



КОНФЕРЕНЦИЈА ЗА БЕЗБЕДНОСТ
И ЗДРАВЈЕ НА РАБОТА
www.oshpriority.mk

OSH PRIORITY ЗБОРНИК

9 -12 ОКТОМВРИ, 2019
ОХРИД, МАКЕДОНИЈА

ЗДРУЖЕНИЕ ЗА БЕЗБЕДНОСТ
ПРИ РАБОТА 28-ми АПРИЛ
www.zbr28april.mk

СОЈУЗ ЗА ЗАШТИТА
ПРИ РАБОТА НА Р.СРБИЈА
www.saveznr Srbije.com



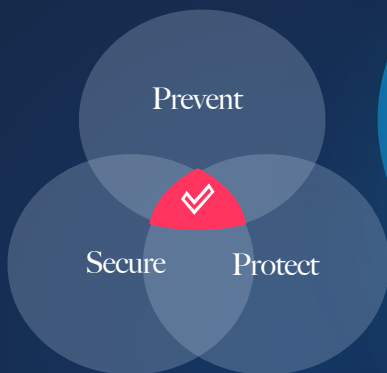
Introduction About Us

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 университет – 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 zastita 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, Бишће 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 —

КОНЦЕТРАЦИЈА НА АЗБЕСТНИ ВЛАКНА ВО ВОЗДУХОТ – ЗЕМАЊЕ ПРИМЕРОЦИ И ДЕТЕРМИНАЦИЈА НА SEM

ASBESTOS IN AIR – SAMPLING AND SEM ANALYSYS

Дејан Мираковски, Факултет за природни и технички науки, ул. „Гоце
Делчев“ бр.89, 2000, Штип, Северна Македонија, dejan.mirakovski@ugd.edu.mk
Блажо Боев, Тена Шијакова, Иван Боев и Марија Хаџи-Николова,
Факултет за природни и технички науки, ул. „Гоце Делчев“ бр.89, 2000,
Штип, Северна Македонија, marija.hadzi-nikolova@ugd.edu.mk

Резиме

Азбест е опишен термин за група на минерали кои во природата се јавуваат во форма на снопови од влакна. Употреба на азбестот, но и проблемите поврзани со истата не се нов проблем. Според IARC, за здравјето на луѓето опасни се влакната со дијаметар помал од 3 μm и должина поголема од 5 μm , во однос од 3:1 (должина : дијаметар) или поголем. Поради специфичниот облик и димензии, доколку азбестни влакна бидат вдишани и навлезат во белите дробови, тие остануваат во организмот со години и може да доведат до многу сериозни заболувања како азбестоза, мезотелиома и рак на белите дробови. Следејќи ги овие сознанија, повеќето Европски земји, воведуваат одредени забрани и контрола на употребата, се до целосната забрана на експлоатација, производство и употреба на азбестот и производи кои содржат азбест (2003/18/EC). Од тука и важноста на комплетниот мониторинг на концентрацијата на азбест, како во материјалите, така и во амбиентот, во сите услови и можни начини на користење на простории во кои такви материјали се вградени. Во најголем дел барањата за мониторинг се исто така регулирани во националните законодавства или дефинирани како препораки од меѓународните организации и во основа вклучуваат разни микроскопски техники за детекција на азбестот во медиумите на животната средина или материјалите. Ваквиот пристап е неопходен бидејќи само дел од азбестните структури се опасни за луѓето и неопходно е одредување на бројниот товар, а не на вкупната маса или концентрација.

Клучни зборови: азбест, воздух, мониторинг, сканинг електронски микроскоп

Abstract

Asbestos is common term for group of fibrous minerals occurring in nature. Asbestos usage and problems associated with asbestos exposure are not new. According to IARC, dangerous for human health are fibers with diameter less than 3 μm length above 5 μm , with minimal aspect 3:1. Due to specific properties if the fibers are inhaled, they could stay for years in the lungs and lead to very serious health conditions including asbestosis, mesothelioma and lung cancer. Special problem is long latency period between 10 and 40 years. Flowing the scientific data, all of the EU countries has effectively banned asbestos usage. Therefore proper asbestos monitoring is crucial for safe working and living environment, and adequate methods are prescribed in national regulations or in a form of international best practices and recommendations/standards. All methods include different microscopic techniques for asbestos detection in material or environment medias. This approach is necessary as only part of the fibers pose danger to human health and determination of numerical and not mass concertation is necessary.

Keywords: asbestos, air, monitoring, SEM

1. Вовед

Азбест е опишен термин за група на минерали кои во природата се јавуваат во форма на снопови од влакна. Азбестните минерали се поделени во две главни групи; серпентински (хризотил) и амфиболски (актинолите, тремолите, антофилите, крокодилит и амозит). Употреба на азбестот, но и проблемите поврзани со истата не се нов проблем. Одредени наводи укажуваат на употреба на овој минерал уште во Римското царство, додека комерцијалната употреба започнува во средината на 19-от век пред се во Европа и го доживува врвот во 70-те години од минатиот век САД [1], кога сознанијата за можните здравствени ефекти водат до воведување на забрана за употреба на овој материјал и негова замена со по безопасни алтернативи.



Слика 1. Азбестна минерализација, напуштен рудник за азбест Богословец, 2019 (АМБИКОН УГД)

Иако здравствените ефекти поврзани со употребата на овој материјал се забележани уште со самите почетоци на неговата употреба, дури во 1973, Меѓународната агенција за истражување на ракот (IARC - International Agency for Research on Cancer) потврдува дека има доволно докази овој материјал да се прогласи за канцероген и дека и многу мали концентрации во воздухот може да доведат до сериозни заболувања. Според IARC, за здравјето на луѓето опасни се влакната со дијаметар помал од 3 μm и должина поголема од 5 μm , во однос од 3:1 (должина : дијаметар) или поголем. Поради специфичниот облик и димензии, доколку азбестни влакна бидат вдишани и навлезат во белите дробови, тие остануваат во организмот со години и може да доведат до многу сериозни заболувања како азбестоза, мезотелиома и рак на

белите дробови. Посебен проблем е долгиот латентен период помеѓу изложеноста и појавата на болеста кои се движат од 10 до 40 години [2, 3, 4, 5].

Следејќи ги овие сознанија, повеќето Европски земји, воведуваат одредени забрани и контрола на употребата, се до целосната забрана на експлоатација, производство и употреба на азбестот и производи кои содржат азбест (2003/18/ЕС), иако овој материјал во помал обем и денес се произведува и употребува во повеќе земји како Русија, Кина, Индија, Казахстан...

Но, пред донесувањето на целосните забрани, значителни количини азбест се употребени во готовите цементни производи (цигли, плочи и цевки), синтетичките материјали и термо-пластиката, во бои, заптивки, разни изолациони материјали, производството на кочници и преносни системи, бродови и вагони. Следствено, одржувањето, замената или рушењето на материјали кои содржат азбест може да доведе значителна изложеност на персоналот кои ги изведува тие активности, доколку не се изведуваат на соодветен начин.

Како резултат на милионите тони азбест веќе употребени во изминатиот период, се проценува дека само во Европа околу 7000 луѓе на годишно ниво умираат поради мезотелиома, рак на белите дробови поврзан и други болести директно поврзани со азбестот (4,5). Епидемиолошките студии проценуваат максимум од околу 10.000 смртни случаи годишно до 2029, при што во моментот најмногу заболени се јавуваат во земјите од Западна Европа со постепен тренд на префрлување на доминацијата кон Источна и Централна Европа [4].

Од тука и важноста на комплетниот мониторинг на концентрацијата на азбест, како во материјалите, така и во амбиентот, во сите услови и можни начини на користење на простории во кои такви материјали се вградени. Во најголем дел барањата за мониторинг се исто така регулирани во националните законодавства или дефинирани како препораки од меѓународните организации и во основа вклучуваат разни микроскопски техники за детекција на азбестот во медиумите на животната средина или материјалите. Ваквиот пристап е неопходен бидејќи само дел од азбестните структури се опасни за луѓето и неопходно е одредување на бројниот товар, а не на вкупната маса или концентрација [7, 8].

Вообичаено препораките и стандардите детално ги дефинираат процесите на идентификација и броење на честичките, како и потребната опрема за реализација на постапката. Најстари и можеби најмасовно употребувани се методите кои користат фазно контрастен микроскоп (АНЕРА, РСМЕ, ISO 10312...), но во поново време, се почеста примена имаат посовремените микроскопски системи како ТЕМ и SEM, каде со користење на напредни техники се овозможува целосна автоматизација и намалување на улогата на операторот.

Овој прегледен труд го елаборира методолошкиот пристап при земање на примероци од воздух и нивна анализа на SEM, низ искуствата на лабораторијата АМБИКОН УГД, каде овие постапки се веќе усвоени и тестирани во реални услови низ нивната практична примена.

2. Стратегија за земање на примероци од воздух етоди на работа

Во основа, земањето на примероци како почетна фаза на секој мониторинг, зависи од целите и условите на реализација на мониторингот. Имајќи ги во предвид спецификите на азбестот, стратегиите за мониторинг се исто така дефинирани како стандардни постапки или препораки од меѓународните организации, поради што и лабораторијата АМБИКОН разработи интерно упатство за земање на примероци од воздух, кое во целост ги следи препораките дефинирани во МКС EN ISO 16000– Воздух во затворена просторија – Дел 7: Стратегија за земање на примероци за одредување на концентрации на азбестни влакна во воздух.

Согласно препораките на стандардот се разликуваат неколку пристапи на мерење во зависност од целите и тоа:

- одредување на концентрација на азбестни влакна при нормално користење на просториите познато како “мониторинг на ниво на контаминација“, кој најчесто се врши периодично за верификација на просечното ниво на азбестни влакна во просториите на подолги временски периоди.
- одредување на „позадинска концентрација“ во просториите при нормално користење, а пред преземање на некоја активност која би можела да доведе до емисија на азбестните влакна во воздухот.
- дефинирање на влијанието на поедини работни активности на одржување врз концентрацијата на азбестните влакна во простории во кои се вградени материјали кои содржат азбест, наречено „валидација на процедури/активности“.
- одредување на промените во концентрација на азбест преку симулација на можни промени во начинот на користење или не намерно оштетување на материјали кои содржат азбест. Ова се нарекува „симулирано земање на примероци“
- дефинирање на нивото азбестни влакна по завршување на активностите за реконструкција/чистење познато како „мерење за употребна дозвола“, како потврда дека заштитните бариери може да се отстранат, односно безбедносните мерки за да се прекинат, а просториите повторно да се употребуваат за предвидената намена.
- детекција на „можно истекување“ или проверка на „ефикасноста на мерките за заштита“ се мерења кои се прават околу зони во кои се изведуваат активности за отстранување или конзервација на материјали кои содржат азбест, за да се детектира можното протекување на воздух надвор од контаминираната зона и загадување на околината.
- дефинирање на „персонална изложеност“ со цел да се одреди индивидуалната изложеноста на азбестни влакна во микро средините во кои индивидуите престојуваат. За таа цел се земаат примероци од воздухот во зоната на дишење на индивидуата.

Бројот на примероци од воздух што треба да се собере зависи од бројот, големината и организацијата на просториите во зградата. Како минимум, треба да се обезбедат најмалку два примерока од секоја посебна просторија/собна единица, освен за многу мали простории (помали од 10 m²).

Земањето на примероци треба да се врши на растојание од најмалку 2 метри од ѕидовите со филтер касетите поставени на висина меѓу 1.2 метри и 1.5 метри над подот. Примерокот на суспендираните во воздухот честички се собира на поликарбонатен филтер со максимална големина на порите од 0,8 µm и прекриен со златни честички. Филтерот се сместува во дводелна или триделна касета од провидна или кондуктивна пластика со должина на цилиндарот од 0.5 до 2.5 пати од дијаметарот на филтерот. Вообичаено се користат пумпи со константен (компензација на притисокот во дијапазон од најмалку 50 kPa) волуменски проток од 8 l/min и 30 l/min. Со цел да се постигне бараната аналитичка осетливост од околу 300 влакна на m³ воздух, за филтер со пречник од 25 mm потребен е проток кој ќе обезбеди брзина на чело на филтерот од околу 35 cm/s (пад на притисок од околу 50 kPa).

Општо е познато дека при пасивни услови, опробувањето на воздухот не мора да резултира со детекција на азбестни влакна, дури и во простории во кои материјалите содржат значителни количини на азбестни влакна. Поради тоа, често се неопходни симулации на активностите кои може да резултираат со дисперзија на азбестните влакна во воздухот. Детален опис на активностите на симулација и насоки се дадени во анексот А од референтниот стандард ISO 16000:2007.

Со симулациите треба да се започне непосредно пред почетокот на земање на примероците и истите може да се повторуваат во тек на мерењето. Системот за мерење треба да биде лоциран во радиус од 3 до 5 m од местото на симулација.



Слика 2. Системи/касети за земање проби на азбест од воздух

Најчесто користени алати за ре-суспензија на прашина со метла/четка или дувалка во комбинација со засилено струење на воздухот. Метлата/четката задолжително треба да биде нова за секоја симулација за да се исклучи пренос на азбестни влакна од други локации. Задолжително со четкање/метење треба да се користи и вентилатор за разнесување на прашина во целиот волумен на просторијата. Дувалките се понови

и попрактични решенија бидејќи силната воздушната струја која ја произведуваат овозможува лесно покривање на поголеми површини и разнесување на прашина во целиот волумен на просторијата.

Удирање со топка од подот или сидовите е типична симулација за спортски сали, игротеки, училиници и слични простории. Препорачливи се најмалку 40 удари со топка од подот или сидовите во радиус од 5 m од локацијата на системот за земање примероци. Оваа активност треба да покрие најмалку 10% од времето на земање примерок.

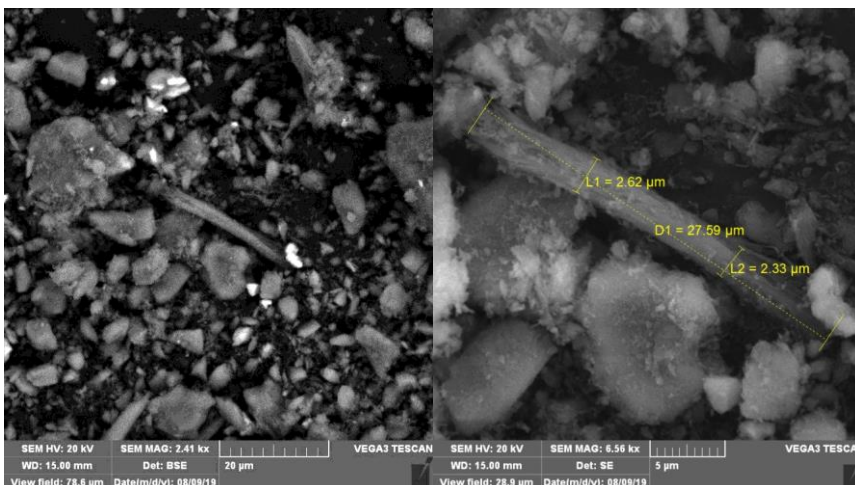
Затворање на врата со силен замав е типична симулација за станбени и канцелариски простории. Препорачливи се најмалку 5 последователни затворање во еден период.

Испуштање предмети на под е типична симулација за канцелариски простории и училиници. Се препорачува испуштање на типични предмети за просторијата (книги, торби) од висни од 1 m директно на подот, со повторување од најмалку 5 пати во една сесија.

Активностите за ре-суспензија на прашина треба да покријат најмалку 5 % од површините на просторијата или 5 m² во радиус од 3 до 5 m од локацијата на системот за земање примероци.

3. Детерминација на азбестни влакна на филтер од воздух

Согласно ISO14966 за детерминација на азбест на филтер неопходен е сканинг електронски микроскоп (SEM) со волтажа на акцелерација од најмалку 20 kV, опремен со енергетски дисперзивен спектрофотометар со резолуција подобра од 170 eV (FWHM при максимум на MnKa). Дополнително се препорачува визуелен преглед на филтрите под оптички микроскоп (20 X) за можни оштетување или неправилности во товарот.

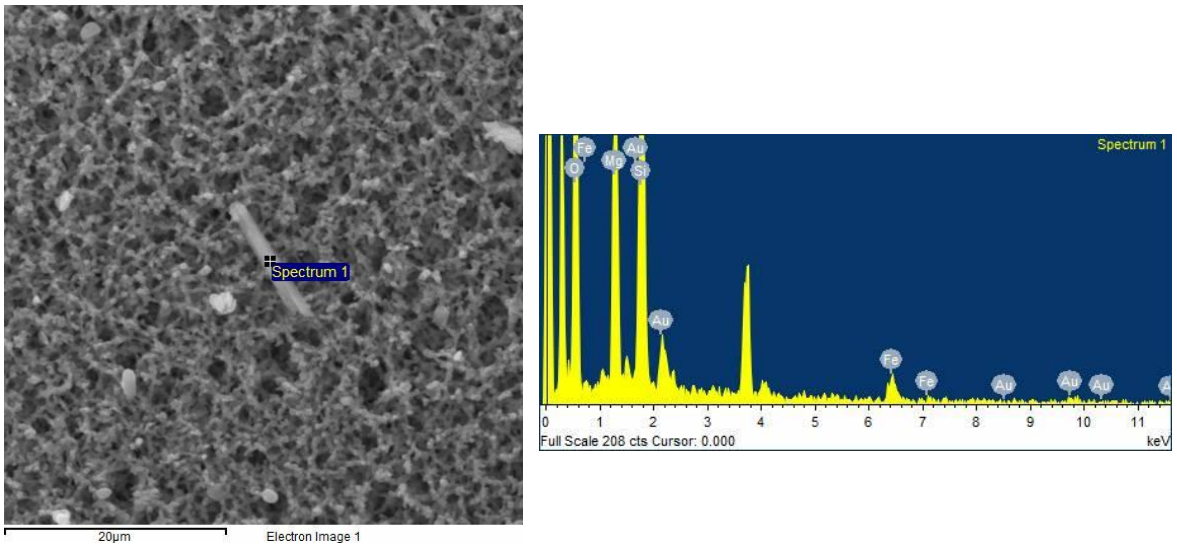


Слика 3. Преглед и мерења на влакна од азбест на SEM (АМБИКОН УГД, 2019)

Вообичаено прегледот започнува волтажа на акцелерација на 20 kV и зголемување од 2000 до 2500 пати, така што влакната со дијаметар од 0,2 μm да бидат видливи (слика 3). Овие параметри се користат за броење на влакната при што се врши преглед на најмалку 100 полиња, односно 1 mm^2 од површината. Точните димензии и спектарот на рендгенскиот детектор се вршат при зголемување од 20.000 X и агол на детекторот од 20°.

Детектираните влакнести форми се класифицираат како хризотили, амфиболи, калциум сулфати и други неоргански влакна на основа на полу квантитативна анализи на елементарниот рендгенски спектар.

Целата на постапката е одредување со бројната концентрација на влакнести форми подолги од 5 μm и дијаметар помал од 3 μm со минимален однос должина:дијаметар од 3:1.



Слика 4. Рендгенски спектар на хризотилно влакно (АМБИКОН УГД – 2019)

Бројната концентрација на влакна i од даден вид ($i = 1, 2, 3, 4$) се дефинира со следниов израз:

$$c_i = n_i / (N \times V_B)$$

каде

$$V_B = 4 \times F_B \times V \times 10^6 / (\pi \times d_{ef}^2)$$

и каде:

c_i е бројна концентрација на даден вид влакна (вид/класа i) изразена како број на влакна на m^3 ;

n_i е број на влакна од даден вид (i);

N е број на прегледани полиња;

V_B вкупен волумен пробата во m^3 сведена на површина прегледно поле;

F_B е површина на прегледно поле во mm^2 ;

V е вкупен волумен пробата во m^3 ;

d_{ef} е ефективен дијаметар на филтер (изложен дел) во mm.

Бројната концентрација на азбестни влакна се пресметува како збир на хризотилни и азбестни влакна:

$$c = c_1 + c_2$$

а концентрацијата на неоргански влакна како збир на сите, освен калциум сулфатните влакна:

$$c_T = c_1 + c_2 + c_3$$

За да се намали грешката при броење и да се отстрани ефектот на нерманомерниот товар на филтерот, за сите видови на влакна детектирани при анализата се пресметуваат долниот и горниот лимит на доверливост од 95 %, λ_L and λ_U , дадени табеларно во ISO 14966 (Табела 2 од стандардот). Овие вредности се претвораат во бројни концентрации на влакната со изразите:

$$c_{iL}^L = \lambda_L / N \times V_B$$

$$c_{iL}^U = \lambda_U / N \times V_B$$

со кои се дефинираат нумерички вредности на минималниот и максималниот број на влакна од даден вид, така што реалниот број на влакна со 95 % доверливост е во пресметаниот опсег.

4. Наместо заклучок

Додека класичните методи на броење на азбестни влакна со фазно контрастни микроскопи сеуште имаат широка примена, тие покажуваат и сериозни недостатоци, пред се од аспект на идентификација на азбестните влакна [11]. Со овие микроскопи не секогаш е можно да се направи разлика меѓу азбестните и другите видови неоргански влакна, ниту пак да се направи разлики помеѓу видовите на азбестни влакна, што води до голема несигурност во податоците. Истиот извор, наведува дека верижните структури на овие микроскопи може да изгледаат како влакна, а влакна од биолошко потекло, стакло, пластика, микроорганизми и слично, исто така не можат да се разликуваат од азбестните. Поради тоа, сите фази на мерење на азбест кај овие методи мора да бидат под строга контрола за да се избегне појавата на материјали кои може да доведат до интерференција при процесот на броење.

Поради тоа и методите на електронска микроскопија, како TEM и SEM наоѓаат се поширока примена во постапките на идентификација на азбестните влакна. Сканинг електронските микроскопи со можноста за бројни додатоци во разни конфигурации, како и автоматизација на постапките на броење со специјализирани софтверски решенија, ја минимизираат улогата на оператори и ја зголемуваат точноста на нивоа соодветни за сензитивни анализи, како детерминацијата на азбестни влакна. Искуствата на лабораторијата АМБИКОН, каде капацитетот на електронскиот микроскоп често надминува и стотина анализи на месечно ниво, при тоа обезбедувајќи висока точност и целосна следливост на постапките, ја потврдуваат применливоста на овие методи и овозможуваат нивна широка примена за разни научни апликативни цели.

References

- [1] Baron PA. (2001). Measurement of Airborne Fibers: A Review. *Industrial Health*, 39, 39–50.
- [2] Selikoff IJ, Lee DHKE (1978) *Asbestos and disease*. New York, Academic Press.
- [3] Gert van der Laan (2013), *The Burden of Asbestos-related Diseases in EU. Together for disease-free workers*, Bruxelles, 03/12/2013, ppt.
- [4] Izabela Banduch, Lothar Lissner, (2014), *Asbestos-related occupational diseases in Central and East European Countries*, Kooperationsstelle Hamburg IFE for European Federation of Building and Woodworkers.
- [5] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) (2001) *Toxicological Profile for Asbestos*. September 2001. Пристапено Септември, 2019.
- [6] WHO (World Health Organisation) (2011) *National Programmes for Elimination of Asbestos Related diseases: Review and Assessment*. 07-08 June 2011. Bonn, пристапено Септември 2019.
- [7] Harper, Martin and Bartolucci, Al. 2003. *Preparation and Examination of Proposed Consensus Reference Standards for Fiber-Counting*. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 64: 283-287.
- [8] Lippmann, Morton. 2000. *Asbestos and Other Mineral and Vitreous Fibers*. *Environmental Toxicants: Human Exposures and Their Health Effects*. Ed: Morton Lippmann. John Wiley and Sons: New York.
- [9] ISO 14966:2002, *Ambient air — Determination of numerical concentration of inorganic fibrous particles — Scanning electron microscopy method*.
- [10] MKC EN ISO 1600-7:2009 – *Воздух во затворена просторија – Дел 7: Стратегија за земање на примероци за одредување на концентрации на азбестни влакна во воздух*
- [11] Anthony Perry (2004). *A Discussion of Asbestos Detection Techniques for Air and Soil*, US EPA
- [12] Yamate, G., Agarwal, S. C. and Gibbons, R. D. (1984). *Methodology for the measurement of airborne asbestos by electron microscopy*. U.S. Environmental Protection Agency Report.