



КОНФЕРЕНЦИЈА ЗА БЕЗБЕДНОСТ  
И ЗДРАВЈЕ НА РАБОТА  
[www.oshpriority.mk](http://www.oshpriority.mk)

# OSH PRIORITY ЗБОРНИК

9 -12 ОКТОМВРИ, 2019  
ОХРИД, МАКЕДОНИЈА

ЗДРУЖЕНИЕ ЗА БЕЗБЕДНОСТ  
ПРИ РАБОТА 28-ми АПРИЛ  
[www.zbr28april.mk](http://www.zbr28april.mk)

СОЈУЗ ЗА ЗАШТИТА  
ПРИ РАБОТА НА Р.СРБИЈА  
[www.saveznr Srbije.com](http://www.saveznr Srbije.com)



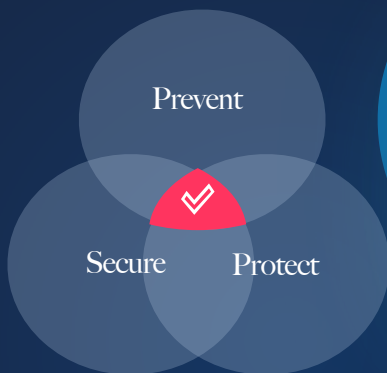
## Introduction About Us

Euro Holography was established in 1999, offering the best European quality and the highest level of security to meet the needs of Governments & companies. Euro Holography responds rapidly to the demands of governments, banks and brand owners whose documents and products are threatened with counterfeit and fraud. Our competence and experience guarantee security not only for the present, but also for the future, and this is why we enjoy the trust of the leading organizations all over the world.



Why  
Euro Holography

## Our role



## High security printing Our Products



ID cards



Tax stamp &  
Revenue



Security Seals



**КОНФЕРЕНЦИЈА ЗА БЕЗБЕДНОСТ  
И ЗДРАВЈЕ НА РАБОТА**

**OSH PRIORITY**

**ЗБОРНИК**

**9 - 12 ОКТОМВРИ, 2019  
ОХРИД, МАКЕДОНИЈА**

**PROGRAMSKI ODBOR**

- Prof. d-r **Dejan Mirakovski**, Univerzitet Goce Delcev Stip, Fakultet za prirodni i tehnicki nauki, Makedonija
- Prof. d-r **Viktor Gavrilovski**, Univerzitet Sv.Kiril i Metodij, Skopje, Masinski fakultet, Makedonija
- Prof. d-r **Zlatko Petreski**, Univerzitet Sv.Kiril i Metodij, Skopje, Masinski fakultet, Makedonija
- Prof. d-r **Jasmina Calovska**, Univerzitet Sv.Kiril i Metodij, Skopje, Masinski fakultet, Makedonija
- Prof. d-r **Marija Hadzi-Nikolova**, Univerzitet Goce Delcev Stip, Fakultet za prirodni i tehnicki nauki, Makedonija
- Prof. d-r **Nikolinka Doneva**, Univerzitet Goce Delcev Stip, Fakultet za prirodni i tehnicki nauki, Makedonija
- Prof. d-r **Ivo Kuzmanov**, Univerzitet Sv. Kliment Ohridski, Bitola, Tehnicki fakultet
- Prof. d-r **Mile Spirovski**, Univerzitet Sv. Kliment Ohridski, Bitola, Tehnicki fakultet
- Doc. d-r **Afrodita Zendelska**, Univerzitet Goce Delcev Stip, Fakultet za prirodni i tehnicki nauki, Makedonija
- Prof.dr **Ivan Mijailović**, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Srbija
- Prof.dr **Miodrag Hadžistević**, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija
- Prof.dr **Dejan Ubavin**, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija
- Prof. dr **Ivan Krstić**, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Srbija
- Prof. dr **Evica Stojiljković**, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Srbija
- Prof. dr **Vesna Nikolic**, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Srbija
- Prof. dr **Goran Janackovic**, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Srbija
- Prof. dr **Dejan Vasovic**, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Srbija
- Prof.dr **Vladimir Mučenski**, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka/Savez zaštite na radu Srbije, Srbija
- Doc. dr **Dragan Adamović**, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka/Savez zaštite na radu Srbije, Srbija
- Prof.dr **Milan Trivunić**, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija
- Prof.dr **Igor Peško**, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija
- Doc. dr **Dragan Živanić**, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija
- Prof.dr **Časlav Lačnjevac**, Savez inženjera i tehničara Srbije, Srbija
- Dr **Tahir Hanif**, Simpleks menadžment - Velika Britanija
- Prof.dr **Miloš Knežević**, Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet, Crna Gora
- Doc.dr **Norbert Harmati**, Univerzitet za arhitekturu i ekonomiju u Budimpešti, Fakultet za arhitekturu, Mađarska
- Prof.dr **Laslo Mago**, Univerzitet Sent Istvan, Mašinski fakultet - Univerzitet u Budimpešti, Mađarska
- Prof.dr **Tomaš Hanak**, Tehnološki univerzitet u Brnu, Građevinski fakultet, Republika Češka
- Doc.dr **Jana Koritarova**, Tehnološki univerzitet u Brnu, Građevinski fakultet, Republika Češka
- Doc.dr **Eva Vitkova**, Tehnološki univerzitet u Brnu, Građevinski fakultet, Republika Češka
- Dr **Robert Jeroničić**, Ministarstvo za saobraćaj, Slovenija
- Dr **Josip Taradi**, Visoka škola za sigurnost – Zagreb, Hrvatska
- Assist. Prof. **Blagovesta Dianova Vladkova**, PhD - University of Mining and Geology “St. Iv. Rilski”, Sofia, Bulgaria
- PhD **Marina Zdraveska Kochovska**, specialist of nuclear medicine physics University institution of positron emission tomography, North Macedonia, Skopje
- доц. д-р инж. **Петър Колев Петров**, Технически универзитет – Габрово, Република България, гр.Габрово

## ORGANIZACISKI ODBOR

m-r **Blagoja Bogoevski**, Zdruzenie za bezbednost na rabota „28. April“ – Skopje – Makedonija

Prof. dr **Miomir Raos**, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Srbija

**Dragoslav Radisavljević**, Savez zaštite na radu Srbije

Prof. dr **Vladimir Mučenski**, Fakultet tehničkih nauka - Novi Sad/Savez zaštite na radu Srbije

**Goce Mladenoski**, Zdruzenie za bezbednost na rabota „28. April“ – Skopje – Makedonija

m-r **Goran Sekovski**, Zdruzenie za bezbednost na rabota „28. April“ – Skopje – Makedonija

m-r **Dejan Angelovski**, Zdruzenie na inžineri za zaštita na rabota „Tutela“ – Skopje – Makedonija

m-r **Borce Stojcevski**, „Prorisk“ – Skopje – Makedonija

**Bojana Zoraja**, Fakultet tehničkih nauka - Novi Sad/Savez zaštite na radu Srbije

Prof. dr **Tatjana Golubović**, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Srbija

Doc. dr **Sveta Cvjetanović**, Univerzitet u Nišu - Fakultet zaštite na radu, Srbija

Doc. dr **Zoran Čepić**, Fakultet tehničkih nauka - Novi Sad

**Predrag Nedeljković**, Savez zaštite na radu Srbije

**Dragan Stojadinović**, Udruženje za zaštitu na radu - Šid

**Dragana Bibić**, Fakultet tehničkih nauka – Novi Sad

**Milena Senjak**, Fakultet tehničkih nauka – Novi Sad

**Aleksandar Sibinovski** SUGS Vlado Tasevski – Skopje

**Toni Vojneski**, Drzaven inspektorat za trud – Skopje



**СОДРЖИНА / CONTENTS**

---

**SYSTEMS APPROACH AND RISK MANAGEMENT  
SISTEMSKI PRISTUP I UPRAVLJANJE RIZIKOM**

Blagoja Bogoevski, ZBR "28 April", Skopje, North Macedonia

— 11 —

**EXPOSURE OF GAS STATION WORKERS TO HAZARDOUS BTEX COMPOUNDS  
EKSPOZICIJA RADNIKA NA BENZINSKIM STANICAMA HAZARDNIM BTEX JEDINJENJIMA**

Dragan Adamović, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad

— 17 —

**FIRE SAFETY MEASURES IN WAREHOUSES  
MERE ZAŠTITE NA RADU OD POŽARA U SKLADIŠTIMA**

Dragan Živanić, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad

— 23 —

**BENEFITS OF INTRODUCTION OF PROFESSIONAL EDUCATION AND HEALTH & SAFETY FOR  
EMPLOYEES IN PUBLIC UTILITIES COMPANY IN CITY OF BIJELJINA  
PREDNOSTI UVOĐENJA PROFESIONALNOG USAVRŠAVANJA I BEZBEDNOST I ZDRAVLJE NA  
RADU ZAPOSLENIH U JAVNOM KOMUNALNOM PREDUZEĆU U GRADU BIJELJINA**

Bojana Tot, University of Novi Sad, Faculty of technical sciences,

— 33 —

**THE IMPORTANCE OF MULTI-HAZARD RISK ASSESSMENT**

Martina Petković, Higher Technical Professional School in Zvečan

— 39 —

**SAFETY CLIMATE ASSESSMENT IN CONSTRUCTION ACTIVITIES  
- A METHODOLOGICAL APPROACH**

Blagoja Bogoevski, ZBR "28 April", Skopje, North Macedonia

— 45 —

**ОБРАЗОВАЊЕ И КОМПЕТЕНЦИЈЕ СТРУЧЊАКА ЗА ЗАШТИТУ НА РАДУ  
- КОМПАРАТИВНИ ОСВРТ**

**EDUCATION AND COMPETENCES OF PROFESSIONALS FOR WORKSAFETY  
- COMPARATIVE REVIEW**

Blagoja Bogoevski, ZBR "28 April", Skopje, R. North Macedonia

— 55 —

**SAFETY AT WORK DURING DEMOLITION OF ASBESTOS-CONTAINING STRUCTURES  
ZAŠTITA NA RADU PRI RUŠENJU OBJEKATA KOJI SADRŽE AZBEST**

Milan Trivunić, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences

— 67 —

**OCCUPATION SAFETY RISKS AND MEASURES IN MUNICIPAL WASTE  
COLLECTION SYSTEM IN SERBIA**

**RIZICI I MERE ZAŠTITE NA RADU U OBLASTI SAKUPLJANJA  
KOMUNALNOG OTPADA U SRBIJI**

Svetlana Vujović, University of Novi Sad, Faculty of technical sciences

— 77 —

**OCCUPATIONAL SAFETY MEASURES IN ORGANIC WASTE TREATMENT - COMPOSTING  
MERE ZAŠTITE NA RADU U TRETMANU ORGANSKOG OTPADA - KOMPOSTIRANJE**

Miodrag Živančev, University of Novi Sad, Faculty of technical sciences

— 83 —

**КОЛИЧИНЕ УПОТРЕБЉЕНОГ АЗБЕСТА У СРБИЈИ И СВЕТУ ЗА ПЕРИОД 1930-2000 ГОДИНЕ  
QUANTITIES OF ASBESTOS USED IN SERBIA AND THE WORLD FOR THE PERIOD 1930-2000**

Bojana Zoraja, Faculty of technical sciences

— 89 —



**WASTE RECYCLING – SIGNIFICANT BUT VERY RISKY WORK**  
**RECIKLAŽA OTPADA – ZNAČAJAN ALI VEOMA RIZIČAN POSAO**  
Zorica Mirosavljević, University of Novi Sad, Faculty of technical sciences

— 95 —

**IMPLEMENTATION OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEM**  
**ISO45001 – APPROACH AND KEY ELEMENT**  
**ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА СИСТЕМОТ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЈЕ ПРИ**  
**РАБОТА ИСО 45001 – ПРИСТАП И КЛУЧНИ ЕЛЕМЕНТИ**

E. Kozhovska1, LTH Learnica, Ohrid, N. Macedonia

— 101 —

**INJURY AT WORK AS SAFETY INDICATORS IN SERBIAN ENERGY SECTOR**  
**POVREDE NA RADU KAO INDIKATORI BEZBEDNOSTI ENERGETSKOG SEKTORA SRBIJE**  
Jelena Malenović Nikolić, Faculty of Occupational Safety in Niš

— 109 —

**N-NITROZO ЈЕДИЊЕЊА – „НЕЗВАНИ ГОСТИ“ У РАДНОЈ СРЕДИНИ**  
**N-NITROSO COMPOUNDS – “UNINVITED GUESTS”**  
**IN THE WORKING ENVIRONMENT**

Ана Милтојевић, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу,

— 115 —

**ПРОЦЕНА ЕРГОНОМСКОГ РИЗИКА – СМЕРНИЦЕ**  
**ERGONOMICS RISK ASSESMENT - GUIDELINES**

Бојан Бијелић, Факултет заштите на раду

— 123 —

**МЕТОД ЗА КАЛИБРАЦИЈУ НИСКОБУЏЕТНОГ БРОЈАЧА РМ2,5 ЧЕСТИЦА**  
**CALIBRATION METHOD FOR A LOW-COST PM2.5 PARTICLE COUNTER**

Аца Божилов, Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу

— 131 —

**АНАЛИЗА ЗА ВЛИЈАНИЕТО НА БУЧАВАТА ВО УРБАНИ СРЕДИНИ**  
**ANALYSIS OF NOISE IMPACT IN URBAN AREAS**

Симона Домазетовска, Машински факултет Скопје

— 143 —

**УВИДАЈ INCIDENTA I UTVRĐIVANJE KORJENITIH UZROKA**

**INCIDENT INSIGHTS AND AND IDENTIFICATION OF ROOTAL CAUSES**

Asmir Helvida, Arcelor Mittal Zenica, Bulevar Kralja Tvrtka I br. 17 72000 Zenica

— 151 —

**МОДЕЛИ ОБУКЕ ЦИВИЛНИХ И ВОЈНИХ СТРУКТУРА**  
**ЗА ЗАЈЕДНИЧКО АНГАЖОВАЊЕ У ОДГОВОРУ**  
**НА ВАНРЕДНЕ СИТУАЦИЈЕ**

др Света Цветановић, Факултет заштите на раду у Нишу

— 161 —

**УТИЦАЈ ТОКСИЧНИХ МЕТАЛА НА ЗДРАВЉЕ ЕКСПОНИРАНИХ РАДНИКА**  
**THE INFLUENCE OF TOXIC METALS ON THE HEALTH OF EXPOSED WORKERS**

Ана Стојковић, Факултет заштите на раду у Нишу

— 175 —

**КОНСУЛТОВАЊЕ И УЧЕСТВОВАЊЕ РАДНИКА КАО**  
**ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТ ISO 45001:2018**  
**CONSULTING AND PARTICIPATION OF WORKERS AS**  
**BASIC ELEMENT ISO 45001: 2018**

Иван Крстић, Факултет заштите на раду у Нишу

— 183 —



**STATISTIČKI POKAZATELJI OZLJEDA NA RADU U SEKTORU TURIZMA  
STATISTICAL INDICATORS OF INJURY AT WORK IN THE TOURISM SECTOR**

Borče Stojčevski, TUTELA, Скопје

— 191 —

**ОБРАЗОВАЊЕ И КОМПЕТЕНЦИЈЕ СТРУЧЊАКА ЗА ЗАШТИТУ НА РАДУ  
- КОМПАРАТИВНИ ОСВРТ  
EDUCATION AND COMPETENCES OF PROFESSIONALS OF THE PROFESSIONALS  
AT WORK - COMPARATIVE REVIEW**

Благоја Богоевски, ЗБР "28 Април", Скопје, Р. Северна Македонија

— 201 —

**РАБОТА НА ГРАДИЛИШТЕ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ  
- ПОРТОКАЛОВА ФАЗА, МЕРЕЊЕ, АНАЛИЗА  
HIGHER TEMPERATURE CONSTRUCTION WORK  
- ORANGE PHASE, MEASUREMENT, ANALYSIS**

Борче Стојчевски, ДУ ПРОРИСК ДООЕЛ - Илинден

— 213 —

**БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЉЕ НА РАДУ ЗАПОСЛЕНИХ У ЈЕДИНИЦАМА  
ЛОКАЛНЕ САМОУПРАВЕ У СРБИЈИ  
THE OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH RIGHTS OF EMPLOYEES IN  
LOCAL SELF-GOVERNMENT UNITS IN SERBIA**

Александра Илић Петковић, Факултет заштите на раду у Нишу

— 221 —

**УКЛАЊАЊЕ АНИЈОНСКИХ ПОВРШИНСКИ АКТИВНИХ МАТЕРИЈА ИЗ  
ОТПАДНОГ ОФСЕТ РАЗВИЈАЧА ПРИМЕНОМ АДСОРПЦИЈЕ  
REMOVING OF ANIONIC SURFACE-ACTIVE AGENTS FROM THE WASTE OFFSET  
DEVELOPER BY ADSORPTION**

Савка Адамовић, Универзитет у Новом Саду

— 231 —

**КОНЦЕТРАЦИЈА НА АЗБЕСТНИ ВЛАКНА ВО ВОЗДУХОТ  
- ЗЕМАЊЕ ПРИМЕРОЦИ И ДЕТРМИНАЦИЈА НА SEM  
ASBESTOS IN AIR - SAMPLING AND SEM ANALYSYS**

Дејан Мираковски, Факултет за природни и технички науки

— 241 —

**ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА НИВОТО НА ИЗЛОЖЕНОСТ НА БУЧАВА  
СО КОРИСТЕЊЕ НА SKOPJE.PULSE ПЛАТФОРМАТА  
NOISE EXPOSURE LEVEL DETECTION USING THE SKOPJE.PULSE PLATFORM**

Маја Аначкова, Машински Факултет-Скопје

— 251 —

**МЕТОДЕ ЗА АНАЛИЗУ ИНЦИДЕНТА И УТВРЂИВАЊЕ УЗРОКА ПОВРЕДА НА РАДУ  
METHODS FOR INCIDENT ANALYSIS AND IDENTIFICATION OF CAUSES INJURY AT WORK**

Милица Тодоровић, Висока школа Логос центар, Бишке поље, Мостар

— 261 —

**БЕЗБЕДНОСНИ ПРОЦЕДУРИ ЗА ЗАШТИТА НА НАСЕЛЕНИЕТО ОД  
ХЕМИСКО ЕКСПЛОЗИВНИ ИНЦИДЕНТИ ВО „ОХИС»-СКОПЈЕ  
SAFETY PROCEDURES FOR PROTECTION OF POPULATION FROM  
CHEMICAL EXPLOSIVE INCIDENTS IN "OHIS" SKOPJE**

Драган Христовски, ЗБР "28 Април", Скопје, Р. Северна Македонија

— 269 —

**БЕЗБЕДНОСТА ПРИ РАБОТА ПРЕДУСЛОВ ЗА РАЗВОЕН ПРОФИТ  
НА ГРАДЕЖНАТА КОМПАНИЈА „ГРАНИТ“-СКОПЈЕ  
SAFETY AT WORK A PRECONDITION FOR DEVELOPMENT PROFIT  
OF GRANIT CONSTRUCTION COMPANY-SKOPJE**

Драган Христовски, ЗБР “28 Април”, Скопје, Р. Северна Македонија  
— 281 —

**ИЗОЛАЦИЈА НА ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА ЗАКЛУЧИ/ОЗНАЧИ  
- LOTO - СИСТЕМ КОН НАМАЛУВАЊЕ НА РИЗИК ОД ПОВРЕДИ  
ISOLATION OF ENERGY SOURCES LOCKOUT/TAGOUT - LOTO  
-SYSTEMOF DECREASING INJURIES RISK**

Драган Христовски, ЗБР “28 Април”, Скопје, Р. Северна Македонија  
— 289 —

**ОДНЕСУВАЊЕТО НА ВРАБОТЕНИТЕ КАКО ЗНАЧАЕН ЧИНИТЕЛ ВО  
БЕЗБЕДНОСТА И ЗДРАВЈЕ ПРИ РАБОТА**

**BEHAVIOR OF EMPLOYEES AS A SIGNIFICANT FACTOR IN HEALTH AND SAFETY AT WORK**

Драган Христовски, ЗБР “28 Април”, Скопје, Р. Северна Македонија  
— 301 —

**УТИЦАЈ АРХИТЕКТОНСКЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ УНУТРАШЊЕГ ПРОСТОРА НА ЗДРАВЉЕ ЛЈУДИ  
EFFECT OF ARCHITECTURAL INTERIOR ORGANIZATION ON HUMAN HEALTH**

Милан Вељковиќ, Факултет заштите на раду у Нишу

— 313 —

**ZNAČAJ ERGONOMIJE (FIZIČKE I KOGNITIVNE) ZA BEZBEDNOST I ZDRAVLJE NA RADU**

Tatjana Mladenović, DZ “Novi Beograd”

— 323 —

**ПРОБЛЕМ СТАРАЊЕ РАДНЕ ПОПУЛАЦИЈЕ У СЛОВЕНИЈИ**

**THE AGEING PROBLEM OF THE WORKING POPULATION IN SLOVENIA**

Младен Маркота, Одељење за извођење пројеката Инспектората Републике Словеније за рад  
— 331 —

**ПРЕВЕНТИВНА КУЛТУРА ЗА БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЈЕ НА РАБОТА  
ВО СРЕДНОШКОЛСКОТО ОБРАЗОВАНИЕ**

Александар Сибиновски, ЗБР “28 Април”, Скопје, Р. Северна Македонија  
— 337 —

**БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЉЕ НА РАДУ СТРУКА ИЛИ ПОЛИТИКА  
SAFETY AND HEALTH AT WORK PROFESSION OR POLICY**

Драган Цветковиќ, Факултет заштите на раду у Нишу

— 347 —

**ПРАВНИ АСПЕКТИ БЕЗБЕДНОСТИ И ЗДРАВЉА НА РАДУ ПРИ  
УПРАВЉАЊУ ОПАСНИМ СУПСТАНАЦАМА  
LEGAL ASPECTS OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH IN THE  
MANAGEMENT OF HAZARDOUS SUBSTANCES**

Александра Илић Петковиќ, Факултет заштите на раду у Нишу

— 357 —

**ДОПОЛНИТЕЛНА ОБУКА ЗА БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА СО ТРАНСПОРТНИ ЛЕНТИ И  
ВРТЛИВИ ЕЛЕМЕНТИ НА ВРАБОТЕНИТЕ ВО ЕУРОНИКЕЛ ИНДУСТРИ ДОО КАВАДАРЦИ  
ADDITIONAL TRAINING FOR SAFETY AT WORK WITH CONVEYOR BELTS AND ROTATING ELE-  
MENTS FOR EMPLOYEES IN EURONICKEL INDUSTRIES LLC KAVADARCI**

Анкица Илијева Стошиќ, Еуроникел Индустрѝ ДОО

— 365 —

**ПЕРСОНАЛНА ИЗЛОЖЕНОСТ НА БУЧАВА НА РАБОТНИЦИТЕ  
ВО МЕТАЛНАТА ИНДУСТРИЈА**

**PERSONAL NOISE EXPOSURE ON WORKERS IN METAL INDUSTRY**

Марија Хаѝи-Николова, Факултет за природни и технички науки

— 375 —

## ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА НИВОТО НА ИЗЛОЖЕНОСТ НА БУЧАВА СО КОРИСТЕЊЕ НА SKOPJE.PULSE ПЛАТФОРМАТА

### NOISE EXPOSURE LEVEL DETECTION USING THE SKOPJE.PULSE PLATFORM

Маја Аначкова, Машински Факултет-Скопје, Карпош II бб., 1000, Скопје,  
Северна Македонија, [maja.anachkova@mf.edu.mk](mailto:maja.anachkova@mf.edu.mk)

Симона Домазетовска, Машински Факултет-Скопје, Карпош II бб., 1000, Скопје,  
Северна Македонија, [simona.domazetovska@mf.edu.mk](mailto:simona.domazetovska@mf.edu.mk)

Марија Хаџи-Николова, Факултет за природни и технички науки, ул. „Гоце  
Делчев“ бр.89, 2000, Штип, Северна Македонија, [marija.hadzi-  
nikolova@ugd.edu.mk](mailto:marija.hadzi-nikolova@ugd.edu.mk)

Дејан Мираковски, Факултет за природни и технички науки, ул. „Гоце  
Делчев“ бр.89, 2000, Штип, Северна Македонија,  
[dejan.mirakovski@ugd.edu.mk](mailto:dejan.mirakovski@ugd.edu.mk)

Виктор Гаврилоски, Машински Факултет-Скопје, Карпош II бб., 1000, Скопје,  
Северна Македонија, [viktor.gavriloski@mf.edu.mk](mailto:viktor.gavriloski@mf.edu.mk)

#### Резиме

*Интензивната глобализација, драстичното зголемување на популацијата и промените во инфраструктурата во големите градови, во последните неколку години предизвикуваат голем број на еколошки проблеми и негативни промени во животната средина. Еден од најзагрижувачките проблеми кои се јавуваат во пренаселените и сообраќајно фреквентни метрополи е проблемот со зголеменото ниво на бучава кое во голема мера може да влијае врз здравјето на луѓето. Во град Скопје, нема воспоставено државна мрежа за континуиран мониторинг на нивото на бучава, освен неколку краткотрајни мерења спроведени од страна на државните институции. Во овој труд е презентирано решение за одржлив развој и мониторинг на бучавата во градот Скопје креирано и спроведено од софтверската компанија Netsetera, со цел 24-часовно следење на состојбата на нивото на бучава на повеќе мерни места во градот. Овој концепт се базира на принципот на „Интернет на нештата“, кој преку сензорска мрежа, Wi-Fi и LoRaWAN комуникациите собира податоци за нивото на бучава кои потоа се визуелизираат и следат онлајн на платформа наречена Скопје Пулс. Во трудот е даден преглед на слични софтверски решенија и начини за собирање податоци и следење на нивото на бучава од кои беа извлечени искуства за развој на Скопје Пулс, како и детално објаснување на платформата, сензорската мрежа и начинот на комуникација изразен и објаснет преку концептот на „Интернет на нештата“ кој беше искористен за развој на ова решение. Прикажани се и податоците добиени од сензорската мрежа за секој ден и час во текот на 2018 година, како и нивна анализа од која беа воочени критичните и најоптеретените месеци, денови и часови со зголемено ниво на бучава во градот Скопје.*

*Клучни зборови: изложеност на бучава, ниво на бучава, „Интернет на нештата“, LoRaWAN*

## Abstract

*The intense globalization, the dramatic increase in population and the changes in infrastructure in the large cities have caused a multitude of environmental problems and negative environmental changes in recent years. One of the most worrying problems that occurs in overcrowded and frequent metropolises is the problem of increased noise levels which can greatly affect human health. In the city of Skopje, as the capital of the Republic of North Macedonia, except for a few short-term measurements conducted by state institutions, no other measures have been taken to protect against noise pollution. This paper presents a solution for sustainable noise development and monitoring in the city of Skopje created and implemented by the software company Netcetera for the purpose of 24-hour monitoring of the level of noise in several measuring stations in the city. This concept is based on the "Internet of Things" principle, which collects noise level data via sensor network and Wi-Fi and LoRaWAN communications which are then visualized and monitored online via platform called Skopje Pulse. The first chapter of this paper presents an overview of similar software solutions and ways of collecting data and monitoring the noise level from which the development experience of Skopje Pulse was derived. Furthermore, the second chapter provides a detailed explanation of the platform, sensor network and the way of communication expressed and explained through the concept of "Internet of Things" which was used to develop this solution. The third chapter presents the sensor itself and its specifications. At the end of this paper, data from the sensor network for each day and hour during 2018 are presented, as well as their analysis that identifies the critical and most challenging months, days, and hours with increased noise levels in the City of Skopje as a capital city.*

*Keywords: noise exposure, noise level, IoT, LoRaWAN,*

## 1. Вовед

Во последните неколку години, бројот на луѓе кои почнуваат да живеат во урбанизирана животна средина е сè поголем. Како што се предвидува [1], до крајот на следната деценија, повеќе од 60% од населението ќе живее во големи, урбанизирани градови и пренаселени градови. Како последица на променетата инфраструктура и зголемената популација, урбаните средини ќе се соочат со драстично повисоко ниво на бучава. Во повеќето европски земји, воспоставени се многу регулативи за следење и контрола на промените на нивото на бучава во големите градови [2].

Глобалниот проблем со прекумерната популација и концентрацијата на граѓаните во големите градови придонесе за развој на концептот „Паметен град“. Овој концепт има за цел да обезбеди ефективен начин за контрола и управување со сите аспекти на општеството, како што се животната средина, транспортот, домовите, зградите, па дури и здравјето на луѓето. „Паметноста“ на градот може да се постигне со имплементирање на идејата за Интернет на нештата (Internet of Things), што претставува еволуција на тековниот Интернет во една, „Мрежа на меѓусебно поврзани објекти која не само што собира информации од околината (сензори) и комуницира со физичкиот свет, туку ги користи и постојните Интернет-стандарди за да обезбеди трансфер на информации, нивна анализа и примена“ [3]. Во [4] е претставен дизајн на IoT систем за мониторинг на животната средина, создаден за да се следат параметрите како што се температурата, влажноста и CO<sub>2</sub>, но може да се примени и за следење на нивото на бучава.

Податоците што се потребни за да се соберат за управување со параметрите на животната средина првенствено се обезбедени од безжични мрежни сензори (Wireless Sensor Network). Во [1] се предлага паметна градска архитектура со цел да ја олесни интеракцијата помеѓу безжичната мрежа и потребните информации. Оваа идеја за паметен

град е објаснета во [5] преку истражување за мапирање на бучава која ја користи SmartSantander паметната архитектура. Од друга страна, во [6], авторите развиле безжична сензорска мрежа за да ја следат сообраќајната бучава, користејќи саморазвиена платформа наречена CiNet. Систем за мерење на бучава може да се изгради со помош на Raspberry Pi, изведен преку собирање на податоци во рамката OpenCPU [7]. Во [8], јавните автобуси биле искористени како куќиште за безжична сензорска мрежа со цел да се добие мобилен мониторинг во реално време, додека во [9], опишан е хибриден систем за статично и мобилно собирање на податоци. Сите детали за целокупното одржување на мрежата, обработката и чувањето на податоците, како и управувањето со електрична енергија се објаснети во [10].

Поради пренаселеност, брзи промени во инфраструктурата и сообраќајниот метеж, градот Скопје изминативе неколку години се соочува со неколку сериозни еколошки проблеми, како што се загадувањето на воздухот, високи нивоа на бучавата, па дури и со повремени поплави. Најзагрижувачко е прекумерното загадување од бучавата што се влошува од година во година, а градот не презема речиси никакви мерки за решавање на проблемот. Во овој труд, прикажано е решението за одржлив развој и мониторинг на животната средина наречено СкопјеПулс базирано на платформата на „Интернет на нештата“. СкопјеПулс платформата ги собира сите податоци за животната средина преку инсталација на LoRaWAN протоколот, ги визуелизира генерираните информации и применува статистика и анализа. Конечната цел на „Скопје Пулс“ како систем за рано предупредување е да послужи како портал за мониторинг, веродостоен извор за справување со проблемите со животната средина во градот со акцент на зголеменото ниво на бучава.

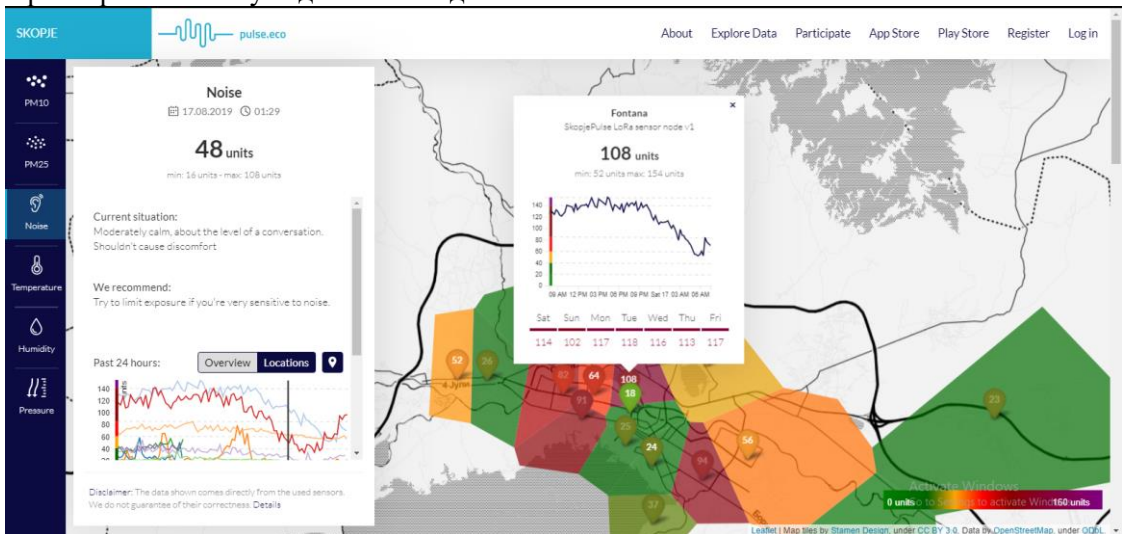
## 2. Скопје Пулс

Мотивирана да создаде систем за мониторинг и континуирано следење со цел одржлив развој на животната средина во градот Скопје, компанијата Netcetera создаде решение за IoT платформа, наречена Pulse.eco, која собира и презентира податоци за одредени параметри од животната средина. Платформата се заснова на инсталација наречена LoRaWAN која работи преку приклучување на повеќе Wi-Fi сензори за да се соберат и анализираат податоци кои се визуелизираат во лесно разбирливи информации за параметрите за животната средина, како што се загадувањето со цврсти честички (PM2.5 и PM10), метеоролошки податоци (релативна влажност, температурата) и бучава.

Pulse.eco се потпира на „Мрежата на нештата“ (The Things Network) како главен снабдувач на LoRaWAN за комуникација на своите уреди или домашна Wi-Fi мрежа како алтернатива. „Мрежата на нештата“ е мрежа за податоци на IoT која е отворена и глобална и го користи LoRaWAN протоколот како основна технологија. Таа обезбедува целосна LoRaWAN инфраструктура која се справува со целата комуникација, рутирање, безбедност и испорака на крајните податоци. Мрежата е креирана и управувана од страна на локалните заедници и еден од нејзините основни принципи е што таа е отворена и бесплатна за користење. Ова значи дека секој може да ја прошири и секој може да ја користи. Pulse.eco овозможува и полесно проширување на сензорската мрежа низ градот на иницијатива на поединци. Сите податоци собрани од мрежата Pulse.eco и други извори, се третираат како отворени податоци и можат да бидат поврзани преку API. Податоците може да ги користи секој, да направи свои решенија, па дури и да ги интегрира во основниот систем на Скопје Пулс. Основната цел на проектот е да ги мотивира граѓаните

да не бидат само краен корисник на информациите, туку и да учествуваат во процесот на проширување на мрежата и да постават свои уреди за да се збогатат собраните податоци за животната средина. Затоа, Netcetera е во процес на соработка со локалните универзитети, компании, па дури и со другите заедници.

Јдрото на системот е IoT платформата на Netcetera, која овозможува поврзаност на различните извори на податоци, скалабилно складирање на податоци, анализирање на податоците, интерактивни визуелизации и конечно, значење на сите собрани податоци. Платформата користи интерфејси за собирање и испраќање на податоците како HTTP. Како главна карактеристика се нејзините адаптери за различни даватели на LoRaWAN услуги, како што се TheThingsnetwork и Swisscom што овозможуваат целосен веб-интерфејс за администрација на уредот, управување со корисници, системски статус и употреба. Pulse.eco обезбедува додатоци за анализа на податоци, лесна статистика и предвидување. На слика 1 може да се види изгледот на web-страницата на Скопје Пулс која е достапна онлајн и дава податоци за загадувањето, температурата, влажноста, воздушниот притисок како и релативната бучава како променливи параметри во реално време. Исто така, платформата обезбедува и временска статистика, како и податоци за истите параметрите неколку години наназад.



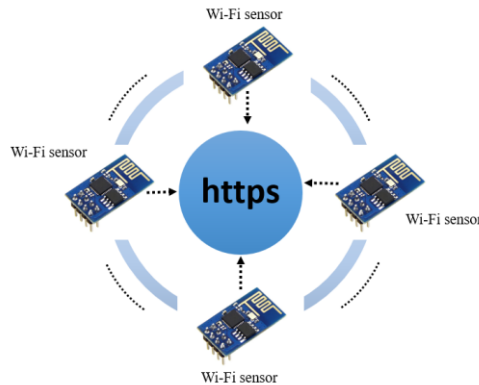
Слика 1. Интерфејс на Скопје Пулс web-страницата

Во Скопје се инсталирани три порти на LoRaWAN мрежата кои се поврзани со глобалната IoT мрежа (TTN). Нашата земја има стандардизирана мрежа во сопственост на сензорите AQI која преку услугата МЖСПП повремено ги собира потребните информации и ги интегрира во глобалниот систем Pulse.eco.

Како замена за локациите каде што TTN не е достапен, може да се користат и Wi-Fi уреди. Pulse.eco има интегрирана внатрешна услуга за пристап до Wi-Fi, која исто така може да прима податоци (Слика 2). Pulse.eco е опремено со странични услуги за обработка на податоци кои пресметуваат статистика за сензорот поединечно, како и за градското ниво, кои напојуваат систем за рано предупредување или предвидување. Pulse.eco трајно ги чува дистрибуираните податоци во кластер што значи дека може да акумулира какви било



податоци кои му се испраќаат. Платформата користи Apache Cassandra како складирање на податоци, подготвена за масовно ракување и дистрибуција на податоци. Apache Cassandra е бесплатна база на податоци NoSQL со отворен извор и обезбедува лесна дистрибуција, голема достапност и перформанси.



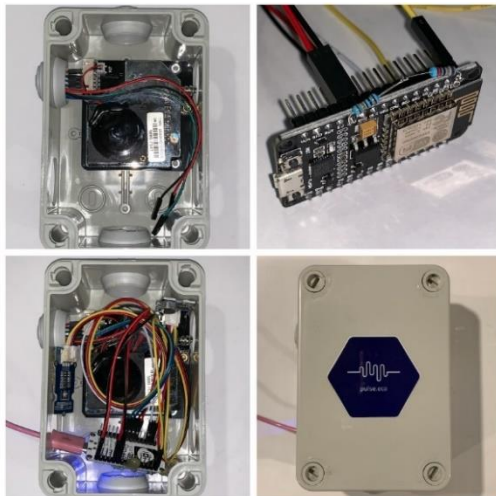
Слика 2.. Шема на Wi-fi сензорска мрежа

Pulse.eco е имплементација на цел IoT систем кој треба да ја подобри свеста, знаењето и експанзивноста на IoT технологиите. Тој претставува портал за набљудување и контрола на промените во параметрите на животната средина со користење на современи машини за учење и статистички методи. Тоа е значајно од аспект на системот за рано предупредување за подобрување на квалитетот на животот на граѓаните и спречување на проблемите со животната средина, па дури и катастрофи. Pulse.eco е наменет да биде платформа во развој. На граѓаните им останува дали тие само ќе ги користат интерактивните мрежи и презентирани податоци преку мобилните апликации или ќе се поврзат на системот со сопствен сензор и ќе допринесат за проширување на сензорската мрежа, а со тоа и за зголемување на бројот на податоци.

### 3. Сензор

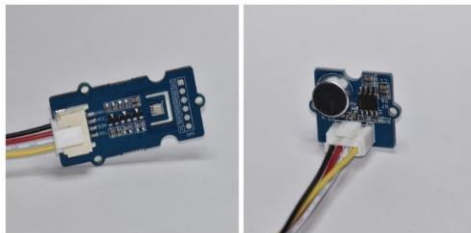
Како што претходно споменавме, платформата Pulse.eco е достапна за користење од страна на поединци и не бара големо техничко знаење, а уредите со сензори се лесни за склопување со достапни компоненти. Уредот се состои од чип ESP8266 од Espressif кој користи пренос на податоци преку Wi-Fi и HTTPS. Користената централна единица зависи од видот на комуникацијата за сензорот. Бидејќи уредот е развиен да работи со двете LoRaWAN и Wi-Fi типови на комуникација, тој го содржи ATmega 328p на ArduinoNano со предавател Microchip RN2483 за верзијата LoRaWAN на сензорите и ESP8266 (ESP-12) на NodeMCU devkit 1.0 за верзијата WiFi на сензорите.





Слика 3. Мерна единица со контролер, wi-fi модул и сензори

Сите потребни компоненти лесно можат да се нарачаат на неколку он-лајн продавници. Компонентите може да се видат на слика 3. Сензорската кутија се содржи од Ode NodeMCU модул, сензор за звук, сензор за температура, сензор за влажност на воздух, сензор за притисок и гас и сензор за загадување. Ова е интегриран модул со сензори за мерење на повеќе атмосферски параметри, а во овој труд од наш интерес е мерењето на бучава. Сензорот за мерење на бучава е прикажан на Слика 4.



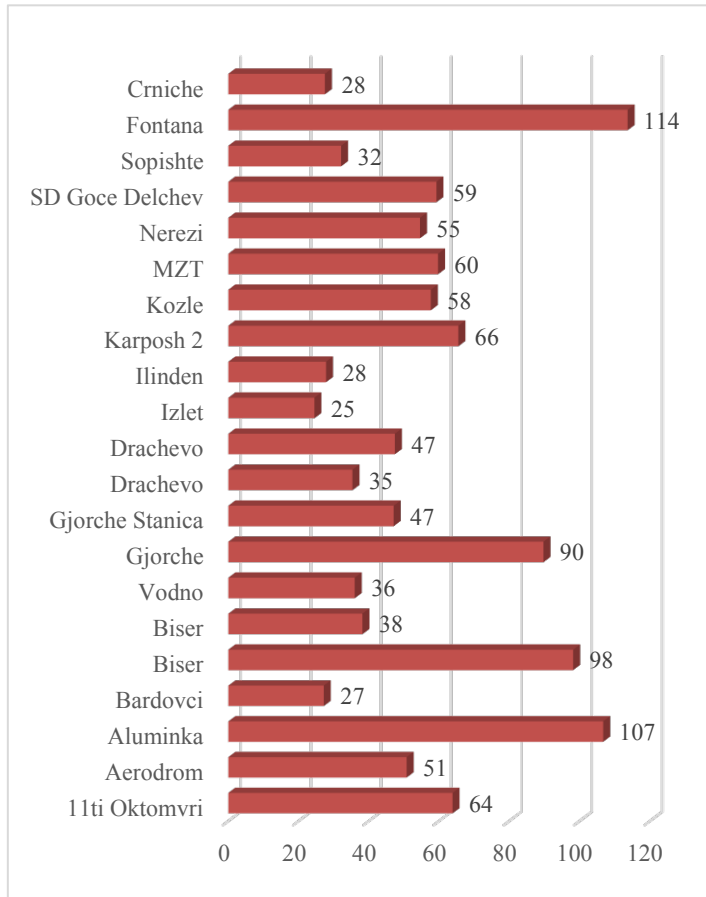
Слика 4. Сенор за мерење на бучава

Исто така, постојат неколку барања за поставување на уредот. Со цел сензорите да бидат заштитени од какво било атмосферско влијание, како што е дожд или директна сончева светлина, треба да се постават надвор на тераса или двор. Уредот треба да биде оддалечен од активни извори на загадување (сè што произведува чад, вибрации или звук, на пр.: клима уреди, оџаци, многу блиски градилишта и др.). Не смее да се инсталира многу високо (повеќе од 3 или 4 метри) или на потивката страна на објектот затоа што мерењето на бучавата нема да биде релевантно. Друг основен услов е Wi-Fi приемот на местото на инсталацијата да биде стабилен.

#### 4. Резултати

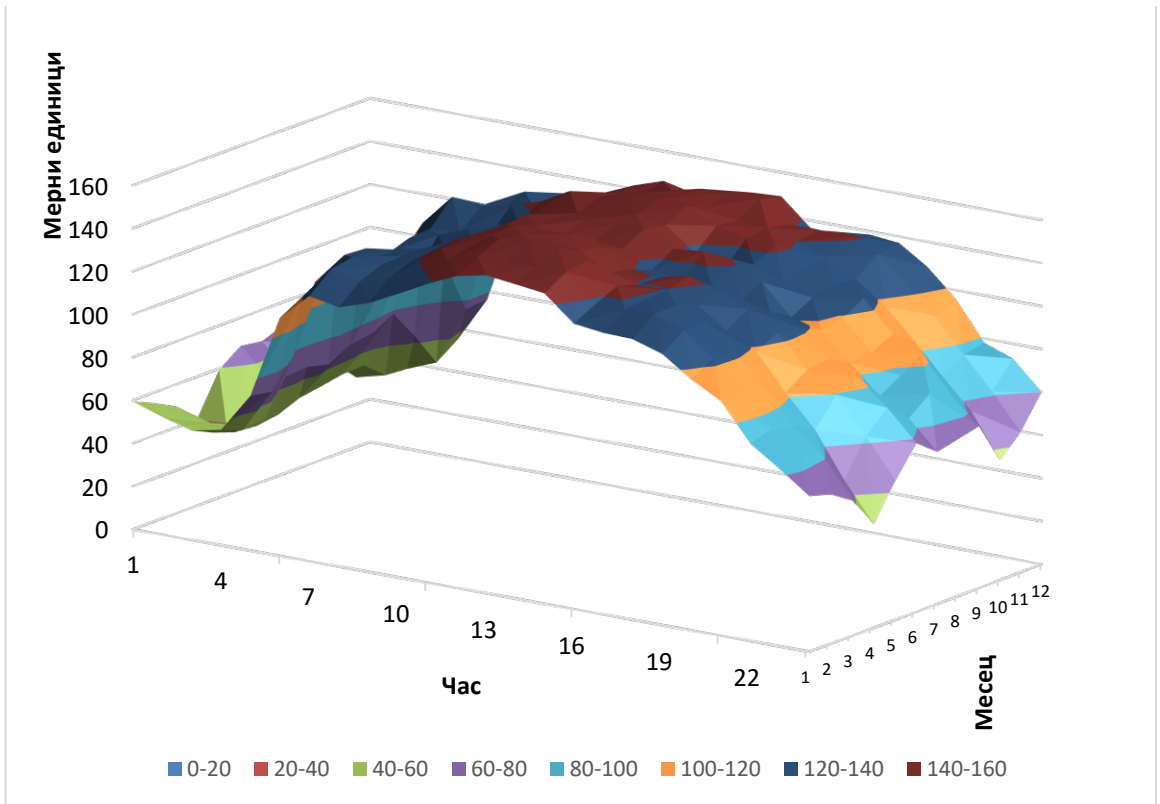
Град Скопје има 22 станици за мерење на бучава. За секоја мерна точка беа обезбедени податоци за нивото на бучава во 2018 година од страна на Netcetera. Податоците се дадени за секој час, секој ден и секој месец во 2018 година на секое мерно место. Потоа, тие податоци беа анализирани и беа донесени заклучоци за нивото на бучава во градот. Нивото

на бучава на секоја локација е квантифицирано во единици (units), а не во децибел (dB). Со мала обработка на податоците е добиени просечно ниво на бучава за секоја локација во текот на целата година. Резултатите покажаа дека највисоко ниво на бучава се забележува на мерната станица кај Фонтана (Слика 5). Оваа мерна локација е најблизу до центарот на градот и овие резултати беа повеќе од очекувани.



Слика 5. Измерено ниво на бучава за мерни станици во Скопје во 2018 година

Понатаму, на локацијата „Фонтана“ беше направена детална анализа за нивото на бучава во текот на целата 2018 година со цел да се истражат промените во нивото на бучава за време на различни месеци во различен период од денот. Резултатите се прикажани на Слика 6. Од сликата може да се заклучи дека нивото на бучава е највисоко од 10 до 14 часот во текот на сите месеци во 2018 година. Месецот со највисоко ниво на изложеност на бучава е месец септември.



Слика 6. Ниво на мерни единици за секој час во секој месец од годината

## 5. Заклучок

Во моментот, Скопје Пулс е во рана бета фаза со многу простор за подобрување и надоградување. Нејзиниот сегашен фокус е да се активираат повеќе сензори низ градот и да се прошири мрежата. Имајќи ги предвид сите нови технологии и стандарди во развој низ целиот свет, сеуште има многу експерименти и многу нови работи што треба да се направат и дополнат. Nectetera е една од првите компании во оваа област која успеа да спроведе комплетно „паметно“ решение. Дневно, Pulse.есо собира безброј податоци. Снаоѓањето во таа џунгла од информации и нивно користење не е тривијална задача. Скопје Пулс е наменето да биде развојна платформа, бидејќи е наменето да најде на големо прифаќање од заедницата, идеи за подобрување, нови карактеристики и секако реални резултати, сè со цел Скопје да се направи подобро место за живеење.

**Благодарност**

**NETCETERA**

## Литература

- [1] Gaur, A., Scotney, B., Parr, G. and McClean, S., 2015. Smart city architecture and its applications based on IoT. *Procedia computer science*, 52, pp.1089-1094.
- [2] de Kluijver, H. and Stoter, J., 2003. Noise mapping and GIS: optimising quality and efficiency of noise effect studies. *Computers, Environment and Urban Systems*, 27(1), pp.85-102.
- [3] Jin, J., Gubbi, J., Marusic, S. and Palaniswami, M., 2014. An information framework for creating a smart city through internet of things. *IEEE Internet of Things journal*, 1(2), pp.112-121.
- [4] Shah, J. and Mishra, B., 2016, January. IoT enabled environmental monitoring system for smart cities. In *2016 international conference on internet of things and applications (IOTA)* (pp. 383-388). IEEE.
- [5] Peckens, C., Porter, C. and Rink, T., 2018. Wireless sensor networks for long-term monitoring of urban noise. *Sensors*, 18(9), p.3161.
- [6] Hakala, I., Kivela, I., Ihalainen, J., Luomala, J. and Gao, C., 2010, July. Design of low-cost noise measurement sensor network: Sensor function design. In *2010 First International Conference on Sensor Device Technologies and Applications*(pp. 172-179). IEEE.
- [7] Segura Garcia, J., Pérez Solano, J., Cobos Serrano, M., Navarro Camba, E., Felici Castell, S., Soriano Asensi, A. and Montes Suay, F., 2016. Spatial statistical analysis of urban noise data from a WASN gathered by an IoT system: Application to a small city. *Applied Sciences*, 6(12), p.380.
- [8] Alsina-Pagès, R., Hernandez-Jayo, U., Alías, F. and Angulo, I., 2017. Design of a mobile low-cost sensor network using urban buses for real-time ubiquitous noise monitoring. *Sensors*, 17(1), p.57.
- [9] Gubbi, J., Marusic, S., Rao, A.S., Law, Y.W. and Palaniswami, M., 2013, August. A pilot study of urban noise monitoring architecture using wireless sensor networks. In *2013 International conference on advances in computing, communications and informatics (ICACCI)* (pp. 1047-1052). IEEE.
- [10] Mietlicki, F., Mietlicki, C. and Sineau, M., 2015. An Innovative Approach for long term environmental noise measurement: RUMEUR Network in the Paris Region. In *Proceedings of the EuroNoise*.