učionica otvaranjem prozora ($p < 0,001$). Vidljivo je kako ruralne učionice bivaju manje provjetrene ujutro prije nastave (24 %) u odnosu na urbane (50 %), dok su češće prozori otvoreni nakon školskog dana u ruralnim školama (64 %), u odnosu na urbane (20 %). Značajne razlike pronađene su i u korištenju sredstava za potrebe čišćenja učionica ($p < 0,001$), gdje je vidljivo da ruralne škole češće koriste izbjeljivače (64 %) i vosak (24 %) u odnosu na urbane (13,33 % i 6,67 %), dok je reagens za poliranje učestalije korišten u urbanim školama (43,44 %) u odnosu na ruralne (24 %).

Tablica 9. Informacije o učionicama dobivene od nastavnika

	Rural	Urban	p
<i>Koliko se dana tijekom tjedna održava nastava u učionici?</i>			
	5 (5, 5)	5 (5, 5)	1*
<i>Kako je zauzeta učionica?</i>			
Ista skupina učenika			
Ne	4 (36,36 %)	11 (84,62 %)	0,032**
Da	7 (63,64 %)	2 (15,38 %)	
Uobičajeni broj učenika u učionici			
	12 (7, 18)	20 (0, 23)	0,679*
Različita skupina učenika			
Ne	3 (15,79 %)	2 (6,67 %)	0,36**
Da	16 (84,21 %)	28 (93,33 %)	
Minimalan broj učenika u učionici			
	12 (10, 18)	17 (8,5, 20)	0,163*
Maksimalan broj učenika u učionici			
	20 (18, 23)	24,5 (22, 26)	0,03*
<i>Koliko je sati učionica zauzeta tijekom dana?</i>			
	6,34 ± 3,55	7,91 ± 2,33	< 0,001†
<i>Renoviranja i novi namještaj u učionici u proteklih 12 mjeseci?</i>			
Boja na bazi otapala	1 (33,33 %)	1 (5,26 %)	0,15**
Boja na bazi vode	2 (66,67 %)	12 (63,16 %)	
Nova podna površina	0 (0 %)	4 (21,05 %)	
Novi strop	0 (0 %)	0 (0 %)	
Novi prozori	0 (0 %)	3 (15,79 %)	
Novi ventilacijski sustav	0 (0 %)	0 (0 %)	
Novi namještaj	1 (33,33 %)	0 (0 %)	

Kada su prozori otvoreni?

Nikad	0 (0 %)	0 (0 %)	< 0,001**
Ujutro prije nastave	6 (24 %)	15 (50 %)	
Tijekom odmora između školskih satova	25 (100 %)	27 (90 %)	
Tijekom školskog sata	17 (68 %)	19 (63,33 %)	
Nakon školskog dana, ali ne cijelu noć	16 (64 %)	6 (20 %)	
Tijekom cijele noći	0 (0 %)	0 (0 %)	

Učestalost čišćenja učionice

Manje od jednom tjedno	0 (0 %)	0 (0 %)	1**
Najmanje jednom tjedno, ali ne svaki dan	0 (0 %)	0 (0 %)	
Svaki dan	25 (100 %)	30 (100 %)	

Uobičajeno vrijeme čišćenja?

Rano ujutro prije nastave	4 (16 %)	12 (40 %)	0,24**
Tijekom odmora između školskih satova	4 (16 %)	3 (10 %)	
Poslijepodne ili nakon školskog dana	25 (100 %)	28 (93,33 %)	

Koriste li se kemijska sredstva za potrebe čišćenja učionica?

Deterdžent	25 (100 %)	30 (100 %)	< 0,001**
Vosak za podove	6 (24 %)	2 (6,67 %)	
Reagens za poliranje	6 (24 %)	13 (43,33 %)	
Izbjeljivač	16 (64 %)	4 (13,33 %)	

Žalbe na kvalitetu zraka u učionici u proteklih 12 mjeseci?

Ne	22 (100,00 %)	25 (96,15 %)	1**
Da	0 (0,00 %)	1 (3,85 %)	

*Mann Whitney U test, **Fisherov egzaktni test, †Studentov t-test, ‡ Frekvencije u pitanjima otvorenog tipa ne iznose 100 %

4.2.3. Rezultati mjerenja specifičnih kemijskih onečišćivača i CO₂

Koncentracije benzena, formaldehida i NO₂ određene su u 20 osnovnih škola, tj. u 60 učionica i na 20 mjesta ispred školskih zgrada. Uzorkovanje je provedeno tijekom jednog školskog tjedna 2014. godine, u hladnom periodu godine, tj. za vrijeme rada sustava grijanja u učionicama. Istovremeno su mjerene u svim odabranim učionicama i 1-minutne i 10-minutne koncentracije CO₂, pri čemu je prikupljeno 104 725 podataka.

Tablica 10. prikazuje potencijalne izvore onečišćenja unutar škola i u školskom okruženju. Parkirališta u krugu 100m i gusti cestovni ili željeznički promet pokazali su se kao najčešći izvor onečišćenja vanjskog zraka u blizini škola. Tablica 11. prikazuje tjedne koncentracije benzena, NO₂ i formaldehida u zraku zatvorenih prostora i na vanjskim točkama ispred škola. Koncentracije odabranih onečišćivača prema klasterima ruralno/urbano i kontinentalno/primorsko prikazane su u tablici 12.

Maksimalne koncentracije NO₂ i benzena izmjerene su u učionicama ruralnih škola kontinentalnih područja, a najviše koncentracije formaldehida izmjerene su u učionicama urbanih škola kontinentalnih područja. Premda su medijani vrijednosti za sva onečišćenja bili viši u urbanom području u odnosu na ruralno, ta razlika nije se pokazala statistički značajnom. U učionicama škola koje se nalaze u kontinentalnom području izmjerene su veće koncentracije svih onečišćivača u odnosu na učionice škola koje se nalaze u primorskom području, ali je statistički značajna razlika pronađena samo za benzen.

Rezultati mjerenja vanjskog zraka ispred škola ukazali su na najviše vrijednosti benzena i NO₂ ispred škola u ruralnim kontinentalnim područjima, a najviša vrijednost za formaldehid izmjerena je ispred škole u primorskom urbanom području. Nije pronađena statistički značajna razlika između koncentracija onečišćenja u vanjskom zraku s obzirom na podjelu urbano-ruralno te kontinentalno-primorsko.

Prosječne vrijednosti odabranih kemijskih onečišćivača (benzen, formaldehid, NO₂) u učionicama i na vanjskim točkama ispred školskih zgrada kao i prikaz koncentracije CO₂, temperature i relativne vlažnosti u učionicama prema županijama u kojima se nalaze odabrane škole, prikazane su u tablici 13. Također su prikazane karakteristike učionica (volumen učionice, površina prozora), površina školske zgrade i broj učenika. Tablica 14. prikazuje deskriptivnu statističku analizu za prosječne vrijednosti mjerenih parametara u učionicama i ispred školskih zgrada.

Tablica 10. Potencijalni izvori onečišćenja unutar škola i u školskom okruženju

Županija	Ruralna/ Urbana	Kontinentalna/ Primorska	Broj učenika	Starost školske zgrade (godine)	Renoviranje škole u proteklih 1-5 godina	Parkiralište u krugu od 100 m	Gusti cestovni ili željeznički promet (većinom dana) u krugu od 100 m	Industrijska postrojenja u krugu 3 km	Glavni podni materijali	Glavni zidni materijali	Glavni stropni materijali
Međimurska	Ruralna	Kontinentalna	217	> 50	Da	Da	-	-	Drvo	Beton	Beton
Međimurska	Urbana	Kontinentalna	738	> 50	Da	-	Da	-	Drvo, sintetika	Beton	Beton
Istarska	Ruralna	Primorska	273	31 - 50	Da	-	Da	-	Drvo, sintetika	Beton	Beton
Istarska	Urbana	Primorska	570	> 50	Ne	Da	Da	-	Drvo, sintetika, keramika	Beton	Beton
Krapinsko- zagorska	Urbana	Kontinentalna	767	31 - 50	Da	Da	Da	Da	Drvo, sintetika, keramika	Beton	Beton
Splitsko- dalmatinska	Ruralna	Primorska	521	11 - 30	Ne	-	Da	-	Drvo, keramika	Beton	Beton
Splitsko- dalmatinska	Urbana	Primorska	524	31 - 50	Da	-	Da	-	Drvo, keramika	Beton	Beton
Karlovačka	Ruralna	Kontinentalna	186	> 50	Da	Da	Da	-	Drvo, keramika	Drvo, keramika	Beton
Varaždinska	Urbana	Kontinentalna	378	31 - 50	Ne	Da	Da	-	Drvo, keramika	Beton	Beton
Sisačko- moslavačka	Ruralna	Kontinentalna	103	31 - 50	Ne	Da	-	-	Sintetika, keramika	Beton	Beton
Sisačko- moslavačka	Urbana	Kontinentalna	504	31 - 50	Da	Da	Da	Da	Drvo, keramika	Beton	Akustična ploča
Osječko- baranjska	Ruralna	Kontinentalna	636	31 - 50	Ne	Da	-	Da	Drvo, keramika	Beton	Beton
Osječko- baranjska	Urbana	Kontinentalna	586	31 - 50	Da	Da	Da	Da	Drvo, keramika	Beton	Beton
Zadarska	Urbana	Primorska	205	31 - 50	Da	Da	Da	-	Drvo, keramika	Beton	Beton, štukatura
Zadarska	Ruralna	Primorska	130	31 - 50	Da	-	Da	-	Drvo, keramika	Beton	Beton
Zagrebačka	Ruralna	Kontinentalna	328	31 - 50	Ne	Da	Da	Da	Drvo, keramika	Beton	Beton
Zagrebačka	Urbana	Kontinentalna	377	> 50	Da	Da	Ne	Ne	Drvo, keramika	Beton	Beton
Požeško- slavonska	Urbana	Kontinentalna	531	31 - 50	Da	Da	-	-	Drvo, keramika	Beton	Beton
Brodsko- posavska	Urbana	Kontinentalna	705	31 - 50	Da	Da	Da	Da	Drvo	Beton	Beton
Brodsko- posavska	Ruralna	Kontinentalna	205	11 - 30	Da	Da	-	Da	Drvo	Drvo	Beton

Tablica 11. Tjedne koncentracije benzena, NO₂ i formaldehida u zraku zatvorenih prostora i na vanjskim točkama ispred škola

Škole			Onečišćivači u zraku učionica						Onečišćivači u vanjskom zraku			
Županija	Ruralna/ Urbana	Kontinentalna/ Primorska	Oznaka učionice	NO ₂ (µg/m ³)	Benzen (µg/m ³)	Benzen, dupli uzorak (µg/m ³)	Formaldehid (µg/m ³)	Formaldehid, dupli uzorak (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	Benzen (µg/m ³)	Formaldehid (µg/m ³)	Formaldehid, dupli uzorak (µg/m ³)
Međimurska	Ruralna	Kontinentalna	1	-	0,95	-	5,68	-	1,79	0,87	1,38	-
			2	0,90	0,87	-	6,11	-				
			3	-	0,88	-	8,55	-				
	Urbana	Kontinentalna	1	2,03	0,88	0,88	7,34	7,75	3,45	1,04	1,54	-
			2	7,56	0,77	-	4,55	-				
			3	-	0,73	-	7,01	-				
Istarska	Ruralna	Primorska	1	0,90	0,56	-	10,41	-	3,11	1,54	2,18	-
			2	0,84	0,48	-	6,00	-				
			3	-	0,54	-	13,30	-				
	Urbana	Primorska	1	1,60	1,27	1,32	15,55	14,33	-	0,50	1,53	-
			2	1,88	1,24	-	9,57	-				
			3	-	0,92	-	16,60	-				
Krapinsko- zagorska	Urbana	Kontinentalna	1	2,51	0,45	0,45	9,79	10,39	3,91	0,44	1,57	-
			2	-	0,44	-	9,01	-				
			3	-	0,45	-	6,06	-				
Splitsko- dalmatinska	Ruralna	Primorska	1	1,33	0,40	0,32	2,51	-	1,00	0,28	-	-
			2	-	0,50	-	4,76	-				
			3	-	0,49	-	3,74	-				
	Urbana	Primorska	1	1,76	0,86	0,86	8,61	8,78	2,36	1,22	4,81	-
			2	-	0,85	-	7,56	-				
			3	-	0,80	-	6,17	-				
Karlovačka	Ruralna	Kontinentalna	1	-	0,38	-	10,09	-	1,04	0,42	2,21	-
			2	0,78	0,31	-	5,73	-				
			3	0,77	0,29	-	5,29	-				

Varaždinska	Urbana	Kontinentalna	1	1,49	1,04	-	15,62	-	-	0,53	1,10	-
			2	0,91	1,11	-	10,37	-				
			3	1,27	2,63	-	6,79	-				
Sisačko-moslavačka	Ruralna	Kontinentalna	1	0,75	0,32	-	9,43	-	0,56	0,29	1,83	-
			2	-	0,30	-	6,76	-				
			3	-	0,34	-	9,66	-				
	Urbana	Kontinentalna	1	0,76	0,96	-	9,53	-	0,96	1,18	2,24	-
			2	-	0,84	-	8,41	-				
			3	-	0,95	-	7,94	-				
Osječko-baranjska	Ruralna	Kontinentalna	1	9,57	2,19	2,08	11,77	-	12,06	2,14	3,92	-
			2	-	1,87	-	14,10	14,39				
			3	7,67	1,98	-	10,65	-				
	Urbana	Kontinentalna	1	7,45	1,51	1,40	19,29	-	14,85	1,87	3,14	2,96
			2	6,43	1,40	-	19,58	20,42				
			3	-	1,51	-	18,25	-				
Zadarska	Urbana	Primorska	1	-	0,97	-	6,60	-	1,15	0,86	1,44	-
			2	0,95	0,97	-	8,81	-				
			3	0,88	0,68	-	5,68	-				
	Ruralna	Primorska	1	0,73	0,72	-	1,87	-	-	0,75	1,16	-
			2	-	0,63	-	1,94	-				
			3	0,79	0,66	-	2,66	-				
Zagrebačka	Ruralna	Kontinentalna	1	12,49	2,14	-	3,96	-	22,17	2,55	2,77	-
			2	12,27	2,07	-	4,63	-				
			3	-	2,25	-	4,76	-				
	Urbana	Kontinentalna	1	-	0,47	-	10,17	-	1,25	0,49	2,16	-
			2	-	0,57	-	11,00	-				
			3	1,03	0,53	0,54	9,81	8,90				
Požeško-slavonska	Urbana	Kontinentalna	1	1,66	1,57	-	4,67	-	1,35	1,52	2,75	-
			2	1,36	1,42	-	4,67	-				
			3	-	1,56	-	7,38	-				

Brodsko-posavska	Urbana	Kontinentalna	1	1,74	1,80	-	9,21	-	2,66	1,94	2,18	-
			2	-	1,99	-	10,19	-				
			3	-	2,44	-	9,67	-				
	Ruralna	Kontinentalna	1	-	21,60	-	14,97	-	1,89	9,40	2,49	-
			2	1,40	20,60	-	12,39	-				
			3	-	23,30	-	18,26	-				

Tablica 12. Koncentracije odabranih onečišćivača grupirane prema klasterima ruralno/urbano i kontinentalno/primorsko

		Ruralno			Urbano			Kontinentalno			Primorsko				
		mdn (25 % - 75 %)	min	max	mdn (25 % - 75 %)	min	max	p*	mdn (25 % - 75 %)	min	max	mdn (25 % - 75 %)	min	max	p*
Unutarnji	NO ₂	0,93 (0,84 - 7,67)	0,75	12,49	1,7 (1,31 - 2,27)	0,76	7,56	0,198	1,58 (0,91 - 7,45)	0,75	12,49	0,93 (0,84 - 1,6)	0,73	1,88	0,084
	Benzen	0,7 (0,48 - 1,98)	0,29	23,3	0,95 (0,77 - 1,51)	0,44	2,63	0,255	1 (0,53 - 1,98)	0,29	23,3	0,7 (0,54 - 0,92)	0,4	1,27	0,049
	Formaldehid	6,36 (4,76 - 10,41)	1,87	18,26	9,37 (7,34 - 10,37)	4,55	19,58	0,035	9,32 (6,11 - 10,65)	3,96	19,58	6,38 (3,74 - 9,57)	1,87	16,6	0,061
Vanjski	NO ₂	1,79 (1,04 - 3,11)	0,56	22,17	2,51 (1,30 - 3,68)	0,96	14,85	0,500	1,89 (1,25 - 3,91)	0,56	22,17	1,75 (1,08 - 2,73)	1,00	3,11	0,496
	Benzen	0,86 (0,42 - 2,14)	0,28	9,40	1,11 (0,50 - 1,52)	0,44	1,94	1,000	1,11 (0,49 - 1,94)	0,29	9,40	0,8 (0,50 - 1,22)	0,28	1,54	0,364
	Formaldehid	2,18 (1,44 - 2,49)	1,16	3,92	2,17 (1,54 - 2,75)	1,10	4,81	0,838	2,2 (1,57 - 2,75)	1,10	3,92	1,53 (1,44 - 2,18)	1,16	4,81	0,379

*Mann Whitney U test

Tablica 13. Prikaz prosječnih vrijednosti mjerenih varijabli u učionicama i ispred školskih zgrada prema županijama

Županija													
	UPZ ¹	UBU ²	NO ₂ ³	C ₆ H ₆ ⁴	FA ⁵	vNO ₂ ⁶	vC ₆ H ₆ ⁷	vFA ⁸	UVOL ⁹	PP ¹⁰	T ¹¹	RV ¹²	CO ₂ ¹³
1. Međimurska/Ruralna	1390	217	0,90	0,90	6,78	1,79	0,87	1,38	215,96	18,00	21,96	45,94	2180,20
2. Međimurska/Urbana	3100	738	4,80	0,79	6,30	3,45	1,04	1,54	210,00	18,00	23,26	42,33	2174,98
3. Istarska/Ruralna	2100	273	0,87	0,53	9,90	3,11	1,54	2,18	176,00	13,33	21,56	45,27	1704,95
4. Istarska/Urbana	2600	570	1,74	1,14	13,90	-	0,50	1,53	254,00	15,00	21,35	54,24	1814,94
5. Krapinsko-zagorska/Urbana	6000	767	2,51	0,45	8,29	3,91	0,44	1,57	192,00	11,00	20,92	47,54	1982,39
6. Splitsko-dalmatinska/Ruralna	2200	521	1,33	0,32	3,67	1,00	0,28	-	60,72	17,86	20,64	43,38	1769,08
7. Splitsko-dalmatinska/Urbana	3750	524	1,76	0,83	7,44	2,36	1,22	4,81	70,00	20,00	20,79	42,13	1854,88
8. Karlovačka/Ruralna	3600	186	0,78	0,33	7,03	1,04	0,42	2,21	130,87	10,35	20,11	50,18	2172,73
9. Varaždinska/Urbana	3000	378	1,22	1,59	10,93	-	0,53	1,10	334,28	13,80	20,27	54,81	2759,63
10. Sisačko-moslavačka/Ruralna	837	103	0,75	0,32	8,62	0,56	0,29	1,83	123,94	13,68	20,82	60,19	1864,72
11. Sisačko-moslavačka/Urbana	3000	504	0,76	0,90	8,63	0,96	1,18	2,24	117,60	18,00	22,98	54,67	1971,82
12. Osječko-baranjska/Ruralna	3500	636	8,62	2,01	12,17	12,06	2,14	3,92	180,00	24,00	22,74	37,70	1817,66
13. Osječko-baranjska/Urbana	4750	586	6,94	1,47	19,04	14,85	1,87	3,14	162,00	18,00	21,33	49,19	2420,56
14. Zadarska/Urbana	360	205	0,92	0,88	7,03	1,15	0,86	1,44	162,03	13,33	21,60	49,67	1799,64
15. Zadarska/Ruralna	1158,58	130	0,76	0,67	2,15	-	0,75	1,16	134,29	16,23	20,70	40,79	1523,85
16. Zagrebačka/Ruralna	1542	328	12,38	2,15	4,45	22,17	2,55	2,77	308,00	18,00	21,34	34,63	2083,56
17. Zagrebačka/Urbana	2338	377	1,03	0,52	10,33	1,25	0,49	2,16	210,70	17,00	22,50	49,80	1907,39
18. Požeško-slavonska/Urbana	1400	531	1,51	1,51	5,57	1,35	1,52	2,75	152,64	12,65	21,96	31,23	1849,89
19. Brodsko-posavska/Urbana	1553	705	1,74	2,07	9,69	2,66	1,94	2,18	231,00	16,00	21,78	39,33	1641,74
20. Brodsko-posavska/Ruralna	1600	205	1,40	21,83	15,21	1,89	9,40	2,49	144,00	16,00	21,82	43,65	1866,81

¹UPZ - ukupna površina školske zgrade; ²UBU - ukupan broj učenika; ³NO₂ – koncentracija dušikovog dioksida u učionici (µg/m³); ⁴C₆H₆ - koncentracija benzena u učionici (µg/m³); ⁵FA - koncentracija formaldehida u učionici (µg/m³); ⁶vNO₂ - Koncentracija dušikovog dioksida ispred školske zgrade (µg/m³); ⁷vC₆H₆ - Koncentracija benzena ispred školske zgrade (µg/m³); ⁸vFA - Koncentracija formaldehida ispred školske zgrade (µg/m³); ⁹UVOL - Volumen učionice; ¹⁰PP - Površina prozora; ¹¹T - Temperatura u učionici; ¹²RV - Relativna vlaga u učionici; ¹³CO₂ - Koncentracija ugljikovog dioksida u učionici (ppm)

Tablica 14. Deskriptivna statistička analiza za prosječne vrijednosti mjerenih parametara u učionicama i ispred školskih zgrada

Varijable	Deskriptivna statistika					
	Broj škola	Prosjek	Medijan	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija
UPZ ¹	20	2488,92	2269,00	360,00	6000,00	1384,88
UBU ²	20	424,20	441,00	103,00	767,00	211,03
NO ₂ ³	20	2,54	1,44	0,73	12,49	3,16
C ₆ H ₆ ⁴	20	2,07	0,92	0,33	21,83	4,68
FA ⁵	20	8,84	8,31	2,15	19,04	4,04
vNO ₂ ⁶	20	4,63	2,12	0,56	22,17	5,93
vC ₆ H ₆ ⁷	20	1,49	0,95	0,28	9,40	1,97
vFA ⁸	20	2,19	2,16	1,09	4,81	0,94
UVOL ⁹	20	178,80	167,82	60,72	334,28	70,12
PP ¹⁰	20	16,01	16,11	10,35	24,00	3,22
T ¹¹	20	21,52	21,45	20,11	23,26	0,87
RV ¹²	20	45,83	45,60	31,23	60,19	7,28
CO ₂ ¹³	20	1958,07	1865,76	1523,85	2759,63	282,00

¹UPZ - ukupna površina školske zgrade; ²UBU - ukupan broj učenika; ³NO₂ – koncentracija dušikovog dioksida u učionici (µg/m³); ⁴C₆H₆ - koncentracija benzena u učionici (µg/m³); ⁵FA - koncentracija formaldehida u učionici (µg/m³); ⁶vNO₂ - Koncentracija dušikovog dioksida ispred školske zgrade (µg/m³); ⁷vC₆H₆- Koncentracija benzena ispred školske zgrade (µg/m³); ⁸vFA - Koncentracija formaldehida ispred školske zgrade (µg/m³); ⁹UVOL - Volumen učionice; ¹⁰PP - Površina prozora; ¹¹T - Temperatura u učionici; ¹²RV - Relativna vlaga u učionici; ¹³CO₂ - Koncentracija ugljikovog dioksida u učionici (ppm)

Tablica 15. Korelacija najznačajnijih onečišćivača i osobina prostorija

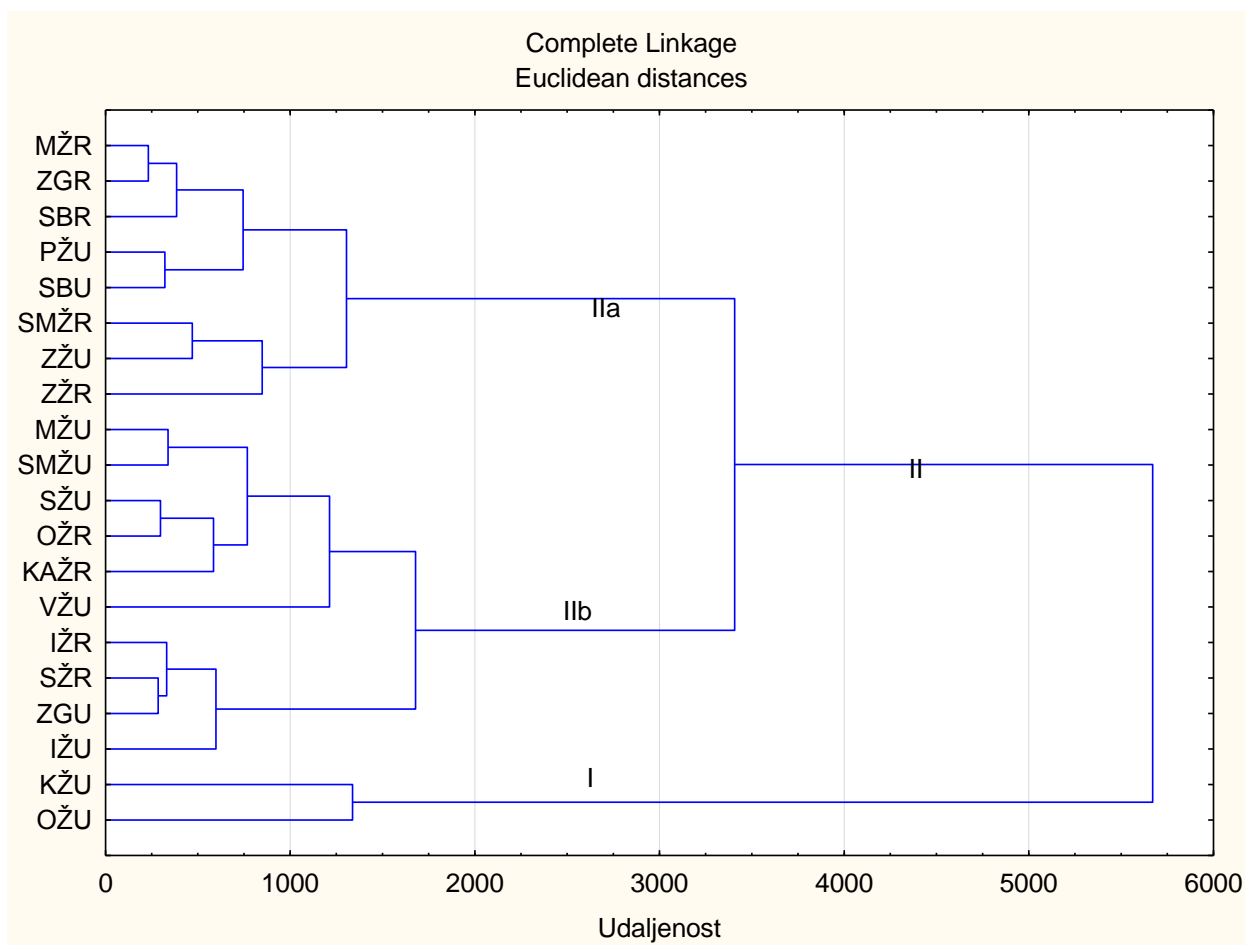
	UPZ ¹	UBU ²	NO ₂ ³	C ₆ H ₆ ⁴	FA ⁵	vNO ₂ ⁶	vC ₆ H ₆ ⁷	vFA ⁸	UVOL ⁹	PP ¹⁰	T ¹¹	RV ¹²	CO ₂ ¹³
UPZ ¹	1.00												
UBU ²	0.61	1.00											
NO ₂ ³	0.48	0.76	1.00										
C ₆ H ₆ ⁴	-0.12	0.23	0.52	1.00									
FA ⁵	0.36	0.20	0.19	0.31	1.00								
vNO ₂ ⁶	0.43	0.56	0.83	0.55	0.36	1.00							
vC ₆ H ₆ ⁷	-0.02	0.21	0.49	0.80	0.25	0.51	1.00						
vFA ⁸	0.36	0.25	0.48	0.33	0.27	0.24	0.64	1.00					
UVOL ⁹	-0.03	0.29	0.42	0.45	0.24	0.68	0.20	-0.24	1.00				
PP ¹⁰	0.20	0.26	0.35	0.31	0.02	0.24	0.41	0.31	-0.01	1.00			
T ¹¹	-0.10	0.31	0.17	0.33	0.15	0.07	0.47	0.24	0.23	0.35	1.00		
RV ¹²	0.13	-0.30	-0.49	-0.41	0.41	-0.29	-0.59	-0.38	-0.03	-0.32	-0.22	1.00	
CO ₂ ¹³	0.43	0.08	0.23	0.04	0.15	0.34	-0.03	0.06	0.26	0.15	0.02	0.35	1.00

*Kendallov Tau

¹UPZ - ukupna površina školske zgrade; ²UBU - ukupan broj učenika; ³NO₂ – koncentracija dušikovog dioksida u učionici (μg/m³); ⁴C₆H₆ - koncentracija benzena u učionici (μg/m³); ⁵FA - koncentracija formaldehida u učionici (μg/m³); ⁶vNO₂ - Koncentracija dušikovog dioksida ispred školske zgrade (μg/m³); ⁷vC₆H₆ - Koncentracija benzena ispred školske zgrade (μg/m³); ⁸vFA - Koncentracija formaldehida ispred školske zgrade (μg/m³); ⁹UVOL - Volumen učionice; ¹⁰PP - Površina prozora; ¹¹T - Temperatura u učionici; ¹²RV - Relativna vlaga u učionici; ¹³CO₂ - Koncentracija ugljikovog dioksida u učionici (ppm)

Tablica 15. ukazala je na postojanje pozitivne korelacije srednje snage između: ukupne površine zgrade i ukupnog broja učenika, ukupne površine zgrade i koncentracije NO₂ u učionici, ukupnog broja učenika i koncentracija NO₂ u učionici, ukupnog broja učenika i koncentracija NO₂ ispred školske zgrade, koncentracija NO₂ u učionici i benzena u učionici, koncentracija NO₂ u učionici i koncentracija NO₂ ispred školske zgrade, koncentracija NO₂ u učionici i koncentracija benzena ispred školske zgrade, koncentracija NO₂ u učionici i koncentracija formaldehida ispred školske zgrade. Negativna korelacija srednje snage povezana je s relativnom vlagom u učionici. Postoji pozitivna korelacija srednje snage između benzena u učionici i koncentracija NO₂ ispred školske zgrade, benzena u učionici i vanjskog benzena, benzena u učionici i volumena učionice. Pozitivna korelacija srednje snage postoji između vanjskog NO₂ i volumena učionice, između vanjskog benzena i vanjskog formaldehida, vanjskog benzena i temperature. Negativna korelacija srednje snage postoji između formaldehida u učionici i relativne vlage u učionici.

4.2.4. Rezultati rojne analize



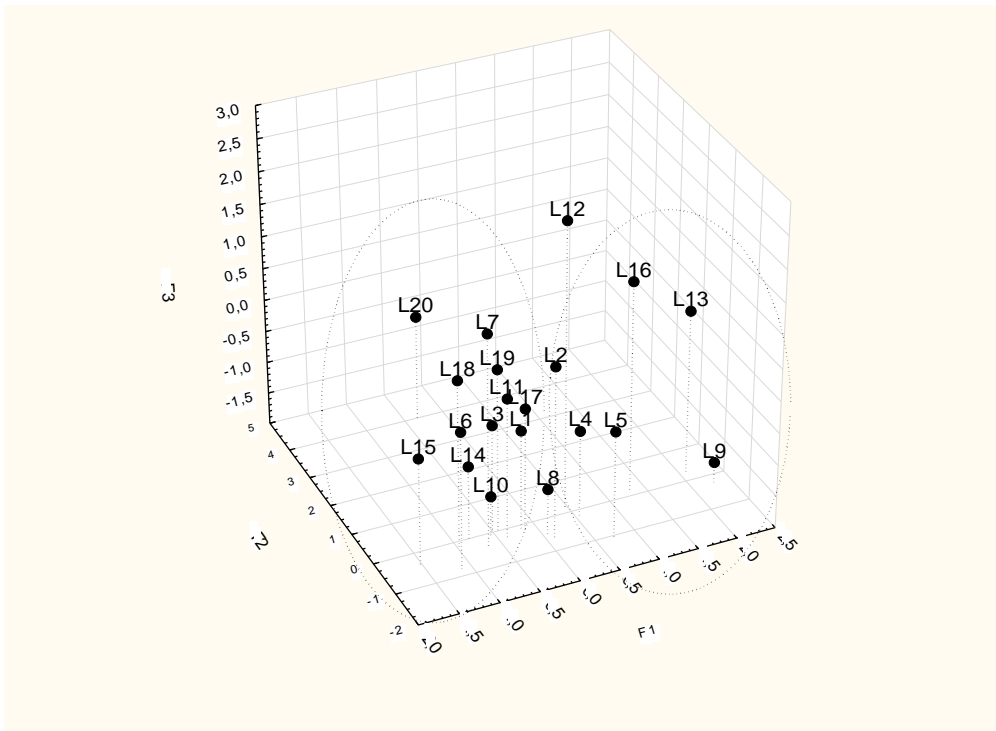
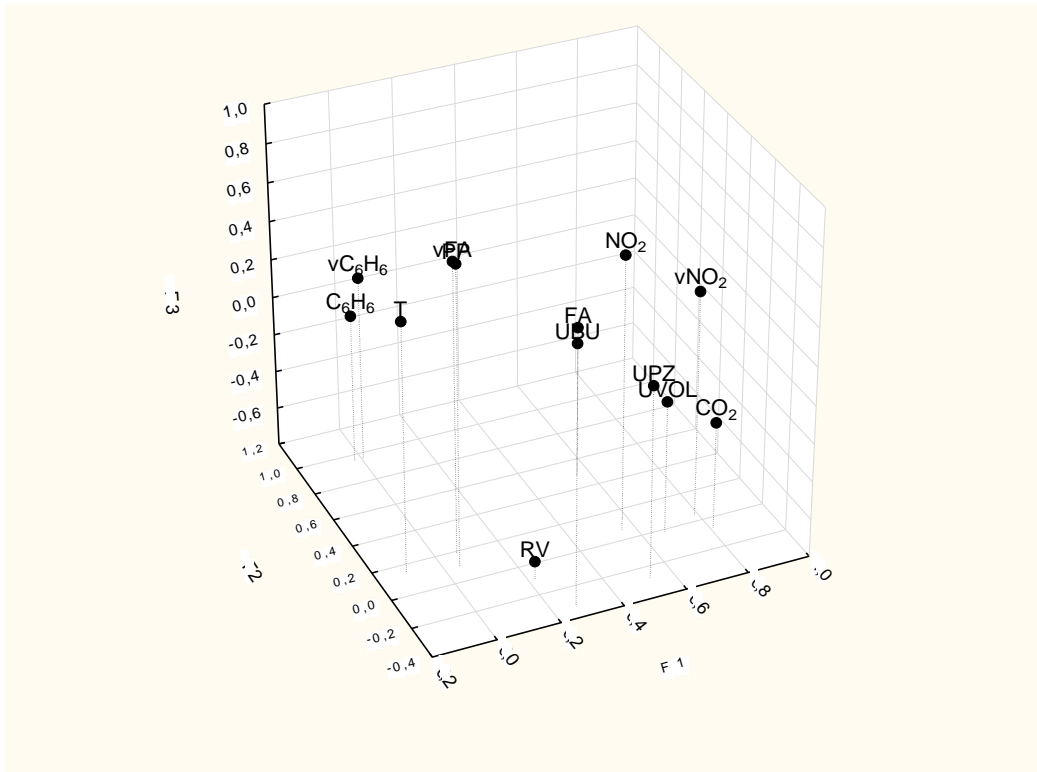
Slika 9. Grupiranje urbanih i ruralnih škola u promatranim županijama prema izmjerenim vrijednostima praćenih varijabli rojnom analizom

Slika 9. predstavlja grupiranje škola prema rojnoj analizi. Roj I posebno se izdvojio od roja II prema međusobnim sličnostima u ukupnim volumenima učionica, temperaturi i relativnoj vlazi u urbanim školama na području Krapinsko-zagorske i Osječko-baranjske županije. Unutar roja II pojavile su se razlike podijeljene između dva pod roja IIa i IIb. Unutar roja IIa uočene su sličnosti u ruralnim školama Međimurske, Zagrebačke, Sisačko-moslavačke, Zadarske i Brodsko-posavske županije te u urbanim školama Zadarske, Požeško-slavonske i Brodsko-posavske županije. Međusobne sličnosti bile su povezane s koncentracijama NO_2 na vanjskim točkama i površinom prozora.

Unutar roja IIb uočene su sličnosti u ruralnim školama Osječko-baranjske, Karlovačke, Istarske i Splitsko-dalmatinske županije te u urbanim školama Međimurske, Sisačko-moslavačke, Splitsko-dalmatinske, Varaždinske, Zagrebačke i Istarske županije. Međusobne sličnosti bile su povezane s temperaturom unutar učionica.

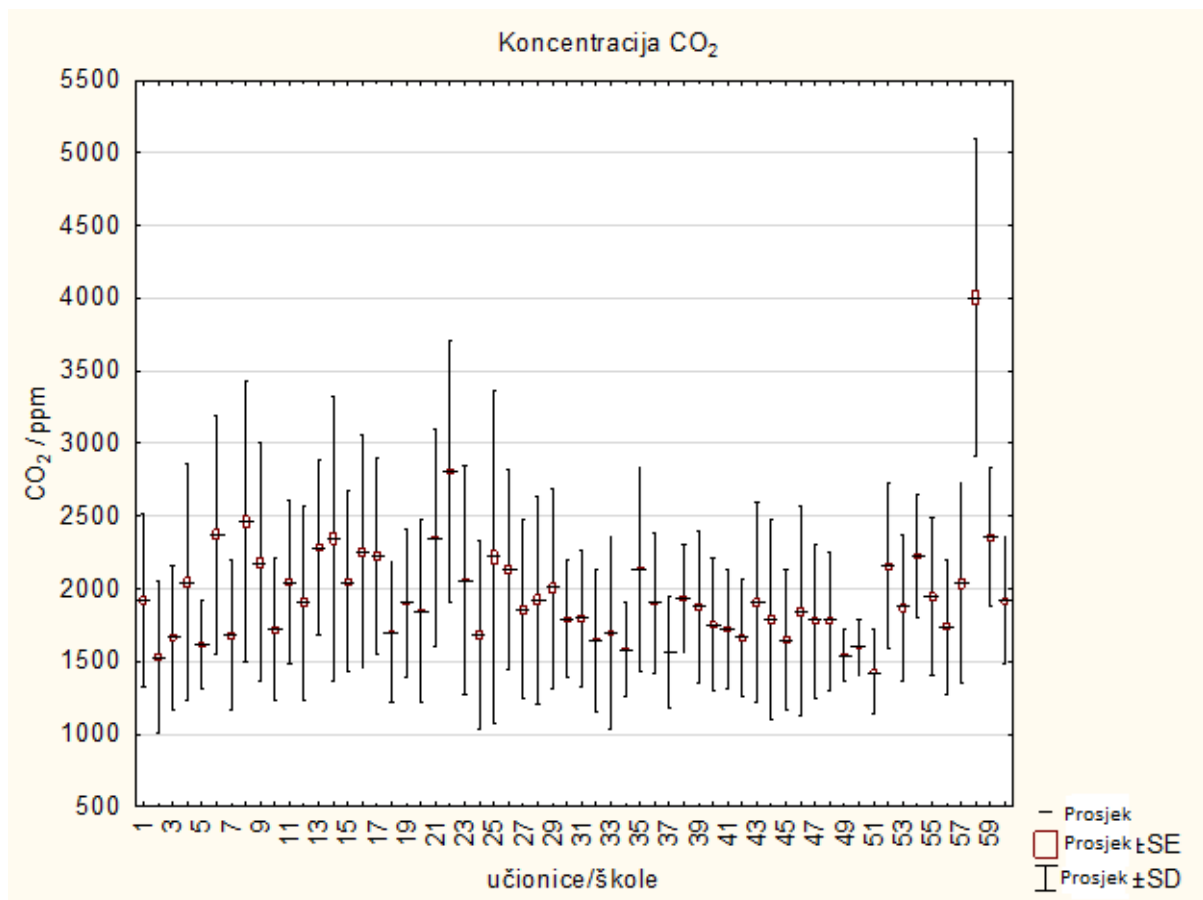
4.2.5. Rezultati analize glavnih komponenata s rotacijom faktora

Nakon provedene metode analize glavnih komponenata izdvojena su tri faktora koja objašnjavaju više od 70 % varijance. Usporedbom dobivenih 3D prikaza (Slika 10.) može se zaključiti o postojanju dva roja. Prvi roj (na slici smješten desno) sadrži sljedeće škole, odnosno promatrane lokacije: urbana škola u Istarskoj županiji (L4), urbana škola u Krapinsko-zagorskoj županiji (L5), urbana škola u Varaždinskoj županiji (L9), ruralna škola u Osječko-baranjskoj županiji (L12), urbana škola u Osječko-baranjskoj županiji (L13) i ruralna škola u Zagrebačkoj županiji (L16), koje su okarakterizirane višim koncentracijama unutarnjeg i vanjskog NO₂, unutarnjeg formaldehida i CO₂. Drugi roj (na slici smješten lijevo) okarakteriziran je višim koncentracijama benzena i temperaturama zraka i ovoj skupini pridružene su lokacije.



Slika 10. 3D prikaz faktorskih opterećenja i skorova (objekti)

4.2.6. Koncentracije CO₂ u odabranim učionicama



Slika 11. Kruskal Wallis test za 60 učionica u 20 osnovnih škola

Na slici 11. prikazane su koncentracije CO₂ u 60 učionica. Post hoc analizom utvrđeno je najveće odstupanje koju čini lokacija 58., tj. Varaždinska županija. Koncentracije CO₂ izražene su u ppm-u. Rezultati Kruskal Wallis testa, tj. detaljan prikaz CO₂ koncentracija iz učionica svih promatranih županija nalaze se u prilogu ove doktorske disertacije. Također, uz svaku promatranu lokaciju (školu) napravljena je usporedba između CO₂ koncentracija iz pojedinih učionica. Usporedbe su prikazane u prilogima 1 - 12.

U prilogu 1 prikazane su koncentracije CO₂ u 6 učionica dvije osnovne škole na području Istarske županije. Najveće koncentracije izmjerene su na lokaciji 4. Kruskal Wallisov test pokazao je da postoji statistički značajna razlika između svih lokacija s izuzetkom lokacija 1-4 i 3 - 5.

U prilogu 2 prikazane su koncentracije CO₂ u 3 učionice osnovne škole na području Karlovačke županije. Najveće koncentracije izmjerene su na lokaciji 3. Nakon učinjene neparametrijske, Kruskal Wallisove analize, post hoc testom vidljiva je statistički značajna razlika između učionice 1 i 2 te učionica 2 i 3.

U prilogu 3 prikazane su koncentracije CO₂ u 3 učionice osnovne škole na području Krapinsko-zagorske županije. Najveće koncentracije su na lokaciji 1. Nakon učinjene neparametrijske, Kruskal Wallisove analize, post hoc testom vidljiva je statistički značajna razlika između učionice 1 i 2 te učionica 2 i 3.

U prilogu 4 prikazane su koncentracije CO₂ u 6 učionica dvije osnovne škole na području Međimurske županije. Najveće koncentracije su na lokaciji 14. Nakon učinjene neparametrijske, Kruskal Wallisove analize, post hoc testom vidljiva je statistički značajna razlika između skoro svih lokacija s izuzetkom lokacija 13 - 14, 13 - 17, 14 - 16, 14 - 17, 15 - 16 i 16 - 17.

U prilogu 5 prikazane su koncentracije CO₂ u 6 učionica dvije osnovne škole na području Osječko-baranjske županije. Najveće koncentracije su na lokaciji 22. Nakon učinjene neparametrijske, Kruskal Wallisove analize, post hoc testom vidljiva je statistički značajna razlika između svih lokacija.

U prilogu 6 prikazane su koncentracije CO₂ u 3 učionice jedne osnovne škole na području Požeško-slavonske županije. Najveće koncentracije su na lokaciji 25. Koncentracije CO₂ izražene su u ppm-u. Nakon učinjene neparametrijske, Kruskal Wallisove analize, post hoc testom vidljiva je statistički značajna razlika između svih lokacija.

U prilogu 7 prikazane su koncentracije CO₂ u 6 učionica dvije osnovne škole na području Sisačko-moslavačke županije. Najveće koncentracije su na lokaciji 29. Nakon učinjene neparametrijske, Kruskal Wallisove analize, post hoc testom vidljiva je statistički značajna razlika između lokacija 28 - 32, 28 - 33, 29 - 31, 29 - 32, 29 - 33, 30 - 32, 30 - 33, 31 - 32, 31 - 33 i 32 - 33.

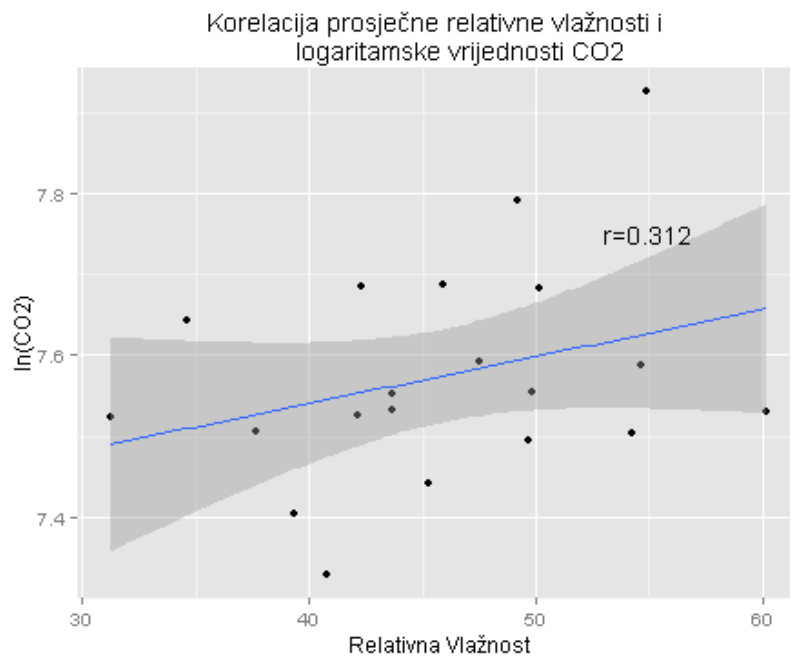
U prilogu 8 prikazane su koncentracije CO₂ u 6 učionica dvije osnovne škole na području Brodsko-posavske županije. Najveće koncentracije su na lokaciji 35. Nakon učinjene neparametrijske, Kruskal Wallisove analize, post hoc testom vidljiva je statistički značajna razlika između skoro svih lokacija, osim 35 - 38 i 36 - 39.

U prilogu 9 prikazane su koncentracije CO₂ u 6 učionica dvije osnovne škole na području Splitsko-dalmatinske županije. Najveće koncentracije su na lokaciji 43. Nakon učinjene neparametrijske, Kruskal Wallisove analize, post hoc testom vidljiva je statistički značajna razlika između skoro svih lokacija, osim 40 - 41, 40 - 43, 40 - 44, 41 - 43, 41 - 44 i 43 - 44.

U prilogu 10 prikazane su koncentracije CO₂ u 6 učionica dvije osnovne škole na području Zadarske županije. Najveće koncentracije su na lokaciji 46. Nakon učinjene neparametrijske, Kruskal Wallisove analize, post hoc testom vidljiva je statistički značajna razlika između lokacija 46 - 49, 46 - 52, 47 - 49, 47 - 51, 48 - 49, 48 - 51, 49 - 50, 49 - 51 i 50 - 51.

U prilogu 11 prikazane su koncentracije CO₂ u 6 učionica dvije osnovne škole na području Zagrebačke županije. Najveće koncentracije su na lokaciji 54. Nakon učinjene neparametrijske, Kruskal Wallisove analize, post hoc testom vidljiva je statistički značajna razlika između svih lokacija osim 55 - 57.

U prilogu 12 prikazane su koncentracije CO₂ u 3 učionice jedne osnovne škole na području Varaždinske županije. Najveće koncentracije su na lokaciji 58. Nakon učinjene neparametrijske, Kruskal Wallisove analize, post hoc testom vidljiva je statistički značajna razlika između svih lokacija.



Slika 12. Prikaz korelacije relativne vlažnosti i logaritamske vrijednosti CO₂

Slika 12. prikazuje pozitivnu korelaciju srednje snage ($r = 0.312$) između logaritamske vrijednosti CO₂ i relativne vlažnosti zraka.

4.2.7. Rezultati Fourierove analize

U prilogu se nalaze detaljni rezultati Fourierove analize. Na podatke o temperaturi i vlažnosti nije primijenjena metoda Fourierove analize, jer osim uobičajenih 24-satnih (dnevni) i 12-satnih (poludnevni) ciklusa, u pravilu nisu zamijećeni nikakvi neuobičajeni ciklusi koji bi upućivali na to da ovi parametri ovise o nekim posebnim čimbenicima. Tablica 16. prikazuje najvažnije pronađene periode u Fourierovoj analizi koncentracija CO₂ izmjenjenih u svih 60 učionica tijekom jednog školskog tjedna u zimskom periodu. Koncentracije su mjerene u školama urbanih i ruralnih područja u dvanaest županija. Žutom bojom označene su škole urbanih područja, a zelenom bojom škole ruralnih područja.

Tablica 16. Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ na svim promatranim lokacijama

Lok.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Istarska županija										
1.	24	12	8	122	6	5	7	4	20	3
2.	24	12	8	122	30	11	6	20	9	5
3.	24	12	14	9	122	31	8	20	6	41
4.	24	12	8	122	14	30	2	5	7	4
5.	24	12	5	6	8	4	127	5	5	6
6.	25	12	8	123	6	7	7	10	5	9
Karlovačka županija										
7.	24	12	8	40	15	120	3	20	17	4
8.	24	12	8	40	15	60	3	9	6	3
9.	24	12	60	8	30	40	17	20	13	9
Krapinsko-zagorska županija										
10.	25	8	51	11	6	9	13	20	17	10
11.	25	10	34	17	13	8	51	7	101	20
12.	25	20	5	34	8	4	4	6	8	13
Međimurska županija										
13.	26	104	21	8	52	12	13	6	9	17
14.	105	26	8	21	6	53	12	4	4	5
15.	105	26	21	35	8	6	7	8	10	7
16.	27	22	6	36	8	55	109	8	5	18
17.	27	22	36	12	8	5	14	3	54	109
18.	27	10	18	22	7	36	6	8	8	7
Osječko-baranjska županija										
19.	23	27	8	68	34	14	6	8	3	17
20.	23	27	6	10	8	17	20	7	34	9
21.	23	27	8	6	34	17	46	68	6	4
22.	68	8	137	6	27	11	8	14	34	46
23.	23	27	34	17	68	6	11	8	12	14
24.	23	34	27	8	12	11	137	7	10	5
Požeško-slavonska županija										
25.	26	15	17	103	10	9	51	11	7	21
26.	26	8	11	103	7	10	21	6	34	7
27.	26	8	20	11	13	34	17	6	6	9

Sisačko-moslavačka županija											
28.	26	11	13	19		6	9	77	39	8	10
29.	26	6	13	19		9	11	5	39	5	4
30.	26	13	39	11		19	77	6	9	6	8
31.	20	25	10	11		7	17	7	5	34	101
32.	25	101	13	34		11	8	20	8	50	3
33.	25	34	101	13		11	20	8	50	1	14
Brodsko-posavska županija											
34.	23	27	11	12		9	7	68	15	8	17
35.	23	27	8	3		68	17	3	3	10	12
36.	23	27	11	12		8	68	34	6	9	14
37.	23	27	11	17		10	11	20	8	7	5
38.	27	23	8	9		68	10	7	7	6	46
39.	27	23	17	20		13	11	9	6	5	15
Splitsko-dalmatinska županija											
40.	27	6	9	5		36	107	21	5	4	6
41.	107	21	8	6		12	3	5	53	3	13
42.	8	53	12	36		6	107	27	5	8	4
43.	26	51	8	102		6	34	3	7	3	20
44.	26	21	8	12		53	6	3	5	35	4
45.	26	35	105	21		8	53	6	6	7	12
Zadarska županija											
46.	26	12	21	35		17	105	10	7	8	4
47.	26	12	21	35		17	105	10	7	8	4
48.	26	12	105	8		6	21	35	5	6	4
49.	26	52	13	104		15	3	21	3	12	8
50.	26	13	104	8		21	15	52	12	35	7
51.	26	12	8	52		5	104	6	13	6	3
Zagrebačka županija											
52.	26	12	8	53		21	6	10	5	106	6
53.	26	21	8	6		12	6	13	15	9	3
54.	35	26	105	8		6	53	18	6	19	5
55.	83	28	12	6		3	41	5	5	17	21
56.	28	21	12	83		5	6	41	3	7	4
57.	28	12	41	21		83	8	17	5	8	6
Varaždinska županija											
58.	26	51	11	8		103	13	34	21	6	15
59.	25	101	13	8		11	6	20	14	5	51
60.	101	25	8	11		34	3	50	20	3	3

*Izražene vrijednosti u satima

Fourierova analiza primjenjuje se na meteorološke podatke samo u slučaju nalaženja neobičnih „pojava“ u postojećim ciklusima promatranog onečišćivača. U prilogima 13 - 72 prikazani su detaljni rezultati Fourierove analize za 60 učionica. Rezultati su prikazali najvažnije pronađene periode u Fourierovoj analizi za pojedine učionice.

5. RASPRAVA

Rezultati ovog istraživanja, provedenog po prvi put u osnovnim školama Republike Hrvatske, daju uvid u stanje kvalitete zraka i prisutnost vlage i plijesni u školskim prostorima, važnih čimbenika okoliša, koji školskoj djeci trebaju pružiti zdrav i ugodan ambijent za boravak i učenje u školi. Temeljem inspekcijskog uvida dobiveni su opći podaci o školama (starost škola, vlasništvo, broj učenika itd...), podaci o zahvatima na sanaciji i renoviranju školskih objekata, korištenim materijalima te načinu zagrijavanja i provjetravanja školskih zgrada. Određene škole urbanog i ruralnog područja kontinentalnog i primorskog dijela Hrvatske odabrane su za procjenu izloženosti specifičnim kemijskim čimbenicima (NO₂, benzen i formaldehid), mjeren je CO₂ u učionicama i ispred školskih zgrada, ispitan je način provjetravanja i procjenjena je izloženost učenika vlazi i plijesnima. Škole u urbanim područjima, zbog većeg broja učenika, imaju znatno veći broj učionica odnosno značajno veću površinu u odnosu na ruralne škole.

Veliki broj škola uključenih u istraživanje nalazi se u blizini potencijalnih izvora onečišćenja, koji utječu na kvalitetu vanjskog zraka ispred škola, ali i zraka unutar školskih prostora. Glavni izvori onečišćenja zraka u urbanim područjima su industrijska postrojenja u krugu od 3 km (23,37 %), benzinske crpke (5,43 %) i elektrane za vlastitu opskrbu energijom (15,22 %). Za ruralne su škole parkirališta u krugu od 100 m (42,73 %) i gusti cestovni ili željeznički promet (22,73 %) glavni izvor onečišćenja zraka, što je razumljivo budući da u tim područjima nema industrije. Škole urbanog područja Krapinsko-zagorske, Sisačko-moslavačke, Brodsko-posavske županije te ruralna škola Zagrebačke županije smještene su u neposrednoj blizini industrijskih postrojenja, prometnica i parkirališta, što može imati za posljedicu povećanu prisutnost pojedinih onečišćivača. Osim same blizine industrijskih postrojenja, djelatnost industrije te poduzete mjere za smanjenje emisije onečišćenja važne su za prisutnost i koncentracije pojedinih onečišćivača u zraku.

Prostorni smještaj škola, starost školskih zgrada, položaj učionica u zgradi u odnosu na prometnice, konstrukcija zgrade i odabir materijala, zahvati sanacija i renoviranja unutar školskih zgrada u posljednjih 12 mjeseci, način grijanja i ventilacijskog sustava, namještaj i materijali, broj prisutnih učenika kao i kvaliteta vanjskog zraka, čimbenici su koji utječu na kvalitetu zraka zatvorenih prostora te mogu značajno pridonijeti prevalenciji izloženosti kemijskim, biološkim i fizikalnim čimbenicima u učionicama i drugim školskim prostorima.

Najveći broj škola (47,03 %) izgrađeno je prije 31 - 50 godina, dok je 29,73 % škola starije od 50 godina. Prema načinu izgradnje, vrsti temelja, konstrukciji zgrade i odabiru materijala, postoje značajne razlike između škola u urbanim i ruralnim područjima. Veći broj ruralnih škola nema podrumske ni suterenske prostore, ima kose krovove i masivnu konstrukciju, za razliku od urbanih škola. Drvo je češće zastupljeno u podnom, zidnom i stropnom materijalu urbanih škola.

Starost objekta, način izgradnje i odabir materijala utječu na potrošnju energenata za grijanje/hlađenje, pojavu vlage, plijesni i drugih oštećenja. Većina škola ima organiziran vlastiti sustav grijanja na naftu ili prirodni plin. Sustav hlađenja, odnosno klimatizacije, organiziran je u većem broju škola, ali samo za pojedine dijelove školskih zgrada, a sustav hlađenja u cijeloj zgradi ima svega 6,50 % ruralnih i 5,50 % urbanih škola.

Zbog starosti objekata česta je potreba za renoviranjem i prenamjenom nekih dijelova. U proteklih pet godina veći popravci i renoviranje zgrada izvršeni su na velikom broju škola, posebice škola u ruralnom području (68,57 %). Tijekom renoviranja mnogi novi proizvodi koji se koriste u prostornom uređenju i graditeljstvu sadrže tvari (smole, otapala i veziva) koje predstavljaju potencijalne izvore hlapivih organskih spojeva. Također, opremanje učionica novim namještajem može predstavljati izvore emisije toksičnih spojeva poput formaldehida. Prilikom odabira namještaja i materijala potrebno je paziti da se upotrebljavaju proizvodi s niskom emisijom onečišćivača. Prednost se daje proizvodima s certifikatom koji garantira vrlo niske emisije hlapivih i polu-hlapivih organskih spojeva. Proizvodi koji mogu predstavljati izvore onečišćenja su: zidne oplata, zastori, tepisi i vinilne podne obloge, boje i dr. Boje za ličenje zidova u školama ne smiju biti na bazi žive.

Rezultati mjerenja specifičnih kemijskih onečišćivača, benzena, formaldehida i NO₂, provedenih u učionicama i na otvorenom ispred školskih zgrada odabranih škola, pokazuju više srednje vrijednosti u učionicama urbanih škola kontinentalnog dijela Hrvatske. Isti način raspodjele srednjih vrijednosti mjerenih onečišćenja zabilježen je i u vanjskom zraku što se objašnjava većim brojem izvora onečišćenja, industrije i prometnih aktivnosti te većom gustoćom stanovništva i većeg broja učenika u učionicama u urbanim dijelovima kontinentalnog područja.

U zatvorenim školskim prostorima, odnosno učionicama, posebno se izdvojio benzen koji je genotoksični kancerogen za ljude i nema sigurne preporučene razine izloženosti. Prema francuskim i nizozemskim preporukama, dozvoljene vrijednosti kod dugotrajne izloženosti mogu se kretati do 10 µg/m³, odnosno 20 µg/m³. Najviše koncentracije benzena izmjerene su u učionicama škole koja se nalazi u ruralnom području Brodsko-posavske županije (20,60 µg/m³ - 23,30 µg/m³), što je dvostruko više od francuskog standarda. U školama ostalih županija, izmjerene vrijednosti benzena bile su znatno niže (0,29 µg/m³ - 2,63 µg/m³). Vrijednosti izmjerene u učionicama škola primorskog dijela Hrvatske bile su statistički značajno niže od onih u kontinentalnom području. Na koncentracije benzena utjecala su renoviranja u učionicama i prisutni materijali, odnosno izvori emisija.

Srednje koncentracije benzena u zatvorenom prostoru veće su od koncentracija u vanjskom zraku, gdje su se vrijednosti kretale od 0,28 do 9,40 µg/m³. U usporedbi sa rezultatima mjerenja u odabranim školama, izmjerena koncentracija benzena u nekim albanskim ruralnim školama gotovo je šest puta viša od preporučenih vrijednosti pojedinih smjernica, što se pripisuje neadekvatnom grijanju u učionicama.

Izmjerene vrijednosti koncentracija benzena u zatvorenim prostorima u SAD-u kretale su se u rasponu od 2,60 do 5,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Dodson i sur. 2008; Batterman i sur. 2007; Jia i sur. 2008; Sexton i sur., 2007). Slične koncentracije benzena izmjerene su u zgradama u Australiji (Brown, 2002) i Europi (JRC, 2005). Istraživanja pokazuju više koncentracije u hladnijem dijelu godine (Amagai i sur., 2002; Edwards i sur. 2001; Schneider i sur. 2001).

Istraživanjima provedenim u Velikoj Britaniji mjerene su srednje koncentracije benzena u zatvorenom prostoru (Avon longitudinalna studija) i ustanovljeno je da je prosječna koncentracija benzena u zatvorenom prostoru iznosila 8,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dok je istovremeno koncentracija benzena na otvorenom iznosila 5,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Zamijećene su i sezonske varijacije u koncentracijama benzena u zatvorenom prostoru. Više koncentracije benzena izmjerene su zimi, što je posljedica slabijeg prozračivanja prostorija.

U ruralnoj sredini, najviša koncentracija benzena u neposrednoj blizini škole izmjerena je u školi Brodsko-posavske županije (9,40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a najniža ispred škole Splitsko-dalmatinske županije. Medijan benzena u vanjskom zraku iznosi 0,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u ruralnim područjima te 1,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u urbanim područjima. Međutim, ta se razlika nije pokazala statistički značajnom. Statistički značajna razlika između koncentracija benzena u vanjskom zraku ispred kontinentalnih i primorskih škola također nije pronađena.

Koncentracije benzena u okolišu, kao i u unutarnjim prostorima, veće su u neposrednoj blizini izvora emisije benzena kao što su benzinske crpke. Na razini EU, pa tako i u Hrvatskoj, za razine benzena u vanjskom zraku propisana je granična vrijednost od 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za godišnji prosjek.

Mjerenja koncentracije benzena u zraku, provedena u razdoblju 1993. - 1995. godine u Velikoj Britaniji, pokazala su varijacije u razinama ovisno o mjestu gdje su provedena: industrijsko središte: 3,50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; u blizini prometnica: 5,40 – 33,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, u gradovima bez industrije ta vrijednost je iznosila od 2,20 – 8,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i u ruralnim sredinama: 1,30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Slične vrijednosti izmjerene su u SAD-u i Kanadi i iznosile su od 1,00 do 8,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Područja u blizini prometnica, benzinskih crpki te u blizini industrijskih postrojenja, mogu imati znatno povišene vrijednosti koncentracije benzena u zraku. 70 % izloženosti benzenu u okolišu dolazi od emisije ispušnih plinova motornih vozila. Emisija benzena u zraku značajno je narasla 60-tih godina prošlog stoljeća zbog povećanja broja vozila (Abelsohn i sur. 2002).

Izmjerene koncentracije formaldehida bile su u okviru preporuka SZO (do 100,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ali su prelazile francuske i nizozemske preporučene vrijednosti od 10,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Unutar učionica izmjerene su znatno više razine formaldehida od vanjskih, što potvrđuje prisutnost izvora emisije u zatvorenom prostoru.

Najviše koncentracije formaldehida izmjerene su u učionicama osnovnih škola na području kontinentalnog dijela Republike Hrvatske, gdje su se vrijednosti kretale od 3,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 19,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najviša koncentracija formaldehida u urbanoj sredini izmjerena je u učionicama

škole u urbanom području Osječko-baranjske županije ($18,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $19,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$), a najniža u školi ruralnog područja Zadarske županije. Medijan koncentracije formaldehida statistički je značajno viši u urbanim školama nego u ruralnim, odnosno $9,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prema $6,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najvažniji način kontrole koncentracije formaldehida izmjena je zraka i upotreba materijala s niskim razinama emisija.

U učionicama hrvatskih škola izmjerene koncentracije formaldehida niže su od vrijednosti dobivenih mjerenjem u Njemačkoj na jugu Bavarske, gdje se procjenjivala kvaliteta zraka u 92 učionice tijekom zime 2004./2005. i 75 učionica u ljetnom razdoblju 2005. godine. Unutarnje koncentracije formaldehida kretale su se u rasponu od $3,10$ do $46,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Fromme i sur. 2008). U Japanu u 50 škola tijekom 2000. godine, koncentracije formaldehida bile su oko $14,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tijekom zime i $30,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ljeti (Azuma i sur. 2004). Istraživanje EXPOLIS u Helsinkiju, pokazalo je da su prosječne koncentracije formaldehida u zraku u domovima $41,40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (raspon od $8,10$ do $77,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i na radnom mjestu $15,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dok je prosječna osobna izloženost bila $26,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jurvelin i sur. 2001). Razine formaldehida izmjerene u 96 domova od siječnja do travnja 2005. u Quebec Cityu, Kanada, kretale su se od $9,60$ do $90,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gilbert i sur. 2006). Vrijednosti mjerenja formaldehida u 50 pariških vrtića između 1999. i 2001. u zimskom i ljetnom periodu pokazala su koncentracije formaldehida u rasponu od $1,50$ do $56,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sa srednjom vrijednosti od $14,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Domsic i sur. 2001).

Najviša koncentracija formaldehida u neposrednoj blizini škole u urbanoj sredini izmjerena je u školi Splitsko-dalmatinske županije ($4,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$), a najniža u školi Varaždinske županije. U ruralnoj sredini, najviša koncentracija formaldehida u neposrednoj blizini škole izmjerena je u školi Osječko-baranjske županije, a najniža u školi Zadarske županije. Međutim, koncentracije formaldehida u neposrednoj blizini škole nisu se statistički značajno razlikovale s obzirom na podjelu urbane/ruralne, odnosno kontinentalne/primorske.

Koncentracije NO_2 bile su daleko ispod smjernica SZO u svim školama. Prema SZO, tolerantna vrijednost godišnjeg prosjeka NO_2 iznosi $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a za jednosatni prosjek $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najviše koncentracije NO_2 izmjerene su u učionicama i vani ispred škola ruralnog područja kontinentalnog dijela Republike Hrvatske. Izmjerene vrijednosti koncentracija u učionicama kretale su se u rasponu od $0,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $12,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dok vani, ispred škola, ta je vrijednost sezala i do $22,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najviše vrijednosti NO_2 izmjerene su u školi koja se nalazi u ruralnom području Zagrebačke županije, slijede škole ruralnog i urbanog područja Osječko-baranjske županije, a najniže koncentracije izmjerene su u Sisačko-moslavačkoj županiji i Zadarskoj županiji, bez obzira nalaze li se u urbanom ili ruralnom području. Isti trend kretanja koncentracija NO_2 uočen je i za vrijednosti dobivene mjerenjem vani, ispred istih škola.

Medijan koncentracije NO_2 u neposrednoj blizini škole viši je u urbanim školama nego u ruralnim, odnosno $2,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prema $1,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ali ta razlika nije statistički značajna. Koncentracije NO_2 na vanjskim mjernim točkama sugeriraju da su glavni izvori povezani s prometom u blizini škola.

Koncentracije NO₂ u zatvorenom prostoru ovise o izvorima, miješanju zraka između soba, opremljenosti zgrada i unutarnjim površinama (Janssen i sur. 2001). Onečišćenju zraka zatvorenih prostora mogu doprinijeti ispušni plinovi automobila iz garaža (Spengler i sur. 2001). Povećane koncentracije NO₂ mjere se tijekom zimskog razdoblja zbog grijanja, smanjenog ventiliranja prostora i povećane koncentracije NO₂ u vanjskoj atmosferi (CME, 2004; Garrett i sur. 1999; Lambert i sur. 1993; Zota i sur. 2005; Hazenkamp i sur. 2004).

Rezultati prikazani u INDEKS izvješću pokazuju kretanje koncentracije NO₂ u rasponu 13,00 – 62,00 µg/m³ u zatvorenom prostoru, 27,00 – 36,00 µg/m³ na radnom mjestu, 24,00 – 61,00 µg/m³ na otvorenom prostoru i 25,00 – 43,00 µg/m³ za osobnu izloženost. Maksimalne izmjerene koncentracije povezuju se s korištenjem plinskih uređaja za kuhanje i grijanje u europskim domovima i kretale su se u rasponu 180,00 – 2500,00 µg/m³ (Kotzias i sur. 2005). Prema podacima projekta THADE (Franchi i sur. 2004), koncentracije NO₂ u zatvorenim prostorima europskih zemalja kretale su se u rasponu 10,00 – 15,00 µg/m³ (Hagenbjork - Gustafsson i sur., 1996; Levy i sur. 1998) do 65,00 µg/m³ u Poljskoj (Levy i sur. 1998). Slične vrijednosti koncentracija NO₂ izmjerene su u zatvorenim prostorima u Sjevernoj Americi (Levy i sur. 1998), dok su više koncentracije izmjerene u Aziji, 43,00 – 81,00 µg/m³ (Levy i sur. 1998; Shima i sur. 2000), Novom Meksiku, SAD (Lambert i sur. 1993) i Meksiku (Levy i sur. 1998). Glavni je izvor nastanka NO₂ uslijed ljudske aktivnosti izgaranje fosilnih goriva (ugljen, plin i nafta). U gradovima gotovo 80 % NO₂ u zraku potječe od motornih vozila. Ostali izvori uključuju prerađivanje nafte i metala, komercijalnu proizvodnju te proizvodnju hrane. Proizvodnja električne energije iz fosilnih goriva može također producirati znatne količine NO₂.

Analizom rezultata dobivenih inspekcijskim pregledom odabranih škola uočeno je odvajanje nekoliko škola prema međusobnim sličnostima. Provedena rojna analiza ukazala je na činjenicu da su škole u urbanim područjima Osječko-baranjske i Krapinsko-zagorske županije različite od ostalih, a međusobno najbližije. Sličnost se može povezati s materijalima u unutarnjim prostorima, starošću zgrade, renoviranjem u posljednjih pet godina, dimenzijama i izvorima onečišćenja (parkiralište, prometnice, industrija) u blizini škola.

Sličnosti u ruralnim školama Međimurske, Zagrebačke, Sisačko-moslavačke, Zadarske i Brodsko-posavske županije te u urbanim školama Zadarske, Požeško-slavonske i Brodsko-posavske županije povezane su s koncentracijama NO₂ na vanjskim točkama i površinom prozora.

Međusobne sličnosti uočene su između ruralnih škola Osječko-baranjske, Karlovačke, Istarske i Splitsko-dalmatinske županije te u urbanim školama Međimurske, Sisačko-moslavačke, Splitsko-dalmatinske, Varaždinske, Zagrebačke i Istarske županije.

Prosječna koncentracija CO₂ u učionicama škola uključenih u ovo istraživanje iznosila je 1958 ppm. U usporedbi s preporukama SZO prema kojoj granična koncentracija CO₂ u

zatvorenom prostoru iznosi do 1000 ppm, izmjerene koncentracije CO₂ u svim školama su dvostruko više od dozvoljenih. U školama primorskog dijela Hrvatske izmjerene koncentracije CO₂ niže su vjerojatno zbog više temperature vanjskog zraka, odnosno provjetranje je učestalije zbog toplijih klimatskih uvjeta. Provjetranje je prirodnim putem, odnosno, u učionicama su često otvoreni prozori što ujedno i smanjuje koncentracije CO₂. I u drugim zemljama učenici većinu vremena provode u prostorijama gdje koncentracije CO₂ prelaze razine od 1000 ppm ili čak 2500 ppm. Prema izvješću SIMPHONIE projekta iz 2014. godine, prosječne vrijednosti CO₂ u europskim školama iznosile su 1433 ppm, a znatno veće vrijednosti koncentracija CO₂ izmjerene su u učionicama škola koje se nalaze u jugoistočnoj Europi, odnosno u Albaniji i Grčkoj. Istraživanja provedena u švedskim školama pokazala su da su izmjerene vrijednosti koncentracije CO₂ iznosile blizu ili iznad 1000 ppm. U dvije švedske škole prosječne koncentracije CO₂ kretale su se od 1420 do 1850 ppm (Norbäck, 1995), dok su se vrijednosti u 10 drugih škola kretale u rasponu od 800 do 1600 ppm, s prosječnom vrijednosti od 1070 ppm. U 11 škola s većom prevalencijom sindroma bolesnih zgrada, prosječna vrijednost iznosila je 1100 ppm s rasponom od 875 ppm do 2150 ppm (Willers i sur. 1996). U danskim školama koncentracije CO₂ bile su u rasponu od 500 do 1500 ppm (Nielsen, 1984).

U usporedbi s navedenim standardom, koncentracije CO₂ predstavljaju ozbiljni problem za zdravlje učenika, kako u našim tako i u velikom broju europskih škola. Viša koncentracija CO₂ u učionicama može utjecati na učenike, naročito kronične bolesnike i one koji pate od različitih alergija. Stoga tijekom svakog školskog odmora treba provjetriti učionicu i obratiti pažnju na protok svježeg zraka kako ne bi došlo do malaksalosti.

U zatvorenom prostoru izmjerene koncentracije CO₂ mogu doseći i nekoliko tisuća ppm (Persily i sur. 2008). Pri profesionalnoj izloženosti, najveća preporučena granična vrijednost za osmosatni radni dan je 5000 ppm, prema Occupational Safety and Health Administration (OSHA, 2012) i American Conference of Government Industrial Hygienists. Koncentracije CO₂ u otvorenom prostoru kreću se oko 380 ppm, a u urbanim područjima koncentracije su do 500 ppm (Persily, 1997).

Fourierova analiza nije ukazala na postojanje „nespecifičnih“ ciklusa u koncentracijama CO₂, bez obzira na lokaciju škole u smislu urbano/ruralno ili kontinentalno/primorsko. Cikluse dobivene Fourierovom analizom moguće je povezati s izmjenom dana i noći, stankama između školskih satova i školskih smjena, provjetranjem tijekom sata i sl.

Zadaća je provjetranja, odnosno ventiliranja prostora, stalna zamjena onečišćenog zraka svježim zrakom iz vanjske atmosfere radi održavanja potrebnih higijenskih uvjeta neophodnih za zdrav i ugodan boravak djece u tim prostorima. Ventilacija ima ulogu i u odstranjivanju suvišne vlage, plijesni i štetnih plinova u školskim prostorima te kontroli topline i vlage što doprinosi poboljšanju kvalitete zraka, a time smanjuje i negativne učinke na zdravlje djece. Prirodno provjetranje podrazumijeva izmjenu zraka bez korištenja mehaničkih sredstava i ventilacijskih sustava, tj. iskorištava prirodne zakone pri izmjeni zraka u nekoj zatvorenoj

školskoj prostoriji. Otvaranjem prozora i vrata postiže se najintenzivnija izmjena zraka u učionicama i ovisi o brzini strujanja zraka, razlici između temperatura unutarnjeg i vanjskog zraka, vrsti i rasporedu prozora u školskoj zgradi. Prirodni sustav provjetravanja je najjeftiniji, ali tijekom zimskog razdoblja otvaranje prozora u učionicama za vrijeme održavanja nastave nije primjereno zbog niskih temperatura vanjskog zraka. Zbog takvih klimatskih uvjeta prozori u učionicama uglavnom su zatvoreni tijekom održavanja nastave, što uzrokuje visoke koncentracije CO₂. Koncentracija CO₂ ovisi o broju učenika u učionicama, duljini njihovog boravka i intenzitetu aktivnosti, kao i o volumenu prostorije, broju i veličini ventilacijskih otvora.

Način provjetravanja i učestalost, odnosno intenzitet provjetravanja, osim na koncentracije CO₂, utječe i na temperaturu zraka i koncentracije kemijskih onečišćivača u zatvorenim prostorima škola. Kratko prozračivanje potpunim otvaranjem prozora i vrata u jednakim vremenskim intervalima (tijekom školskog odmora) u trajanju od 5 do 10 minuta dovodi do kompletne izmjene starog zraka, što je znatno bolje od trajnog prozračivanja kroz poluotvorene prozore, posebice s aspekta zaštite od mogućih prehlada učenika i uštede toplinske energije za grijanje.

Ako prirodnim provjetravanjem nije moguće osigurati kvalitetan zrak u učionicama, potrebno je razmotriti tehničke i ventilacijske preinake, ugrađivanje mehaničkog sustava ventilacije ili smanjiti broj učenika u prostoriji. Mehanička ventilacija umjetno je stvorena izmjena zraka u zatvorenome prostoru kroz vertikalne kanale na mehanički pogon pomoću posebno dizajniranog sustava. Prednosti mehaničke ventilacije su da ne ovise o vremenskim uvjetima te se mogu automatski regulirati. Nedostaci su veći investicijski troškovi te potrošnja energije.

Brojna istraživanja pokazala su povezanost između ventilacije i zdravlja (Seppänen i sur. 1999; Sundell i sur. 2007; Wargocki i sur. 2002). Nedovoljno provjetravanje zatvorenih prostora povezano je s akumulacijom određenih onečišćivača, neugodnim mirisom te posljedično smanjenjem kvalitete zraka. Štetni zdravstveni učinci nedovoljne ventilacije učionica uzrokom su čestih glavobolja i respiratornih infekcija u djece te problema s pamćenjem, što rezultira većim brojem izostanaka djece s nastave i nižim akademskim obrazovanjem (Haverinen-Shaughnessy, 2010).

Učionice, odnosno školski prostori u kojima je provedeno istraživanje, uglavnom se provjetravaju prirodnim putem (96,19 % ruralne škole i 100,00 % urbane škole), otvaranjem i zatvaranjem prozora i vrata, što pogoduje kontaminaciji zatvorenog školskog prostora. Mehanički sustav ventilacije kojim se može ručno upravljati ima svega 7,62 % ruralnih škola i 4,30 % urbanih škola. Prema Državnom pedagoškom standardu osnovnoškolskog sustava odgoja i obrazovanja (NN 63/08, 90/10), u učionicama treba osigurati četiri izmjene zraka na sat, uz najveću brzinu strujanja zraka 0,2 m/s ili 25 - 30 m³ zraka/h po učeniku.

Rezultati analize stopa ventilacije na temelju praćenja razina CO₂, volumena učionica i podataka o popunjenosti učionica ukazuju da je više od polovice pregledanih učionica imalo

ventilaciju ispod europske norme s graničnom vrijednosti 3 lps/pp (litre per second per person), a gotovo je 80 % imalo stopu ventilacije nižu od američkog standarda 7 lps/pp. Prosječna ventilacijska stopa u 11 slučajno odabranih škola u Danskoj iznosila je 6,40 l/s, u rasponu od 1,80 do 15,40 l/s po učeniku (Nielsen, 1984; Daisey i sur. 2003).

Osnovni je uzrok pojave vlage i plijesni na zidovima visoka vlažnost zraka u kombinaciji s nedovoljno izoliranim zidovima, kao i neadekvatno održavanje zgrada, što uzrokuje prokišnjavanje i vlaženje zidova izvana. U građevnim dijelovima zgrade vlaga se može pojaviti na površini ili unutar građevne konstrukcije radi propusta u gradnji, oštećenja ili starosti. Prema procjenama 75 - 80 % svih problema u građevini povezano je upravo s vlagom (Bomberg i sur. 1993; Ronald, 1994). Prostorije u podrumima mogu biti jedan od glavnih izvora pojavnosti vlage i plijesni s obzirom na temelje.

U ovom istraživanju, inspekcijski pregled unutarnjeg prostora na vlagu i plijesan obuhvatio je učionice, hodnike, sanitarne čvorove, zbornice, dvorane i pomoćne prostore. Ukupno je pregledano 41859 m² zatvorenog školskog prostora, odnosno 17005 m² učionica u kojima je boravilo 8454 učenika. Podrumske prostorije ima 15,48 % ruralnih škola odnosno 25,23 % urbanih škola. Uočeni su tragovi vlage i plijesni u 8,00 % inspekcijski pregledanih učionica u ruralnim školama i u 12,90 % učionica u urbanim školama.

Istraživanje provedeno 2004. godine u nekoliko europskih zemalja, Kanadi i SAD-u, pokazalo je da 20 % zgrada ima znakove vlage (Institute of Medicine, 2004). Procjenjuje se da je u Europi i Americi 20 - 40 % vlažnih stambenih prostora kolonizirano plijesnima (Gunnbjornsdottir i sur. 2006; Mudarri i Fisk, 2007). Pojavnost vlage i plijesni uočena je i u školskim zgradama, vrtićima, uredima i drugim javnim građevinama. U Danskoj je u 50 % škola i vrtića uočen porast plijesni u zgradama (Gravesen i sur. 1999). Površina prekrivena plijesnima može se kretati od nekoliko cm² pa sve do vrlo velikih površina gdje je proliferacija plijesni veoma raširena (Nielsen, 2003). Stoga je važno prepoznati povezanost između izloženosti plijesni i zdravstvenih problema djece, identificirati toksične metabolite prisutne u zgradama te odrediti rizične razine izlaganja.

Plijesni s vlažnih zidova stvaraju bioaerosole, koji iritiraju respiracijski sustav i izazivaju alergijske reakcije i astmu te mikotoksine kao nusprodukte njihova metabolizma, koji su toksični i opasni za ljudsko zdravlje (Peat i sur. 1998; Koskinen i sur. 1999). Istraživanja pokazuju da više od trećine europske djece pati od astme ili alergija, a učestalost respiracijskih bolesti i dalje raste. Među prvih pet najčešćih uzroka hospitalizacija školske djece nalazi se astma. Oko 15 % novih slučajeva astme povezuje se uz izvore vlage i plijesni u zatvorenom prostoru. Stoga je vrlo važno prostore za učenje održavati suhima (Haverinen i sur. 1999; Sigsgaard i sur. 1999).

Rezultati provedenog istraživanja pokazuju da je od ukupnog broja učenika njih 13,30 % izloženo vlazi i plijesnima, odnosno 1239 učenika od ukupno 8454. Procjena izloženosti učenika na plijesan i vlagu temeljena je na udjelu učionica zahvaćenih vlagom i plijesni,

uzimajući u obzir vlagu i plijesan iz drugih zatvorenih školskih prostora te broj djece u školi. Iako je proveden veliki broj epidemioloških studija o utjecaju boravka ljudi u plijesnim opterećenim prostorima, ne postoji zakonska regulativa o maksimalno dopuštenim koncentracijama plijesni u zraku radnog okoliša (Madsen, 2006). Neke studije pokazuju da koncentracija od 10000 CFU/m³ (CFU - jedinice formiranja kolonija) predstavlja zdravstveni rizik kod profesionalne izloženosti zbog mogućeg razvoja različitih bolesti i alergija respiratornog sustava. Stoga postoji preporuka da koncentracije aerogenih plijesni u radnom okolišu i stambenim prostorima ne bi smjele biti veće od 5x10⁴ CFU/m³, odnosno 5x10³ CFU/m³ (Gorny i Dutkiewicz, 2002). Vlažnost se regulira ispravnim prozračivanjem koje osigurava adekvatnu izmjenu zraka. Posebno treba spriječiti nastanak kondenzacije vlage u učionicama. Tijekom zimskih mjeseci, zbog razlike u temperaturi vanjske okoline i unutarnjeg grijanog prostora, zidovi i dio stropa mogu navući na sebe vlagu. Ukoliko se na vlažnim zidovima pojave plijesni potrebno je pristupiti renovaciji prostorije. Pritom se preporuča koristiti materijal koji je otporan na plijesan, kao što su primjerice razne boje i premazi za zidove i fuge. Topao unutarnji zrak može apsorbirati više vlage u zraku. Relativna vlažnost između 40 % i 60 % čini unutarnji prostor ugodnim i zdravim, a već pri vlažnosti od 80 % može se stvarati plijesan na zidovima, osobito u kutovima i nišama. Prosječne temperature zraka u učionicama i u urbanim i ruralnim školama kretale su se između 20 i 23 °C. Državni pedagoški standard osnovnoškolskog sustava odgoja i obrazovanja (NN 63/08, 90/10) odredio je temperaturu u učionicama od 20°C, u športskoj dvorani na 16 – 18°C, u svlačionicama i praonicama na 20 – 22°C, u hodnicima i stubištima na 18 °C, a u razdoblju visokih vanjskih temperatura u prostorima škole treba osigurati optimalnu temperaturu, 5 °C nižu od vanjske. Isti standard odredio je i relativnu vlagu u učionicama od 45 do 55 %. Prosječna relativna vlažnost u učionicama varirala je od 31,23 % do 60,19 %, što predstavlja mala odstupanja od preporučenih vrijednosti. Dobra kvaliteta zraka je posebno važna u zatvorenim školskim prostorima gdje uvjeti rada i učenja djece i zaposlenika moraju biti zdravstveno prihvatljivi.

Ovo istraživanje provedeno je u skladu s preporukama Parmske Deklaracije i usmjereno na čimbenike okoliša s potencijalno štetnim djelovanjem na zdravlje djece tijekom njihova boravka u školi. Prepoznavanjem negativnih učinaka djelovanja štetnih tvari iz okoliša donose se propisi o maksimalno dopustivim koncentracijama ili razinama kojima ljudi mogu biti izloženi bez negativnih učinaka na zdravlje. No, većina tih propisa uzima u obzir utjecaj na odraslu osobu i na taj način nisu upotrebljive za učinkovitu zaštitu djece. Kako su škole drugo mjesto po važnosti, nakon domova, u kojima djeca provode najviše svog vremena, u prosjeku 4 - 6 sati dnevno, takve prostore bi trebalo staviti pod poseban zdravstveni i ekološki nadzor. Iz tog razloga je na zdravstvenim djelatnicima velika zadaća prikupljanja relevantnih podataka, edukacije, informiranja javnosti i poduzimanja javnozdravstvenih akcija u svrhu smanjenja izloženosti štetnim čimbenicima kao i donošenje zakonskih akata koji će zaštititi najosjetljiviju skupinu populacije - djecu.

6. ZAKLJUČAK

Temeljem provedenog istraživanja o izloženosti učenika odabranim kemijskim onečišćivačima zraka i vlazi/plijesni u učionicama hrvatskih osnovnih škola dobiven je uvid:

1. Prostorni smještaj škola, starost školske zgrade, konstrukcija zgrade i građevinski materijal, vrsta podnih, zidnih i stropnih materijala, položaj učionica u zgradi u odnosu na prometnice, zahvati sanacija i renoviranja unutar školskih zgrada u posljednjih 12 mjeseci, način grijanja i ventilacijski sustav, namještaj i zidni stropni materijali kao i broj prisutnih učenika su glavni čimbenici koji utječu na kvalitetu zraka u učionicama i školskim prostorijama.
2. Najvažniji izvori onečišćenja vanjskog zraka tj. u neposrednoj blizini škola su:
 - industrijska postrojenja u krugu od 3 km za 14,55 % ruralnih škola i 23,37 % urbanih škola,
 - benzinske crpke za 3,64 % ruralnih škola i 5,43 % urbanih škola,
 - elektrane za vlastitu opskrbu energijom za 8,18 % ruralnih škola i 15,22 % urbanih škola,
 - gusti cestovni ili željeznički promet u krugu 100 m za 22,75 % ruralnih škola i 19,57 % urbanih škola,
 - parkirališta u krugu od 100 m za 42,73 % ruralnih škola i 33,15 % urbanih škola.Škole urbanog područja Krapinsko-zagorske, Sisačko-moslavačke, Brodsko-posavske županije te ruralna škola Zagrebačke županije izložene su najvećem broju navedenih izvora onečišćivača.
3. Najveći broj škola (47,03 %) izgrađen je prije 31-50 godina, dok su 29,73 % škola starije od 50 godina. Prema načinu izgradnje, vrsti temelja, konstrukciji zgrade i odabiru materijala, postoje značajne razlike između škola u urbanim i ruralnim područjima. Veći broj ruralnih škola nema podrumске ni suterenske prostore, ima kose krovove i masivnu konstrukciju, za razliku od urbanih škola. Drvo je češće zastupljeno u podnom, zidnom i stropnom materijalu urbanih škola.
4. 68,57 % osnovnih škola u ruralnim područjima i 53,13 % osnovnih škola u urbanim područjima bilo je renovirano u proteklih pet godina. 14,29 % škola u ruralnim područjima i 20,31 % u urbanim područjima bilo je renovirano tijekom proteklih 12 mjeseci.
5. 12,90 % učionica u urbanim područjima i 8,00 % u ruralnim područjima imale su vidljivih problema s vlagom i plijesni. Ukupno je 1239 učenika od njih 8454 bilo izloženo vlazi/plijesni u 21 promatranoj osnovnoj školi na području Republike Hrvatske. Najviše učenika izloženih vlazi i plijesni nalazilo se u urbanim i ruralnim školama Osječko-baranjske županije.

6. Mjerenjem koncentracija odabranih kemijskih onečišćivača zraka u učionicama (benzen, NO₂, formaldehid), uočene su razlike s obzirom na prostornu smještenost škola (urbane/ruralne i kontinentalne/primorske).
- Viši medijani koncentracija svih odabranih kemijskih onečišćivača izmjereni su u učionicama urbanih škola. Najznačajnije razlike pronađene su između razina formaldehida u učionicama urbanih i ruralnih škola te između razina benzena u kontinentalnim i primorskim školama. Viši medijani svih onečišćivača zraka izmjereni su u učionicama i ispred školskih zgrada u kontinentalnom dijelu Hrvatske.
 - Viši medijani koncentracija benzena i NO₂ izmjereni su u vanjskom zraku ispred urbanih škola, a medijan koncentracija formaldehida bio je viši ispred ruralnih škola, međutim, te se razlike nisu pokazale statistički značajnima.
 - Prosječne vrijednosti koncentracija mjerenih odabranih kemijskih onečišćivača u učionicama iznosile su: benzen 2,07 µg/m³, formaldehid 8,84 µg/m³, NO₂ 2,54 µg/m³.
 - NO₂: najmanje koncentracije izmjerene su u školi ruralnog područja Sisačko-moslavačke županije (0,75 µg/m³), a najveće koncentracije u školi ruralnog područja Zagrebačke županije (12,49 µg/m³).
 - Benzen: najmanje koncentracije izmjerene su u školi ruralnog područja Karlovačke županije (0,29 µg/m³), a najveće koncentracije u školi ruralnog područja Brodsko-posavske županije (23,30 µg/m³).
 - Formaldehid: najmanje koncentracije izmjerene su u školi ruralnog područja Zadarske županije (1,87 µg/m³), a najveće koncentracije u školi urbanog područja Osječko-baranjske županije (19,58 µg/m³).
7. Rezultati dobiveni analizom vremenskih serija ukazali su na uobičajene cikluse u koncentracijama CO₂ povezane s ukupnim brojem učenika, volumenom učionica, provjetranjem, temperaturom i relativnom vlagom. Prosječna vrijednost CO₂ iznosila je 1958 ppm, a većina učionica provjetrava se prirodnim putem, odnosno otvaranjem i zatvaranjem vrata i prozora. Samo tri učionice imale su mehanički sustav ventilacije.

7. LITERATURA

- Abelsohn A, Gibson B, Sanborn MD, Weir E. 2002. Identifying and managing adverse environmental health effects: 2. Outdoor air pollution. *Canadian Medical Association Journal* 166 (9): 1161
- Agencija za zaštitu okoliša. Dostupno na: <http://iszz.azo.hr/iskzl/index.html> [pristupljeno 10.3.2014].
- Air quality guidelines for Europe. 2000. 2nd ed. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe
- Air quality guidelines: global update 2005. 2006. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe
- Andriessen JW, Brunekreef B, Roemer W. 1998. Home dampness and respiratory health status in European children. *Clinical and Experimental Allergy*. 28:1191–1200.
- Amagai T, Ohura T, Sugiyama T, Fusaya M, Matsushita H. 2002. Gas chromatographic/mass spectrometric determination of benzene and its alkyl derivatives in indoor and outdoor air in Fuji. *Japan. Journal of AOAC International* 85:203–211.
- Arashidani K, Yoshikawa M, Kawamoto T, Matsuno K, Kayama F, Kodama Y. 1996. Indoor pollution from heating. *Industrial Health* 34: 205-215.
- Armstrong TW, Zaleski RT, Konkel WJ, Parkerton TJ. 2002. A tiered approach to assessing children's exposure: a review of methods and data. *Toxicol Lett*, 127:111–119
- ASHRAE Standard 62/2001 Indoor Air Quality. Dostupno na: <http://www.trane.com/commercial/Uploads/PDF/520/ISS-APG001-EN.pdf>. [pristupljeno 10.3.2014].
- Azuma K, Uchiyama I, Ikeda K. 2004. The regulations for indoor air pollution in Japan: a public health perspective. In: Proceedings of the 2nd WHO International Housing and Health symposium, Vilnius, Lithuania, 29 September – 1 October 2004. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 551–563
- Batterman S, Jia CR, Hatzivasilis G. 2007. Migration of volatile organic compounds from attached garages to residences: a major exposure source. *Environmental Research* 104:224–240.
- Bernstein JA, Bobbitt RC, Levin L, Floyd R, Crandall MS, Shalwitz RA, Seth A, Glazman M. 2006. Health effects of ultraviolet irradiation in asthmatic children's homes. *Journal of Asthma* 43:255–262
- Bomberg M, Brown W. 1993. Building envelope and environmental control: part 1 — heat, air and moisture interactions. *Construction Canada* 35:15–18.
- Brdarić D, Egorov A, Valek M., Hanninen O, Haverinen-Shaughnessy U, Wendland C. Pilot Exposure Assessment Survey in Schools in Osijek, Croatia using a standardized methodology of World Health Organization. 2nd Environmental Health Congress ENVIRONMENTAL HEALTH AT THE SERVICE OF HUMAN HEALTH. *Book of abstracts* 69
- Brown SK. 2002. Volatile organic pollutants in new and established buildings in Melbourne, Australia. *Indoor Air* 12:55–63.

Bruce N, Perez-Padilla R, Albalak R. 2000. Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge. *Bull World Health Organization* 78(9):1078–92

Brunekreef B, Dockery DW, Speizer FE, Ware JH, Spengler JD, Ferris BJ. 1989. Home dampness and respiratory morbidity in children. *The American Review of Respiratory Disease* 140:1363–1367.

Bsria. 2015. KIMO KTH-CO₂ <https://www.bsria.co.uk/instrument/view/product/kimo-kth-co2/> [pristupljeno 10.1.2015.].

Canha N, Martinho M, Almeida-Silva M, Freitas MC, Almeida SM, Pegas P, Alves C, Pio C, Trancoso M, Sousa R, Mouro F, Contreiras T. 2012a. Indoor air quality in primary schools. *Int. J. Environ. Pollut* 50 (1/2/3/4):396-410

Clarisse B, Laurent AM, Seta N, Le Moullec Y, El Hasnaoui A, Momas I. 2003. Indoor aldehydes: measurement of contamination levels and identification of their determinants in Paris dwellings. *Environmental Research* 92:245–253.

Committee on the Medical Effects of Air Pollutants. 2004. *Guidance on the effects on health of indoor air pollutants*. London, Department of Health

Conrad. 2014. Trotec T650. <http://www.conrad.de/ce/de/product/100840/T650-Materialfeuchte-Messgeraet-Feuchte-Messgeraet-0-200-Digit> [pristupljeno 10.3.2014].

Critical appraisal of the setting and implementation of indoor exposure limits in the EU. 2005. Brussels, European Commission, Joint Research Centre

Daisey JM, Angell WJ, Apte MG. 2003. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. *Indoor Air* 13:53-64.

Dales RE, Burnett R, Zwanenburg H. 1991. Adverse health effects among adults exposed to home dampness and molds. *American Review of Respiratory Diseases* 143:505–509.

Destailhats H, Maddalena RL, Singer BC, Hodgson AT, McKone TE. 2008. Indoor pollutants emitted by office equipment. A review of reported data and information needs. *Atmospheric Environment* 42:1371–1388.

Dodson RE, Levy IJ, Spengler JD, Shine JP, Bennett DH. 2008. Influence of basement, garages and common hallways on indoor residential volatile organic compound concentrations. *Atmospheric Environment* 42:1569–1581.

Domsic S, Squinazi F. 2001. Connaissance de l'exposition de jeunes enfants à la pollution atmosphérique dans les crèches parisiennes. Paris, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris

Edwards RD, Jantunen MJ. 2001. Benzene exposure in Helsinki, Finland. *Atmospheric Environment* 35:1411–1420.

Edwards R.D, Schweizer C, Llacqua V, Lai KH, Jantunen M, Oglesby M. 2006. Time activity relationships to VOC personal exposure factors. *Atmos Environ* 40:5685–5700

Eicker U. 2010. Cooling strategies, summer comfort and energy performance of a rehabilitated passive standard office building. *Volume 87, Issue 6* 2031–2039

European Commission. 2014. SIMPHONIE final report. Directorate General for Health and Consumers Directorate General Joint Research Centre - Institute for Health and Consumer Protection. Luxembourg

- Ezeonu I M, Price D L, Simmons R B, Crow S A, Ahearn D G. 1994. Fungal production of volatiles during growth on fiberglass. *Applied and Environmental Microbiology* 60:4172–4173
- Farmer SA, Nelin TD, Falvo MJ, Wold LE. 2014. Ambient and household air pollution: complex triggers of disease *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 307(4):H467-76.
- Fiala Z, Vyskocil A, Krajak V, Viau C, Ettlerova E, Bukac J, Fialova D, Emminger S. 2001. Environmental exposure of small children to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 74 (6): 411-420
- Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol. Lyon, International Agency for Research on Cancer, 2006:39–325 (IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Vol. 88)
- Franchi M, Carrer P, Kotzias D, M.A.L. Rameckers, Seppänen O, Bronswijk J E.M.H, Viegi G. 2004. Towards healthy air in dwellings in Europe. Brussels, European Federation of Allergy and Airways Diseases Patients Associations
- Franklin P, Dingle P, Stick S. 2000. Raised exhaled nitric oxide in healthy children is associated with domestic formaldehyde levels. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 161:1757–1759
- Fromme H, Heitmann D, Dietrich S. 2008. Air quality in schools – classroom levels of carbon dioxide (CO₂), volatile organic compounds (VOC), aldehydes, endotoxins and cat allergen. *Gesundheitswesen* 70:88–97.
- Garrett MH, Hooper MA, Hooper BM. 1999. Nitrogen dioxide in Australian homes: levels and sources. *Journal of the Air & Waste Management Association* 49:76–81.
- Garrett MH, Hooper MA, Hooper BM, 1996. Low levels of formaldehyde in residential homes and a correlation with asthma and allergy in children. In: Proceedings of the 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. *Indoor Air*, vol. 1 617–622.
- Gilbert NL, Gauvin D., Guay M, Heroux ME, Dupuis G, Legris M, C. Chan C, N. Dietz R, Levesque B. 2006. Housing characteristics and indoor concentrations of nitrogen dioxide and formaldehyde in Quebec City, Canada. *Environmental Research* 102:1–8.
- Glorennec P, Bonvallot N, Mandin C, Goupil G, Pernelet-Joly V, Millet M, Filleul L, Le Moullec Y, Alary R. 2008. Is a quantitative risk assessment of air quality in underground parking garages possible? *Indoor Air* 18:283–292.
- Godoi RHM, Avigo Jr D, Campos VP, Tavares TM, de Marchi MRR, Van Grieken R. 2009. Indoor air quality assessment of elementary schools in Curitiba, Brazil. *Water Air Soil Pollut Focus*
- Gorny R. L., Dutkiewicz J. Bacterial and fungal aerosols in indoor environment in Central and Eastern European countries. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 2002, 9, 17–23.
- Gravesen S, Nielsen P. A., Iversen R., Nielsen K. F. Microfungal contamination of damp buildings-examples of risk constructions and risk materials. *Environ Health Prospect*, 1999, 107, 505-508.
- Gunnbjörnsdóttir M I, Franklin K A, Norbäck D, Björnsson E, Gislason D, Lindberg E, Svanes C, Omenaas E, Norrman E, Jögi R, Jensen E J, Dahlman - Höglund A, Janson

C. 2006. Prevalence and incidence of respiratory symptoms in relation to indoor dampness: the RHINE study. *Thorax* 61:221–225.

Hafkenscheid T, Fromage-Mariette A, Goelen E, Hangartner M, Pfeffer U, Plaisance H, de Santis F, Saunders K, Swaans W, Tang Y.S., Targa J, van Hoek C, Gerboles M. 2009. Review of the application of diffusive samplers in the European Union for the monitoring of nitrogen dioxide in ambient air 1018-5593

Haghighat F, De Bellis L. 1998. Material emission rates: literature review, and the impact of indoor air temperature and relative humidity. *Building and Environment* 33:261–277.

Hagenbjork-Gustafsson. 1996. Measurements of indoor and outdoor nitrogen dioxide concentrations using a diffusive sampler. *Analyst* 121:1261–1264.

Hänninen O. 2010. Environmental Burden of Disease in the European Region (EBoDE-project): Final report.

Harrison RM, Thornton CA, Lawrence RG, Mark D, Kinnersley RP, Ayres JG. 2002. Personal exposure monitoring of particulate matter, nitrogen dioxide, and carbon monoxide, including susceptible groups. *Occup Environ Med* 59:671–679

Haverinen U, Husman T, Toivola M, Suonketo J, Pentti M, Lindberg R, Leinonen J, Hyvarinen A, Meklin T, Nevalainen A. 1999. An approach to management of critical indoor air problems in school buildings. *Environmental Health Perspectives* 107 (Suppl. 3):509–514.

Haverinen U. 2002. Modeling moisture damage observations and their association with health symptoms [thesis]. Kuopio, National Public Health Institute, Department of Environmental Health, University of Kuopio.

Haverinen-Shaughnessy U, Moschandreas D, Shaughnessy R. 2010a. Association between substandard ventilation rates in classrooms and student's academic achievement. Indoor Air Hazardous Substances Data Bank (HSDB).

Hazenkamp-von A, Ackermann-Liebrich U, Götschi Fellmann T, Künzli N. 2004. PM_{2.5} and NO₂ assessment in 21 European study centres of ECRHS II: annual means and seasonal differences. *Atmospheric Environment* 38:1943–1953.

Heavner DL, Morgan WT, Ogden MW. 1995. Determination of volatile organic-compounds and ETS apportionment in 49 Homes. *Environment International* 21:3–21.

Hodgson AT, Levin H. 2003. Volatile organic compounds in indoor air: a review of concentrations measured in North America since 1990. San Francisco, CA, Lawrence Berkeley National Laboratory

Hulin M, Caillaud D, Annesi-Maesano I. 2010. Indoor air pollution and childhood asthma: variations between urban and rural areas. *Indoor Air* 20 (6):502–514

IEH report on the benzene in the environment. 1999. Leicester, MRC Institute for Environment and Health.

Ilgen E. 2001. Aromatic hydrocarbons in the atmospheric environment. Part II: univariate and multivariate analysis and case studies of indoor concentrations. *Atmospheric Environment* 35:1253–1264.

Institute of Medicine. 2004. Damp indoor spaces and health. Washington, DC, National Academies Press.

- ISO 16000-1. 2004. Indoor Air – Part 1: General aspects of sampling strategy. Geneva, Switzerland, International Organisation for Standardisation.
- ISO 16000-2. 2004. Indoor Air – Part 2: Sampling Strategy for formaldehyde. Geneva, Switzerland, International Organisation for Standardisation.
- ISO 16200-2. 2000. Workplace air quality – Sampling and analysis of volatile organic compounds by solvent desorption/gas chromatography. Part 2: Diffusive sampling method. Geneva, Switzerland, International Organisation for Standardisation.
- ISO 16000-4. 2004. Indoor Air – Part 4: Determination of formaldehyde – Diffusive sampling method. Geneva, Switzerland, International Organisation for Standardisation.
- ISO 6768. 1998. Ambient Air – Determination of mass concentration of nitrogen dioxides – Modified Griess-Saltzman method.). Geneva, Switzerland, International Organisation for Standardisation.
- ISO 16000-15. 2008. Indoor Air – Part 15: Sampling Strategy for nitrogen dioxide (NO₂). Geneva, Switzerland, International Organisation for Standardisation.
- Jaakkola JJ, Hwang BF, Jaakkola N. 2005. Home dampness and molds, parental atopy, and asthma in childhood: a six-year population-based cohort study. *Environmental Health Perspectives* 113:357–361.
- Janssen, N.A.H., Hoek, G., Brunekreef, B., Harssema, H. 1999. Mass concentration and elemental composition of PM₁₀ in classrooms. *Occup. Environ. Med.* 56:482–487.
- Janssen NAH, van Vliet PHN, Aarts F, Harssema H. Brunekreef B. 2001. Assessment of exposure to traffic related air pollution of children attending schools near motorways. *Atmospheric Environment* 35:3875–3884.
- Janssen, N.A., Brunekreef, B., van Vliet, P., Aarts, F., Meliefste, K., Harssema, H., Fischer, P. 2003. The relationship between air pollution from heavy traffic and allergic sensitization, bronchial hyperresponsiveness and respiratory symptoms in Dutch schoolchildren. *Environ. Health Perspect* 111, 1512–1518
- Jia CR, Batterman S, Godwin C. 2008. VOCs in industrial, urban and suburban neighborhoods – Part 2: Factors affecting indoor and outdoor concentrations. *Atmospheric Environment* 42:2101–2126.
- Jurvelin J, Vartiainen M, Jantunen M, Pasanen P. 2001. Personal exposure levels and microenvironmental concentrations of formaldehyde and acetaldehyde in Helsinki metropolitan area, Finland. *Journal of the Air & Waste Management Association* 51:17–24
- Kelly TJ, Smith DL, Satola J. 1999. Emission rates of formaldehyde from materials and consumer products found in California homes. *Environmental Science & Technology* 33:81–88.
- Kilpelainen M, Terho E., Helenius H, Koskenvuo M. 2001. Home dampness, current allergic diseases, and respiratory infections among young adults. *Thorax*, 56:462–467.
- Kim YM, Harrad S, Harrison RM. 2001. Concentrations and sources of VOCs in urban domestic and public microenvironments. *Environmental Science & Technology* 35:997–1004.

- Kodama Y, Arashidani K, Tokui N, Kawamoto T, Matsuno K, Kunugita N, Minakawa N. 2002. Environmental NO₂ concentration and exposure in daily life along main roads in Tokyo. *Environmental Research* 89:236–244.
- Krzyzanowski M, Quackenboss JJ, Lebowitz MD. 1990. Chronic respiratory effects of indoor formaldehyde exposure. *Environmental Research* 52:117–125
- Koskinen OM, Husman TM, Meklin TM, Nevalainen AI. 1999. Adverse health effects in children associated with moisture and mold observations in houses. *International Journal of Environmental Health Research* 9:143–156.
- Kotzias D, Koistinen K, Kephelopoulos S, Schlitt C, Carrer P, Maroni M, Jantunen M, Cochet C, Kirchner S, Lindvall T, McLaughlin J, Molhave L, de Oliveira Fernandes E, Seifert B. 2005. The INDEX project. Critical appraisal of the setting and implementation of indoor exposure limits in the EU. Ispra, European Commission Joint Research Centre.
- Lambert WE, Samet JM, Hunt WC, Skipper BJ, Schwab M, Spengler JD. 1993. Nitrogen dioxide and respiratory illness in children. Part II. Assessment of exposure to nitrogen dioxide. *Research Report, Health Effects Institute* 58:33–50.
- Lee CW, Dai YT, Chien CH, Hsu DJ. 2006. Characteristics and health impacts of volatile organic compounds in photocopy centers. *Environmental Research* 100:139–149.
- Lee SC, Li WM, Ao CH. 2002. Investigation of indoor air quality at residential homes in Hong Kong – case study. *Atmospheric Environment* 36:225–237.
- Levy JI, Lee K, Spengler JD, Yanagisawa Y. 1998. Impact of residential nitrogen dioxide exposure on personal exposure: an international study. *Journal of the Air & Waste Management Association* 48:553–560.
- Lipsett MJ, Shusterman DJ, Beard RR. 1994. Inorganic compounds of carbon, nitrogen, and oxygen. In: Patty's Industrial Hygiene and Toxicology (Clayton GD, Clayton FD, eds). New York:John Wiley and Sons, 4523-4554.
- Madsen A. M. 2006. Exposure to airborne microbial components in autumn and spring during work at Danish biofuel plants. *Ann Occup Hyg* 50(8), 821-831
- Marchand C, Le Calvé S, Mirabel P, Glasser N, Casset A, Schneider N, De Blay F. 2008. Concentrations and determinants of gaseous aldehydes in 162 homes in Strasbourg (France). *Atmospheric Environment* 42:505–516.
- Mudarri D, Fisk WJ. 2007. Public health and economic impact of dampness and mold. *Indoor Air* 17:226–235.
- Mobile-source air toxics: a critical review of the literature on exposure and health effects. Boston, MA, Health Effects Institute, 2007 (HEI Special Report 16).
- Mendell MJ, Smith AH. 1990. Consistent pattern of elevated symptoms in air-conditioned office buildings: a reanalysis of epidemiologic studies. *American Journal of Public Health* 80:1193–1199.
- Mendell MJ, Naco GM, Wilcox TG, Sieber WK. 2003. Environmental risk factors and work-related lower respiratory symptoms in 80 office buildings: an exploratory analysis of NIOSH data. *American Journal of Industrial Medicine* 43:630–641.
- Mendell MJ, Cozen M, Lei-Gomez Q, Brightman HS, Erdmann CA, Girman JR, Womble SE. 2006. Indicators of moisture and ventilation system contamination in US office

- buildings as risk factors for respiratory and mucous membrane symptoms: analyses of the EPA BASE data. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 3:225–233.
- Middleton N, Yiallourous P, Kleanthous S, Kolokotroni O, Schwartz J, Dockery DW, Demokritou P, Koutrakis P. 2008. A 10-year time-series analysis of respiratory and cardiovascular morbidity in Nicosia, Cyprus: the effect of shortterm changes in air pollution and dust storms. *Environ. Health* 7-39.
- Mitchell CS, Zhang J, Sigsgaard T, Junteen M, Lioy PJ, Somson R. 2007. Current state of science: health effects and indoor environmental quality. *Environ Health Perspect* 115:863–882
- Mudarri D, Fisk WJ. 2007. Public health and economic impact of dampness and mold. *Indoor Air* 17:226–235.
- Mustajbegović J, Žuškin E. 2004. Zdravstveni učinci dugotrajne niske izloženosti lebdećim česticama. *Gospodarstvo i okoliš* 66: 17-20.
- Nafstad P, Oie L, Mehl R, Gaarder PI, Lødrup-Carlsen KC, Botten G, Magnus P, Jaakkola JJ. 1998. Residential dampness problems and symptoms and signs of bronchial obstruction in young Norwegian children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 157:410–414.
- Nakai S, Nitta H, Maeda K. 1995. Respiratory health associated with exposure to automobile exhaust. II. Personal NO₂ exposure levels according to distance from the roadside. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 5:125–136.
- Narodne novine (2008) Državni pedagoški standard osnovnoškolskog sustava odgoja i obrazovanja. Zagreb: *Narodne novine* d.d., 63
- Narodne novine (2010) Državni pedagoški standard osnovnoškolskog sustava odgoja i obrazovanja. Zagreb: *Narodne novine* d.d., 90
- Nielsen O. 1984. Quality of air and the amount of fresh air in classrooms. In: Berglund, B., Lindvall, T. and Sundell, J. (eds) *Indoor Air: Buildings, Ventilation and Thermal Climate*, *Stockholm Swedish Council for Building Research* 5:221– 226
- Nielsen, K. F. 2003. Review: mycotoxin production by indoor molds. *Fungal Genetics and Biology* 39, 103–117.
- Nitrogen dioxide. Bethesda, MD, National Library of Medicine, 2005 <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/~OP3dBt:2>, [pristupljeno 10.3.2014].
- Norbäck D, Björnsson E, Janson C, Palmgren U, Boman G. 1999. Current asthma and biochemical signs of inflammation in relation to building dampness in dwellings. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* 3:368–376.
- Norbäck D. 1995. Subjective indoor air quality in schools—the influence of high room temperature, carpeting, fleecy wall materials and volatile organic compounds. *Indoor Air* 5:237–246
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration). 2012. Sampling and Analytical Methods: Carbon Dioxide in Workplace Atmospheres. Dostupno na: <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id172/id172.html> [pristupljeno 10.3.2014].
- Park H, Lee B, Lee JT, Kim H, Hong YC. 2002. Association of air pollution with school absenteeism due to illness. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 156:1235-1239

- Payne-Sturges DC, Burke TA, Breyse P, Diener-West M, Buckley TJ. 2004. Personal exposure meets risk assessment: a comparison of measured and modeled exposures and risks in an urban community. *Environ Health Perspect* 112:589–598
- Peat JK, Dickerson J, Li J. 1998. Effects of damp and mould in the home on respiratory health: a review of the literature. *Allergy* 53:120–128.
- Persily AK. 1997. Evaluating building IAQ and ventilation with carbon dioxide. *ASHRAE Transactions* 103(2):193-204.
- Persily AK, Gorfain J. 2008. Analysis of ventilation data from the U.S. Environmental Protection Agency Building Assessment Survey and Evaluation (BASE) Study, NISTIR-7145-Revised. Bethesda, MD: National Institute for Standards and Technology.
- Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. 2002. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to Fine particulate air pollution. *J. Am. Med. Assoc.* 287:1132-1141.
- Puteh M, Mohd HI, Mazlini A, Che NCA, Noraini MN. 2012. Thermal Comfort in Classroom: Constraints and Issues. *Procedia* Volume 46:1834–1838
- Raw GJ, Coward SKD, Brown VM, Crump DR. 2004. Exposure to air pollutants in English homes. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 14:S85–S94.
- Ronald PT. 1994. Relevant moisture properties of building construction materials. In: Trechsel HR, ed. *Moisture control in buildings*. Philadelphia, American Society for Testing and Materials (ASTM manual series, MNL 18).
- Rudel RA, Perovich LJ (2009). Endocrine disrupting chemicals in indoor and outdoor air. *Atmospheric Environment*, 43(1):170-181
- Rumchev KB, Spickett JT, Bulsara MK, Phillips MR, Stick SM. 2002. Domestic exposure to formaldehyde significantly increases the risk of asthma in young children. *European Respiratory Journal* 20:403–408
- Salthammer T, Mentese S, Marutzky R. 2010. Formaldehyde in the indoor environment. *Chemical Reviews* 110:2536–2572.
- Salthammer T, Mentese S. 2008. Comparison of analytical techniques for the determination of aldehydes in test chambers. *Chemosphere*, 73:1351–1356.
- Schneider P, Gebefügi I, Richter K, Wölke GW, Schneille J, Wichmann HE, Heinrich J. 2001. Indoor and outdoor BTX levels in German cities. *Science of the Total Environment* 267:41–51.
- Selgrade MK, Plopper CG, Gilmour MI, Conolly RB, Foos BSP. 2007. Assessing the health effects and risks associated with children's inhalation exposure to asthma and allergy. *J. Toxicol. Environ. Health Part A* 71:196-207
- Seppänen O, Fisk W, Mendell M. 1999. Association of ventilation rates and CO₂ concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings. *Indoor Air* 9:226–252.
- Seppänen OA, Fisk WJ. 2002. Association of ventilation system type with SBS symptoms in office workers. *Indoor Air* 12:98–112.

- Sexton K, Mongin SJ, Adgate JL, Pratt GC, Ramachandran G, Stock TH, Morandi MT. 2007. Estimating volatile organic compound concentrations in selected microenvironments using time-activity and personal exposure data. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, Current Issues* 70:465–476.
- Shabir A. Madhi and Keith P. Klugman. 2006. Acute Respiratory Infections. Disease and Mortality in Sub-Saharan Africa. 2nd edition. Jamison DT, Feachem RG, Makgoba MW, et al., editors. Washington (DC): World Bank; 2006
- Shima M, Adachi M. 2000. Effect of outdoor and indoor nitrogen dioxide on respiratory symptoms in schoolchildren. *International Journal of Epidemiology* 29:862–870.
- Sigsgaard T, Jensen HLC, Nichum E, Gravesen S, Larsen L, Hansen M.Ø. 1999. Symptoms associated to work in a water damaged school building. In: Johanning, E. (Ed.), *Bioaerosols, Fungi and Mycotoxins: Health effects, Assessment, Prevention and Control* Eastern New York Occupational and Environmental Health Center, Albany 99–105.
- Sieber W, Karl Leslie T, Stayner Robert M, Marty RP, Mark JM, Kenneth M, Wallingford, MS, Crandall TG, Wilcox, Reed L. 1996. The National Institute for Occupational Safety and Health indoor environmental evaluation experience: part three – associations between environmental factors and self-reported health conditions. *Applied Occupational and Environmental Hygiene* 11:1387–1392.
- Simoni M, Carrozzi L, Baldacci S, Scognamiglio A, Di Pede F, Sapigni T, Viegi G. 2002. The Po River Delta (north Italy) indoor epidemiological study: effects of pollutant exposure on acute respiratory symptoms and respiratory function in adults. *Archives of Environmental Health* 57:130–136
- Son B, Breyse P, Yang W. 2003. Volatile organic compounds concentrations in residential indoor and outdoor and its personal exposure in Korea. *Environment International* 29:79–85.
- Spengler JD, Samet JM, McCarthy JF. 2001. *Indoor air quality handbook*. New York, McGraw-Hill Professional
- Srivastava PK, Pandit GG, Sharma S, Mohan Rao AM. 2000. Volatile organic compounds in indoor environments in Mumbai, India. *Science of the Total Environment* 255:161–168.
- Stranger M, Potgieter-Vermaak SS, Van Grieken R. 2008. Characterization of indoor air quality in primary schools in Antwerp, Belgium. *Indoor Air* 18:454-463
- Sundell J, Levin H. 2007. Ventilation rates and health: report of an interdisciplinary review of the scientific literature. Final report. Atlanta, American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.
- Supelco leaflet for analysis of VOCs with Radiello Passive Samplers, 2011
- Tham KW, Zuraimi MS, Koh D, Chew FT, Ooi PL. 2007. Associations between home dampness and presence of molds with asthma and allergic symptoms among young children in the tropics. *Pediatric Allergy and Immunology* 18:418–424.
- Valić F. 2001. Zdravstvena ekologija. Medicinska naklada, Zagreb, 54-65.
- Vandeginste B.G.M, Massart D.L, Buydens L.M.C, De Jong S, Lewi P.J, Smeyers – Werbeke J. 1998 *Handbook of Chemometrics and Qualimetrics, Part A*, Elsevier, Amsterdam

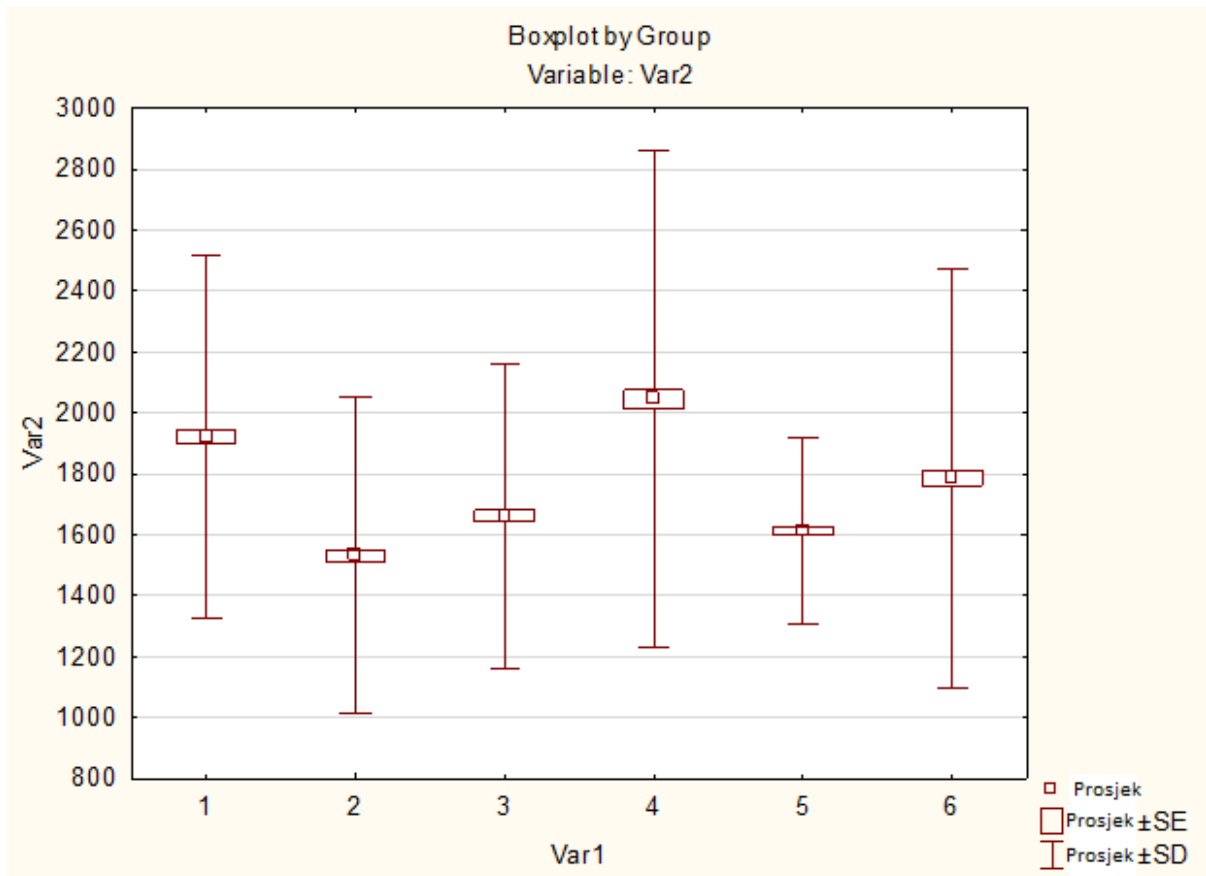
- Venn AJ, Cooper M, Antoniak M, Laughlin C, Britton J, Lewis SA. 2003. Effects of volatile organic compounds, damp, and other environmental exposures in the home on wheezing illness in children. *Thorax* 58:955–960
- Wallace LA. 1987. Emissions of volatile organic-compounds from building-materials and consumer products. *Atmospheric Environment* 21:385–393.
- Wang SW, Majeed MA, Chu PL, Lin HC. 2009. Characterizing relationships between personal exposures to VOCs and socioeconomic, demographic, behavioral variables. *Atmos Environ* 43:2296–2302
- Wargocki P, Sundell J, Bischof W, Brundrett G, Fanger PO, Gyntelberg F, Hanssen SO, Harrison P, Pickering A, Seppänen O, Wouters P. 2002. Ventilation and health in non-industrial indoor environments. Report from a European multidisciplinary scientific consensus meeting. *Indoor Air* 12:113–128.
- Watkiss P, Pye S, Holland M. 2005. CAFE CBA: Baseline Analysis 2000 to 2020. Service Contract for Carrying out Cost-Benefit Analysis of Air Quality Related Issues, in particular in the Clean Air for Europe (CAFE) Programme. AEAT/ED51014/ Baseline Issue 5.
- Wessen B, Honkanen J, Malarstig B. 2002. Microorganisms, MVOCs and the health complaints. In: *Proceedings of Indoor Air 2002, 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Monterey, California*. Vol. 4. Atlanta, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers: 319–322
- WHO, 2006. Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality. Report on a working group meeting Bonn, Germany, 23-24 October 2006. Dostupno na: http://www.euro.who.int/Document/AIQ/IAQ_mtgrep_Bonn_Oct06.pdf. [pristupljeno 10.7.2014].
- WHO, 2009. Dampness and mould. WHO Guidelines for Indoor Air Quality. WHO Regional office for Europe, Copenhagen, xvi+228 pp. ISBN 798 92 890 4168 3. Dostupno na: <http://www.euro.who.int/document/E92645.pdf>. [pristupljeno 10.3.2014].
- WHO, 2014. Indoor air quality guidelines: household fuel combustion. WHO Regional office for Europe, Copenhagen. Dostupno na: <http://www.who.int/indoorair/publications/household-fuel-combustion/en/> [pristupljeno 10.7.2014].
- WHO, 2015. School environment: policies and current status. WHO Regional office for Europe, Copenhagen. Dostupno na: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/276624/School-environment-Policies-current-status-en.pdf [pristupljeno 19.8.2015].
- Wild CP, Kleijnans J. 2003. Children and increased susceptibility to environmental carcinogens: evidence or empathy? *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 12:1389–1394
- Willers S, Andersson S, Andersson R, Jorgen G, Sverdrup C, Rosell L. 1996. SickBuilding Syndrome Symptoms among the Staff in Schools and kindergartens: are the levels of volatile organic compounds and carbon dioxide responsible? *Indoor Bulletin Environment* 5:232–235.
- Wilkins D.S. 2006. *Statistical methods in the atmospheric science*, Elsevier, UK

- Wolkoff P. 1995. Volatile organic compounds. Sources, measurements, emissions, and the impact on indoor air quality. *Indoor Air* 5(Suppl. 3):1–73.
- Wong WK G, KoWSF, Hui SCD, Fok TF, Carr D, Mutius E, Zhong NS, Chen YZ, Lai K WC. 2004. Factors associated with difference in prevalence of asthma in children from three cities in China: multicentre epidemiological survey. *British Medical Journal* 329:486.
- Zheng T, Niu S, Lu B, Fan X, Sun F, Wang J, Zhang Y, Zhang B, Owens P, Hao L, Li Y, Leaderer B. 2002. Childhood asthma in Beijing, China: a population-based case-control study. *American Journal of Epidemiology* 156:977–983.
- Zock JP, Jarvis D, Luczynska C, Sunyer J, Burney P; European Community Respiratory Health Survey. 2002. Housing characteristics, reported mold exposure, and asthma in the European Community Respiratory Health Survey. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 110:285–292
- Zota A, Adamkiewicz G, Levy JI, Spengler JD. 2005. Ventilation in public housing: implications for indoor nitrogen dioxide concentrations. *Indoor Air* 15:393–401.
- Yang CY, Chiu JF, Chiu HF, Kao WY. 1997a. Damp housing conditions and respiratory symptoms in primary school children. *Pediatric Pulmonology* 24:73–77.
- Yu CWF, Crump DR. 2003. Small chamber tests for measurement of VOC emissions from flooring adhesives. *Indoor and Built Environment* 12:299–310.

8. PRILOZI

8.1 Prikaz koncentracija CO₂ u učionicama prema županijama

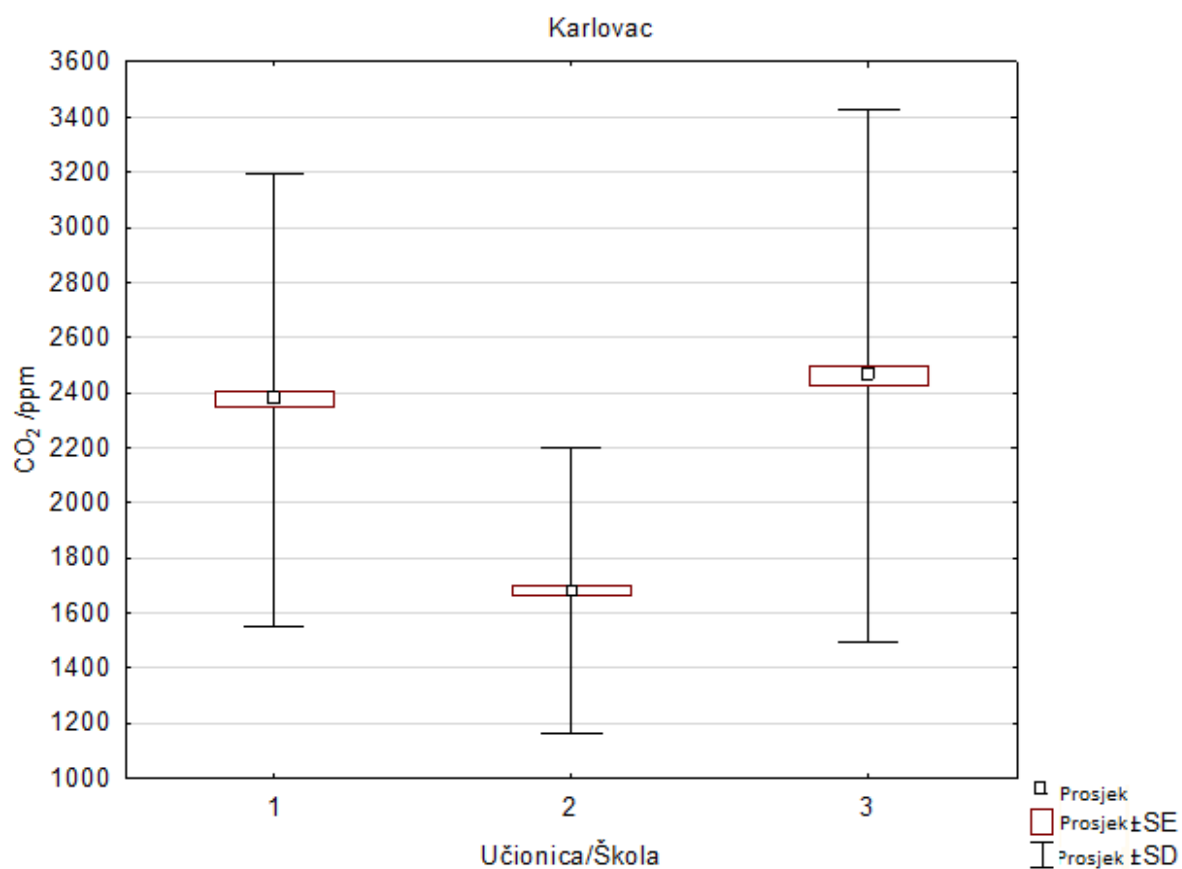
Prilog 1: Koncentracije CO₂ u učionicama Istarske županije



Koncentracije CO₂ (Var 2) izražene su u ppm. Var 1 predstavlja učionice.

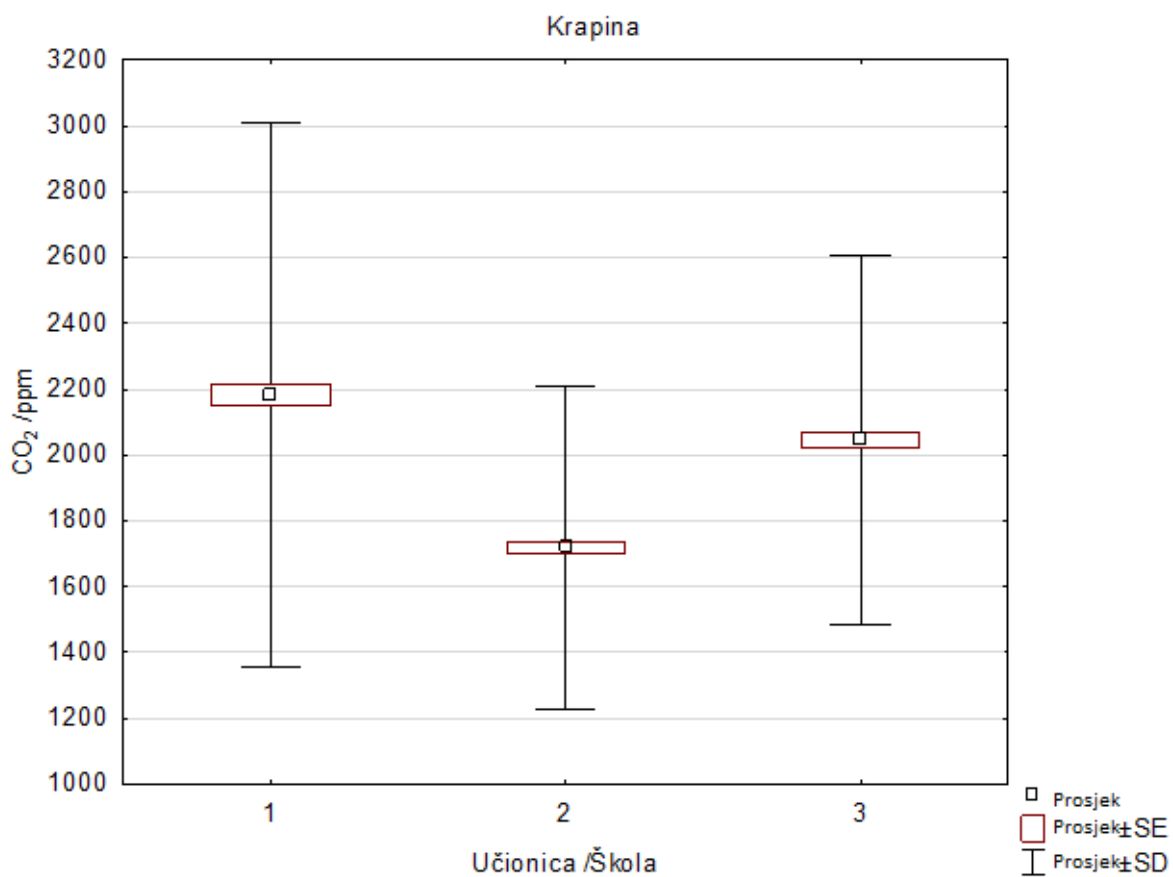
Kruskal-Wallis test: p =0,000						
	1 R:2922,4	2 R:1184,7	3 R:1939,4	4 R:2952,5	5 R:1989,1	6 R:2210,1
1	0,000000	0,00	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000
2	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3	0,000000	0,00		0,000000	1,000000	0,000663
4	1,000000	0,00	0,000000		0,000000	0,000000
5	0,000000	0,00	1,000000	0,000000		0,012627
6	0,000000	0,00	0,000663	0,000000	0,012627	

Prilog 2. Koncentracije CO₂ u učionicama Karlovačke županije



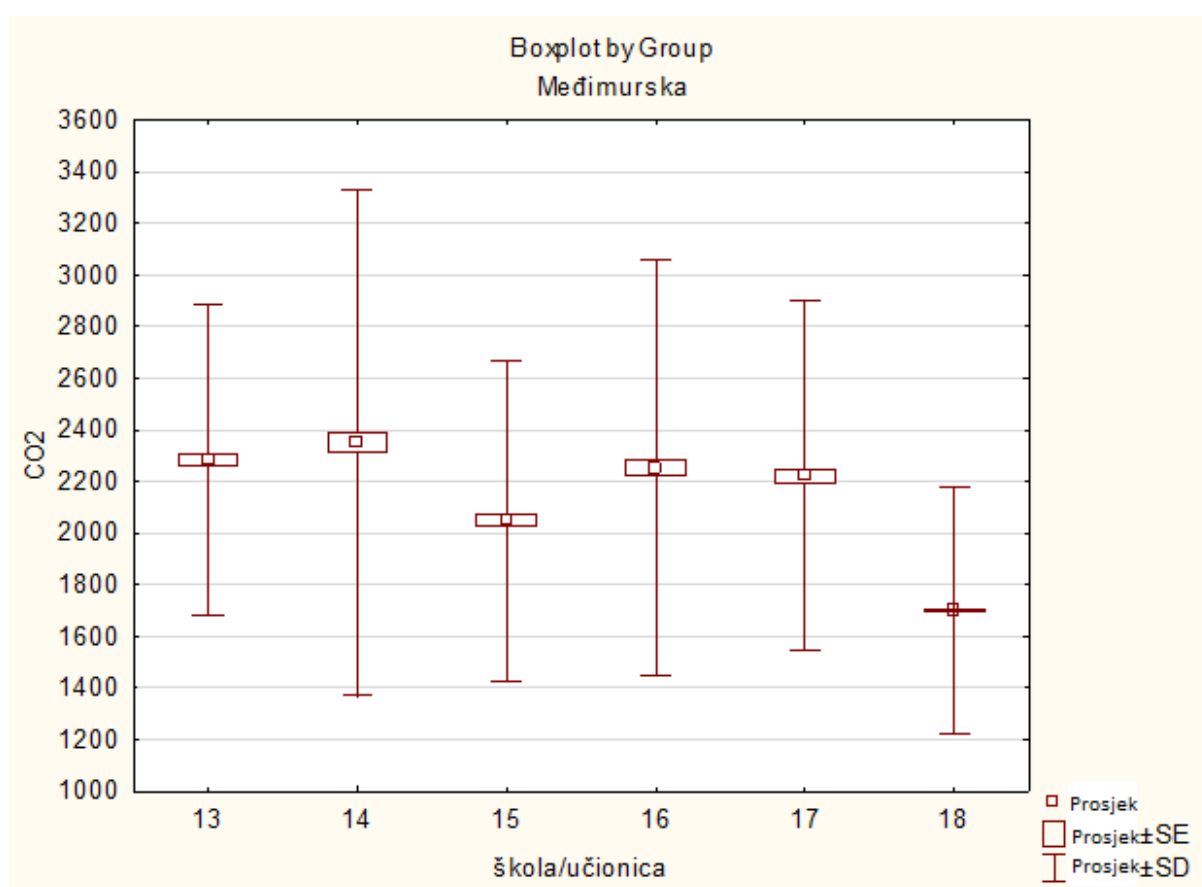
Kruskal-Wallis test: p = 0,000			
	1 R:1341,1	2 R:568,21	3 R:1335,5
1		0,00	1,000000
2	0,000000		0,000000
3	1,000000	0,00	

Prilog 3. Koncentracije CO₂ u učionicama Krapinsko-zagorske županije



Kruskal-Wallis test: p = 0,000			
	1 R:1069,2	2 R:606,13	3 R:1055,2
1		0,00	1,000000
2	0,000000		0,000000
3	1,000000	0,00	

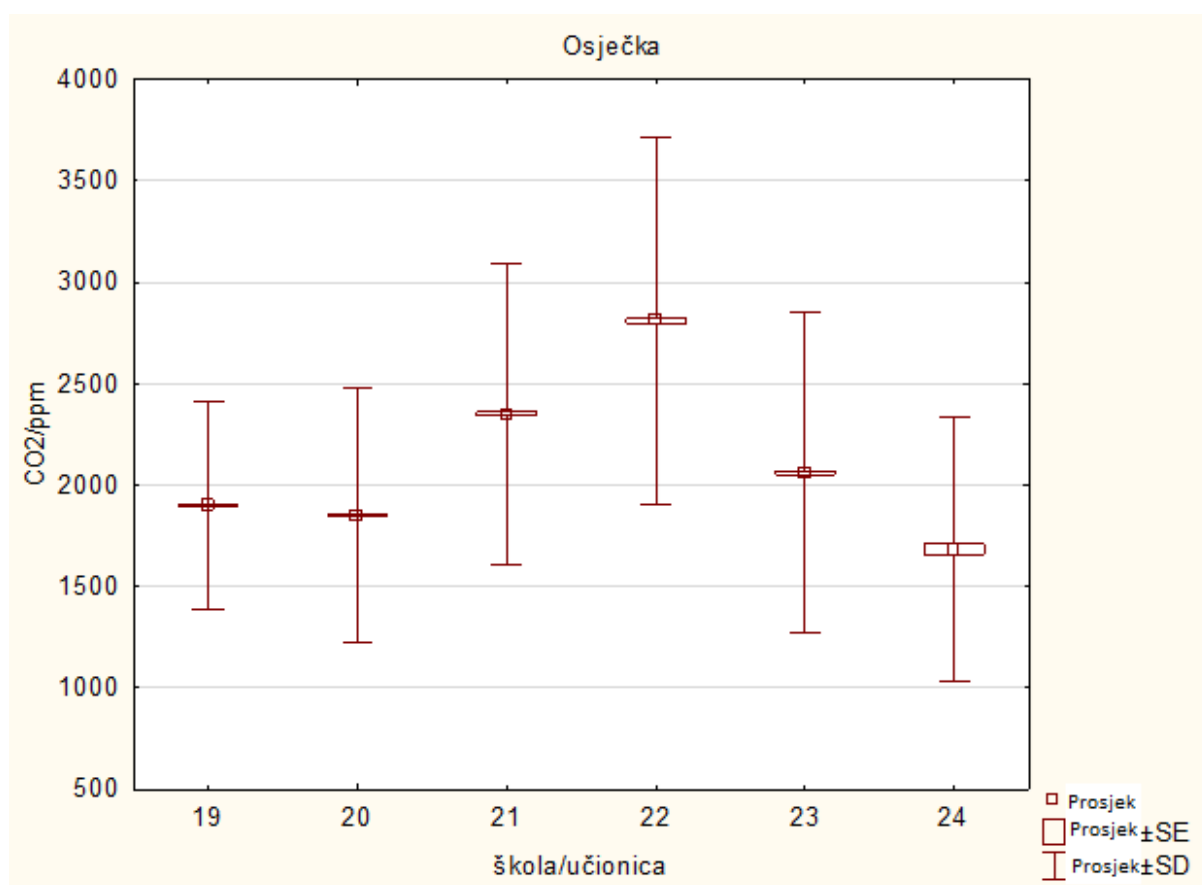
Prilog 4. Koncentracije CO₂ u učionicama Međimurske županije



Koncentracije CO₂ izražene su u ppm.

Kruskal-Wallis test: p = 0,000						
	13 R:6734,3	14 R:6326,5	15 R:5774,8	16 R:6200,5	17 R:6347,6	18 R:3832,2
13		0,109275	0,000000	0,005877	0,152642	0,00
14	0,109275		0,003760	1,000000	1,000000	0,00
15	0,000000	0,003760		0,065091	0,001853	0,00
16	0,005877	1,000000	0,065091		1,000000	0,00
17	0,152642	1,000000	0,001853	1,000000		0,00
18	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

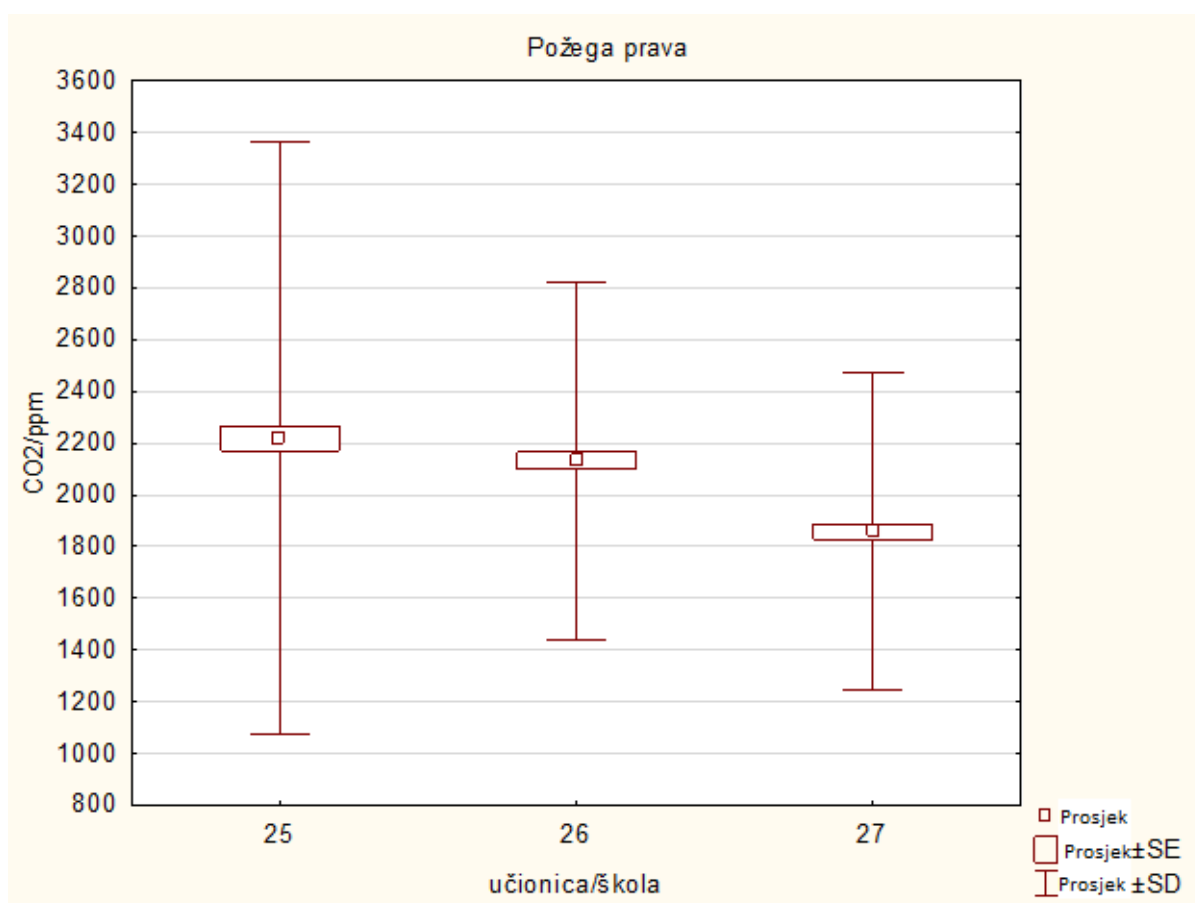
Prilog 5. Koncentracije CO₂ u učionicama Osječko-baranjske županije



Kruskal-Wallis test: p = 0,000

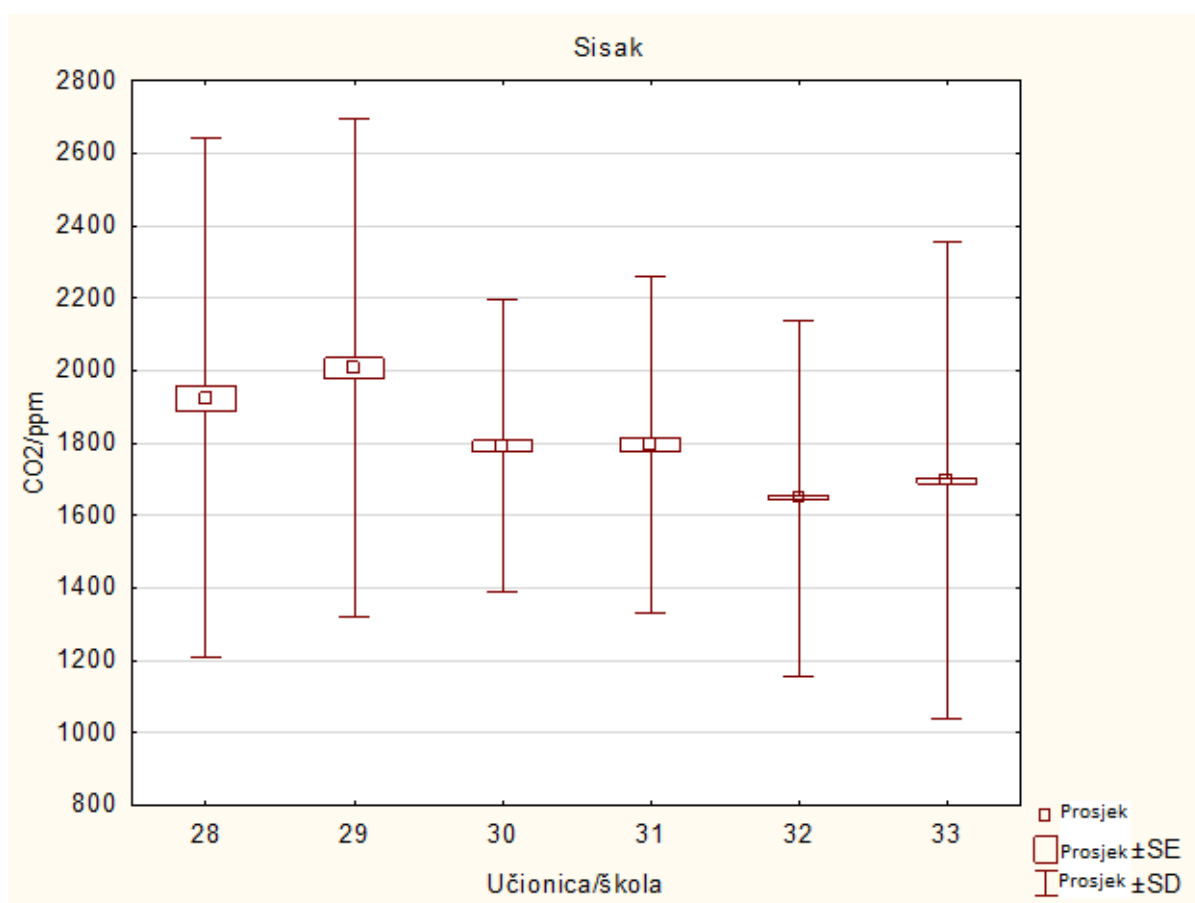
	19 R:13318,	20 R:11867,	21 R:18817,	22 R:23131,	23 R:14421,	24 R:9117,7
19		0,000000	0,00	0,00	0,000000	0,000000
20	0,000000		0,00	0,00	0,000000	0,000000
21	0,000000	0,000000		0,00	0,000000	0,000000
22	0,000000	0,000000	0,00		0,000000	0,000000
23	0,000000	0,000000	0,00	0,00		0,000000
24	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,000000	

Prilog 6. Koncentracije CO₂ u učionicama Požeško-slavonske županije



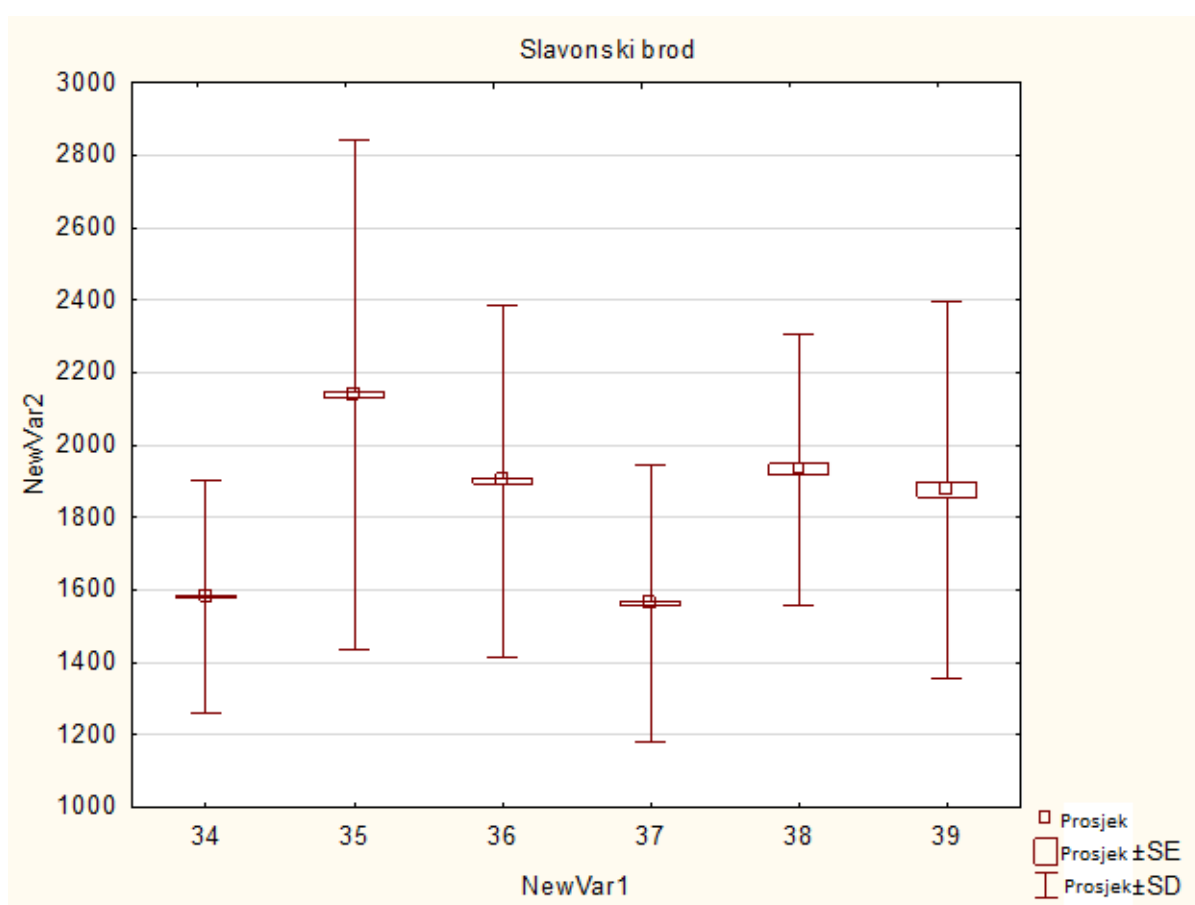
Kruskal-Wallis test: p = 0,000			
	25 R:745,44	26 R:913,07	27 R:667,65
25		0,000000	0,013612
26	0,000000		0,000000
27	0,013612	0,000000	

Prilog 7. Koncentracije CO₂ u učionicama Sisačko-moslavačke županije



Kruskal-Wallis test: p = 0,000						
	28 R:9304,7	29 R:9873,6	30 R:9169,5	31 R:9083,7	32 R:7386,6	33 R:6415,4
28		0,425376	1,000000	1,000000	0,00	0,00
29	0,425376		0,054341	0,016491	0,00	0,00
30	1,000000	0,054341		1,000000	0,00	0,00
31	1,000000	0,016491	1,000000		0,00	0,00
32	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000		0,00
33	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	

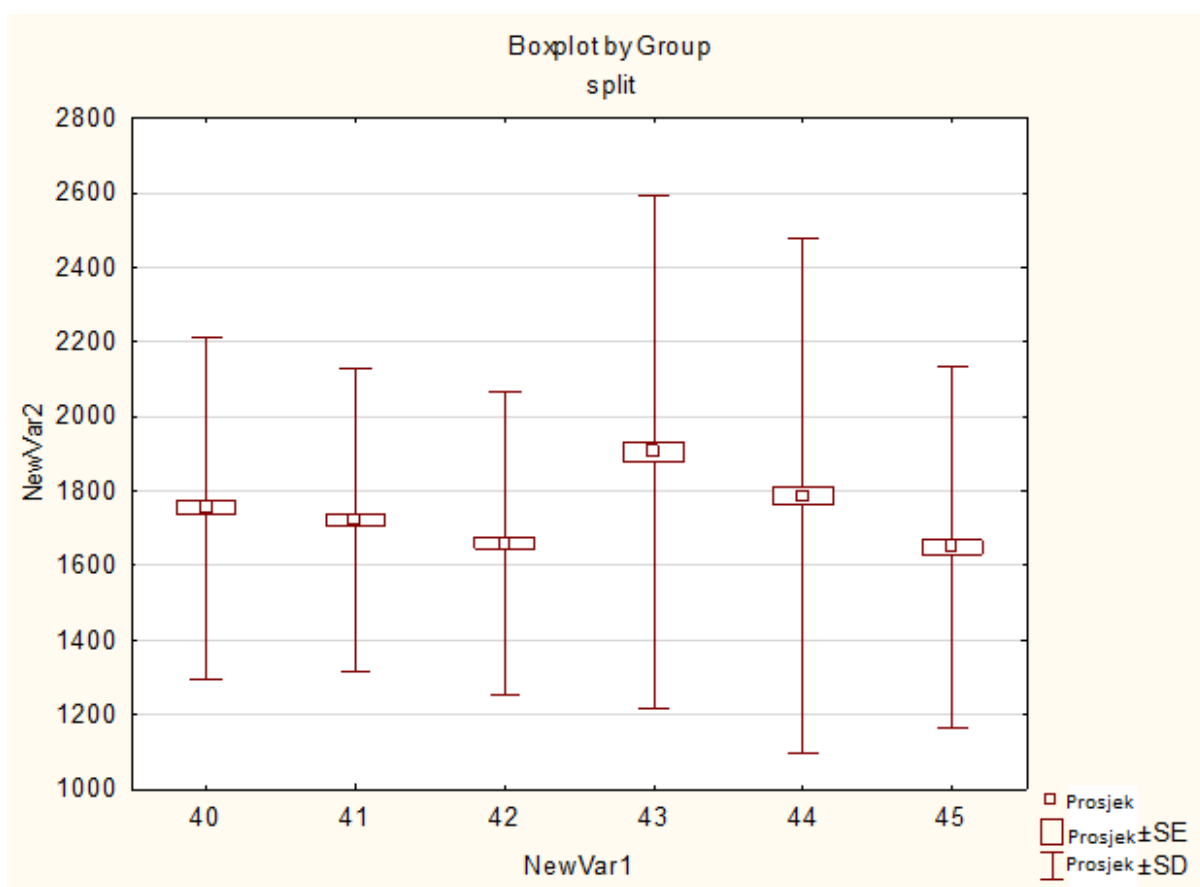
Prilog 8. Koncentracije CO₂ u učionicama Brodsko-posavske županije



Koncentracije CO₂ (Var 2) izražene su u ppm. Var 1 predstavlja učionice.

Kruskal-Wallis test: p = 0,000						
	34 R:9724,4	35 R:17114,	36 R:14993,	37 R:9108,6	38 R:16714,	39 R:14877,
34		0,000000	0,000000	0,000069	0,000000	0,000000
35	0,000000		0,000000	0,000000	1,000000	0,000000
36	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	1,000000
37	0,000069	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000
38	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000		0,000147
39	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000147	

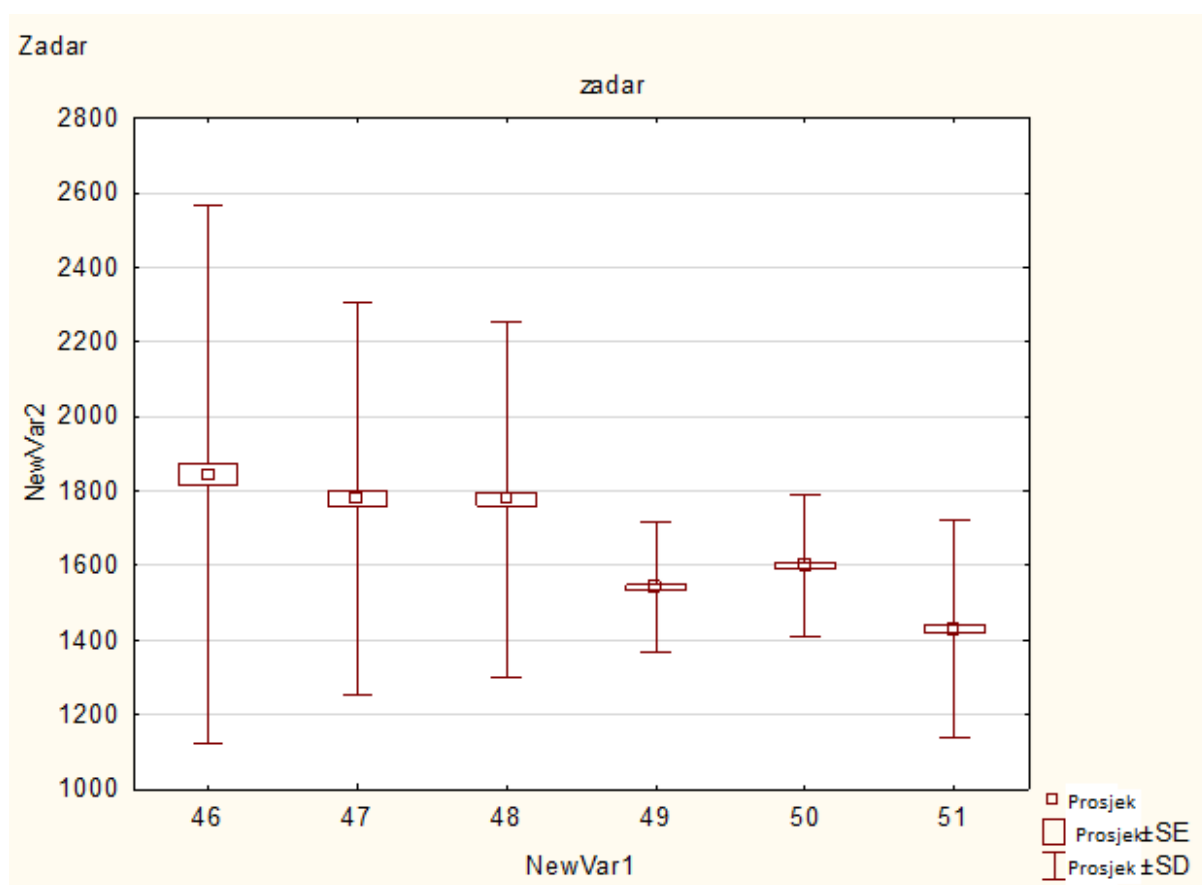
Prilog 9. Koncentracije CO₂ u učionicama Splitsko-dalmatinske županije



Koncentracije CO₂ (Var 2) izražene su u ppm. Var 1 predstavlja učionice.

Kruskal-Wallis test: p = 0,000						
	40 R:2044,9	41 R:2060,7	42 R:1811,5	43 R:2077,6	44 R:2026,2	45 R:1578,9
40		1,000000	0,002951	1,000000	1,000000	0,000000
41	1,000000		0,001239	1,000000	1,000000	0,000000
42	0,002951	0,001239		0,000350	0,005949	0,003597
43	1,000000	1,000000	0,000350		1,000000	0,000000
44	1,000000	1,000000	0,005949	1,000000		0,000000
45	0,000000	0,000000	0,003597	0,000000	0,000000	

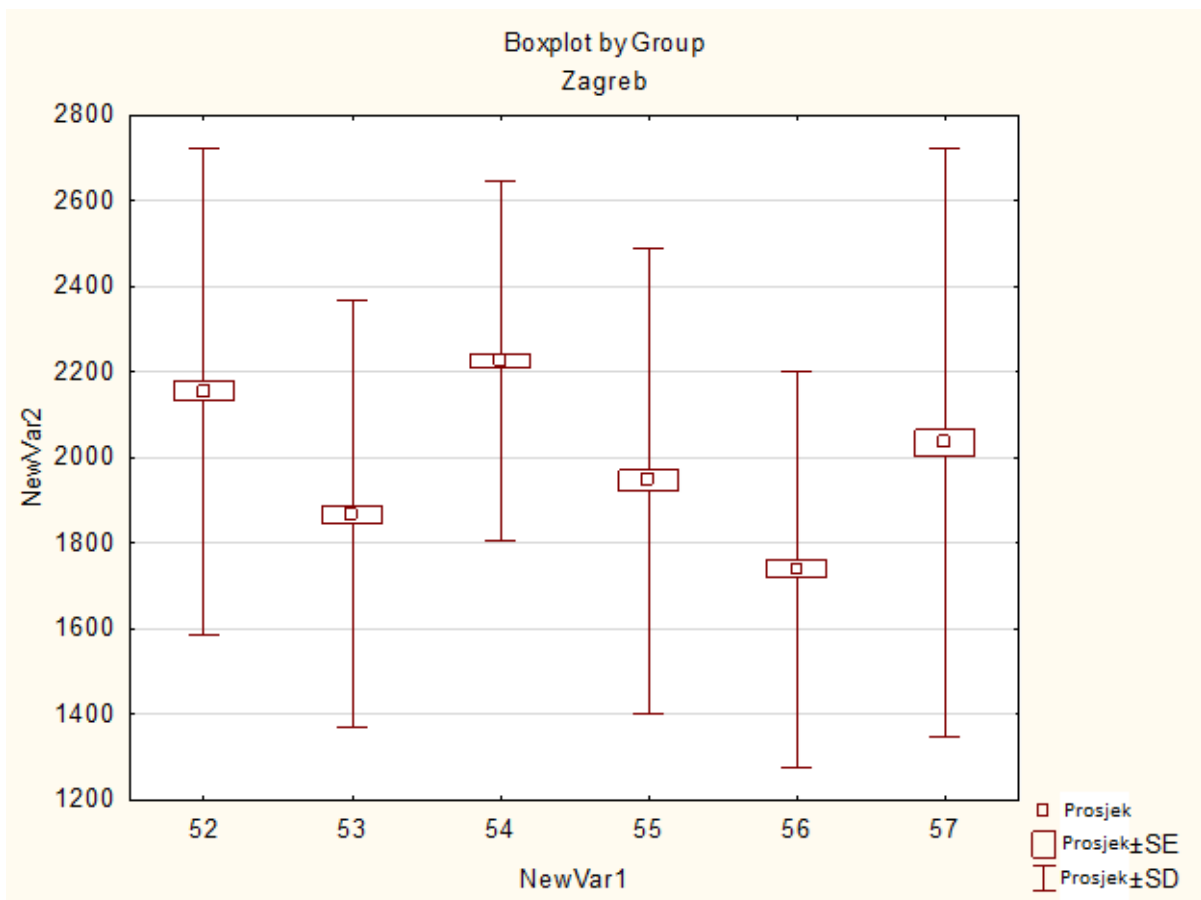
Prilog 10. Koncentracije CO₂ u učionicama Zadarske županije



Koncentracije CO₂ (Var 2) izražene su u ppm. Var 1 predstavlja učionice.

Kruskal-Wallis test: p = 0,000						
	46 R:2211,4	47 R:2070,2	48 R:2140,9	49 R:1829,3	50 R:2101,5	51 R:921,67
46		0,315827	1,000000	0,000000	1,000000	0,00
47	0,315827		1,000000	0,001288	1,000000	0,00
48	1,000000	1,000000		0,000006	1,000000	0,00
49	0,000000	0,001288	0,000006		0,000140	0,00
50	1,000000	1,000000	1,000000	0,000140		0,00
51	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

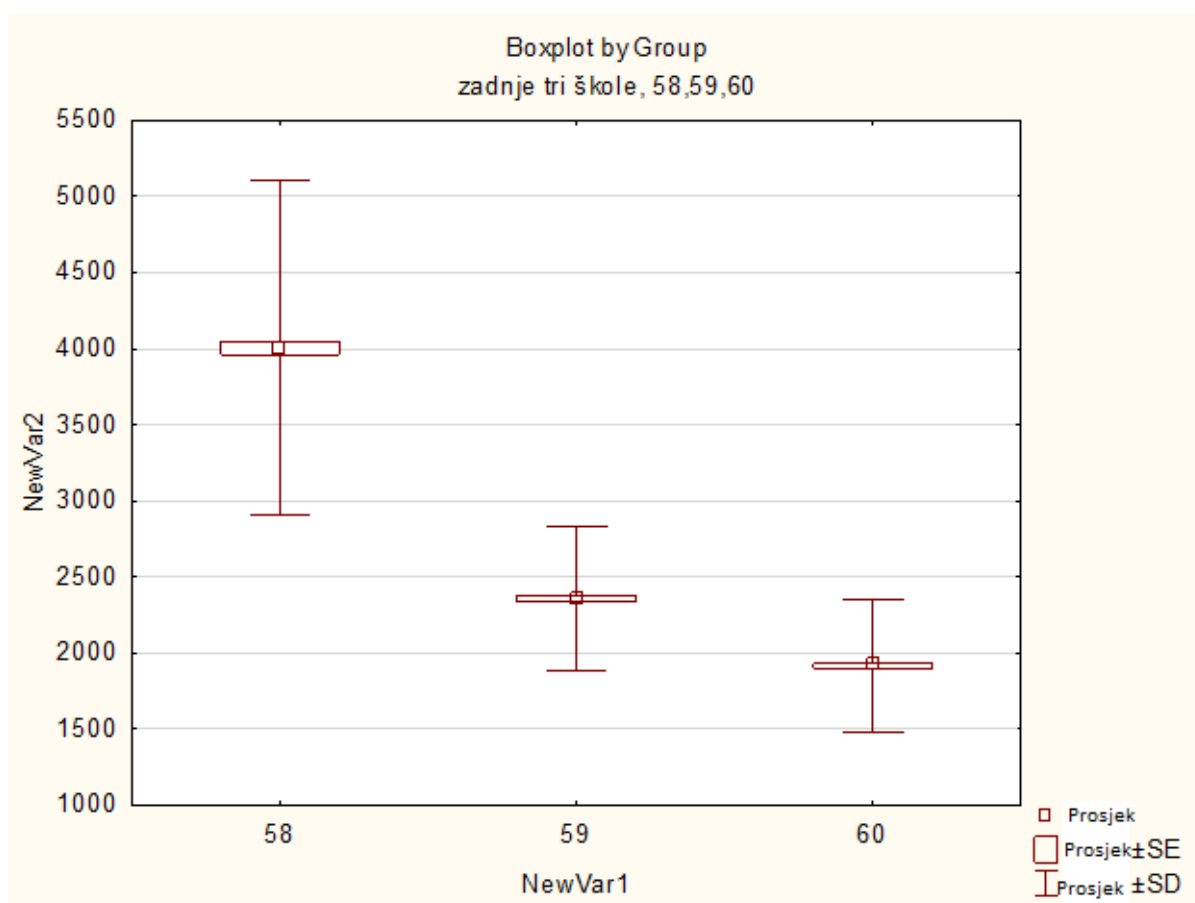
Prilog 11. Koncentracije CO₂ u učionicama Zagrebačke županije



Koncentracije CO₂ (Var 2) izražene su u ppm. Var 1 predstavlja učionice.

Kruskal-Wallis test: p = 0,000						
	52 R:2027,5	53 R:1306,0	54 R:2316,5	55 R:1576,5	56 R:1017,3	57 R:1742,9
52		0,000000	0,000002	0,000000	0,000000	0,000017
53	0,000000		0,000000	0,000059	0,000013	0,000000
54	0,000002	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000
55	0,000000	0,000059	0,000000		0,000000	0,109212
56	0,000000	0,000013	0,000000	0,000000		0,000000
57	0,000017	0,000000	0,000000	0,109212	0,000000	

Prilog 12. Koncentracije CO₂ u učionicama Varaždinske županije



Koncentracije CO₂ (Var 2) izražene su u ppm. Var 1 predstavlja učionice.

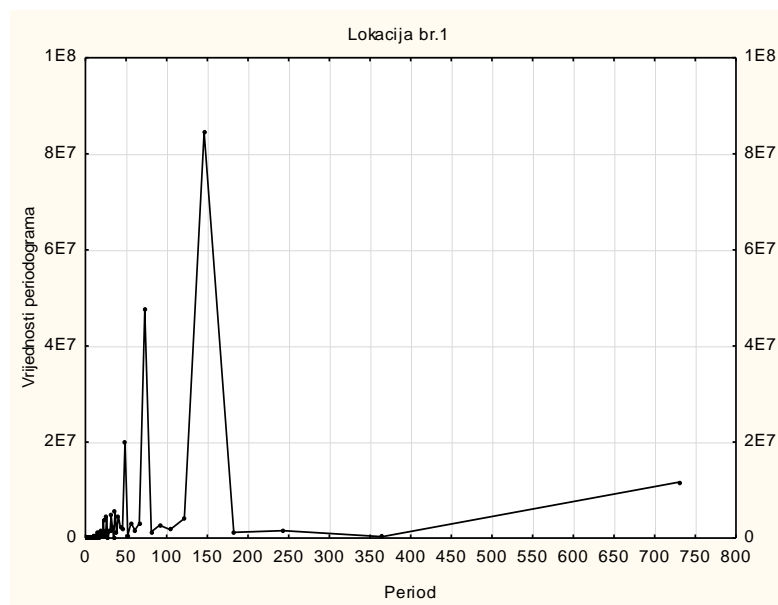
Kruskal-Wallis test: p = 0,000			
	58 R:1398,8	59 R:893,36	60 R:441,74
58		0,00	0,00
59	0,00		0,00
60	0,00	0,00	

8.2 Rezultati Fourierove analize

Prilog 13. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 1 – ruralna škola u Istarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 1:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
5	0,006849	(24 sata) 146,0000	437,754	200,122	84562320	39140298
10	0,013699	(12 sati) 73,0000	190,036	306,902	47560509	22431148
15	0,020548	(8 sati) 48,6667	36,371	231,077	19972567	9691339
1	0,001370	(122 sata) 730,0000	-147,790	-100,224	11638603	5733514
20	0,027397	(6sati) 36,5000	-14,635	121,469	5463653	2974419
23	0,031507	(5 sati) 31,7391	-69,877	89,970	4736723	3093424
18	0,024658	(7 sati) 40,5556	-14,499	111,734	4633566	3133545
28	0,038356	(4 sata) 26,0714	-97,179	55,904	4587720	2696550
6	0,008219	(20 sati) 121,6667	-46,938	-94,912	4092196	22775590
33	0,045205	(3 sata) 22,1212	-101,443	0,761	3756291	2142669

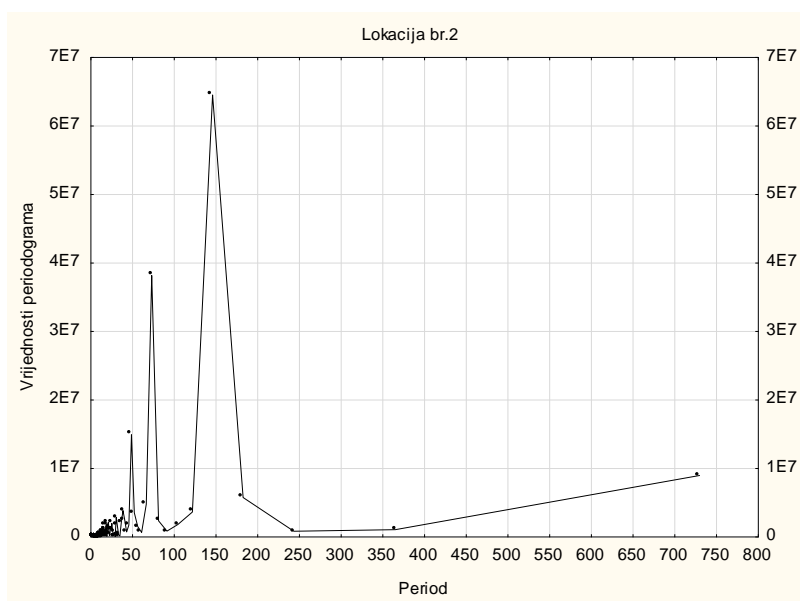


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 14. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 2 – ruralna škola u Istarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 2:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Density
5	0,006849	(24 sata) 146,0000	352,229	229,652	64533920	31173955
10	0,013699	(12 sati) 73,0000	169,558	275,415	38180301	18825154
15	0,020548	(8 sati) 48,6667	12,282	201,845	14925623	8020151
1	0,001370	(122 sata) 730,0000	-150,607	-43,918	8983084	4619062
4	0,005479	(30 sati) 182,5000	-112,932	-55,007	5759506	18502036
11	0,015068	(11 sati) 66,3636	-22,284	-112,381	4791017	11644173
19	0,026027	(6 sati) 38,4211	99,278	-27,213	3867772	2870841
6	0,008219	(20 sati) 121,6667	-55,358	-83,312	3651958	17862738
14	0,019178	(9 sati) 52,1429	33,952	-92,522	3545302	5636886
24	0,032877	(5 sati) 30,4167	75,041	47,146	2866687	1742980

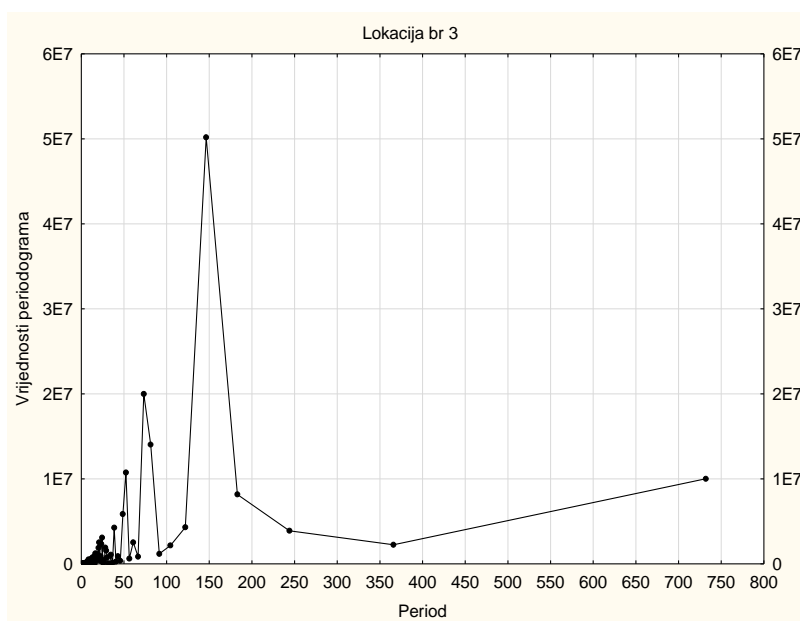


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 15. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 3 – ruralna škola u Istarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 3:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
5	0,006831	(24 sata) 146,4000	282,270	239,622	50176842	25619248
10	0,013661	(12 sati) 73,2000	112,847	204,737	20002484	12648708
9	0,012295	(14 sati) 81,3333	-185,280	63,184	14025484	11476162
14	0,019126	(9 sati) 52,2857	-146,266	-89,299	10748680	6465372
1	0,001366	(122 sata) 732,0000	-130,568	-101,500	10010198	5506739
4	0,005464	(31 sat) 183,0000	-98,290	112,398	8159682	16910638
15	0,020492	(8 sati) 48,8000	18,237	125,370	5874400	5353713
6	0,008197	(20 sati) 122,0000	25,217	-105,350	4294816	14870055
19	0,025956	(6 sati) 38,5263	-21,638	-105,449	4241115	2060216
3	0,004098	(41 sat) 244,0000	86,854	-55,578	3891482	6395284

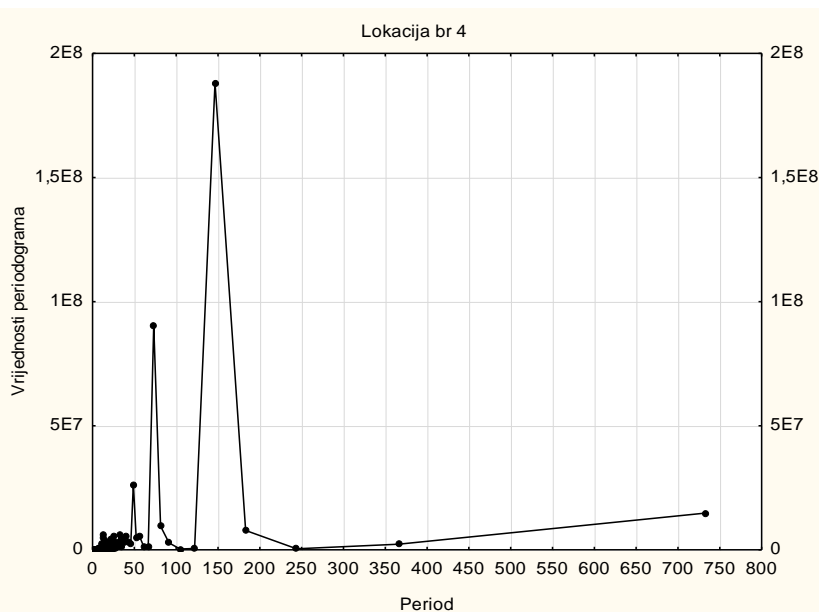


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 16. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 4 – urbana škola u Istarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 4:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Density
10	0,006831	(24 sata)146,4000	541,078	470,500	188173589	86040138
10	0,013661	(12 sati)73,2000	39,873	495,682	90508345	43146386
15	0,020492	(8 sati) 48,8000	-128,717	235,805	26415000	13726690
1	0,001366	(122 sata) 732,0000	112,303	-166,569	14770708	7686237
9	0,012295	(14 sati) 81,3333	-112,564	115,460	9516531	26796699
4	0,005464	(30 sati)183,0000	34,316	141,791	7789318	49038511
56	0,076503	(2 sata) 13,0714	72,122	-104,577	5906452	2804611
23	0,031421	(5 sati) 31,8261	-90,270	-88,018	5817887	3774613
18	0,024590	(7 sati) 40,6667	-118,618	-38,689	5697577	4178849
28	0,038251	(4 sata) 26,1429	-36,867	-118,027	5595954	3093664

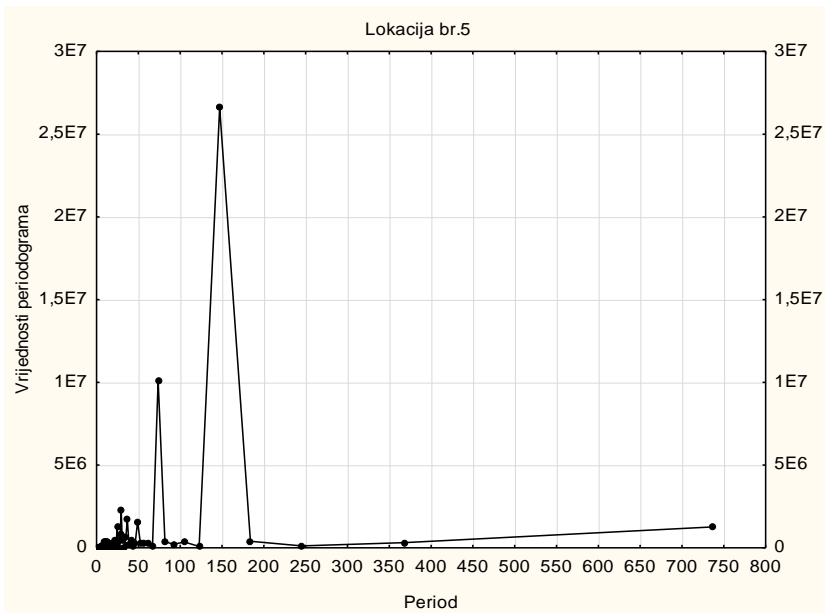


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 17. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 5 – urbana škola u Istarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 5:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
5	0,006793	(24 h) 147,2000	191,7549	188,4468	26599827	12007490
10	0,013587	(12 h) 73,6000	-15,7903	165,0418	10115634	4641758
25	0,033967	(5) 29,4400	-63,9395	46,9225	2314713	1368751
20	0,027174	(6) 36,8000	-15,3650	66,8183	1729883	993932
15	0,020380	(8) 49,0667	-28,4456	58,5756	1560413	829270
30	0,040761	(4) 24,5333	-59,0408	-9,5450	1316309	782933
1	0,001359	(127) 736,0000	-17,5947	-55,9012	1263901	688409
26	0,035326	(5) 28,3077	25,9410	-40,2236	843040	971850
23	0,031250	(5) 32,0000	1,7917	-42,0078	650575	513175
21	0,028533	(6) 35,0476	-12,6808	-39,7186	639720	742502

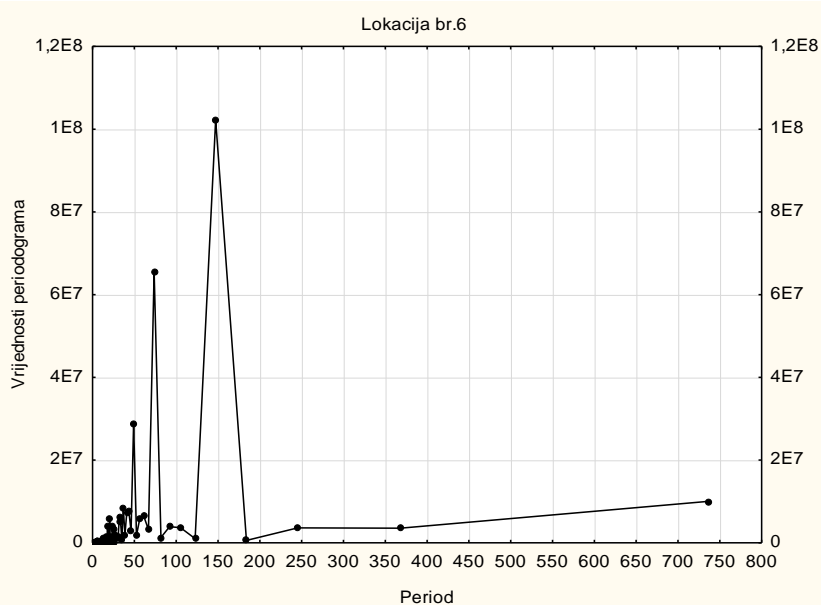


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 18. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 6 – urbana škola u Istarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 6:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
5	0,006793	(25 h)147,2000	379,581	365,670	102229034	46280678
10	0,013587	(12) 73,6000	1,083	422,137	65577857	30720603
15	0,020380	(8 h) 49,0667	-203,151	192,978	28891907	14512603
1	0,001359	(123 h) 736,0000	-99,740	-131,375	10012282	5812429
20	0,027174	(6 h) 36,8000	-150,395	-6,329	8338416	4865753
17	0,023098	(7 h) 43,2941	-23,159	-143,565	7782193	6997822
18	0,024457	(7 h) 40,8889	-130,264	51,190	7208803	5968267
12	0,016304	(10 h) 61,3333	-111,098	-71,528	6424901	7478985
23	0,031250	(5 h) 32,0000	-120,766	-43,819	6073663	4435373
13	0,017663	(9 h) 56,6154	-53,238	115,801	5977842	5801773

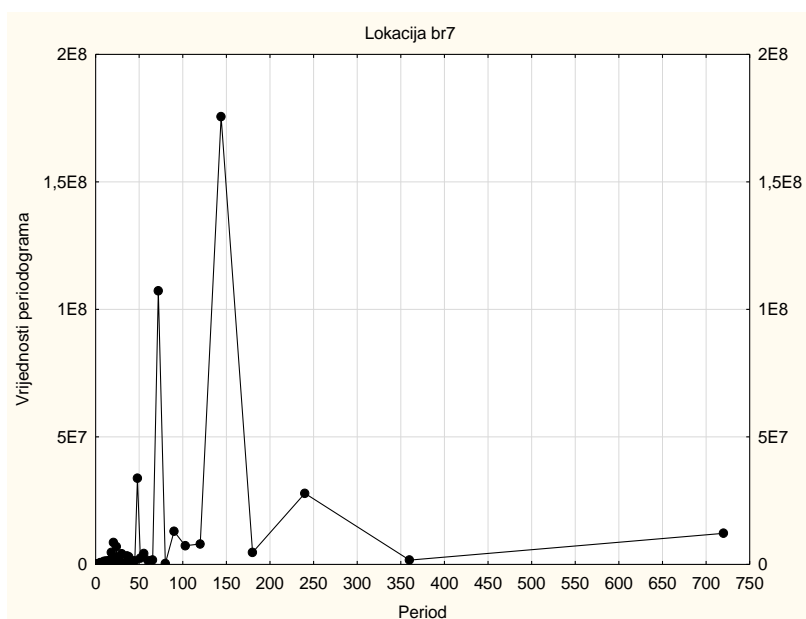


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 19. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 7 – ruralna škola u Karlovačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 7:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
5	0,006944	(24 h)144,0000	278,961	640,154	175541708	82690884
10	0,013889	(12 h) 72,0000	-224,305	497,816	107327996	48926339
15	0,020833	(8 h) 48,0000	-303,296	43,013	33781955	16210870
3	0,004167	(40 h) 240,0000	-198,487	-195,203	27900551	20691636
8	0,011111	(15 h) 90,0000	99,338	-161,729	12968731	11768043
1	0,001389	(120 h) 720,0000	-168,305	-74,830	12213451	7286619
35	0,048611	(3 h) 20,5714	-149,096	-39,412	8561826	4269388
6	0,008333	(20 h) 120,0000	136,619	-60,361	8030967	48305184
7	0,009722	(17 h) 102,8571	-99,858	-102,174	7347997	14625030
30	0,041667	(4 h) 24,0000	-116,317	77,056	7008215	3787525

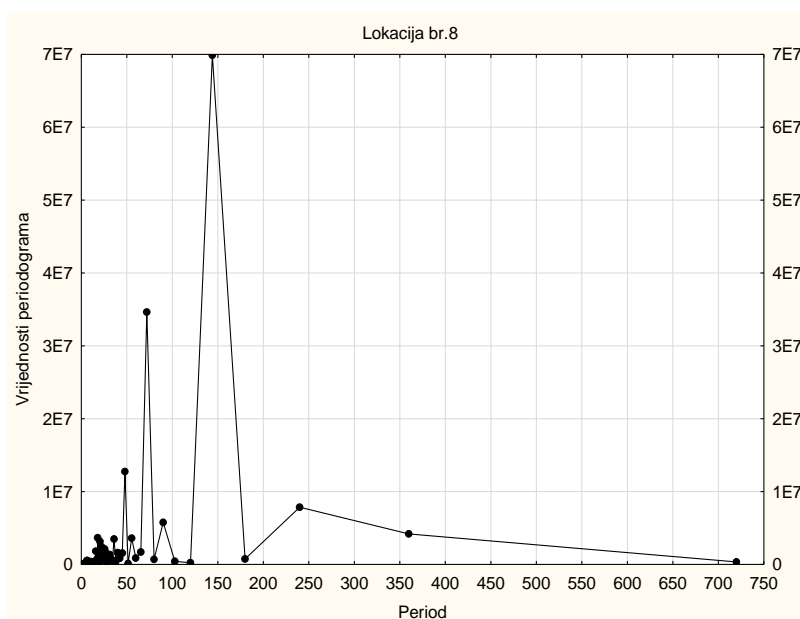


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 20. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 8 – ruralna škola u Karlovačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 8:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
5	0,006944	(24 h) 144,0000	234,337	373,157	69897710	31734530
10	0,013889	(12 h) 72,0000	-122,028	285,213	34645342	16279381
15	0,020833	(8 h) 48,0000	-176,659	64,472	12731476	6246355
3	0,004167	(40 h) 240,0000	-5,209	-147,611	7853813	7204139
8	0,011111	(15 h) 90,0000	83,031	-95,368	5756095	4084141
2	0,002778	(60 h) 360,0000	-44,309	-98,311	4186212	3870842
40	0,055556	(3 h) 18,0000	-97,049	-27,449	3661877	1750701
13	0,018056	(9 h) 55,3846	99,686	5,505	3588348	2359435
20	0,027778	(6 h) 36,0000	-89,985	-39,890	3487830	1856345
35	0,048611	(3 h) 20,5714	-73,140	58,612	3162565	1772200

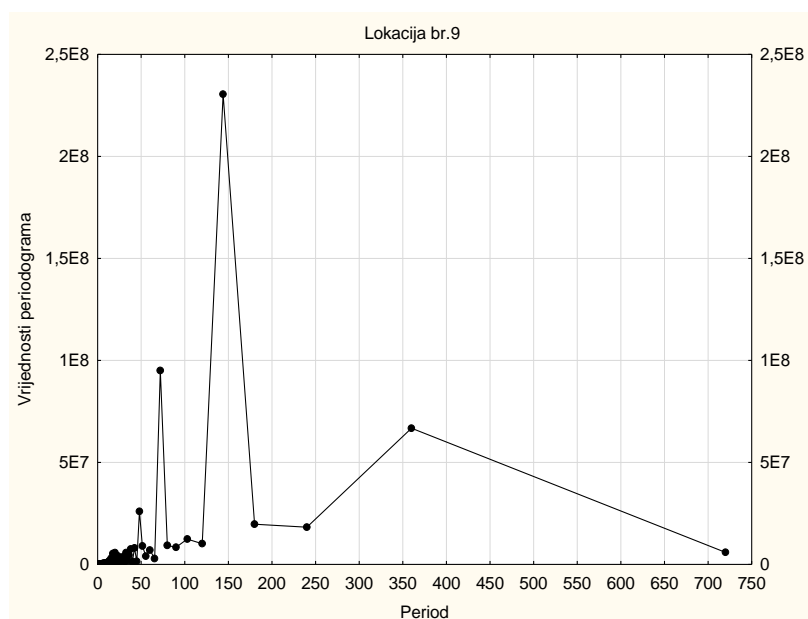


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 21. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 9 – ruralna škola u Karlovačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 9:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
5	0,006944	(24 h) 144,0000	280,987	749,097	230436154	111181070
10	0,013889	(12 h) 72,0000	-257,287	444,970	95110094	45939164
2	0,002778	(60 h) 360,0000	-121,481	-413,109	66749908	36335058
15	0,020833	(8 h) 48,0000	-256,418	79,435	25941718	14550404
4	0,005556	(30 h) 180,0000	192,375	133,516	19740384	71517757
3	0,004167	(40 h) 240,0000	-72,301	-213,412	18277901	37451044
7	0,009722	(17 h) 102,8571	183,938	-26,215	12427340	18587990
6	0,008333	(20 h) 120,0000	-35,384	-164,333	10172622	64093886
9	0,012500	(13 h) 80,0000	-51,341	152,367	9306584	29653958
14	0,019444	(9 h) 51,4286	-153,063	41,152	9043839	11575711

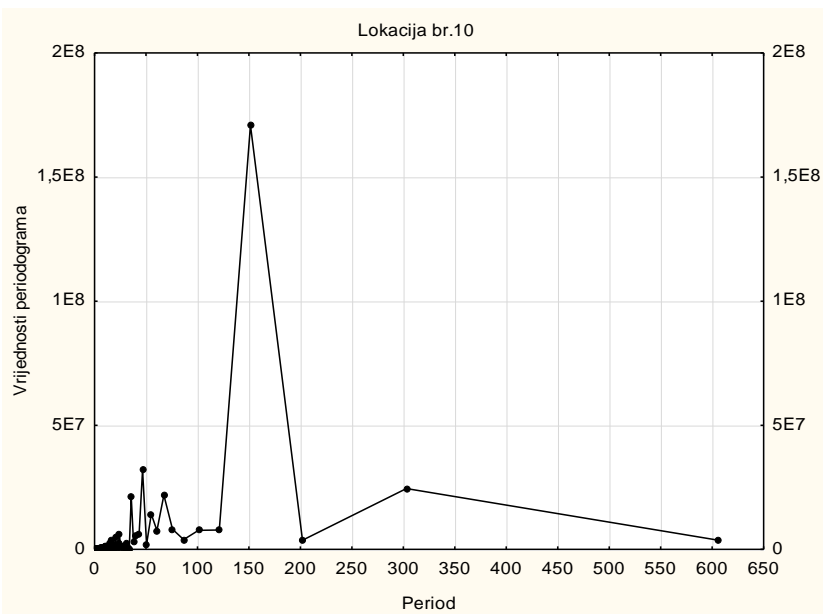


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 22. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 10 – urbana škola u Krapinsko zagorskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 10:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006601	(25 h) 151,5000	588,825	466,120	170886617	80205906
13	0,021452	(8 h) 46,6154	-315,174	-78,142	31948486	16896934
2	0,003300	(51 h) 303,0000	284,296	7,101	24505023	18815082
9	0,014851	(11 h) 67,3333	-252,340	-91,788	21846506	14200963
17	0,028053	(6 h) 35,6471	-223,176	-140,362	21061230	10371368
11	0,018152	(9 h) 55,0909	-130,949	-172,569	14219042	10590813
8	0,013201	(13 h) 75,7500	44,496	157,688	8134171	10399142
5	0,008251	(20 h) 121,2000	-151,574	-52,783	7805472	46808148
6	0,009901	(17 h) 101,0000	42,401	153,621	7695387	12664837
10	0,016502	(10 h) 60,6000	-156,163	27,847	7624162	12460198

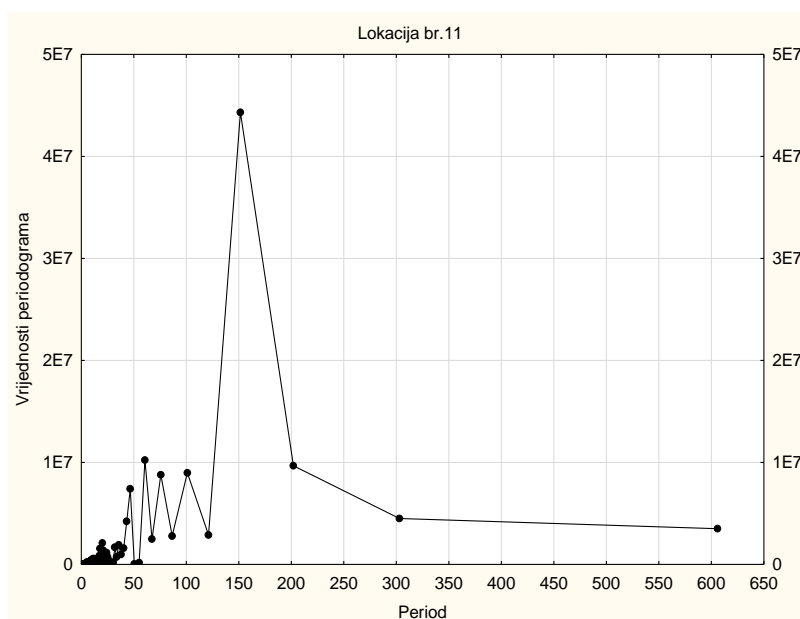


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 23. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 11 – urbana škola u Krapinsko-zagorskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 11:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006601	(25 h) 151,5000	333,850	186,5229	44312779	23292539
10	0,016502	(10 h) 60,6000	-181,430	29,1272	10230845	5521169
3	0,004950	(34 h) 202,0000	175,951	31,0009	9671708	16313597
6	0,009901	(17 h) 101,0000	-64,266	159,7511	8984093	7278139
8	0,013201	(13 h) 75,7500	132,857	106,7019	8798004	5885696
13	0,021452	(8 h) 46,6154	-149,992	-44,5186	7417330	4403901
2	0,003300	(51 h) 303,0000	121,768	5,3536	4501412	6766986
14	0,023102	(7 h) 43,2857	-107,997	-47,6736	4222640	4095389
1	0,001650	(101 h) 606,0000	75,067	-76,8722	3497946	3117092
5	0,008251	(20 h) 121,2000	67,139	-70,9398	2890642	14584046

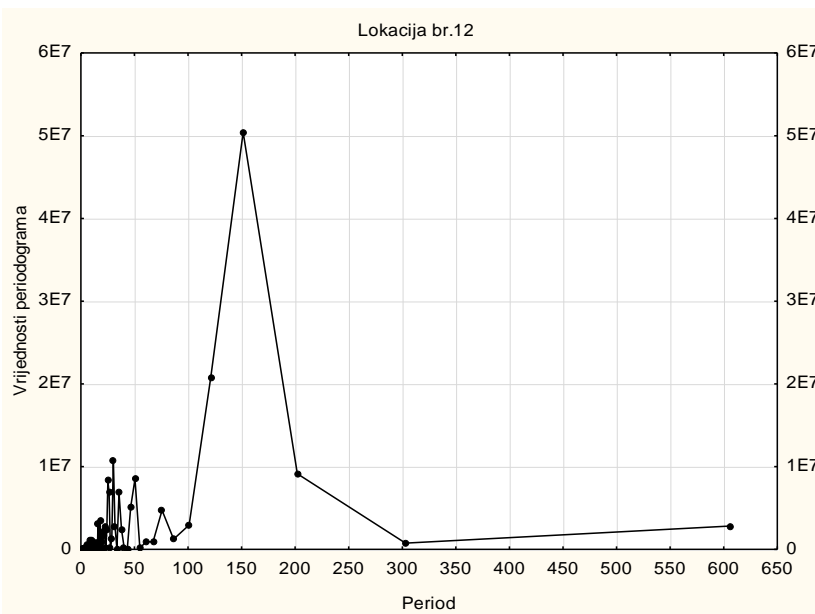


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 24. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 12 – urbana škola u Krapinsko-zagorskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 12:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006601	(25 h) 151,5000	241,057	329,025	50408843	29838940
5	0,008251	(20 h) 121,2000	-44,760	-257,764	20739044	22492144
20	0,033003	(5 h) 30,3000	-96,436	-162,422	10811316	5809008
3	0,004950	(34 h) 202,0000	51,067	165,985	9138122	17256085
12	0,019802	(8 h) 50,5000	108,305	-127,842	8506286	5106732
24	0,039604	(4 h) 25,2500	20,194	-164,180	8290933	5930500
23	0,037954	(4 h) 26,3478	-63,349	-136,805	6886806	5247005
17	0,028053	(6 h) 35,6471	-141,252	51,398	6845936	3755290
13	0,021452	(8 h) 46,6154	-98,830	85,513	5175192	4377206
8	0,013201	(13 h) 75,7500	76,382	-98,729	4721227	2760960

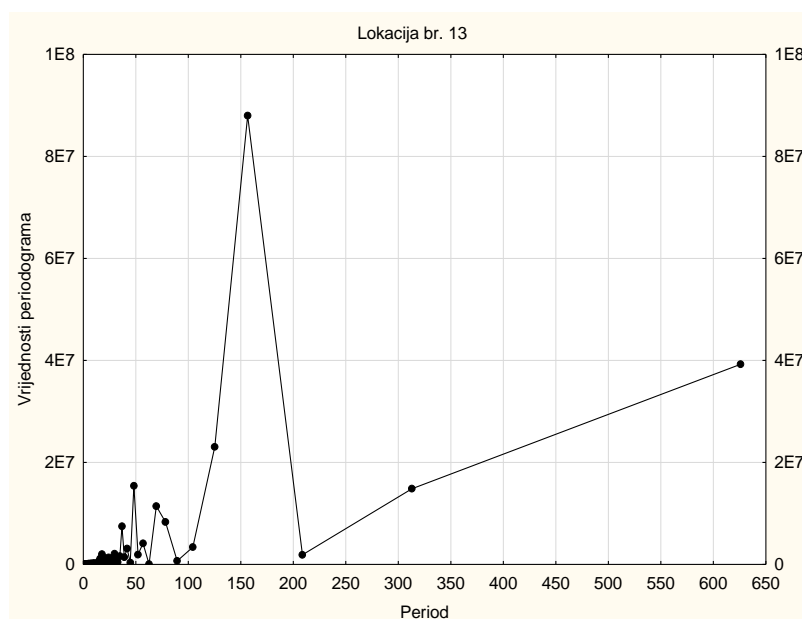


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 25. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 13 – ruralna škola u Međimurskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 13:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006390	(26 h) 156,5000	519,171	107,432	87978053	45940417
1	0,001597	(104 h) 626,0000	-346,451	-73,180	39245166	22567884
5	0,007987	(21 h) 125,2000	-236,026	-134,093	23064666	32412842
13	0,020767	(8 h) 48,1538	25,060	220,534	15419354	7692311
2	0,003195	(52 h) 313,0000	-207,468	66,168	14842777	19682668
9	0,014377	(12 h) 69,5556	-159,246	105,507	11421691	7285889
8	0,012780	(13 h) 78,2500	94,737	-132,689	8320042	6754888
17	0,027157	(6 h) 36,8235	98,267	119,080	7460865	4177709
11	0,017572	(9 h) 56,9091	-110,529	31,685	4138049	3280704
6	0,009585	(17 h) 104,3333	-98,376	-33,615	3382875	10674657

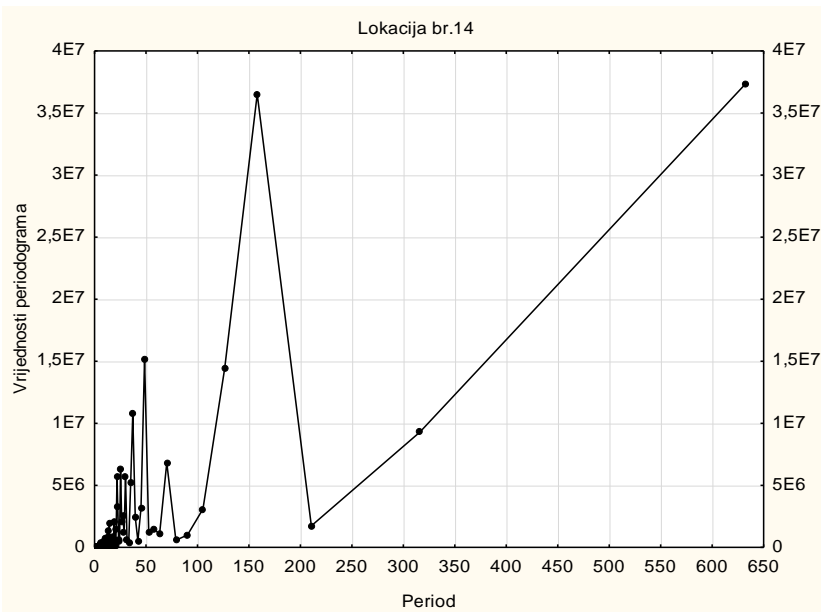


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 26. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 14 – ruralna škola u Međimurskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 14:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
1	0,001582	(105 h) 632,0000	-336,920	67,382	37305565	20287452
4	0,006329	(26 h) 158,0000	333,949	63,628	36520367	20642285
13	0,020570	(8 h) 48,6154	98,885	195,711	15193581	7905919
5	0,007911	(21 h) 126,4000	-208,652	-46,068	14427843	16088382
17	0,026899	(6 h) 37,1765	64,374	172,885	10754468	6667916
2	0,003165	(53 h) 316,0000	-75,508	-153,887	9284937	14861074
9	0,014241	(12 h) 70,2222	-83,825	120,541	6811913	3524201
25	0,039557	(4 h) 25,2800	125,015	66,272	6326552	3591693
29	0,045886	(4 h) 21,7931	120,537	60,414	5744562	3723779
21	0,033228	(5 h) 30,0952	42,176	127,713	5716274	3098661

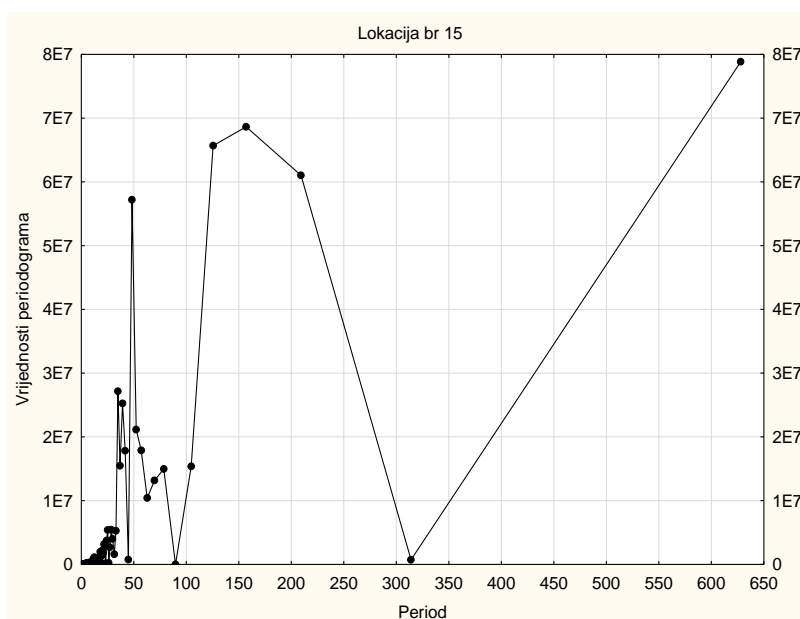


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 27. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 15 – ruralna škola u Međimurskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 15:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
1	0,001592	(105 h) 628,0000	-462,102	193,855	78851071	40371185
4	0,006369	(26 h) 157,0000	460,077	-83,462	68651907	61770364
5	0,007962	(21 h) 125,6000	-456,134	-33,809	65689331	51762814
3	0,004777	(35 h) 209,3333	295,893	-326,793	61024761	49129616
13	0,020701	(8 h) 48,3077	251,154	345,068	57195186	32096425
18	0,028662	(6 h) 34,8889	-193,195	-221,702	27153486	18086533
16	0,025478	(7 h) 39,2500	228,755	-167,586	25249938	20302297
12	0,019108	(8 h) 52,3333	93,415	-242,281	21171936	27957703
11	0,017516	(10 h) 57,0909	-236,948	30,124	17914260	18127389
15	0,023885	(7 h) 41,8667	-156,953	-179,392	17840158	16829014

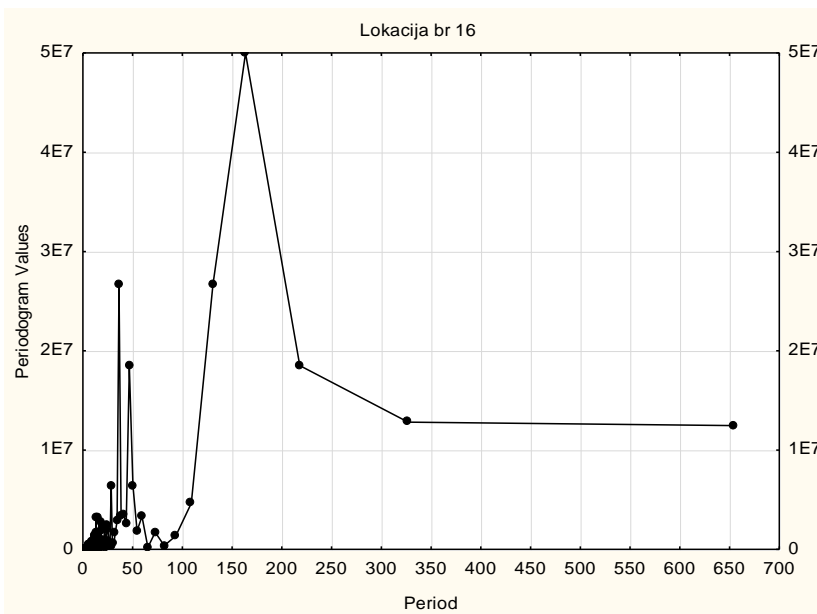


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 28. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 16 – urbana škola u Međimurskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 16:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006116	(27 h) 163,5000	390,450	20,241	49985427	33832650
5	0,007645	(22 h) 130,8000	-285,248	15,076	26681104	25791114
18	0,027523	(6 h) 36,3333	-229,522	169,345	26604032	13550786
3	0,004587	(36 h) 218,0000	237,595	-12,346	18509514	24800125
14	0,021407	(8 h) 46,7143	-183,143	151,390	18462415	10608365
2	0,003058	(55 h) 327,0000	197,575	12,056	12812294	14972982
1	0,001529	(109 h) 654,0000	194,586	16,346	12468855	9761595
13	0,019878	(8 h) 50,3077	120,721	-71,302	6427971	7981619
23	0,035168	(5 h) 28,4348	-54,954	-128,754	6408387	3087090
6	0,009174	(18 h) 109,0000	-97,932	67,982	4647400	10632451

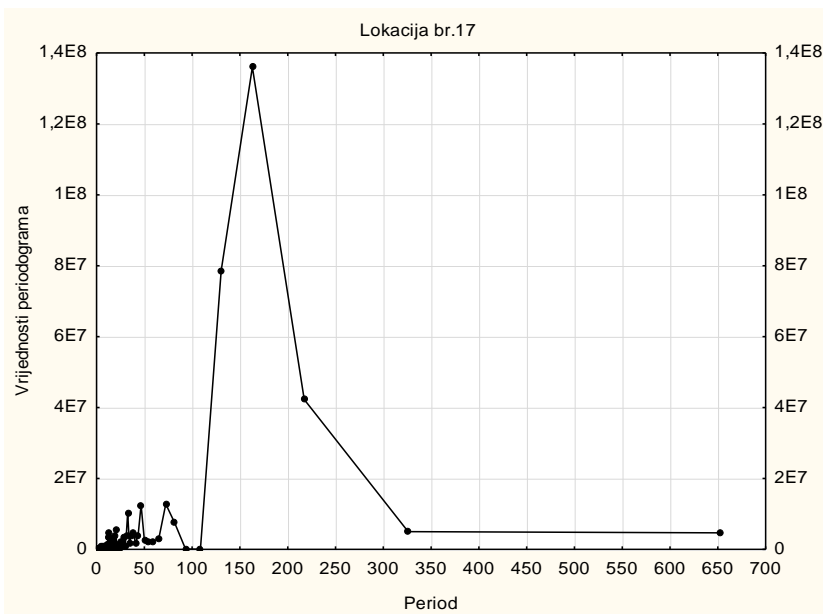


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 29. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 17 – urbana škola u Međimurskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 17:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006135	(27 h) 163,0000	601,774	234,681	136009317	90049706
5	0,007669	(22 h) 130,4000	-484,586	-80,267	78652736	69422541
3	0,004601	(36 h) 217,3333	331,298	141,105	42272170	55839157
9	0,013804	(12 h) 72,4444	-165,516	-108,731	12785013	8381173
14	0,021472	(8 h) 46,5714	-178,827	-80,516	12538613	7243087
20	0,030675	(5 h) 32,6000	-164,004	-70,089	10369956	6053771
8	0,012270	(14 h) 81,5000	-152,759	-12,159	7655547	6634018
32	0,049080	(3 h) 20,3750	-27,955	-125,105	5357083	3465195
2	0,003067	(54 h) 326,0000	115,338	44,968	4995914	18400889
1	0,001534	(109 h) 652,0000	90,021	-78,608	4656221	4959056

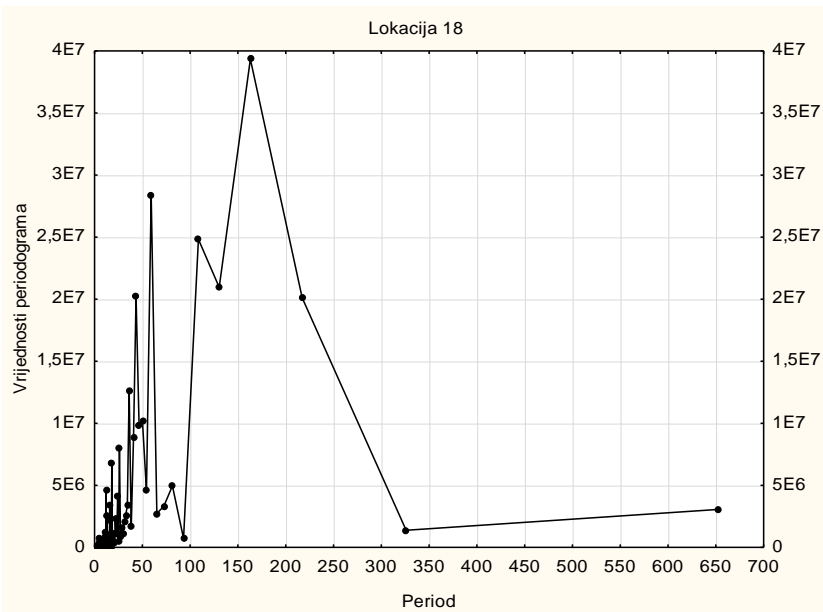


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 30. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 18 – urbana škola u Međimurskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 18:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006135	(27 h) 163,0000	262,404	227,650	39341705	28397960
11	0,016871	(10 h) 59,2727	225,805	-189,887	28376707	14909333
6	0,009202	(18 h) 108,6667	-248,453	120,103	24826046	17890834
5	0,007669	(22 h) 130,4000	-251,732	30,466	20960842	25570046
15	0,023006	(7 h) 43,4667	-59,592	-241,726	20206393	13950284
3	0,004601	(36 h) 217,3333	117,991	-218,493	20101592	19647096
18	0,027607	(6 h) 36,2222	-196,270	-13,756	12619849	7251015
13	0,019939	(8 h) 50,1538	176,706	-10,036	10212161	9765276
14	0,021472	(8 h) 46,5714	-162,552	-61,320	9839757	12204737
16	0,024540	(7 h) 40,7500	-162,273	28,613	8851289	10022864

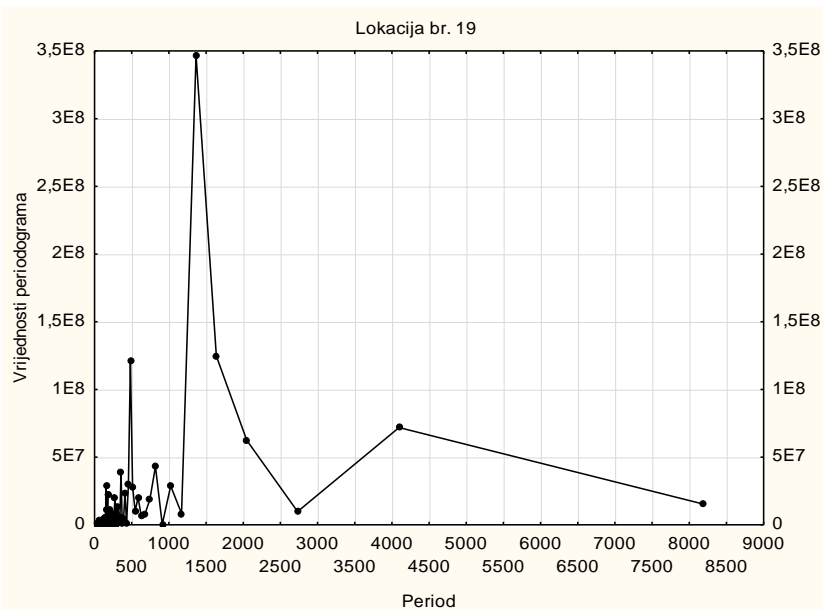


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 31. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 19 – ruralna škola u Osječko-baranjskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 19:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
6	0,000732	(23 h) 1365,333	-54,8513	285,6856	346623573	190065966
5	0,000610	(27 h) 1638,400	161,1400	-66,8283	124649904	154907931
17	0,002075	(8 h) 481,882	168,8981	33,7445	121508895	68558842
2	0,000244	(68 h) 4096,000	126,3844	-39,6966	71880020	40368612
4	0,000488	(34 h) 2048,000	85,0335	89,5034	62429358	75232278
10	0,001221	(14 h) 819,200	-58,6570	84,0301	43014929	25184014
23	0,002808	(6 h) 356,174	-15,3755	96,9538	39470844	19634071
18	0,002197	(8 h) 455,111	-77,0719	35,6407	29533526	44492476
53	0,006470	(3 h) 154,566	-64,3331	53,9013	28852634	16018037
8	0,000977	(17 h) 1024,000	-34,4206	76,2919	28693432	28833231

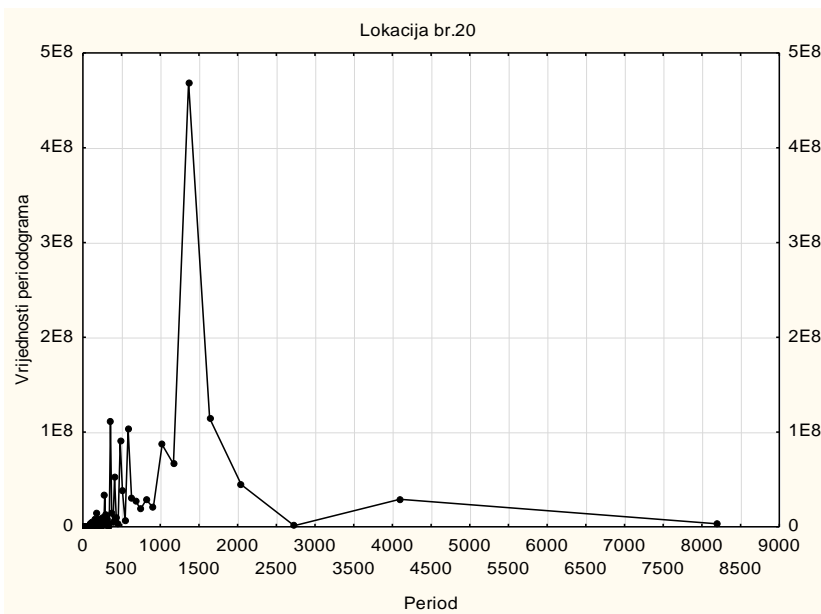


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 32. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 20 – ruralna škola u Osječko-baranjskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 20:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
6	0,000732	(23 sati) 1365,333	-118,828	316,746	468780863	257561359
5	0,000610	(27 h) 1638,400	145,890	-81,782	114574163	177304871
23	0,002808	(6 h) 356,174	129,115	101,550	110522485	53852212
14	0,001709	(10 h) 585,143	-111,134	-113,031	102919397	56890116
17	0,002075	(8 h) 481,882	128,115	-74,344	89868022	50638296
8	0,000977	(17 h) 1024,000	-86,631	116,945	86757560	77313945
7	0,000854	(20 h) 1170,286	16,803	-126,078	66265441	168316117
20	0,002441	(7 h) 409,600	93,975	-62,079	51958253	27228717
4	0,000488	(34 h) 2048,000	78,558	68,563	44532388	65579857
16	0,001953	(9 h) 512,000	-44,803	-84,877	37730232	43702484

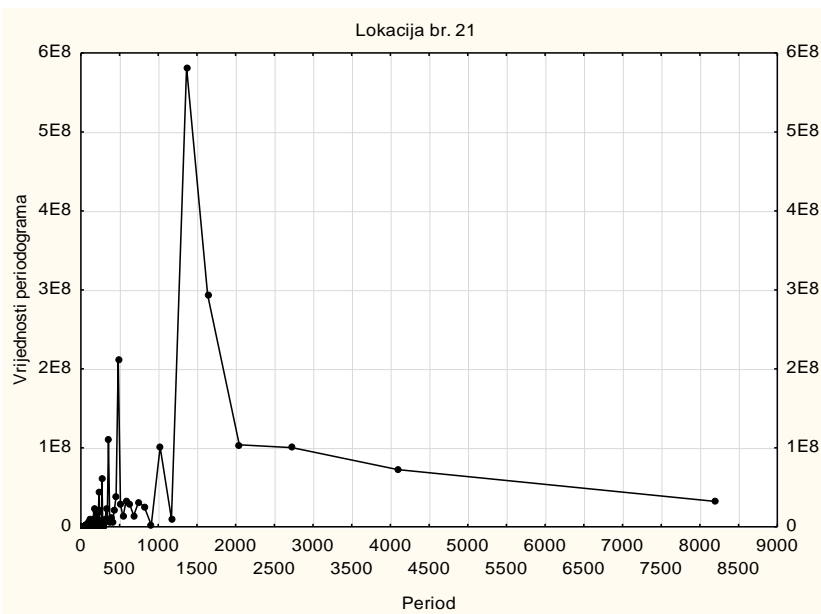


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 33. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 21 – ruralna škola u Osječko-baranjskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 21:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koficijenti)	Sinus (Koficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
6	0,000732	(23 sati)1365,333	-27,719	375,877	581845784	340325307
5	0,000610	(27 h) 1638,400	208,940	-167,525	293766910	300384229
17	0,002075	(8 h) 481,882	134,477	-183,814	212466396	112070388
23	0,002808	(6 h) 356,174	159,235	39,829	110354534	54067740
4	0,000488	(34 h) 2048,000	134,904	84,553	103826596	164708411
8	0,000977	(17 h) 1024,000	-136,969	76,765	100980382	69774714
3	0,000366	(46 h) 2730,667	-69,221	-140,311	100264571	98900163
2	0,000244	(68 h) 4096,000	74,731	110,009	72444772	68006744
30	0,003662	(6 h) 273,067	116,036	36,048	60472686	28860674
35	0,004272	(4 h) 234,057	76,480	-69,788	43907571	26403518

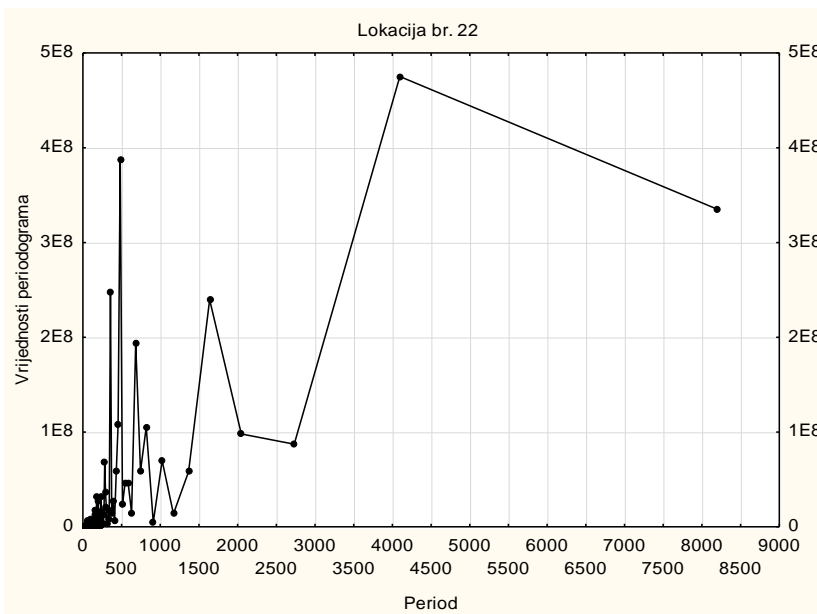


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 34. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 22 – urbana škola u Osječko-baranjskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 22:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
2	0,000244	(68 sata) 4096,000	59,970	335,286	475188854	317530155
17	0,002075	(8 h) 481,882	-180,200	249,306	387585627	208461858
1	0,000122	(137 h) 8192,000	175,426	-226,069	335386653	279375632
23	0,002808	(6 h) 356,174	-186,167	-160,087	246930444	119340910
5	0,000610	(27 h) 1638,400	153,065	187,354	239740442	148297464
12	0,001465	(11 h) 682,667	-140,118	166,209	193570559	109713391
18	0,002197	(8 h) 455,111	-106,076	-123,012	108068659	156885291
10	0,001221	(14 h) 819,200	17,262	159,376	105262304	71812820
4	0,000488	(34 h) 2048,000	-152,621	25,300	98030186	141646441
3	0,000366	(46 h) 2730,667	145,948	-2,491	87273123	197688202

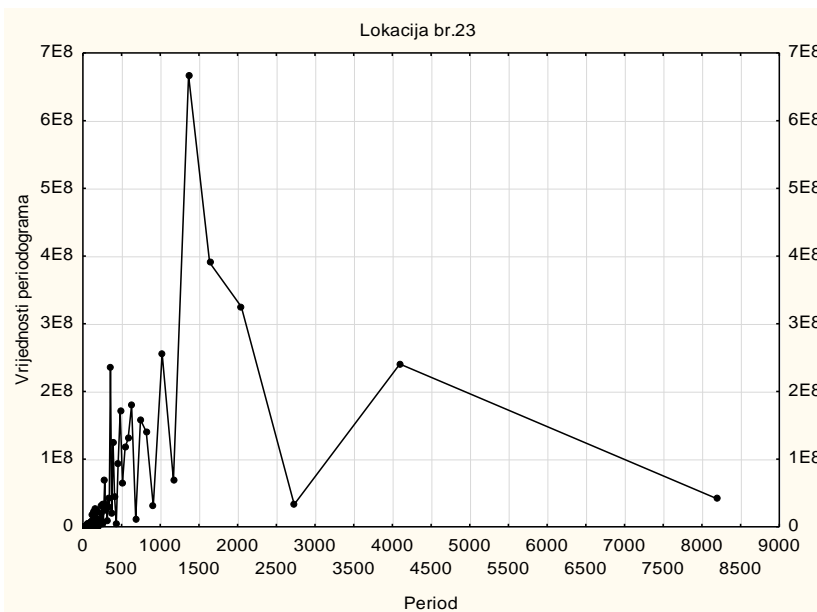


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 35. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 23 – urbana škola u Osječko-baranjskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 23:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
6	0,000732	(23 sati)1365,333	-334,265	226,003	666871820	429297915
5	0,000610	(27 h) 1638,400	267,949	153,329	390375291	417076865
4	0,000488	(34 h) 2048,000	237,436	-151,660	325126411	279635626
8	0,000977	(17 h) 1024,000	17,238	-249,390	255969501	167275811
2	0,000244	(68 h) 4096,000	-240,780	-26,922	240434238	136976066
23	0,002808	(6 h) 356,174	-239,971	-9,468	236238995	123527140
13	0,001587	(11 h) 630,154	-208,490	-19,832	179655887	124470534
17	0,002075	(8 h) 481,882	-87,791	184,089	170376820	118459917
11	0,001343	(12 h) 744,727	37,992	192,790	158151787	114959249
10	0,001221	(14 h) 819,200	163,213	87,495	140467083	117861407

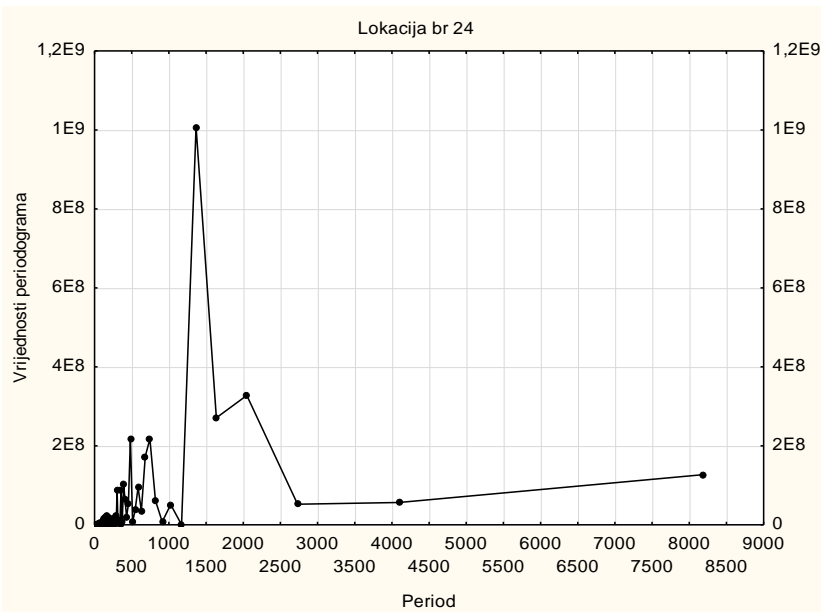


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 36. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 24 – urbana škola u Osječko-baranjskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 24:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
6	0,000732	(23) 1365,333	-230,043	439,447	1,007751E + 09	528851123
4	0,000488	(34) 2048,000	254,716	122,920	3,276368E + 08	262190765
5	0,000610	(27) 1638,400	255,638	28,928	2,711050E + 08	444824223
17	0,002075	(8) 481,882	3,909	231,184	2,189775E + 08	114057470
11	0,001343	(12) 744,727	225,425	48,349	2,177190E + 08	155244543
12	0,001465	(11) 682,667	-199,135	51,375	1,732362E + 08	143863243
1	0,000122	(137) 8192,000	99,878	-145,131	1,271342E + 08	76791161
21	0,002563	(7) 390,095	-29,302	156,335	1,036257E + 08	67227161
14	0,001709	(10) 585,143	68,957	-135,780	9,499126E + 07	66478365
27	0,003296	(5) 303,407	-132,692	-64,332	8,907089E + 07	45728309

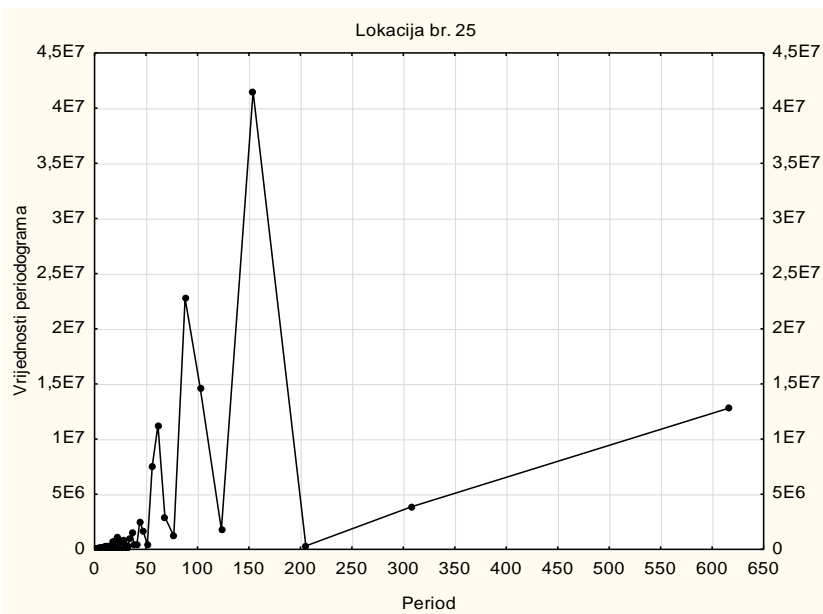


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 37. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 25 – urbana škola u Požeško-slavonskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 25:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006494	(26 sati) 154,0000	314,897	188,676	41505553	19698546
7	0,011364	(15) 88,0000	-93,346	-255,339	22764767	14146724
6	0,009740	(17 h) 102,6667	-182,073	-119,583	14614792	13970677
1	0,001623	(103) 616,0000	201,884	28,104	12796423	7112988
10	0,016234	(10) 61,6000	-118,399	-150,127	11259419	7598770
11	0,017857	(9) 56,0000	39,249	-151,240	7519465	6335765
2	0,003247	(51) 308,0000	92,951	62,541	3865756	6369667
9	0,014610	(11) 68,4444	-29,629	-92,537	2907810	5386771
14	0,022727	(7) 44,0000	-87,691	-20,863	2502477	1638859
5	0,008117	(21) 123,2000	-60,028	-47,143	1794372	15154459

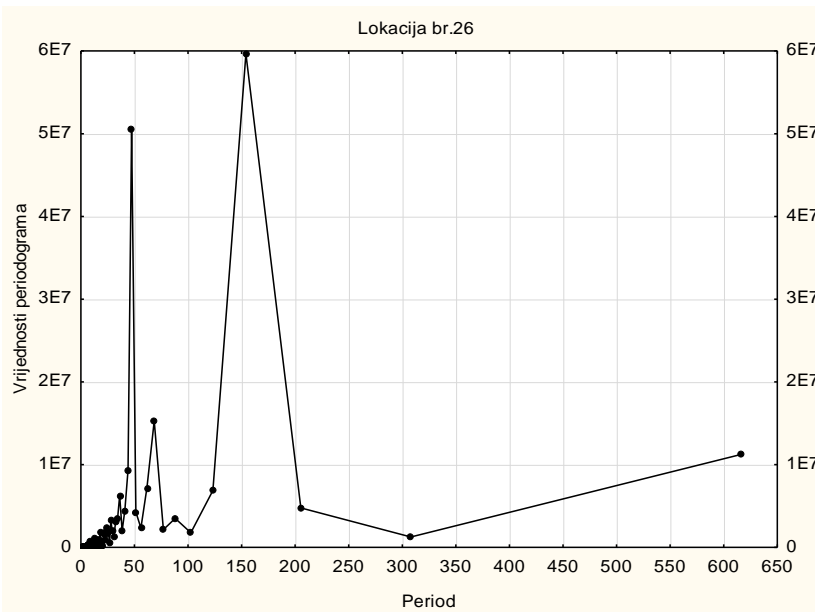


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 38. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 26 – urbana škola u Požeško-slavonskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 26:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006494	(26) 154,0000	389,151	205,5140	59651792	29544927
13	0,021104	(8) 47,3846	-293,887	278,6071	50509372	26079988
9	0,014610	(11) 68,4444	-132,036	179,3946	15281683	9279477
1	0,001623	(103) 616,0000	186,009	-43,0279	11226810	5886564
14	0,022727	(7) 44,0000	-172,544	25,5288	9370290	17659911
10	0,016234	(10) 61,6000	-120,243	94,1960	7186057	7683869
5	0,008117	(21) 123,2000	-134,242	-65,6113	6876336	18172231
17	0,027597	(6) 36,2353	-128,927	61,2161	6273868	4374629
3	0,004870	(34) 205,3333	119,936	32,9708	4765281	17457690
15	0,024351	(7) 41,0667	-90,431	-79,5360	4467147	6760284

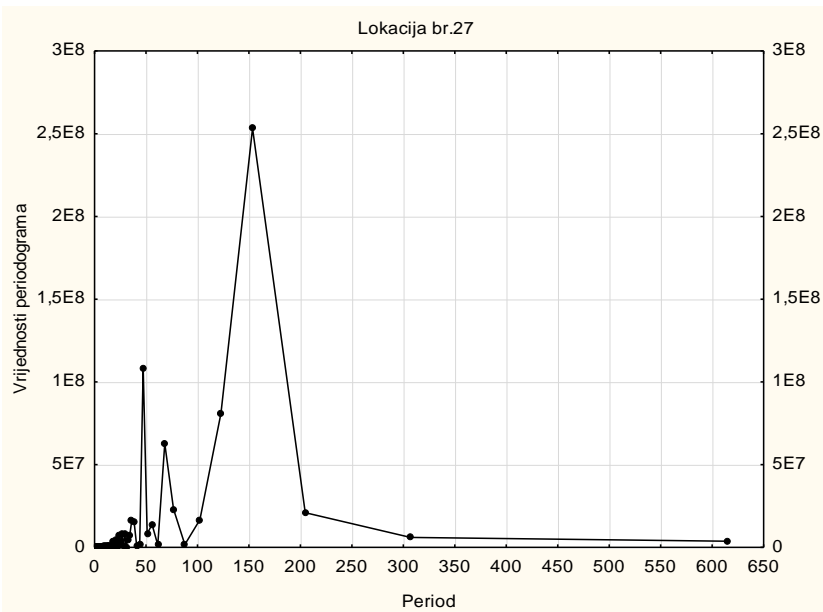


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 39. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 27 – urbana škola u Požeško-slavonskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 27:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006515	(26) 153,5000	851,351	316,549	253275467	138453151
13	0,021173	(8) 47,2308	-556,448	209,395	108518545	51358872
5	0,008143	(20) 122,8000	-484,656	-169,808	80964018	102035328
9	0,014658	(11) 68,2222	-446,548	71,727	62796707	34506782
8	0,013029	(13) 76,7500	264,791	70,741	23061411	26500252
3	0,004886	(34) 204,6667	165,213	-202,458	20963356	74899302
6	0,009772	(17) 102,3333	182,865	-144,612	16686174	37254614
17	0,027687	(6) 36,1176	-202,867	105,907	16077979	12833330
16	0,026059	(6) 38,3750	-177,576	139,624	15665621	11423367
11	0,017915	(9) 55,8182	-154,604	-146,498	13926742	14646013

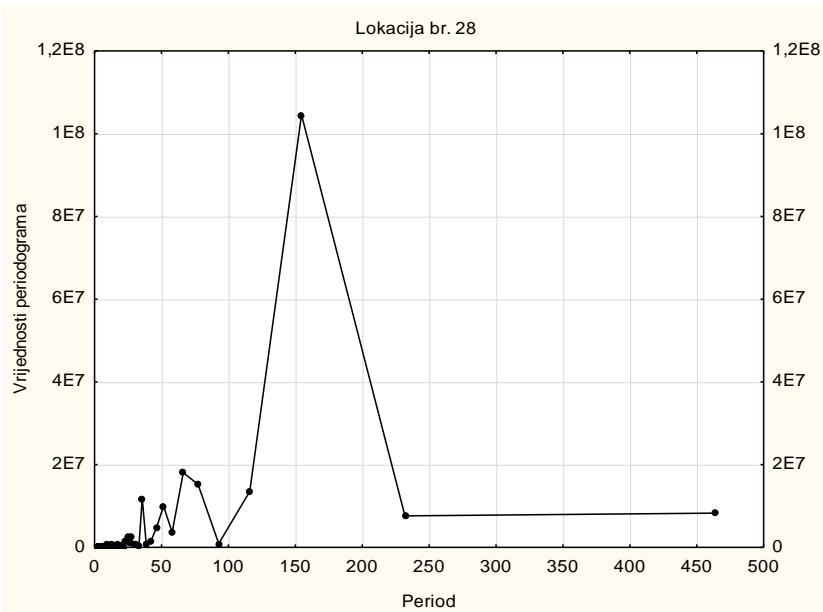


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 40. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 28 – urbana škola u Sisačko-moslavačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 28:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
3	0,006466	(26) 154,6667	667,800	68,532	104551692	52100270
7	0,015086	(11) 66,2857	-188,807	-205,286	18047356	12998420
6	0,012931	(13) 77,3333	201,167	-158,717	15232934	11983097
4	0,008621	(19) 116,0000	-164,575	-176,664	13524424	32276879
13	0,028017	(6) 35,6923	-111,300	196,539	11835496	5636157
9	0,019397	(9) 51,5556	76,860	-192,799	9994313	7212226
1	0,002155	(77) 464,0000	176,169	68,235	8280432	9563282
2	0,004310	(39) 232,0000	167,777	68,521	7619908	31085361
10	0,021552	(8) 46,4000	-120,068	80,561	4850264	5116428
8	0,017241	(10) 58,0000	-91,196	-86,127	3650439	9106962

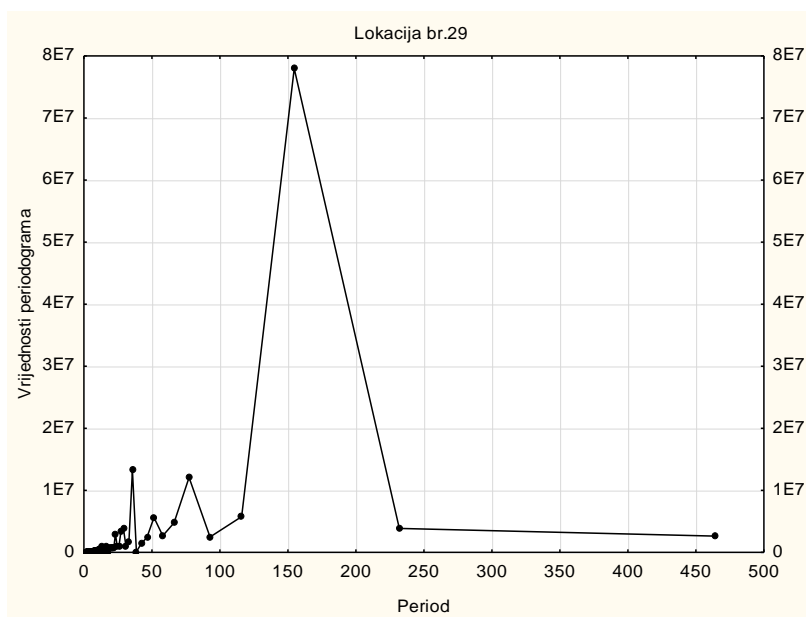


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 41. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 29 – urbana škola u Sisačko-moslavačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 29:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
3	0,006466	(26) 154,6667	579,3851	20,469	77976626	37311969
13	0,028017	(6) 35,6923	32,6692	236,799	13256752	6464676
6	0,012931	(13) 77,3333	189,0244	-127,750	12075661	7438484
4	0,008621	(19) 116,0000	-64,3691	-143,904	5765614	22537414
9	0,019397	(9) 51,5556	16,4418	-154,796	5621826	3959329
7	0,015086	(11) 66,2857	-67,9562	-126,204	4766549	5975775
16	0,034483	(5) 29,0000	43,3226	123,371	3966584	2942417
2	0,004310	(39) 232,0000	128,1869	13,397	3853841	21356198
17	0,036638	(5) 27,2941	-42,7942	-114,229	3452070	2804169
20	0,043103	(4) 23,2000	-34,7212	-108,049	2988181	1864112

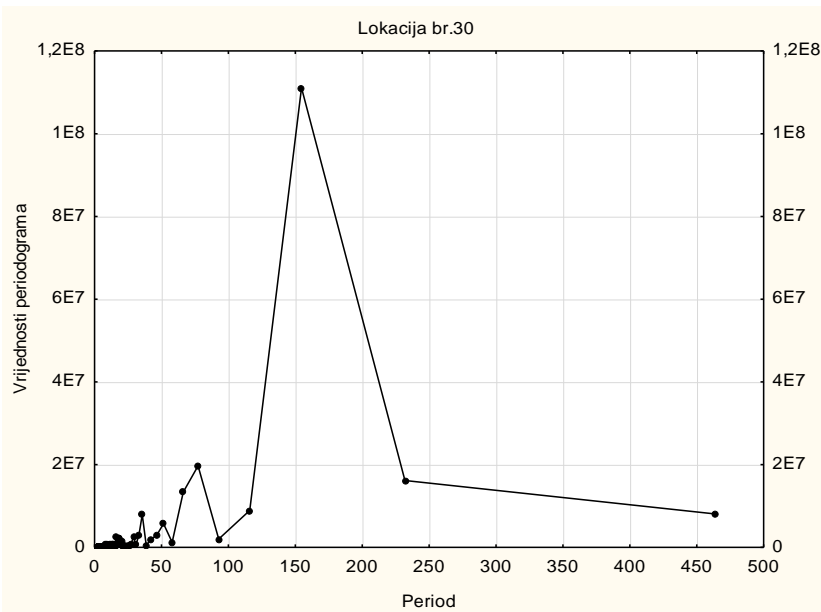


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 42. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 30 – urbana škola u Sisačko-moslavačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 30:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
3	0,006466	(26) 154,6667	690,906	38,136	111082847	56004507
6	0,012931	(13) 77,3333	270,288	-108,854	19697913	12866387
2	0,004310	(39) 232,0000	142,290	222,361	16168328	36265835
7	0,015086	(11) 66,2857	-162,347	-176,824	13368543	11288012
4	0,008621	(19) 116,0000	-50,043	-189,820	8940317	32537998
1	0,002155	(77) 464,0000	165,678	-86,081	8087326	11764282
13	0,028017	(6) 35,6923	-104,313	152,285	7904657	4446214
9	0,019397	(9) 51,5556	98,713	-122,204	5725296	4100167
14	0,030172	(6) 33,1429	-38,749	105,427	2927003	3482055
10	0,021552	(8) 46,4000	-111,378	10,624	2904151	3223381

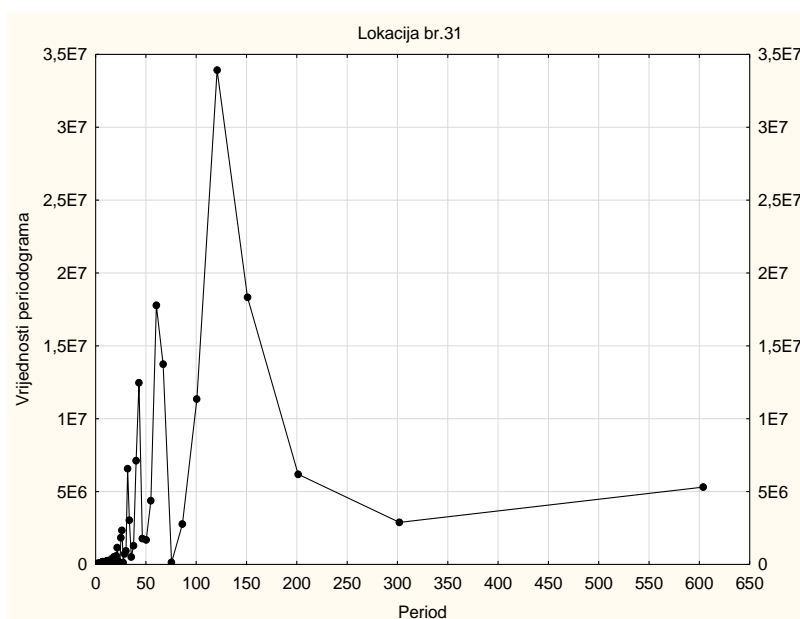


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 43. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 31 – ruralna škola u Sisačko-moslavačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 31:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
5	0,008278	(20 sati)120,8000	-311,000	124,870	33918771	22612505
4	0,006623	(25) 151,0000	91,066	228,836	18318948	18354996
10	0,016556	(10) 60,4000	-31,163	-240,612	17777372	12367557
9	0,014901	(11) 67,1111	-208,719	-44,083	13743078	10708891
14	0,023179	(7) 43,1429	91,198	-181,560	12466881	7814112
6	0,009934	(17) 100,6667	-143,558	-130,181	11341924	14566037
15	0,024834	(7) 40,2667	153,591	-1,613	7125052	6577525
19	0,031457	(5) 31,7895	111,500	96,494	6566505	3927405
3	0,004967	(34) 201,3333	140,821	-25,756	6189178	9275075
1	0,001656	(101) 604,0000	116,474	63,352	5309052	3475644

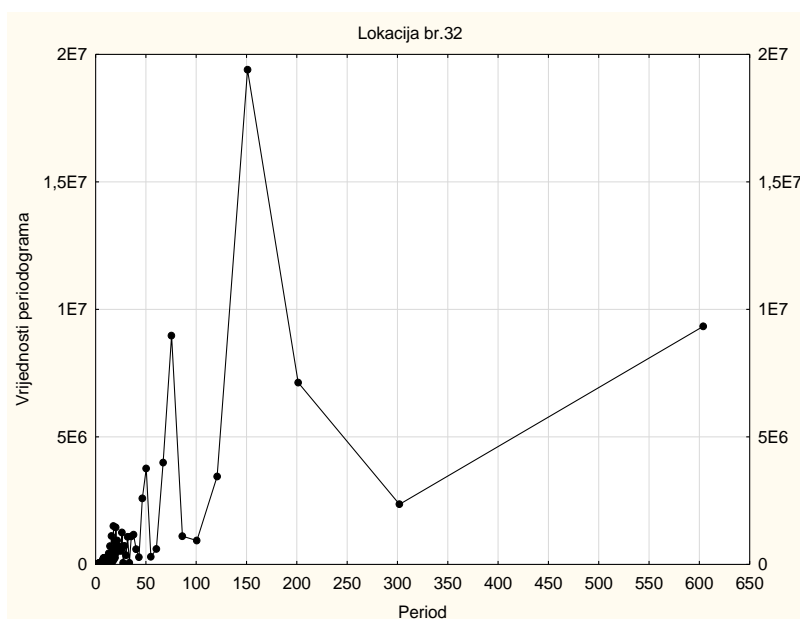


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 44. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 32 – ruralna škola u Sisačko-moslavačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 32:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006623	(25) 151,0000	248,671	48,896	19396876	11328937
1	0,001656	(101) 604,0000	-175,578	9,856	9339268	5325884
8	0,013245	(13) 75,5000	164,411	51,835	8974758	5290727
3	0,004967	(34) 201,3333	21,791	-152,138	7133497	8885730
9	0,014901	(11) 67,1111	-52,673	102,176	3990772	4141171
12	0,019868	(8) 50,3333	107,456	30,252	3763528	2408091
5	0,008278	(20) 120,8000	-81,061	69,720	3452396	6737559
13	0,021523	(8) 46,4615	-26,176	88,860	2591548	2163789
2	0,003311	(50) 302,0000	68,668	-55,588	2357207	5716183
34	0,056291	(3) 17,7647	-4,497	70,404	1503027	802930

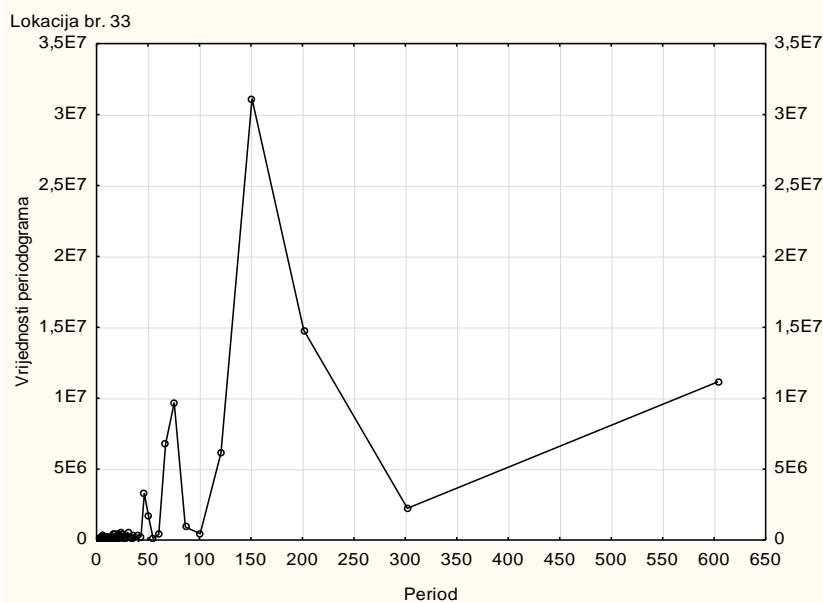


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 45. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 33 – ruralna škola u Sisačko-moslavačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 33:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006623	(25) 151,0000	270,775	172,344	31112562	19027172
3	0,004967	(34) 201,3333	50,995	-215,388	14795722	15262143
1	0,001656	(101) 604,0000	-192,298	-0,168	11167480	6451918
8	0,013245	(13) 75,5000	144,909	104,990	9670530	6205698
9	0,014901	(11) 67,1111	-105,712	106,226	6782640	5492452
5	0,008278	(20) 120,8000	-117,601	80,201	6119220	10900056
13	0,021523	(8) 46,4615	-77,947	69,334	3286682	1962273
2	0,003311	(50) 302,0000	83,284	-21,672	2236593	8368628
12	0,019868	(1) 50,3333	56,513	50,517	1735208	1618796
7	0,011589	(14) 86,2857	35,388	-42,623	926845	3312231

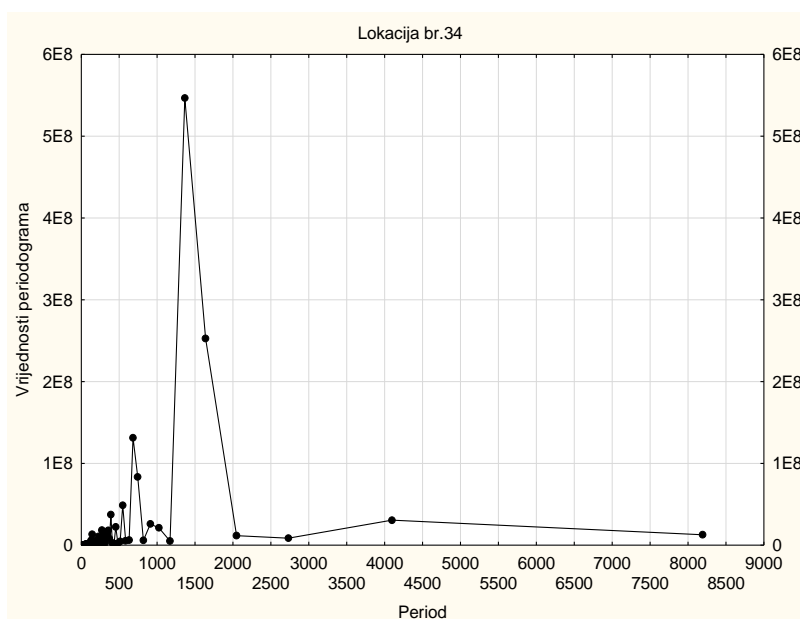


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 46. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 34 – ruralna škola u Sisačko-moslavačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 34:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
6	0,000732	(23 sati) 1365,333	-197,347	307,401	546574534	307319625
5	0,000610	(27) 1638,400	246,172	-33,441	252801521	247901954
12	0,001465	(11) 682,667	-83,130	-158,685	131446987	80655503
11	0,001343	(12) 744,727	-50,187	133,563	83385326	71457224
15	0,001831	(9) 546,133	77,254	-77,125	48809943	24441514
21	0,002563	(7) 390,095	28,749	90,916	37241868	19943176
2	0,000244	(68) 4096,000	84,780	-16,678	30580205	19209813
9	0,001099	(15) 910,222	-77,626	-16,946	25857645	21199391
18	0,002197	(8) 455,111	73,955	-0,775	22404613	11341556
8	0,000977	(17) 1024,000	-69,467	18,382	21150042	36603688

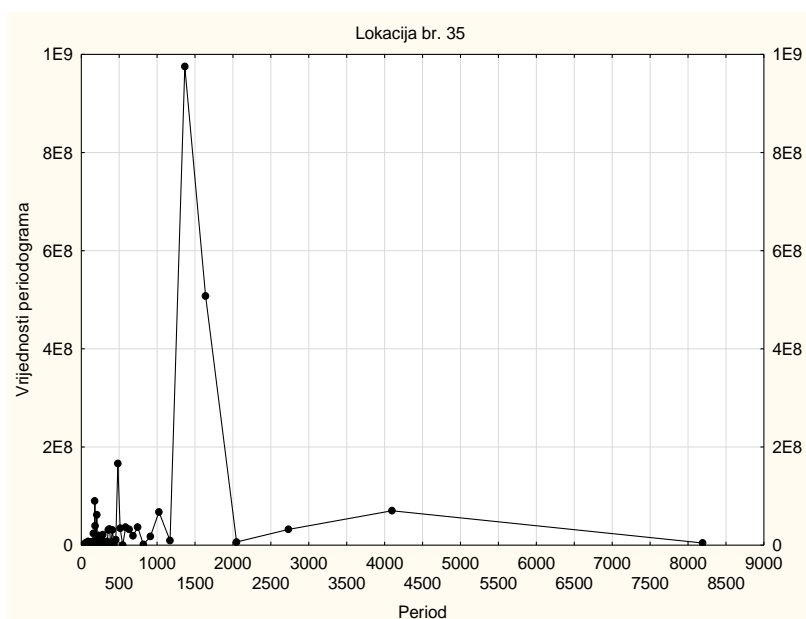


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 47. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 35 – urbana škola u Brodsko-posavskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 35:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
6	0,000732	(23) 1365,333	-290,277	392,209	975209736	562703776
5	0,000610	(27) 1638,400	344,142	-74,317	507726635	464826594
17	0,002075	(8) 481,882	-20,952	200,493	166446587	85435933
46	0,005615	(3) 178,087	-68,122	-131,498	89835131	50381562
2	0,000244	(68) 4096,000	106,681	-75,722	70101803	40391125
8	0,000977	(17) 1024,000	-121,403	-41,992	67592844	71606101
40	0,004883	(3) 204,800	-69,963	101,043	61868335	31280051
45	0,005493	(3) 182,044	-37,977	90,244	39265005	39993293
14	0,001709	(10) 585,143	87,899	35,904	36926681	26299970
11	0,001343	(12) 744,727	61,032	72,325	36682810	23139701

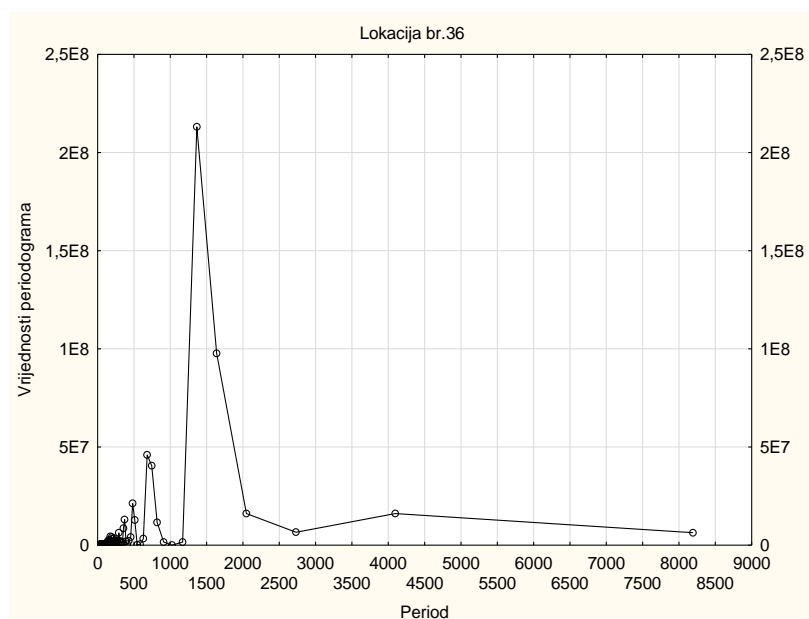


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 48. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 36 – urbana škola u Brodsko-posavskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 36:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
6	0,000732	(23) 1365,333	-149,123	172,5762	213074302	119635718
5	0,000610	(27) 1638,400	153,758	-14,6443	97713707	99162740
12	0,001465	(11) 682,667	-67,124	-81,9604	45969907	31527806
11	0,001343	(12) 744,727	27,886	95,4501	40502631	32141493
17	0,002075	(8) 481,882	-65,022	31,2107	21307230	13673709
2	0,000244	(68) 4096,000	57,310	-25,6226	16142088	10907365
4	0,000488	(34) 2048,000	46,410	42,1559	16101468	40524897
22	0,002686	(6) 372,364	29,893	47,8346	13032511	8404751
16	0,001953	(9) 512,000	18,714	-52,7512	12832341	11066222
10	0,001221	(14) 819,200	-46,509	25,9491	11618009	16980785

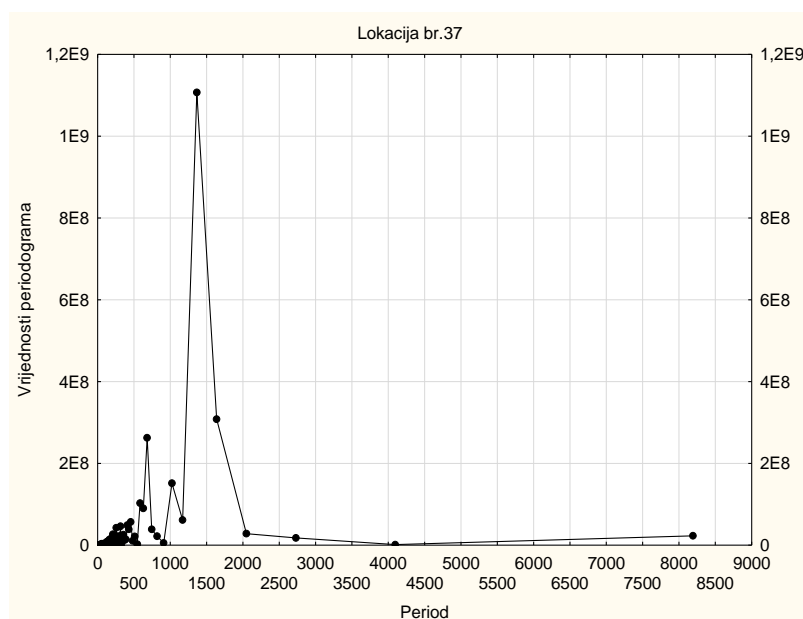


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 49. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 37 – ruralna škola u Brodsko-posavskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 37:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
6	0,000732	(23) 1365,333	338,462	394,649	1,107166E + 09	589841233
5	0,000610	(27) 1638,400	74,280	-264,078	3,082426E + 08	414140951
12	0,001465	(11) 682,667	83,471	239,159	2,628181E + 08	152809626
8	0,000977	(17) 1024,000	-192,203	5,615	1,514428E + 08	124082477
14	0,001709	(10) 585,143	-97,117	-125,407	1,030503E + 08	78443031
13	0,001587	(11) 630,154	-105,499	104,210	9,007006E + 07	129874494
7	0,000854	(20) 1170,286	-58,661	107,682	6,159007E + 07	342112076
18	0,002197	(8) 455,111	23,403	115,269	5,666623E + 07	39810095
20	0,002441	(7) 409,600	0,424	-108,982	4,864949E + 07	37079215
26	0,003174	(5) 315,077	71,427	-78,380	4,606009E + 07	27130954

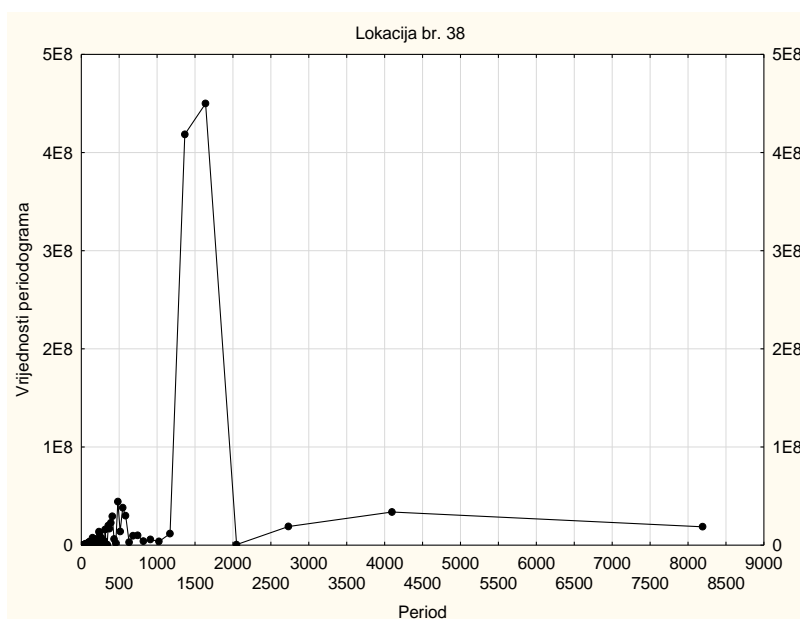


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 50. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 38 – ruralna škola u Brodsko-posavskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 38:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
5	0,000610	(27) 1638,400	106,7506	-313,787	449977821	303017830
6	0,000732	(23) 1365,333	156,2675	278,857	418532148	298319923
17	0,002075	(8) 481,882	-96,8467	-38,531	44498770	25354946
15	0,001831	(9) 546,133	17,7063	94,839	38125212	29351941
2	0,000244	(68) 4096,000	9,1493	-90,347	33776622	24188461
14	0,001709	(10) 585,143	77,2190	-37,405	30154490	24223177
20	0,002441	(7) 409,600	84,5523	-6,868	29475854	20860304
21	0,002563	(7) 390,095	-23,1525	71,069	22883553	22327151
23	0,002808	(6) 356,174	-36,5623	-59,532	19991825	13936481
3	0,000366	(46) 2730,667	-66,3949	-15,369	19023867	33510756

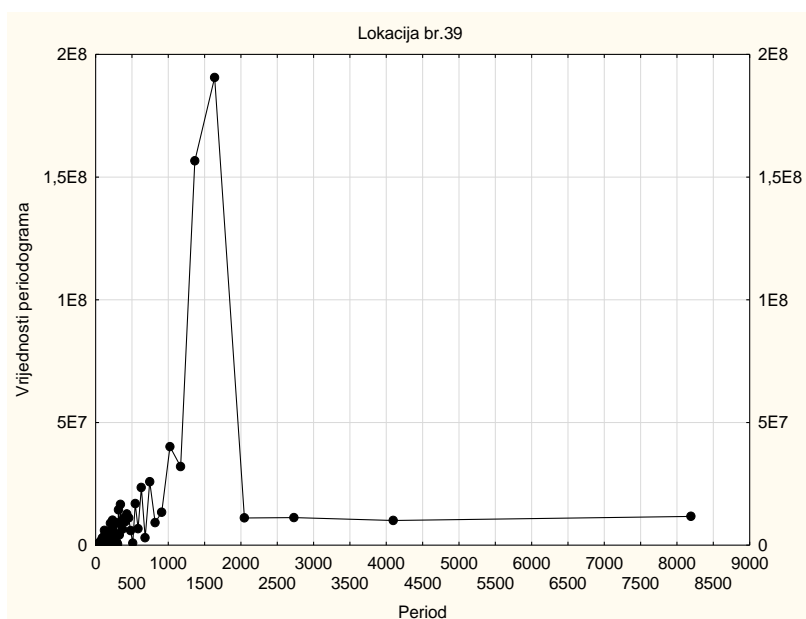


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 51. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 39 – ruralna škola u Brodsko-posavskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 39:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
5	0,000610	(27) 1638,400	84,2028	-198,603	190600499	127074887
6	0,000732	(23) 1365,333	109,4375	162,068	156641400	125430467
8	0,000977	(17) 1024,000	-34,2951	92,839	40121492	34791335
7	0,000854	(20) 1170,286	87,1818	14,867	32037688	69022612
11	0,001343	(13) 744,727	60,9564	-51,022	25882207	15822051
13	0,001587	(11) 630,154	75,1542	9,418	23498099	14374606
15	0,001831	(9) 546,133	-10,7732	63,406	16942583	10445160
24	0,002930	(6) 341,333	-40,1661	-49,363	16589022	11515347
26	0,003174	(5) 315,077	53,8659	24,773	14398327	8158392
9	0,001099	(15) 910,222	-43,9892	36,597	13412020	19948927

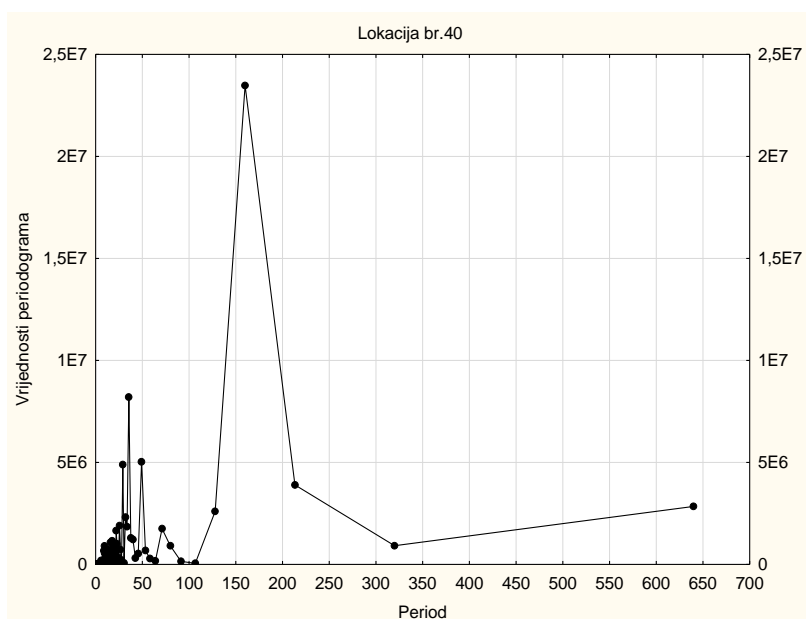


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 52. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 40 – urbana škola u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 40:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006250	(27) 160,0000	221,237	156,2885	23479015	12083067
18	0,028125	(6) 35,5556	-160,090	-1,3451	8201820	4546653
13	0,020313	(9) 49,2308	123,368	-22,6261	5034146	2563717
22	0,034375	(5) 29,0909	-120,614	27,1451	4891046	2359649
3	0,004688	(36) 213,3333	90,676	-62,9405	3898768	7816721
1	0,001563	(107) 640,0000	-87,558	34,9939	2845139	1732603
5	0,007813	(21) 128,0000	-69,691	-57,1807	2600487	6977495
20	0,031250	(5) 32,0000	-76,240	-37,6462	2313547	1964218
25	0,039063	(4) 25,6000	71,740	28,1920	1901238	1115378
19	0,029688	(6) 33,6842	-74,531	-15,4830	1854286	3411468

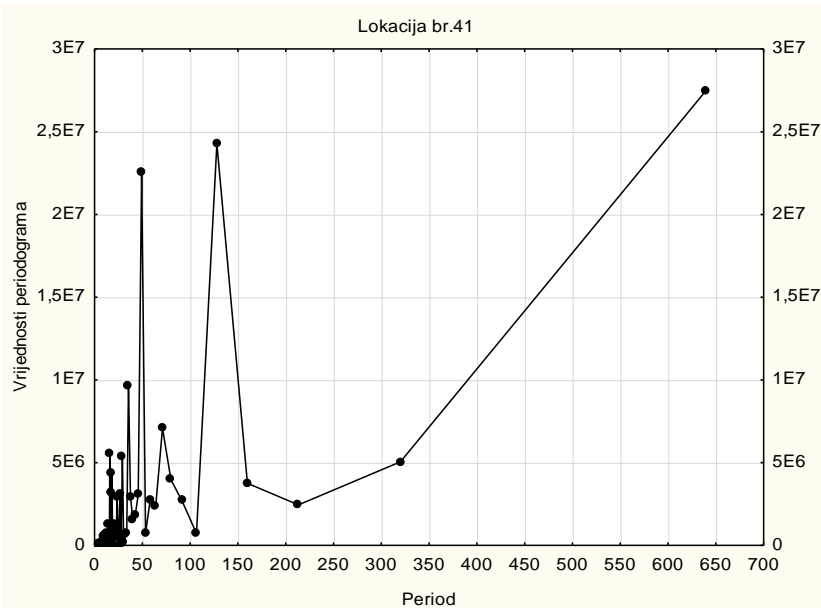


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 53. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 41 – urbana škola u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 41:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
1	0,001563	(107) 640,0000	-276,256	98,059	27498568	14563580
5	0,007813	(21) 128,0000	-275,080	-13,719	24274394	12097700
13	0,020313	(8) 49,2308	258,103	61,151	22514149	11140052
18	0,028125	(6) 35,5556	-171,825	27,260	9685432	5295086
9	0,014063	(12) 71,1111	36,656	144,193	7083269	4885329
40	0,062500	(3) 16,0000	-128,866	-28,852	5580463	2609855
22	0,034375	(5) 29,0909	0,020	129,418	5359696	2584769
2	0,003125	(53) 320,0000	-15,693	-124,675	5052865	9607712
35	0,054688	(3) 18,2857	67,718	94,870	4347555	2849741
8	0,012500	(13) 80,0000	-92,485	-61,926	3964253	4239672

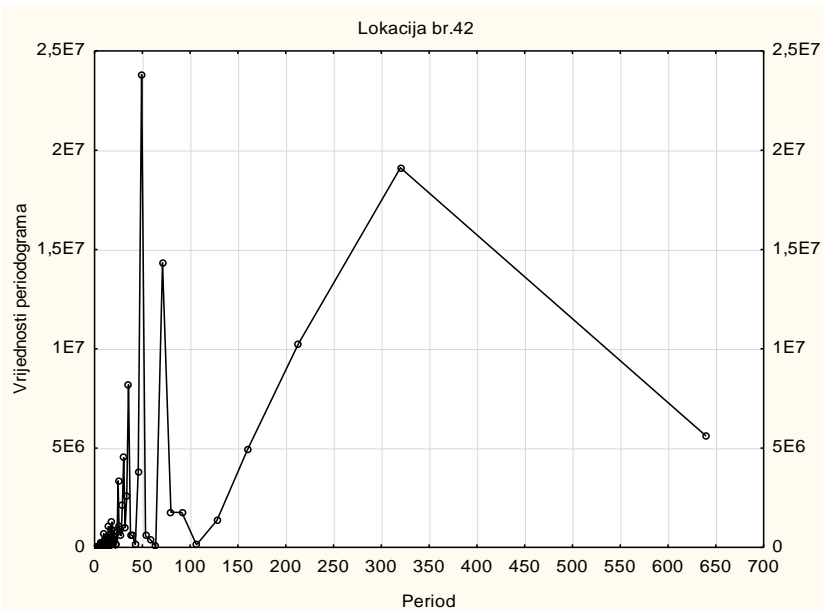


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 54. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 42 – urbana škola u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 42:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
13	0,020313	(8) 49,2308	193,670	192,147	23817062	11714720
2	0,003125	(53) 320,0000	151,982	191,438	19118996	12532918
9	0,014063	(12) 71,1111	131,203	166,051	14331928	6914789
3	0,004688	(36) 213,3333	-9,897	-178,718	10252180	10619342
18	0,028125	(6) 35,5556	-132,145	-90,113	8186481	4483940
1	0,001563	(107) 640,0000	-117,454	-60,930	5602530	7676412
4	0,006250	(27) 160,0000	84,504	90,655	4914963	5680476
21	0,032813	(5) 30,4762	-116,774	22,409	4524253	2878479
14	0,021875	(8) 45,7143	-59,767	-91,594	3827713	7524672
26	0,040625	(4) 24,6154	74,305	70,362	3351059	1961671

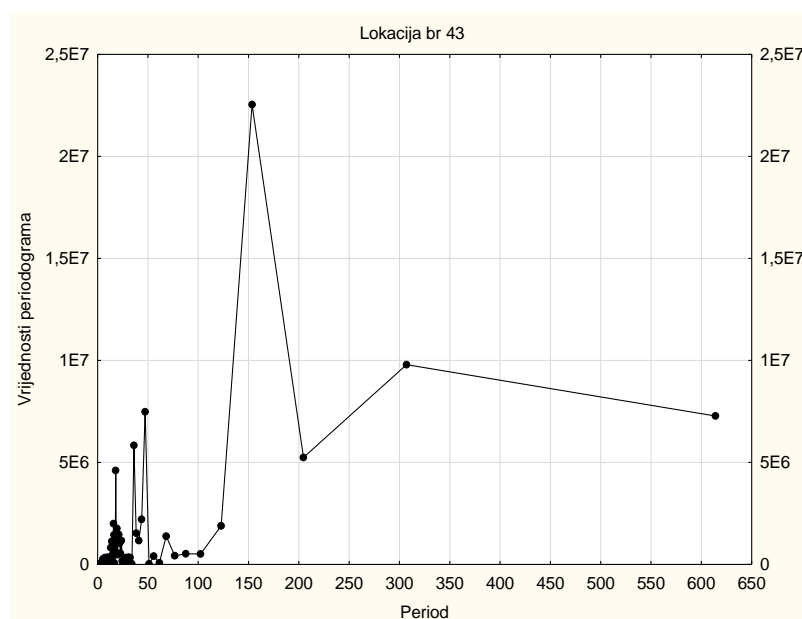


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 55. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 43 – ruralna škola u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 43:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006515	(26) 153,5000	246,2260	113,1666	22544214	12153253
2	0,003257	(51) 307,0000	173,4391	-42,7106	9794932	8196008
13	0,021173	(8) 47,2308	107,4029	113,2782	7480768	3933119
1	0,001629	(102) 614,0000	150,3230	-33,1654	7274961	6056322
17	0,027687	(6) 36,1176	50,5731	128,3140	5839787	3036474
3	0,004886	(34) 204,6667	130,4712	-7,7764	5244544	10464815
34	0,055375	(3) 18,0588	120,6487	-21,4930	4610545	2428503
14	0,022801	(7) 43,8571	19,4911	82,5800	2210205	3126763
39	0,063518	(3) 15,7436	-72,8010	34,4763	1992003	1367643
5	0,008143	(20) 122,8000	-49,2611	-61,1734	1893833	6609116

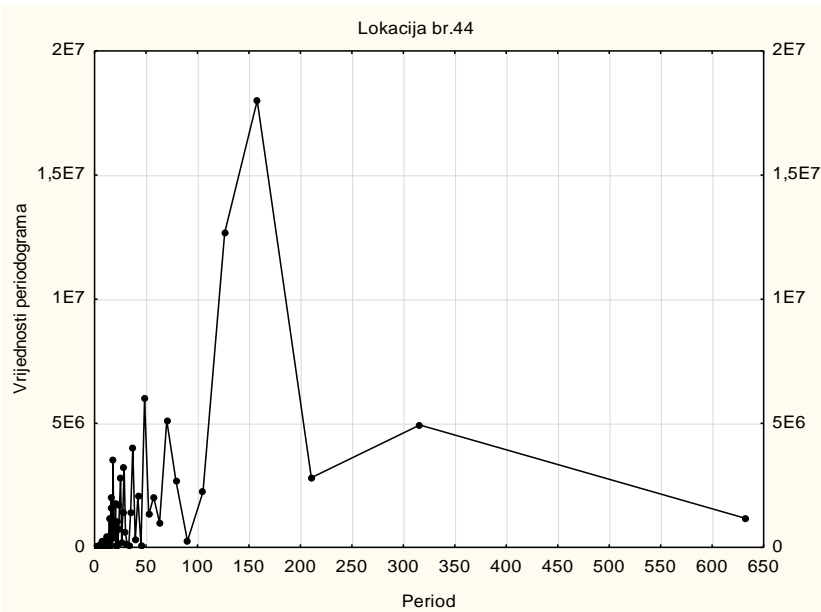


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 56. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 44 – ruralna škola u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 44:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006329	(26) 158,0000	238,065	-16,9592	18000220	12024894
5	0,007911	(21) 126,4000	-193,504	-51,8001	12680176	10646161
13	0,020570	(8) 48,6154	137,074	13,8685	5998219	3157987
9	0,014241	(12) 70,2222	-107,108	68,7025	5116742	3255751
2	0,003165	(53) 316,0000	123,629	17,9516	4931617	3804381
17	0,026899	(6) 37,1765	104,693	-42,4851	4033953	2287962
35	0,055380	(3) 18,0571	89,087	-55,7812	3491170	1911006
22	0,034810	(5) 28,7273	-100,571	11,2159	3235918	1930004
3	0,004747	(35) 210,6667	87,965	-33,8293	2806807	7276078
25	0,039557	(4) 25,2800	-91,919	-18,2378	2775007	1782329

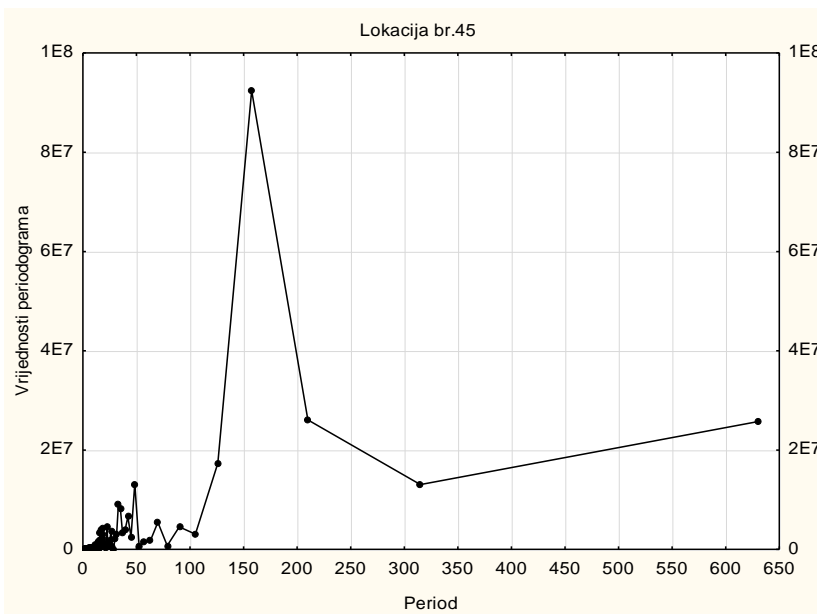


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 57. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 45 – ruralna škola u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 45:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006349	(26) 157,5000	519,190	154,321	92412458	52300946
3	0,004762	(35) 210,0000	284,534	43,117	26087956	38610940
1	0,001587	(105) 630,0000	283,175	39,163	25742349	16491102
5	0,007937	(21) 126,0000	-215,855	-91,990	17342469	31850763
13	0,020635	(8) 48,4615	160,353	-127,248	13200158	6921483
2	0,003175	(53) 315,0000	182,728	-89,793	13057477	21624498
19	0,030159	(6) 33,1579	-120,569	-119,326	9064328	6952377
18	0,028571	(6) 35,0000	-161,277	2,882	8195814	6869521
15	0,023810	(7) 42,0000	-103,301	-100,848	6565034	5047783
9	0,014286	(12) 70,0000	-64,346	-114,865	5460334	3259165

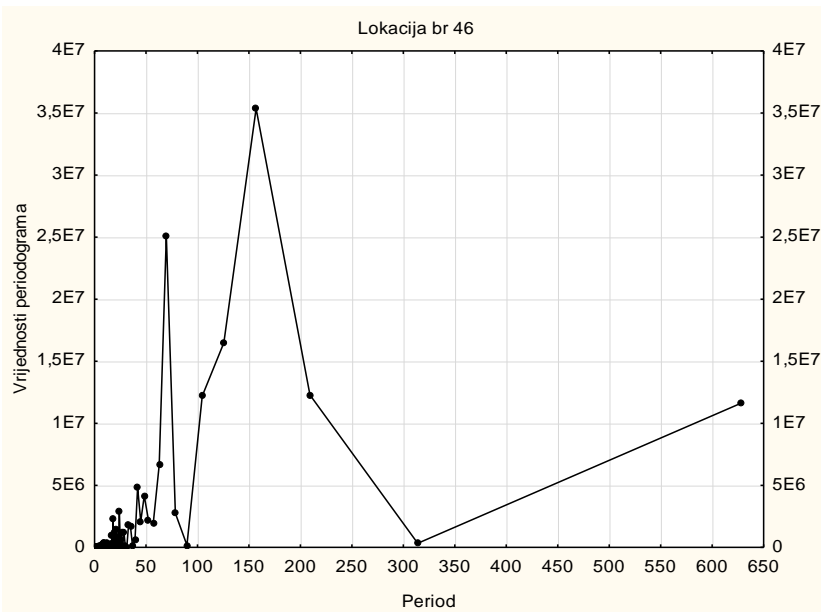


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 58. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 46 – urbana škola u Zadarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 46:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006369	(26) 157,0000	335,485	6,958	35355896	23165926
9	0,014331	(12) 69,7778	-271,999	77,690	25126037	13555641
5	0,007962	(21) 125,6000	-225,119	42,596	16482803	19267688
3	0,004777	(35) 209,3333	171,215	99,012	12283017	15089241
6	0,009554	(17) 104,6667	-195,114	27,982	12199660	10823514
1	0,001592	(105) 628,0000	191,348	-18,994	11610073	6115531
10	0,015924	(10) 62,8000	-145,143	-7,302	6631611	9669931
15	0,023885	(7) 41,8667	29,456	-120,459	4828734	2956565
13	0,020701	(8) 48,3077	-98,544	59,362	4155710	3140171
26	0,041401	(4) 24,1538	30,519	91,744	2935371	1475545

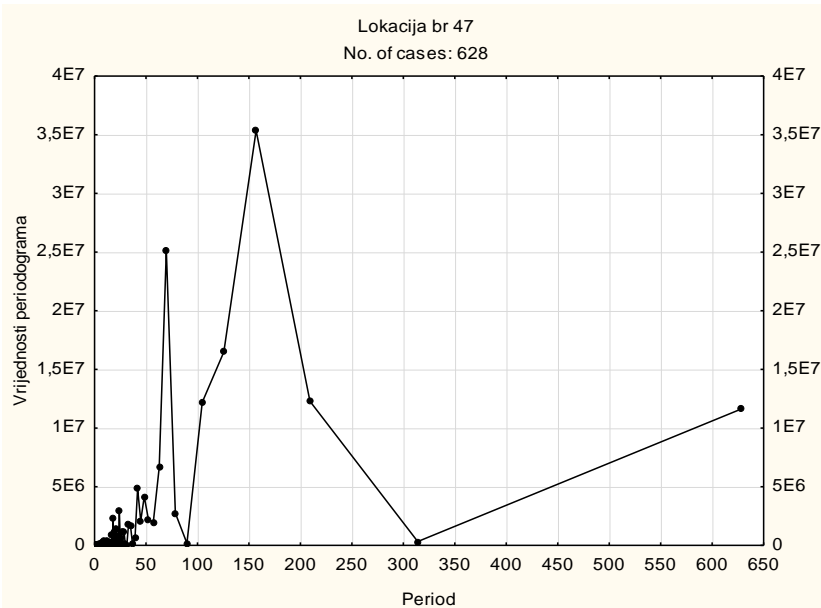


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 59. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 47 – urbana škola u Zadarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 47:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006369	(26) 157,0000	335,485	6,958	35355896	23165926
9	0,014331	(12) 69,7778	-271,999	77,690	25126037	13555641
5	0,007962	(21) 125,6000	-225,119	42,596	16482803	19267688
3	0,004777	(35) 209,3333	171,215	99,012	12283017	15089241
6	0,009554	(17) 104,6667	-195,114	27,982	12199660	10823514
1	0,001592	(105) 628,0000	191,348	-18,994	11610073	6115531
10	0,015924	(10) 62,8000	-145,143	-7,302	6631611	9669931
15	0,023885	(7) 41,8667	29,456	-120,459	4828734	2956565
13	0,020701	(8) 48,3077	-98,544	59,362	4155710	3140171
26	0,041401	(4) 24,1538	30,519	91,744	2935371	1475545

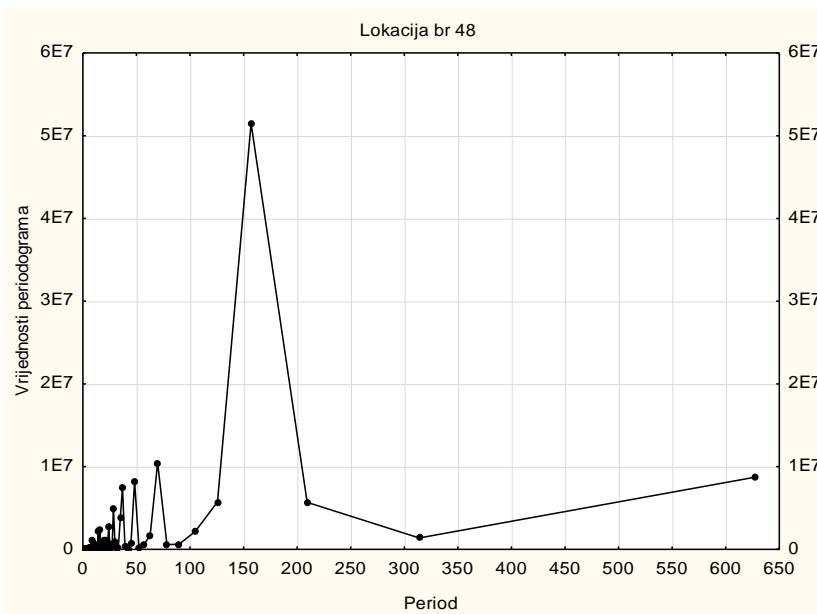


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 60. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 48 – urbana škola u Zadarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 48:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006369	(26) 157,0000	400,425	59,911	51473793	25857813
9	0,014331	(12) 69,7778	-119,443	138,062	10464933	5266909
1	0,001592	(105) 628,0000	128,919	-105,883	8739102	4750032
13	0,020701	(8) 48,3077	101,261	125,559	8169900	3895639
17	0,027070	(6) 36,9412	147,747	44,953	7488903	4368458
5	0,007962	(21) 125,6000	-122,376	57,167	5728596	15705648
3	0,004777	(35) 209,3333	112,521	73,913	5690977	15799466
22	0,035032	(5) 28,5455	-110,452	60,974	4998052	2528320
18	0,028662	(6) 34,8889	-109,589	0,557	3771136	3539766
26	0,041401	(4) 24,1538	-14,013	93,044	2779990	1603425

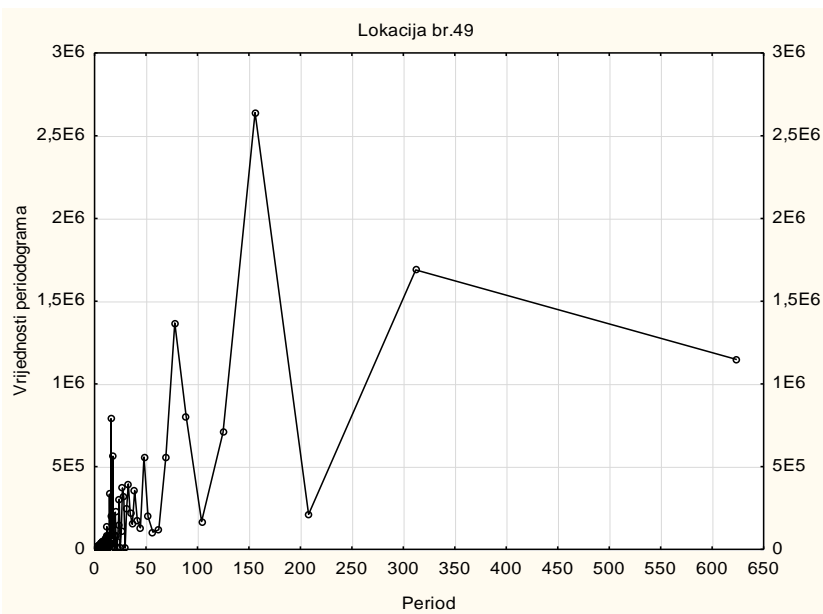


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 61. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 49 – ruralna škola u Zadarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 49:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006410	(26) 156,0000	56,6249	-72,4936	2640049	1466427
2	0,003205	(52) 312,0000	73,2268	7,2242	1689277	1176020
8	0,012821	(13) 78,0000	43,6567	-49,8117	1368777	948725
1	0,001603	(104) 624,0000	49,4197	35,1310	1147068	967852
7	0,011218	(15) 89,1429	50,3885	-4,5685	798681	772312
39	0,062500	(3) 16,0000	-47,0760	17,7580	789827	387971
5	0,008013	(21) 124,8000	45,5209	13,9196	706963	1028691
35	0,056090	(3) 17,8286	-42,1061	-5,5377	562719	299437
9	0,014423	(12) 69,3333	-8,6184	41,4618	559527	640550
13	0,020833	(8) 48,0000	24,2057	34,7113	558726	338093

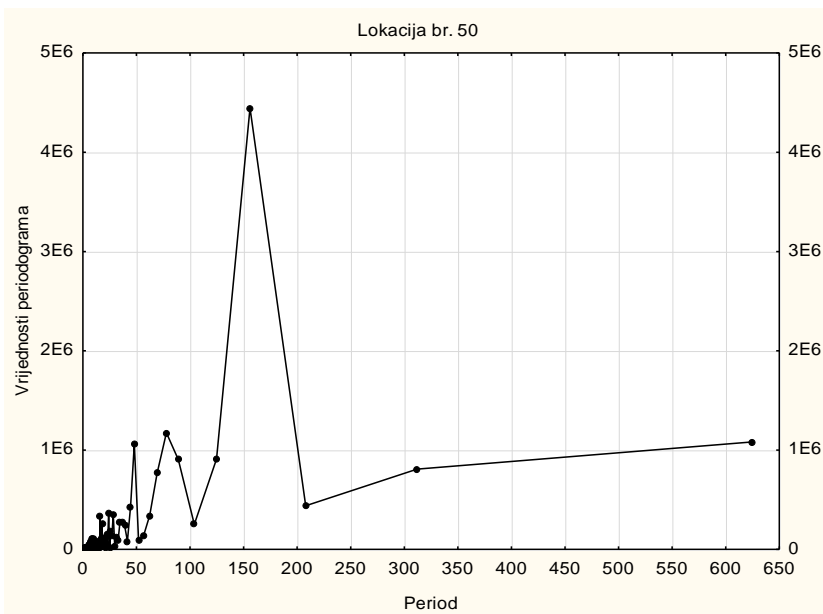


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 62. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 50 – ruralna škola u Zadarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 50:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006410	(26) 156,0000	1,3794	-119,368	4446169	2348039
8	0,012821	(13) 78,0000	19,7935	-58,067	1174220	948068
1	0,001603	(104) 624,0000	50,1031	30,945	1081985	732153
13	0,020833	(8) 48,0000	44,4176	37,848	1062472	607466
5	0,008013	(21) 124,8000	47,8144	25,105	909940	1586918
7	0,011218	(15) 89,1429	53,8016	1,360	903695	807266
2	0,003205	(52) 312,0000	45,4245	22,945	808029	886258
9	0,014423	(12) 69,3333	7,4577	49,002	766516	744883
3	0,004808	(35) 208,0000	-32,5521	-18,665	439302	1533894
14	0,022436	(7) 44,5714	14,6388	-34,205	431887	480870

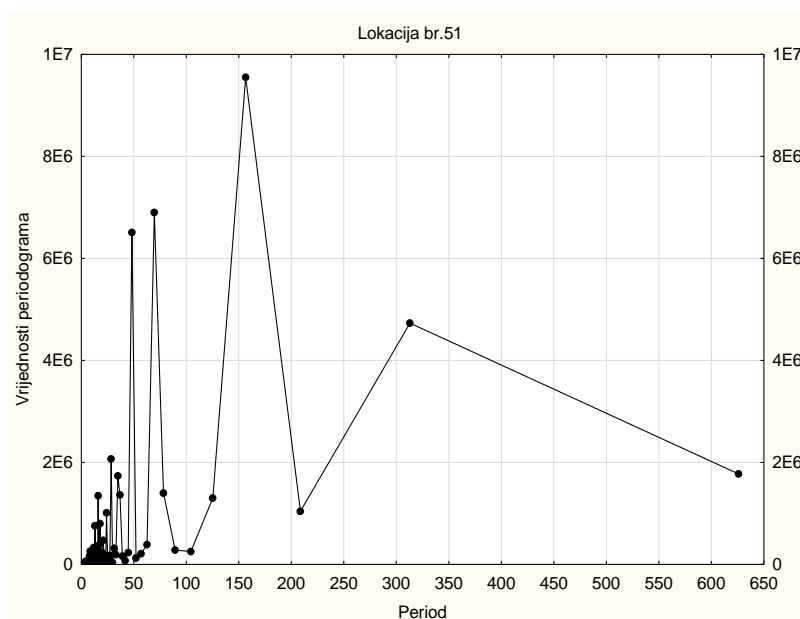


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 63. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 51 – ruralna škola u Zadarskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 51:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006390	(26) 156,5000	134,0888	-111,936	9549457	5005513
9	0,014377	(12) 69,5556	-47,0100	140,830	6899435	3527929
13	0,020767	(8) 48,1538	22,1425	142,523	6511348	3001971
2	0,003195	(52) 313,0000	122,8207	-5,565	4731271	3131803
22	0,035144	(5) 28,4545	-76,8602	-26,515	2069104	991107
1	0,001597	(104) 626,0000	72,9086	18,665	1772842	2032551
18	0,028754	(6) 34,7778	-54,0844	-51,267	1738232	1167445
8	0,012780	(13) 78,2500	47,9644	-46,518	1397395	2377718
17	0,027157	(6) 36,8235	39,6989	52,700	1362582	1075760
39	0,062300	(3) 16,0513	-55,1398	35,512	1346362	702278

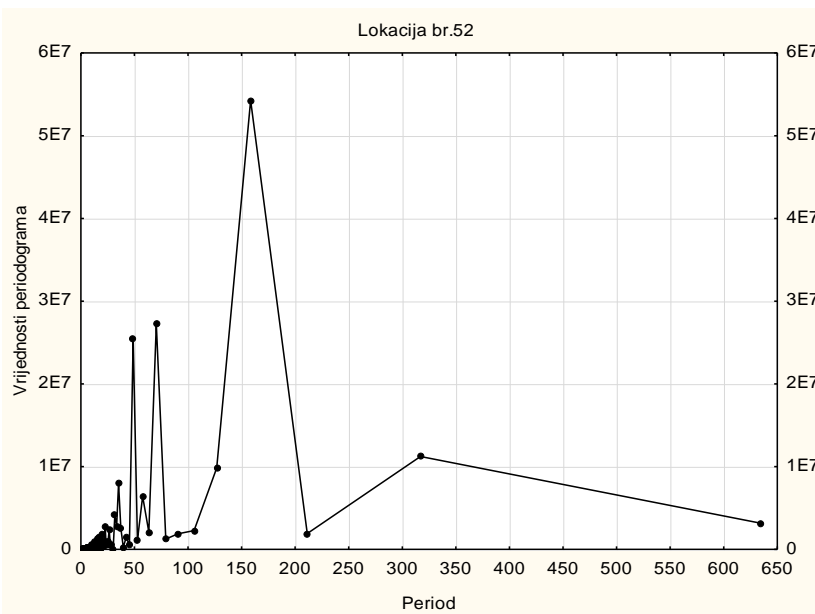


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 64. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 52 – ruralna škola u Zagrebačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 52:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006309	(26) 158,5000	413,745	1,239	54266039	27539881
9	0,014196	(12) 70,4444	1,276	293,010	27216519	13252865
13	0,020505	(8) 48,7692	224,933	172,296	25448981	12044016
2	0,003155	(53) 317,0000	148,524	-115,563	11226283	8175696
5	0,007886	(21) 126,8000	-122,224	126,860	9837160	18156129
18	0,028391	(6) 35,2222	-157,145	20,421	7960348	5014026
11	0,017350	(10) 57,6364	1,774	142,199	6410919	5516220
20	0,031546	(5) 31,7000	-110,042	31,338	4149967	2852205
1	0,001577	(106) 634,0000	78,380	-62,224	3174824	4305281
19	0,029968	(6) 33,3684	-87,477	35,912	2834582	4278817

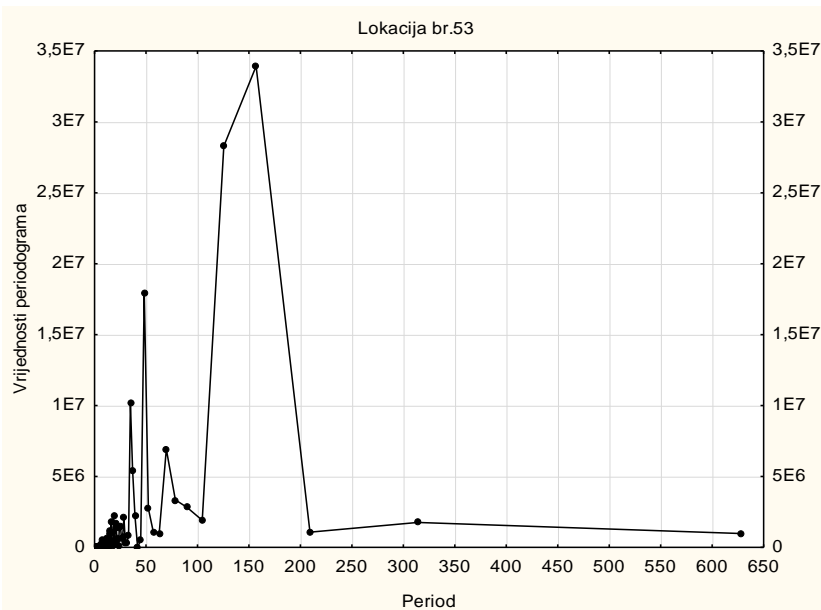


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 65. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 53 – ruralna škola u Zagrebačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 53:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006369	(26) 157,0000	287,343	-159,614	33925397	22354543
5	0,007962	(21) 125,6000	-247,354	170,054	28292119	21408696
13	0,020701	(8) 48,3077	204,450	-124,276	17974644	8849609
18	0,028662	(6) 34,8889	-84,397	159,161	10190940	6159512
9	0,014331	(12) 69,7778	-7,279	148,331	6925256	4278948
17	0,027070	(6) 36,9412	56,315	-119,332	5467196	5457050
8	0,012739	(13) 78,5000	14,066	-102,260	3345647	3948009
7	0,011146	(15) 89,7143	-86,873	-38,073	2824896	3786180
12	0,019108	(9) 52,3333	72,834	-58,289	2732550	5871502
34	0,054140	(3) 18,4706	-19,262	82,361	2246493	1161031

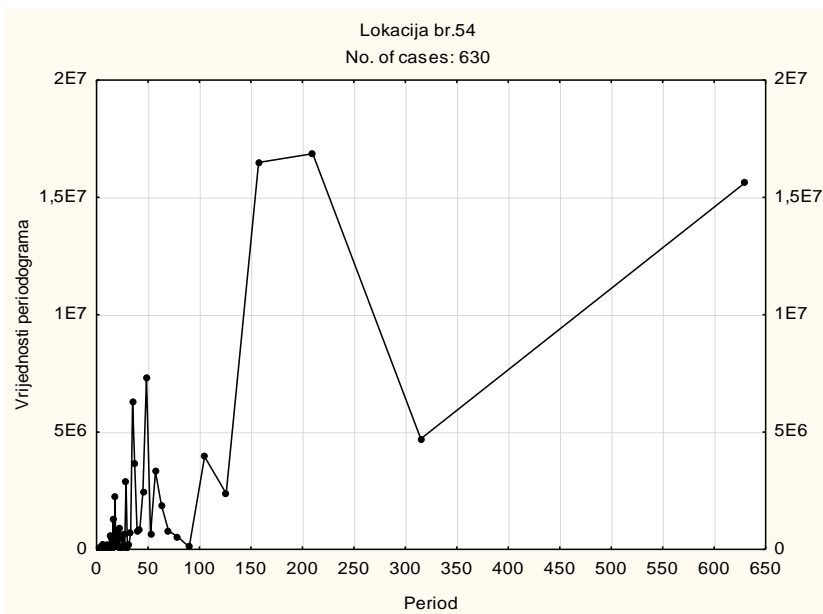


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 66. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 54 – ruralna škola u Zagrebačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 54:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
3	0,004762	(35) 210,0000	173,675	-152,880	16863549	13282338
4	0,006349	(26) 157,5000	207,172	-97,101	16489868	12309739
1	0,001587	(105) 630,0000	-191,843	113,082	15621245	9269801
13	0,020635	(8) 48,4615	140,455	-58,840	7304788	4154627
18	0,028571	(6) 35,0000	-70,505	122,786	6314947	3907580
2	0,003175	(53) 315,0000	65,975	-102,981	4711714	10523523
6	0,009524	(18) 105,0000	-77,576	-80,742	3949254	2969657
17	0,026984	(6) 37,0588	84,494	-66,973	3661768	3404364
11	0,017460	(19) 57,2727	-29,243	98,298	3313082	2379959
22	0,034921	(5) 28,6364	-5,375	95,252	2867050	1365647

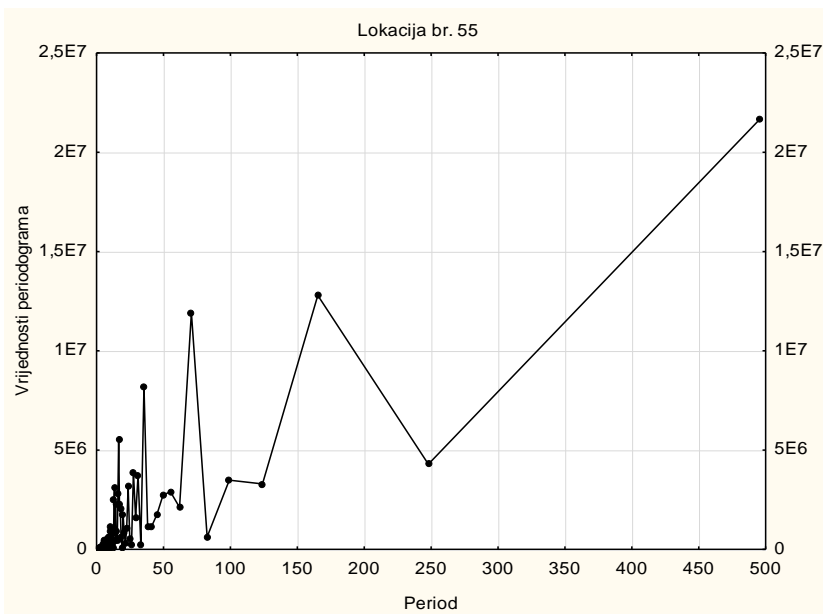


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 67. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 55 – urbana škola u Zagrebačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 55:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
1	0,002016	(83) 496,0000	283,426	-84,349	21686442	11947656
3	0,006048	(28) 165,3333	176,123	-143,353	12789217	8438227
7	0,014113	(12) 70,8571	101,038	194,527	11916242	6210724
14	0,028226	(6) 35,4286	35,856	178,269	8200269	4185888
30	0,060484	(3) 16,5333	61,021	136,236	5526403	3785772
2	0,004032	(41) 248,0000	130,286	-18,340	4293063	10345387
18	0,036290	(5) 27,5556	-122,429	26,049	3885494	2325930
16	0,032258	(5) 31,0000	57,996	108,197	3737373	2550155
5	0,010081	(17) 99,2000	-52,720	106,207	3486705	3384909
4	0,008065	(21) 124,0000	-19,270	113,677	3296864	5571202

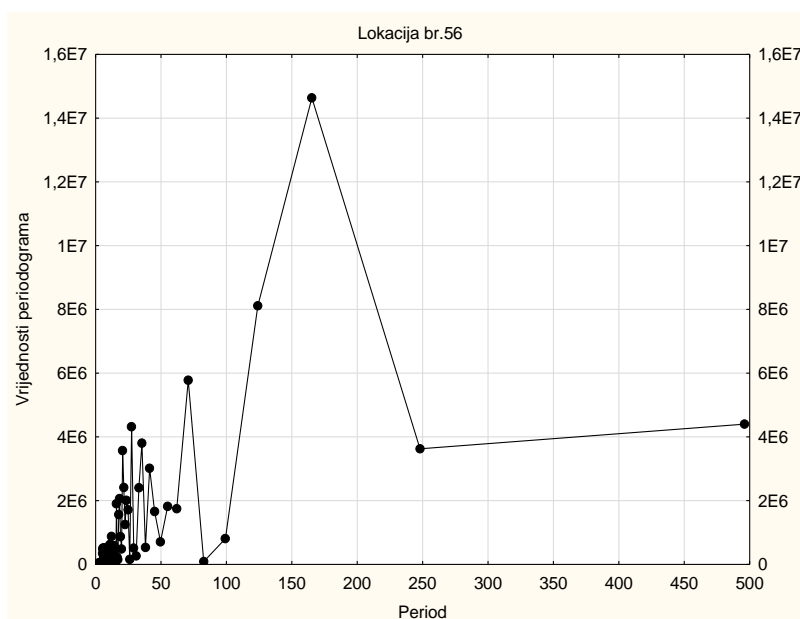


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 68. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 56 – urbana škola u Zagrebačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 56:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
3	0,006048	165,3333	226,599	-87,602	14637265	9550659
4	0,008065	124,0000	-48,997	174,089	8111475	7477197
7	0,014113	70,8571	-49,410	144,395	5776255	3114620
1	0,002016	496,0000	133,153	4,363	4401704	3519691
18	0,036290	27,5556	-131,972	-0,468	4319400	2159510
14	0,028226	35,4286	49,495	113,487	3801617	2522993
2	0,004032	248,0000	110,683	-48,780	3628310	6499228
24	0,048387	20,6667	-2,389	-120,008	3573095	2368953
12	0,024194	41,3333	-106,112	-29,836	3013201	2035159
23	0,046371	21,5652	-66,445	-72,848	2410985	2328172

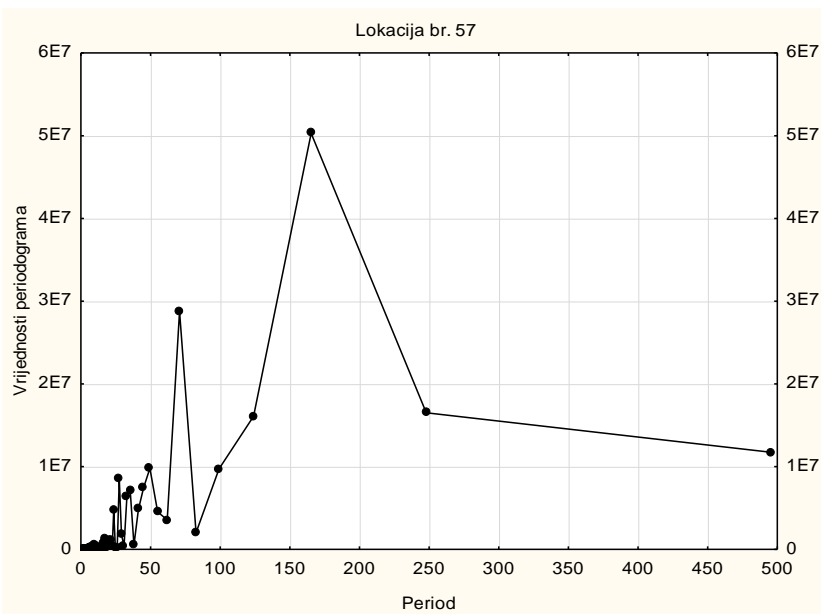


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 69. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 57 – urbana škola u Zagrebačkoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 57:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
3	0,006048	165,3333	413,687	-177,876	50288652	31075206
7	0,014113	70,8571	149,511	305,998	28765047	14697333
2	0,004032	248,0000	257,105	-21,655	16509901	22894600
4	0,008065	124,0000	92,370	237,370	16089385	22313209
1	0,002016	496,0000	177,614	-125,410	11724036	11428749
10	0,020161	49,6000	151,487	128,730	9800880	7569263
5	0,010081	99,2000	188,546	60,646	9728389	11533867
18	0,036290	27,5556	-176,439	55,725	8490492	4273113
11	0,022177	45,0909	-51,235	165,728	7462557	7041107
14	0,028226	35,4286	-19,134	167,452	7044780	5007683

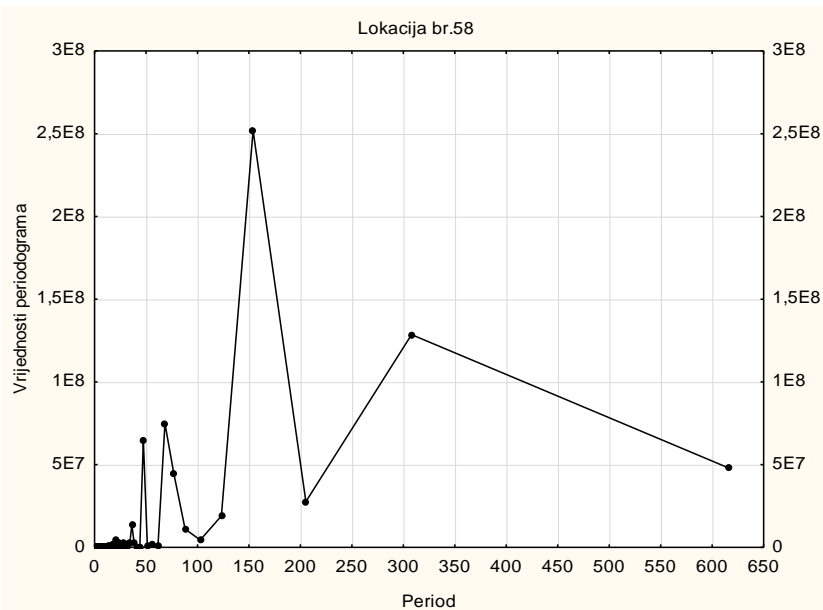


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 70. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 58 – urbana škola u Varaždinskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 58:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koeficijenti)	Sinus (Koeficijenti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006494	154,0000	-894,984	129,942	251907262	128462609
2	0,003247	308,0000	-486,863	424,707	128562728	84632613
9	0,014610	68,4444	406,956	-278,340	74870775	44823521
13	0,021104	47,3846	395,413	-231,399	64648193	29136750
1	0,001623	616,0000	-376,259	-119,570	48007312	55128446
8	0,012987	77,0000	-377,688	49,278	44683571	40859813
3	0,004870	205,3333	-299,495	-10,651	27661758	106463316
5	0,008117	123,2000	85,571	-233,312	19021134	71674181
17	0,027597	36,2353	179,505	-110,951	13715888	7356608
7	0,011364	88,0000	-177,396	-67,766	11106974	20154048

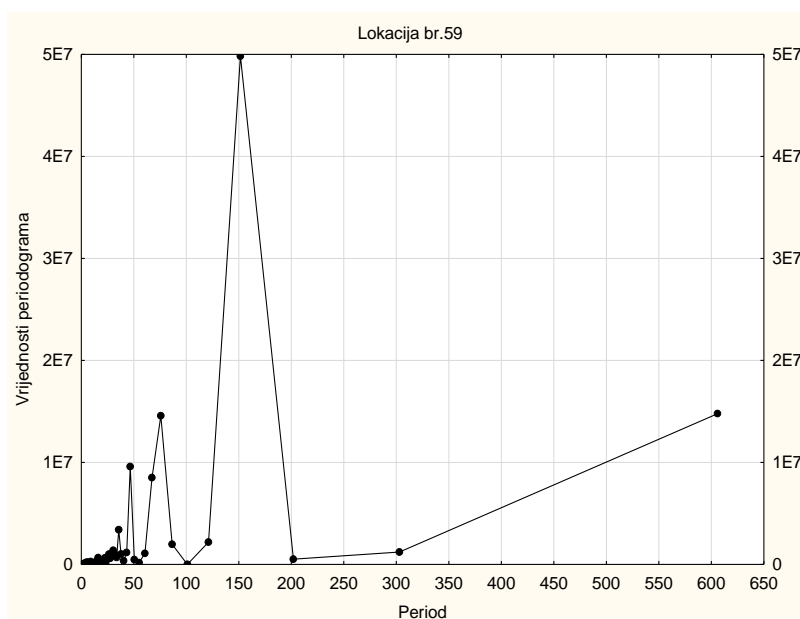


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 71. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 59 – urbana škola u Varaždinskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 59:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
4	0,006601	151,5000	382,181	135,6199	49829845	22943421
1	0,001650	606,0000	216,917	-41,4109	14776694	7437045
8	0,013201	75,7500	202,728	83,8043	14580872	9075618
13	0,021452	46,6154	-172,586	-43,4573	9597372	4700855
9	0,014851	67,3333	-166,902	15,3367	8511693	7655586
17	0,028053	35,6471	-100,354	-34,2565	3407089	1978276
5	0,008251	121,2000	-75,700	38,9092	2195078	13082066
7	0,011551	86,5714	78,093	20,1765	1971205	4778049
20	0,033003	30,3000	-56,990	-36,2622	1382527	1111036
2	0,003300	303,0000	52,772	35,2201	1219681	6011506

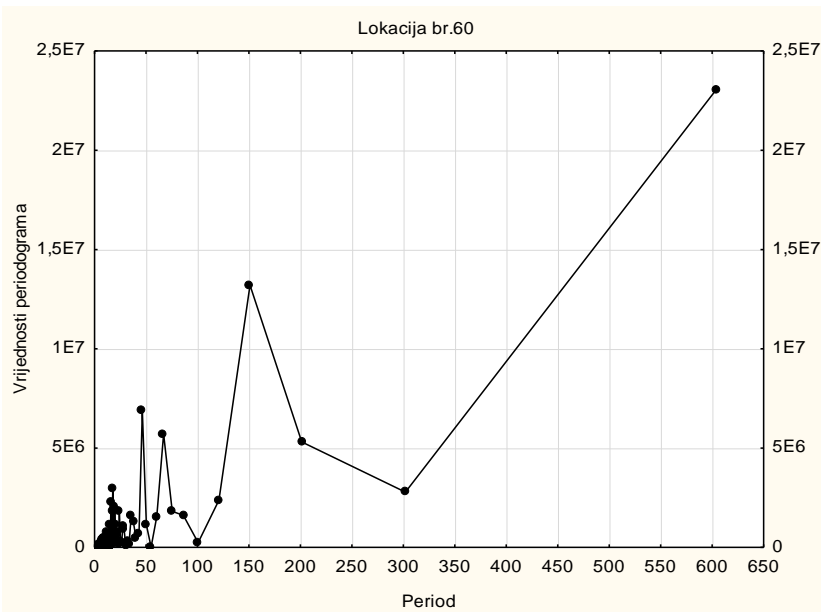


Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

Prilog 72. Rezultati Fourierove analize na lokaciji 60 – urbana škola u Varaždinskoj županiji

Najvažniji pronađeni periodi u Fourierovoj analizi CO₂ u lokaciji br. 60:

Rezultat Fourierove analize						
	Frekvencija	Period	Kosinus (Koefficienti)	Sinus (Koefficienti)	Vrijednosti periodograma	Gustoća
1	0,001656	604,0000	276,2430	4,9386	23053047	11975536
4	0,006623	151,0000	201,0000	-57,5694	13202001	7854827
13	0,021523	46,4615	-88,1229	122,5580	6881407	3521816
9	0,014901	67,1111	-74,3224	115,7293	5712957	3417833
3	0,004967	201,3333	130,2993	-24,5809	5309806	7132327
34	0,056291	17,7647	-58,4866	79,4323	2938515	1826552
2	0,003311	302,0000	1,9427	-95,9849	2783494	8551607
5	0,008278	120,8000	31,8868	82,7982	2377437	4548469
38	0,062914	15,8947	-20,0061	84,7532	2290172	1177722
31	0,051325	19,4839	-73,5508	38,7127	2086334	1404437



Fourierov spektar za CO₂, prikaz dužeg vremenskog perioda u obliku periodograma kojim su prikazane vrijednosti kvadrirane amplitude $C^2 = A^2 + B^2$ u funkciji perioda

9. ŽIVOTOPIS

Dario Brdarić rođen je 04. listopada 1982. godine u Slavonskom Brodu gdje je pohađao i završio osnovnu i srednju kemijsku školu. Doktorirao je 2016. godine u sklopu poslijediplomskog sveučilišnog interdisciplinarnog studija „Zaštita prirode i okoliša“ pri Sveučilištu J. J. Strossmayera u Osijeku i Institutu Ruđera Boškovića u Zagrebu. 2015. godine certificiran je za Međunarodno rukovođenje i organizacijske vještine u organizaciji Sveučilišta Bocconi (*Università Commerciale Luigi Bocconi*), SDA Bocconi School of Management, Milano, Italija. Na Fakultetu zdravstvenih studija pri Sveučilištu u Sarajevu diplomirao je sanitarno inženjerstvo 2006. godine. Na Zdravstvenom veleučilištu u Zagrebu diplomirao je sanitarno inženjerstvo 2005. godine. Svoja prva radna iskustva od 2005. do 2006. godine stječe u Slavonskom Brodu u Općoj bolnici "Dr. Josip Benčević" na radnom mjestu pripravnika u Centralnoj sterilizaciji i Odjelu za prehranu. 2006. godine zapošljava se u Zavodu za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije u Osijeku u Službi za zdravstvenu ekologiju. Sudjelovao je u izradi stručnih i znanstvenih radova iz područja zdravstvene ekologije, zaštite okoliša i javnog zdravstva. Sudjelovao je u projektima sigurnosti hrane i okolišnog zdravlja. Od 2014. godine djelatnik je Službe za epidemiologiju. Radi na međunarodnim projektima sa SZO i EU. Radi sa studentima i učenicima. Posjeduje licencu za samostalno obavljanje poslova zdravstvene djelatnosti sanitarnog inženjerstva izdanu od Hrvatske komore zdravstvenih radnika. Pri Zdravstvenom veleučilištu u Zagrebu 2013. godine izabran je u nastavno zvanje Predavača kao naslovno zvanje u području biomedicine i zdravstva, polje javno zdravstvo i zdravstvena zaštita, grana zdravstvena ekologija.

Usavršavanje u inozemstvu:

- Environmental health academic management and indoor air quality. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra. Coimbra, Portugal. Rujan 2015. Erasmus +

Član je nekoliko stručnih društava i komora:

- Od 2013. godine član je Waste to Energy Research and Technology Council (WtERT), München, Njemačka,
- Od 2012. član je Međunarodne federacije za okoliš i zdravlje (International Federation of Environmental Health), član Vijeća, London, UK,
- Od 2012. član je Europske federacije za okoliš i zdravlje (European Federation of Environmental Health),
- Od 2011. godine član je Hrvatske stručno-znanstvene udruge za energetiku, strojarske tehnologije i obnovljive izvore energije (HESO),
- Od 2010. član je Hrvatske komore zdravstvenih radnika,
- Od 2010. član je NCLC Lions Club Kuna,
- Od 2007. godine član je Hrvatske udruge za sanitarno inženjerstvo,
- Od 2003. godine član je Hrvatske sanitarne udruge.

Sudjelovao je na ljetnoj školi:

- Obnovljivi izvori energije i energetska učinkovitost u jugoistočnoj Europi - 6. Međunarodna ljetna škola; UNESCO Venice Office; Central European Initiative; Regionalni centar za edukaciju i informiranje iz održivog razvoja za jugoistočnu Evropu (REIC); Fojnica, Bosna i Hercegovina 2010.

Aktivno je sudjelovao u projektima:

- Posebni program Ministarstva zdravlja. Praćenje zdravstveno ekoloških indikatora provedbe Parmske deklaracije. SZO, Ministarstvo zdravlja Republike Hrvatske, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta i Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Član tima u provođenju Nacionalnog programa. Od 2012. do 2016. godine
- Vlada Republike Hrvatske, Ministarstvo zdravlja: Nacionalna strategija razvoja zdravstva 2012.-2020., Doprinos u javnoj raspravi o nacrtu Nacionalne strategije
- Procjena izloženosti onečišćivačima iz zraka zatvorenih prostora u školama prema metodologiji SZO. SZO, Zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije. Glavni istraživač; Suradnja s SZO, Europski centar za okoliš i zdravlje (ECEH), Bonn, Njemačka. Od 2011. do 2015. godine
- Implementacija HACCP sustava u školama, vrtićima, pekarama i restoranima. Zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije. Od 2008 godine.

Aktivno je sudjelovao kao pozvani predavač:

- Sastanak Međunarodne federacije za zdravlje i okoliš (IFEH), predavanje na temu: Environmental Health in Croatia. IFEH, Zagreb, Hrvatska 2012. (predavanje na engleskom jeziku)
- Monitoring Parmske Deklaracije, organizacija i prikupljanje podataka, predavanje na temu: „Provođenje pilot istraživanja u Hrvatskoj“. Svjetska zdravstvena organizacija, Regionalni ured za Europu; Bonn, Njemačka 2012. (predavanje na engleskom jeziku)
- Monitoring Parmske Deklaracije, organizacija i prikupljanje podataka, predavanje na temu: „Razvoj i priprema nacionalnog programa u Hrvatskoj“. Svjetska zdravstvena organizacija, Regionalni ured za Europu; Bonn, Njemačka 2012. (predavanje na engleskom jeziku)
- Međunarodni simpozij i kontinuirana edukacija na Fakultetu zdravstvenih studija u Sarajevu: „Voda kao generalni zdravstveni problem – Voda za danas i sutra“, predavanje na temu: „Karakteristike rekreacijskih voda“; Sveučilište u Sarajevu, Fakultet zdravstvenih studija u Sarajevu; Bosna i Hercegovina 2012.

Sudjelovao je na međunarodnim stručno znanstvenim skupovima:

- Global Environmental Health Faculty Forum. 1st World Academic Congress on Environmental Health. College of Health Technology, International Federation of Environmental Health. Coimbra, Portugal, 2015
- IFEH Council Meeting. Coimbra, Portugal, 2015

- 50 years of education of Sanitary engineers. University of Ljubljana, Faculty of Health Sciences. Ljubljana, Slovenia, 2014
- 48th Days of Preventive Medicine – International Congress. University of Nis, Faculty of Medicine. Niš, Serbia, 2014
- EFEH Council Meeting. Ljubljana, Slovenia, 2014
- IFEH Council Meeting. Renfrew, Scotland, UK 18-19 May 2013
- 2. Hrvatski kongres zdravstvene ekologije “Zdravstvena ekologija u službi zdravlja”. Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Sekcija za zdravstvenu ekologiju Hrvatskog farmaceutskog društva, Hrvatsko društvo za zdravstvenu ekologiju Hrvatskog liječničkog zbora. Zagreb, Hrvatska 2013.
- 5th Congress and 40th October Meeting. Union of Associations of laboratory and sanitary technicians of Republic of Macedonia. Ohrid, Republic of Macedonia. 2012
- 1. Kongres Hrvatske komore zdravstvenih radnika s međunarodnim sudjelovanjem – Uloga medicinsko-laboratorijske dijagnostike i sanitarnog inženjerstva u zdravstvu, Baška, Hrvatska. Član organizacijskog odbora. 2012.
- 3. međunarodni stručno-znanstveni simpozij Sanitarno inženjerstvo. Hrvatska udruga za sanitarno inženjerstvo-Komora sanitarnih inženjera i tehničara; Opatija 2011.
- Hrvatsko-austrijski gospodarski susret: Bioplin u Hrvatskoj – potencijali i mogućnosti financiranja; Austrijski ured za vanjsku trgovinu; Vukovar 2011.
- 4. međunarodni stručno znanstveni skup Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša; Agroglas, ISTRO, HDPOT; Vukovar 2011.
- 38. Oktobarski susreti, Sojuz na združenija na medicinski laboranti i sanitarni tehničari na Republike Makedonije; Ohrid, Republika Makedonija 2010.
- 3. međunarodni stručno znanstveni skup Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša; Agroglas, ISTRO, HDPOT; Vukovar 2010.
- 17. međunarodno savjetovanje KRMIVA 2010; Krmiva d.o.o. Zagreb i Udruga proizvođača, tehnologa i nutricionista stočne hrane Republike Hrvatske; Opatija 2010.
- Upravljanje opasnim i neopasnim otpadom u regiji; Federalno ministarstvo okoliša i turizma; Zenica, Bosna i Hercegovina 2010.
- Strategijsko planiranje u upravljanju otpadom za regije: Jugoistočna Europa, Mediteran i Srednji Istok-ISWA Beacon Konferencija; FTN, DIZZS, SeSWA, ISWA; Novi Sad, Srbija 2009.
- 2. međunarodni stručno znanstveni skup Poljoprivreda u zaštiti okoliša; Agroglas, ISTRO, HDPOT; Vukovar 2009.
- 36. Oktobarski susreti i 4. kongres, Sojuz na združenija na medicinski laboranti i sanitarni tehničari na Republike Makedonije; Ohrid, Republika Makedonija 2008.
- 2. međunarodni stručno znanstveni simpozij sanitarno inženjerstvo – Sanitary Engineering; Hrvatska udruga za sanitarno inženjerstvo; Opatija 2007.

- 1. kongres Udruge laboratorijskih i sanitarnih tehničara Bosne i Hercegovine; Udruženje laboratorijskih i sanitarnih tehničara Bosne i Hercegovine; Neum, BiH 2007.

Sudjelovao je u organizaciji kongresa i radionica:

- Kongres Hrvatske komore zdravstvenih radnika s međunarodnim sudjelovanjem – Uloga medicinsko-laboratorijske dijagnostike i sanitarnog inženjerstva u zdravstvu, Baška, Hrvatska. Član organizacijskog odbora. 2012.
- Organizacija okruglog stola: Edukacija, kompetencije i zapošljavanje djelatnika sanitarnog inženjerstva. Predavanje na temu „Sanitarno inženjerstvo i Zeleni poslovi“. 1. Kongres Hrvatske komore zdravstvenih radnika s međunarodnim sudjelovanjem. Hrvatska komora zdravstvenih radnika. Baška, Hrvatska, 2012.
- Organizacija okruglog stola: Gospodarenje organskim gnojem i organskim otpadom – mogućnosti i obaveze; usmeno predavanje na temu: Obnovljivi izvori energije i emisija stakleničkih plinova; Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku - Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Znanstveni forum, Osijek, 2010.

Pohađao je tečajeve, okrugle stolove i radionice:

- Monitoring and evaluating the health risks from air pollution in buildings including emissions from building materials and consumer products. EC DG JRC IHCP, WHO-Europe. Ispra, Italija, 2014.
- Implementation of pest control and protection measures during execution. Association of Environmental Health Professionals SETIS. Niš, Srbija, 2014.
- Characteristics of the reproductive health of young people in the world and Serbia. Association of Environmental Health Professionals SETIS. Niš, Srbija, 2014.
- WHO trening: “Exposure assessment survey in schools using the standardized WHO methodology”. Svjetska zdravstvena organizacija, Regionalni ured za Europu; WHO Collaborating Centre for Housing and Health at the State Health Office, Baden Wurttemberg; Njemačka vlada. Stuttgart, Njemačka. 24.-25.1.2013.
- Monitoring Parnske Konferencije, organizacija i prikupljanje podataka. Svjetska zdravstvena organizacija, Regionalni ured za Europu; Bonn, Njemačka 2012.
- Edukacija, kompetencije i zapošljavanje djelatnika sanitarnog inženjerstva. Predavanje na temu „Sanitarno inženjerstvo i Zeleni poslovi“. 1. Kongres Hrvatske komore zdravstvenih radnika s međunarodnim sudjelovanjem. Hrvatska komora zdravstvenih radnika. Baška, Hrvatska, 2012.
- Razvoj leadership-a; Lions club Regional Leadership Institute; Đakovo, 2011.
- P2P studijsko putovanje – Zagovaranje za bolju politiku upravljanjem otpada; European Environmental Bureau, TAIEX, Directorate General Enlargement of the European Commission; Brussels, Belgija 2011.

- Tečaj za energetske savjetnike; Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj; UNDP, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti; Osijek, 2010.
- Radionica: Kako uspješno pripremiti projekt u okviru IPA prekograničnog programa Hrvatska-Srbija; Joint Technical Secretariat; Osijek, 2010.
- Gospodarenje organskim gnojem i organskim otpadom – mogućnosti i obaveze; usmeno predavanje na temu: Obnovljivi izvori energije i emisija stakleničkih plinova; Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku - Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Znanstveni forum, Osijek, 2010.
- Radionica: Gospodarenje otpadom; UNESCO ured u Veneciji, Padova Tre; Venecija i Padova; Italija, 2010.
- Landfill Methane Outreach Program and Methane to Markets; USA EPA; FTN, DIZS, SeSWA, ISWA; Novi Sad, Srbija 2009.
- Radionica o tehnikama provođenja audita i inspekcije u malim proizvodnim objektima, catering u prodajnom sektoru; TAIEX (RTP 32793) i Ministarstvo zdravlja i socijalne skrbi RH; Vukovar 2009.
- Radionica: Proces uvođenja HACCP sustava u pekarstvu; Hrvatska sanitarna udruga; Zagreb, 2009.
- Osposobljavanje povjerenika za zaštitu na radu; Inspekt-ing d.o.o., Osijek, 2008.
- GWP: Dobra praksa vaganja; Mettler Toledo; Osijek 2008.
- Regionalni forum: Učinci pristupanja Europskoj uniji na području zaštite potrošača i sigurnosti hrane: Hrvatska očekivanja i Irska iskustva; Institut za međunarodne odnose Zagreb i Sveučilište J. J. Strossmayer Osijek, Osijek 2007.
- Osposobljavanje radnika za rad na siguran način; Inspekt-ing d.o.o.; Osijek 2007.
- Program osposobljavanja pučanstva za provedbu preventivnih mjera od požara, gašenja požara i spašavanja ljudi i imovine ugroženih požarom; Inspekt-ing d.o.o.; Osijek 2007.
- Tečaj njemačkog jezika – 1. stupanj; Sveučilište u Zagrebu, Studentski centar u Zagrebu, Škola stranih jezika, Zagreb 2004.
- Tečaj za stjecanje osnovnog znanja o zaštiti od otrova, osnovni program; Hrvatski zavod za toksikologiju; Zagreb 2003.

Koautor je izvještaja:

- School environment: policies and current status. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2015

Objavio je poglavlje u knjizi:

- Learning spaces in transition. Typology for healthy learning environments (2015). Dario Brdarić, Andrea Barišin, Krunoslav Capak, Andrey Egorov, Jagoda Doko Jelinić: Problems with moulds/dampness in schools – Croatian review on Parma declaration commitments. University of Zagreb, School of Medicine, Faculty of Architecture, School of Design; UNICEF. 36-40

Autor i koautor je znanstvenih i stručnih radova:

- Viša Tasić, Marija Živković, Ivan Lazović, Dario Brdarić, Krunoslav Capak, Andrea Barišin, Milena Jovašević-Stojanović (2015): MEASUREMENT OF GAS POLLUTANTS IN THE SERBIAN AND CROATIAN SCHOOLS. The 47th International October Conference on Mining and Metallurgy. Book of proceedings 439-445. Bor, Serbia
- Magdalena Sikora, Karlo Kožul, Tihana Slezak, Matej Sapina, Vedran Bertic, Dario Brdarić, Maja Kozul (2014): Scabies in the Osijek-Baranja County in the last ten years and the role of DDD services in its control. 26th Scientific and educational seminar DDD and ZUPP 2014 – DDD and Protection of Stored Agricultural Products.
- Magdalena Sikora, Marina Valek, Zdenka Šušić, Vera Santo, Dario Brdarić (2012): Tree pollen spectra and pollen allergy risk in Osijek-Baranja County. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju. 64(1): 115-121
- Dario Brdarić, Davor Kralik, Vuk Zlatar, Srećko Kukić, Nataša Uranjek, Daria Jovičić, Đurđica Mihić (2012): Otpadna jestiva ulja iz ugostiteljskih objekata skupine "Restorani". Agronomski glasnik 73(6): 295-304 ISSN 0002-1954
- Dario Brdarić, Davor Kralik, Srećko Kukić, Nataša Uranjek, Daria Jovičić (2011): Staklenički plinovi nastali kod proizvodnje bioplina iz svinjske gnojovke i šećerne repe. Krmiva 4(52):195-199. CAB
- Dario Brdarić, Davor Kralik, Srećko Kukić, Robert Spajić, Goran Tunjić (2009): Konverzija organskog gnoja u bioplin. Poljoprivreda 15(2):3-7. CAB. ISSN 1330-7142, UDK = 631.862:661.9
- Brdarić Dario, Kralik Davor, Kukić Srećko, Uranjek Nataša, Jovičić Daria (2010): Količine ugljičnog dioksida i metana dobivenih proizvodnjom bioplina iz svinjske gnojovke, klaoničkog otpada i šećerne repe. 3. međunarodni stručno znanstveni skup Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša. AGROGLAS, ISTRO, HDPOT, Vukovar, Zbornik radova i sažetaka 156-161
- Dario Brdarić, Marina Valek, Vera Santo, Maja Miškulin (2007): Kontrola kvalitete vode prirodnih kupališta na području Osječko-baranjske županije od 2003. do 2006. godine. 2. međunarodni stručno znanstveni simpozij sanitarno inženjerstvo – Sanitary Engineering. Hrvatska udruga za sanitarno inženjerstvo, Zbornik radova 10. Opatija

Radovi objavljeni u zborniku sažetaka s međunarodnog znanstvenog skupa:

- Dario Brdarić, Andrey Egorov, Claudia Wendland, Krunoslav Capak, Andrea Barisin, Jagoda Doko Jelinić, Karlo Kozul, Matej Sapina, Magdalena Sikora, Dunja Vujčić (2015): Assessing sanitation facilities and hygiene practices in Osijek schools according Parma Declaration commitments. 3rd Croatian Epidemiology Congress „From first quarantine to modern epidemiology“. Book of abstracts 157. Sibenik, Croatia
- Dario Brdarić, Krunoslav Capak, Andrea Barisin, Jagoda Doko Jelinić, Gordana Pehneć, Andrey I Egorov, Matej Sapina, Dunja Vujčić (2015): Sources of indoor air

pollution in the Osijek Baranya County schools and formaldehyde concentrations. 9th Croatian scientific and professional conference with international participation: Air Protection 2015. Croatian Air Pollution Prevention Association, European Federation of Clean Air. Book of Abstracts 84-85. Porec, Croatia

- Dario Brdaric, Andrea Barisin, Krunoslav Capak, Andrey Egorov, Jagoda Doko Jelinic (2014): Problems with moulds/dampness in schools – Croatian review on Parma declaration commitments. Typology for healthy learning environments, international symposium. UNICEF. Book of abstracts
- Dario Brdaric, Andrey Egorov, Marina Valek, Otto Hanninen, Ulla Haverinen Shaughnessy, Claudia Wendland (2013): Pilot Exposure Assesment Survey in Schools in Osijek, Croatia Using a standardized methodology of World Health. 2nd Environmental Health Congress ENVIRONMENTAL HEALTH AT THE SERVICE OF HUMAN HEALTH. Croatian National Institute of Public Health, Environmental health section of Croatian Pharmaceutical Society in cooperation with the Croatian Society of Environmental Health Croatian Medical Association. Book of abstracts 69. Zagreb, Hrvatska
- Dario Brdaric, Andrea Barisin, Krunoslav Capak, Marina Valek, Magdalena Uvjevic Bosnjak, Andrey Egorov (2013): Special Program: Monitoring of Environmental Health Indicators of Parma Declaration in Primary Schools in the Republic of Croatia. 2nd Environmental Health Congress ENVIRONMENTAL HEALTH AT THE SERVICE OF HUMAN HEALTH. Croatian National Institute of Public Health, Environmental health section of Croatian Pharmaceutical Society in cooperation with the Croatian Society of Environmental Health Croatian Medical Association. Book of abstracts 3. Zagreb, Hrvatska
- Dario Brdarić, Marina Valek, Stjepan Rudan, Andrey Egorov (2012): Comparison of indoor and outdoor concentrations of formaldehyde in high schools in Osijek, Croatia. 5th Congress and 40th October Meeting. Union of Associations of laboratory and sanitary technicians of Republic of Macedonia. Book of abstracts 62-63. Ohrid, Makedonija
- Magdalena Sikora, Marina Valek, Snjezana Benković, Kristina Valek Lendić, Dario Brdarić (2012): Inaktivacija somatskih kolifaga i fekalnih koliforma klorom u površinskoj vodi. 14. Ružičkini dani. HDKI, PTFOS, EFFOST, EUC. Knjiga sažetaka 115. Vukovar, Hrvatska
- Dario Brdarić, Davor Kralik, Stjepan Rudan, Marina Valek, Đurđica Mihić, Željka Bajto, Mirela Šimović (2012): Gospodarenje biomasom i proizvodnja energije posredstvom bioplina – “Waste to Energy” sustav. 1. Kongres Hrvatske Komore zdravstvenih radnika s međunarodnim sudjelovanjem. Hrvatska komora zdravstvenih radnika. Knjiga sažetaka 23. Baška, Hrvatska.
- Dario Brdarić, Davor Kralik, Stjepan Rudan, Magdalena Sikora, Mira Kovačević, Vedran Bertić, Daria Jovičić (2012): Proizvodnja bioplina iz smjese klaoničkog otpada i svinjske gnojovke. 1. Kongres Hrvatske Komore zdravstvenih radnika s međunarodnim sudjelovanjem. Hrvatska komora zdravstvenih radnika. Knjiga sažetaka 23. Baška, Hrvatska.

- Dario Brdarić, Jasna Bošnjir, Bruno Cvetković, Aleksandar Bulog, Milan Marčeta, Ivanka Grgić, Dragica Majstorović, Mirko Kelava (2011.): Rad povjerenstva za pripremu plana i programa pripravničkog staža za djelatnike sanitarnog inženjerstva od strane Hrvatske komore zdravstvenih radnika. 3. međunarodni stručno-znanstveni simpozij Sanitarno inženjerstvo. Hrvatska udruga za sanitarno inženjerstvo Komora sanitarnih inženjera i tehničara. Zbornik sažetaka. Opatija, Hrvatska
- Dario Brdarić, Davor Kralik, Vuk Zlatar, Srećko Kukić, Nataša Uranjek, Daria Jovičić, Đurđica Mihić (2011): Gospodarenje otpadnim jestivim uljima s aspekta zaštite okoliša. 4. međunarodni stručno znanstveni skup Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša. AGROGLAS, ISTRO, HDPOP, Vukovar, Zbornik radova i sažetaka 242
- Dario Brdarić, Davor Kralik, Ana Mojsović-Čuić, Srećko Kukić, Nataša Uranjek, Robert Spajić, Daria Jovičić (2010): Environmental protection and exploitation of biogas. 38. Oktobarski susreti, Sojuz na združenija na medicinski laboranti i sanitarni tehničari na Republike Makedonije. Zbornik sažetaka 19. Ohrid, Republika Makedonija
- Dario Brdarić, Davor Kralik, Srećko Kukić, Robert Spajić (2009): Konverzija organskog gnoja u bioplin. 2. međunarodni stručno znanstveni skup Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša. AGROGLAS, ISTRO, HDPOP. Zbornik sažetaka 197. Vukovar, Hrvatska
- Dario Brdarić (2008): Uloga i značaj Zavoda za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije u implementaciji HACCP sustava. 36. Oktobarski susreti i 4. kongres, Sojuz na združenija na medicinski laboranti i sanitarni tehničari na Republike Makedonije. Zbornik sažetaka 7. Ohrid, Republika Makedonija
- Dario Brdarić, Marina Valek (2007): Trihalometani u zatvorenim bazenima na području Osječko baranjske županije. 1. kongres Udruge laboratorijskih i sanitarnih tehničara Bosne i Hercegovine. Udruženje laboratorijskih i sanitarnih tehničara Bosne i Hercegovine. Zbornik sažetaka 18-19. Neum, BiH

Stručni radovi i članci objavljeni u strukovnim časopisima

- Dario Brdarić (2006): Plan zbrinjavanja medicinskog otpada. Naše zdravlje i okoliš, 7/8, (3) 13-14
- Dario Brdarić (2006): Intrahospitalne infekcije. Naše zdravlje i okoliš, 7/8, (3) 6-8
- Dario Brdarić (2005): Obrazovanje sanitarnih inženjera u Hrvatskoj, okruženju i SAD-u. Naše zdravlje i okoliš, 5/6, (2) 22-23
- Dario Brdarić (2005): Genetski modificirani organizmi u čovjekovoj prehrani. Naše zdravlje i okoliš, 5/6, (2) 12-13

Poster na međunarodnim stručno znanstvenim skupovima

- Mirela Šimović, Mira Kovačević, Đurđica Lazić, Hrvoje Mrkonjić, Jelena Burazin, Magdalena Sikora, Dario Brdarić, Antonija Šarić (2012): Routine control of culture media in accredited laboratory for food microbiology. 5th Croatian Congress of Microbiology with international participation. Book of Abstracts 88. Primošten, Hrvatska

- Magdalena Sikora, Marina Valek, Snježana Benković, Kristina Valek Lendić, Dario Brdarić (2012): Inaktivacija somatskih kolifaga i fekalnih koliforma klorom u površinskoj vodi. 14. Ružičkini dani; HDKIT, PTFOS, EFFST, EACMS; Knjiga sažetaka 115. Vukovar, Hrvatska
- Željka Bajto, Ivan Štefanić, Vedran Bertić, Dario Brdarić, Ana Nikšić (2012): Suppression of Trichinellosis the use of rodenticides in the Vukovar-Syrmia County. 1st International conference: Greening Business through the Enterprise Europe Network; Tera tehnopolis d.o.o. Osijek, Hrvatska
- Brdarić Dario, Kralik Davor, Kukić Srećko, Uranjek Nataša, Jovičić Daria (2010): Staklenički plinovi nastali kod proizvodnje bioplina iz svinjske gnojovke i šećerne repe. 17. međunarodno savjetovanje KRMIVA 2010; Krmiva d.o.o. Zagreb i Udruga proizvođača, tehnologa i nutricionista stočne hrane Republike Hrvatske. Opatija, Hrvatska
- Belita Laslavić, Maja Miškulin, Željka Petric, Dario Brdarić (2008): Assesment of micronutrients intake trough daily meals among institutionalized elderly people from the Osijek-Baranya county. 4th CEFood Congress, Udruženje prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista Hrvatske. Cavtat, Hrvatska