

# „ОТПОРНИ КОНСТРУКЦИИ“ “RESILIENT STRUCTURES”

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ PROCEEDINGS

**ДГКМ**

ДРУШТВО НА  
ГРАДЕЖНИ  
КОНСТРУКТОРИ НА  
МАКЕДОНИЈА

**MASE**

MACEDONIAN  
ASSOCIATION OF  
STRUCTURAL  
ENGINEERS

**20** МЕЃУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ  
INTERNATIONAL SYMPOSIUM

СКОПЈЕ, С. МАКЕДОНИЈА  
SKOPJE, N. MACEDONIA  
28 - 29 септември 2023  
September , 28<sup>th</sup> - 29<sup>th</sup> , 2023

**MASE ДГКМ**  
**Macedonian Association of Structural Engineers**  
**Друштво на градежните конструктори на Македонија**

**Proceedings**  
**Зборник на трудови**

**20<sup>th</sup>** **International**  
**Symposium**  
**20<sup>ти</sup>** **Меѓународен**  
**симпозиум**

**Skopje, North Macedonia, 28 – 29 September 2023**  
**Скопје, Северна Македонија, 28 – 29 септември 2023**

**PROCEEDINGS  
OF THE 20<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF MASE**

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ  
20<sup>ТИ</sup> МЕЃУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ НА ДГКМ**

Publisher:

**MASE - Macedonian Association of Structural Engineers  
Faculty of Civil Engineering, Blvd. Partizanski odredi No. 24 P.Box. 560,  
1000 Skopje, Republic of North Macedonia  
e-mail: mase@gf.ukim.edu.mk; website: www.mase.gf.ukim.edu.mk**

Издавач:

**ДГКМ - Друштво на Градежни Конструктори на Македонија  
Градежен Факултет, бул. Партизански одреди бр. 24 П.Ф. 560,  
1000 Скопје, Република Северна Македонија  
e-mail: mase@gf.ukim.edu.mk; website: www.mase.gf.ukim.edu.mk**

Editor: **Darko Nakov, President of MASE**

За издавачот: **Дарко Наков, Претседател на ДГКМ**

Executive Committee of MASE and  
Organizing Committee of the 20<sup>th</sup> International Symposium of MASE:

**Darko Nakov, Marta Stojmanovska, Ana Trombeva Gavriloska, Simona Bogoevska,  
Andrea Serafimovski, Daniel Cekov, Gjorgji Goshev, Goce Lazareski, Koce Todorov,  
Denis Popovski, Vladimir Vitanov, Riste Volchev, Nikola Postolov, Dejan Janev,  
Kristina Milkova, Milica Jovanoska Mitrevska, Evgenija Stojkoska**

Претседателство на ДГКМ и

Организационен одбор на 19<sup>тиот</sup> Меѓународен симпозиум на ДГКМ:

**Дарко Наков, Марта Стојмановска, Ана Тромбева Гаврилоска, Симона Богоевска,  
Андреа Серафимовски, Даниел Цеков, Ѓорѓи Гошев, Гоце Лазарески, Коце  
Тодоров, Денис Поповски, Владимир Витанов, Ристе Волчев, Никола Постолов,  
Дејан Јанев, Кристина Милкова, Милица Јованоска Митревска, Евгенија  
Стојкоска**

Technical staff of the Symposium:

**Ditar Memedi, Nikola Nisev, Mihail Petrov, Marko Gjorgjioski, Petar Janev, Antonio  
Tomeski, Irina Postolova, Natalija Bogdanovska, Borjana Koneska, Jovana Kuzevska,  
Andrej Stefanoski, Hristijan Baloski, Emilija Stojanova, Andrijana Arsovska**

Техничка служба на Симпозиумот:

**Дитар Мемеди, Михаил Петров, Марко Ѓорѓиоски, Петар Јанев, Антонио Томески,  
Ирина Постолова, Наталија Богдановска, Борјана Конеска, Јована Кузевска, Андреј  
Стефаноски, Христијан Балоски, Емилија Стојанова, Андријана Арсовска**

Grafical design of cover page and Symposium poster:

**Mitko Hadzi Pulja, Darko Draganovski  
Faculty of Architecture, UKIM, Skopje**

Графички дизајн на корицата и плакатот на Симпозиумот:

**Митко Хаџи Пуља, Дарко Драгановски  
Архитектонски факултет, УКИМ, Скопје**

e-book:

електронско издание: **ISBN 978-608-66946-3-0**

## ***RESILIENT STRUCTURES ОТПОРНИ КОНСТРУКЦИИ***

Resilience refers to the ability of a system or structure to withstand and recover from adversity. In the face of natural disasters, climate change and other unforeseen challenges, resilient structures play a vital role in ensuring the safety and well-being of communities. It is crucial that we prioritize resilience in our design and construction practices to create a more sustainable and secure future.

One of the primary reasons why resilient structures are essential is their ability to withstand natural disasters. Earthquakes, hurricanes, floods, and wildfires pose significant threats to our built environment. Resilient structures are designed to resist the forces generated by these disasters, reducing the risk of collapse and minimizing damage. By integrating advanced engineering techniques, we can design and construct structures that can better withstand the forces of nature.

The collapse of buildings and infrastructure is a leading cause of casualties during earthquakes and extreme weather conditions. By investing in resilient structures, we can significantly reduce the loss of life and injuries. Through proper urban planning, evacuation routes, and the incorporation of safety features like reinforced concrete shelters, we can ensure that our buildings are not only strong but also provide a safe haven during times of crisis.

Resilient structures are not limited to saving human lives. They also protect the economy and the environment. When a disaster strikes, the impact extends beyond the immediate loss of life and property damage. Critical infrastructure failures can disrupt supply chains, interrupt essential services, and hamper economic recovery. Failure of one bridge caused by earthquake, fire or flood can leave hundreds of thousands of people trapped and with no connection to the rest of the country. By investing in resilient structures, we can minimize the economic losses associated with disasters and speed up the recovery process.

If we go back in time, 60 years ago, on 26<sup>th</sup> of July 1963, Skopje was struck by a devastating earthquake with a magnitude of 6.1. More than 1070 were killed, more than 3000 injured and countless displaced. Most of the city was ruined. Obviously, the structures were not so resilient. However, the people of Skopje were much more resilient. The whole world and the international community responded with compassion and solidarity, offering assistance and support in the monumental task of reconstruction coordinated by the United Nations. The reconstruction of Skopje was a colossal undertaking, but it was also an opportunity for transformation. The city was redesigned and rebuilt, embracing modern architectural styles. Skopje's rise from the ashes today serves as a symbol of hope and resilience.

Skopje 1963 earthquake is a chronological landmark, evolutionary turning point of the Macedonian, as well as European structural and earthquake engineering. In 1964 at a conference in Skopje, the European association for earthquake engineering was founded. The first structure in the world with modern base isolation with rubber bearings was the Pestalozzi primary public school in Skopje, designed and constructed in the period 1965-1969. At which stage of implementing base isolation are we now? How many hospitals, fire stations, schools, bridges and other crucial structures are designed and constructed with base isolation, with appropriate fire resistance and appropriate measures for flood protection?

Investing in resilient structures requires national strategy and collaboration among various stakeholders. Architects, engineers, policymakers and community members must work together to ensure that resilience is prioritized in our building codes, regulations and infrastructure planning. Resilient structures are the backbone of a resilient society. By fostering a culture of resilience, we can create a more prepared and adaptive society. We can create more resilient world, which we can proudly leave to the next generations.

*Assoc. Prof. Darko Nakov,*



*President of MASE*

**20<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF MASE  
SKOPJE, 28 – 29 SEPTEMBER 2023**

**20<sup>mu</sup> MEĀYHAPPODEH CИMΠOЗИУM HА ДГKM  
CKOΠJE, 28 – 29 CEΠTEMBPИ 2023**

**20<sup>th</sup> International Symposium of MASE was organized by:**

**20<sup>mu</sup>om Cимпозитум е организиран од:**

**MACEDONIAN ASSOCIATION OF STRUCTURAL ENGINEERS  
ДРУШТВО HА ГPАДЕЖHИ KOHCTPУKTOPI HА MАКЕДOHIЈА**

**under the auspices of:**

**под покровителство на:**

**MINISTRY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS OF REPUBLIC  
OF NORTH MACEDONIA  
МИHИCTEPCTBO ЗА ТPАHСПOРТ И BPCКИ HА PEPУБЛИKА  
CEBEPHА MАКЕДOHIЈА**

**20<sup>th</sup> International Symposium of MASE was co-organized and supported by (in alphabetic  
order):**

**20<sup>mu</sup>om Cимпозитум е коорганизиран и поддржан од (по азбучен редослед):**

**CHAMBER OF CERTIFIED ARCHITECTS AND CERTIFIED ENGINEERS  
OF R.N.M. - Skopje  
KOMOPА HА OBLACTEHИ APXИTEKТИ И OBLACTEHИ ИHЖEHEPИ  
HА P.C.M. - Ckoпje**

**ENGINEERING INSTITUTION OF MACEDONIA  
ИHЖEHEPCKА ИHCTИTУЦИЈА HА MАКЕДOHIЈА**

**FACULTY OF ARCHITECTURE, UKIM - Skopje  
APXИTEKTOHCKИ ФAKУЛTET, UKИM - Ckoпje**

**FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, UKIM - Skopje  
ГPАДЕЖEH ФAKУЛTET, UKИM - Ckoпje**

**INSTITUTE FOR EARTHQUAKE ENGINEERING AND ENGINEERING  
SEISMOLOGY, UKIM - Skopje  
ИHCTИTУT ЗА ЗEMЈOTPECHO ИHЖEHEPCTBO И ИHЖEHEPCKА  
CEИЗMОЛОГИЈА, UKИM - Ckoпje**

**INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL  
ENGINEERING - Macedonian national group  
MEĀYHAPPOДHА ACOЦИЈАЦИЈА ЗА MOCTOBI И KOHCTPУKTEPCKO  
ИHЖEHEPCTBO - Mакедонска национална група**

**MACEDONIAN ASSOCIATION FOR EARTHQUAKE ENGINEERING  
MАКЕДOHCKА ACOЦИЈАЦИЈА ЗА ЗEMЈOTPECHO ИHЖEHEPCTBO**

**PUBLIC ENTERPRISE FOR STATE ROADS  
ЈABHO ПPETПPИЈATИE ЗА ДPЖABHИ ПATИШTА**

**PUBLIC ENTERPRISE FOR THE MAINTENANCE AND PROTECTION OF HIGHWAY  
AND REGIONAL ROADS  
ЈABHO ПPETПPИЈATИE ЗА OДPЖYBABE И ЗАШTИТА HА MАГИCTPАЛHИ**

*И РЕГИОНАЛНИ ПАТИШТА*

*STANDARDIZATION INSTITUTE OF THE REPUBLIC OF NORTH MACEDONIA  
ИНСТИТУТ ЗА СТАНДАРДИЗАЦИЈА НА РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА*

*UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME  
ПРОГРАМА ЗА РАЗВОЈ НА ОБЕДИНЕТИТЕ НАЦИИ*

*UNIVERSITY "SS. CYRIL AND METHODIUS" - Skopje  
УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ - Скопје*

**20<sup>th</sup> International Symposium of MASE was sponsored by (each category in alphabetic order):**  
**20<sup>th</sup> Симпозиум е спонзориран од (по азбучен редослед):**

**Platinum sponsors:**

**Платинести партнери:**

*ADING - Skopje, North Macedonia*

*АДИНГ - Скопје, Северна Македонија*

*BECHEL & ENKA JV - USA & Turkiye*

*КОНЗОРЦИУМ БЕХТЕЛ & ЕНКА - САД & Турција*

*GOLDEN ART - Skopje, North Macedonia*

*ГОЛДЕН АРТ - Скопје, Северна Македонија*

*GRANIT - Skopje, North Macedonia*

*ГРАНИТ - Скопје, Северна Македонија*

*PENETRON & IZOTEHNA - Greece & North Macedonia*

*ПЕНЕТРОН & ИЗОТЕХНА - Грција и Северна Македонија*

**Gold sponsor:**

**Златни спонзори:**

*DOJРАН STEEL - North Macedonia*

*ДОЈРАН СТИЛ - Северна Македонија*

*FREYSSINET - France, subsidiary North Macedonia*

*ФРЕСИНЕ - Франција, подружница Северна Македонија*

**Silver sponsors:**

**Сребрени спонзори:**

*CIVIL ENGINEERING INSTITUTE MACEDONIA - Skopje, North Macedonia*

*ГРАДЕЖЕН ИНСТИТУТ МАКЕДОНИЈА - Скопје, Северна Македонија*

*IRD Engineering - Italy, subsidiary North Macedonia*

*ИРД Инженеринг - Италија, подружница Северна Македонија*

*KNAUF - Skopje, North Macedonia*

*КНАУФ - Скопје, Северна Македонија*

*MASON Engineering - Skopje, North Macedonia*

*МАСОН Инженеринг - Скопје, Северна Македонија*

*SINOHYDRO Corporation Limited Peking - China, subsidiary North Macedonia*

*СИНОХИДРО Корпорейшн Лимитед Пекинг – Кина, подружница Северна Македонија*

*STOKUSA - Skopje, North Macedonia*

*СТОКУЌА - Скопје, Северна Македонија*

*STRABAG - Germany, subsidiary North Macedonia*

*СТРАБАГ - Германија, подружница Северна Македонија*

*TITAN Cementarnica Usje - Skopje, North Macedonia*

*ТИТАН Цементарница Усје - Скопје, Северна Македонија*

*WIENERBERGER - Austria*

*ВИНЕРБЕРГЕР - Австрија*

*WB&E FACADE ENGINEERING DOO - Belgium, subsidiary North Macedonia*

*WB&E ФАЦАДЕ ЕНГИНЕЕРИНГ ДОО - Белгија, подружница Северна Македонија*

*ZIKOL - Strumica, North Macedonia*

*ЖИКОЛ - Струмица, Северна Македонија*

***Bronze sponsors:***

***Бронзени спонзори:***

*AK INVEST- Tetovo, North Macedonia*

*АК ИНВЕСТ - Тетово, Северна Македонија*

*AKTIVA - Shtip, North Macedonia*

*АКТИВА - Штип, Северна Македонија*

*ARCELORMITTAL - Luxembourg*

*АРЦЕЛОРМИТАЛ - Луксембург*

*BIM - Sveti Nikole, North Macedonia*

*БИМ - Свети Николе, Северна Македонија*

*BV Engineering - Bitola, North Macedonia*

*БВ Инженеринг - Битола, Северна Македонија*

*EPTISA - Spain, Regional office for SEE*

*ЕПТИСА - Шпанија, Регионална канцеларија за Југоисточна Европа*

*ESKAVATORI MK - Skopje, North Macedonia*

*ЕСКАВАТОРИ МК - Скопје, Северна Македонија*

*EURO CONSULTING - Skopje, North Macedonia*

*ЕВРО КОНСАЛТИНГ - Скопје, Северна Македонија*

*INSTITUTE FOR EARTHQUAKE ENGINEERING AND CLIMATE CHANGES &*

*ZIM - Skopje, North Macedonia*

*ИНСТИТУТ ЗА ЗЕМЈОТРЕСНО ИНЖЕНЕРСТВО И КЛИМАТСКИ ПРОМЕНИ &*

*ЗИМ - Скопје, Северна Македонија*

*ILINDEN - Struga, North Macedonia*

*ИЛИНДЕН - Струга, Северна Македонија*

*KARPOSH A.D. - Skopje, North Macedonia*

*КАРПОШ А.Д. - Скопје, Северна Македонија*

*KEDING - Skopje, North Macedonia*

*КЕДИНГ - Скопје, Северна Македонија*

*MONTING Engineering - Bitola, North Macedonia*  
*МОНТИНГ Инженеринг - Битола, Северна Македонија*

*PEIKKO - Finland, subsidiary Slovakia*  
*ПЕИКО - Финска, подружница Словачка*

*PELAGONIJA - Gostivar, North Macedonia*  
*ПЕЛАГОНИЈА - Гостивар, Северна Македонија*

*PERI Oplate - Simanovci, Serbia*  
*ПЕРИ Оплати - Шимановци, Србија*

*PROSTOR - Kumanovo, North Macedonia*  
*ПРОСТОР - Куманово, Северна Македонија*

*RAPID BILD DOO - Kumanovo, North Macedonia*  
*РАПИД БИЛД ДОО - Куманово, Северна Македонија*

*SASA Mine - Makedonska Kamenica, North Macedonia*  
*Рудник САСА - Македонска Каменица, Северна Македонија*

*SINTEK Inzenering - Skopje, North Macedonia*  
*СИНТЕК Инженеринг - Скопје, Северна Македонија*

*STENTON Construction - Bitola, North Macedonia*  
*СТЕНТОН Градба - Битола, Северна Македонија*

*USJEPOR - Skopje, North Macedonia*  
*УСЈЕПОР - Скопје, Северна Македонија*

*ZSF KOM - Skopje, North Macedonia*  
*ЗСФ КОМ - Скопје, Северна Македонија*

***Media support***

***Медиумски покровител***

*PRESING*  
*ПРЕСИНГ*

*PORTA 3*  
*ПОРТА 3*

*SCIENTIFIC JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING - SJCE*  
*НАУЧНО СПИСАНИЕ ЗА ГРАДЕЖНИШТВО*



**20<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF MASE  
SKOPJE, 28 – 29 SEPTEMBER 2023**

**20<sup>mu</sup> MEĐUNARODEN SIMPOZIUM NA DГKM  
SKOPJE, 28 – 29 СЕПТЕМВРИ 2023**

**SCIENTIFIC COMMITTEE  
НАУЧЕН ОДБОР**

*(in alphabetic order)*

*(по азбучен редослед)*

- 1. Grozde ALEKSOVSKI**, Faculty of Civil Engineering,  
University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Грозде АЛЕКСОВСКИ**, Градежен факултет,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
- 2. Sande ATANASOVSKI**, Faculty of Civil Engineering,  
University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Санде АТАНАСОВСКИ**, Градежен факултет,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
- 3. Ana BARICEVIC**, Faculty of Civil Engineering,  
University of Zagreb, Croatia  
**Ана Баричевиќ**, Градежен факултет,  
Универзитет во Загреб, Хрватска
- 4. Golubka N. CVETANOVSKA**, Institute of Earthquake Engineering and Engineering  
Seismology-IZIIS, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Голубка Н. ЦВЕТАНОВСКА**, Институт за земјотресно инженерство и инженерска  
сеизмологија-ИЗИИС, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
- 5. Petar CVETANOVSKI**, Faculty of Civil Engineering,  
University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Петар ЦВЕТАНОВСКИ**, Градежен факултет,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
- 6. Liljana DENKOVSKA**, Faculty of Civil Engineering,  
University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Лилјана ДЕНКОВСКА**, Градежен факултет,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
- 7. Igor DJOLEV**, Faculty of Technical Sciences,  
University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia  
**Игор Џолев**, Факултет за технички науки,  
Универзитет во Нови Сад, Србија
- 8. Michael FABER**, Department of Civil Engineering, Aalborg University, Denmark  
**Мајкл ФАБЕР**, Оддел за градежништво, Универзитет во Аалборг, Данска
- 9. Vladimir GOCEVSKI**, Hydro-Quebec Equipment, Montreal, PQ, Canada  
**Владимир ГОЦЕВСКИ**, Хидро-Квебек, Монтреал, Канада

10. **Rade HAJDIN**, Infrastructure Management Consultants GmbH, Zurich, Switzerland,  
Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, Serbia  
**Раде ХАЈДИН**, Инфраструктура Менаџмент Консалтинг GmbH, Цирих, Швајцарија,  
Градежен факултет, Универзитет во Белград, Србија
11. **Rüdiger HÖFFER**, Ruhr-University, Bochum, Germany  
**Рудигер ХОФЕР**, Рур Универзитет во Бохум, Германија
12. **Elena DUMOVA JOVANOSKA**, Faculty of Civil Engineering,  
University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Елена ДУМОВА ЈОВАНОСКА**, Градежен факултет,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Северна Македонија
13. **Mirjana LABAN**, Faculty of Technical Sciences,  
University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia  
**Мирјана ЛАБАН**, Факултет за технички науки,  
Универзитет во Нови Сад, Србија
14. **Djordje LADJINOVIC**, Faculty of Technical Sciences,  
University Novi Sad, Novi Sad, Serbia  
**Ђорђе ЛАЃИНОВИЌ**, Факултет за технички науки,  
Универзитет во Нови Сад, Србија
15. **Ljupco LAZAROV**, Faculty of Civil Engineering,  
University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Љупчо ЛАЗАРОВ**, Градежен факултет,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Северна Македонија
16. **Dusko LUCIC**, Faculty of Civil Engineering,  
University of Montenegro, Podgorica, Montenegro  
**Душко ЛУЧИЌ**, Градежен факултет,  
Универзитет во Црна Гора, Подгорица, Црна Гора
17. **Mirjana MALESEV**, Faculty of Technical Sciences, University Novi Sad, Novi Sad, Serbia  
**Мирјана МАЛЕШЕВ**, Факултет за технички науки, University of Novi Sad, Serbia
18. **Peter MARK**, Ruhr-University, Bochum, Germany  
**Питер МАРК**, Рур Универзитет во Бохум, Германија
19. **Viktor MARKELJ**, PONTING d.o.o., Maribor, Slovenia  
**Виктор МАРКЕЉ**, ПОНТИНГ д.о.о., Марибор, Словенија
20. **Zlatko MARKOVIC**, Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, Serbia  
**Златко МАРКОВИЌ**, Градежен факултет, Универзитет во Белград, Србија
21. **Goran MARKOVSKI**, Faculty of Civil Engineering,  
University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Горан МАРКОВСКИ**, Градежен факултет,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Северна Македонија
22. **Miroslav NASTEV**, Natural Resources Canada – Geological Survey of Canada,  
Quebec City, Canada  
**Мирослав НАСТЕВ**, Национални ресурси на Канада - Центар за геолошки  
истражувања на Канада, Квебек, Канада

23. **Tihomir NIKOLOVSKI**, Faculty of Civil Engineering,  
University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Тихомир НИКОЛОВСКИ**, Градежен факултет,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Северна Македонија
24. **Svetlana PETKOVSKA ONCEVSKA**, Faculty of Civil Engineering,  
University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Светлана ПЕТКОВСКА ОНЧЕВСКА**, Градежен факултет,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Северна Македонија
25. **Doncho PARTOV**, University of Structural Engineering and Architecture,  
VSU "L. Karavelov", Sofia, Bulgaria  
**Дончо ПАРТОВ**, Универзитет за градежништво и архитектура,  
ВСУ "Љубен Каравелов", Софија, Бугарија
26. **Ivana BANJAD PEČUR**, Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb, Croatia  
**Ивана БАЊАД ПЕЧУР**, Градежен факултет, Универзитет во Загреб, Хрватска
27. **Predrag POPOVIC**, Vice President & Senior Principal,  
Wiss Janney, Elstner Associates, Chicago, USA  
**Предраг ПОПОВИЌ**, Потпретседател и Директор,  
Елстнер соработници, Чикаго, САД
28. **Vlastimir RADONJANIN**, Faculty of Technical Sciences,  
Универзитет во Нови Сад, Србија  
**Властомир РАДОЊАНИН**, Факултет за технички науки,  
Универзитет во Нови Сад, Србија
29. **Bosko STEVANOVIC**, Faculty of Civil Engineering,  
University of Belgrade, Serbia  
**Бошко СТЕВАНОВИЌ**, Градежен факултет,  
Универзитет во Белград, Србија
30. **Veronika SHENDOVA**, Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology-  
IZIIS, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Вероника ШЕНДОВА**, Институт за земјотресно инженерство и инженерска  
сеизмологија-ИЗИИС, Универзитет „Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Северна Македонија
31. **Vlatko SHESHOV**, Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology-IZIIS,  
University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, North Macedonia  
**Влатко ШЕШОВ**, Институт за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија-  
ИЗИИС, Универзитет „Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Северна Македонија
32. **Prof. Mladen ULICEVIC**, Faculty of Civil Engineering,  
University of Montenegro, Podgorica, Montenegro  
**Проф. Младен УЛИЧЕВИЌ**, Градежен факултет,  
Универзитет во Црна Гора, Подгорица, Црна Гора
33. **Ales ZNIDARIC**, Slovenian National Building and Civil Engineering Institute,  
Ljubljana, Slovenia  
**Алеш ЗНИДАРИЌ**, Институт за градежништво на Словенија,  
Љубљана, Словенија

**PROCEEDINGS**  
**20<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF MASE**  
**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**  
**20<sup>th</sup> МЕЃУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ НА ДГКМ**

**C O N T E N T**  
**СОДРЖИНА**

**МА MASE AWARDS**

- МА-1** Ivana DIMITROVA, Kristina MILADINOSKI **1**  
**CONSTRUCTION OF BRIDGE AT RIVER VARDAR, BOULEVARD  
ASNOM, BRIDGE MIHAJLO APOSTOLSKI**  
*(MASE AWARD IN THE FIELD OF CONSTRUCTION FOR 2022)*  
Ивана ДИМИТРОВА, Кристина МИЛАДИНОСКИ  
**ИЗВЕДБА НА МОСТ НА РЕКА ВАРДАР НА БУЛЕВАР АСНОМ,  
МОСТ МИХАЈЛО АПОСТОЛСКИ**  
*(ПРИЗНАНИЕ НА ДГКМ ЗА ИЗВЕДБА НА ОБЈЕКТ ЗА 2022)*
- МА-2** Cvetanka CHIFLIGANEC **8**  
**EXPERIMENTAL RESEARCH AND NUMERICAL ANALYSIS OF  
TIMBER-CONCRETE COMPOSITE SLABS AT AMBIENT  
TEMPERATURE AND IN FIRE**  
*(MASE AWARD IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH FOR 2021)*  
Цветанка ЧИФЛИГАНЕЦ  
**ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖУВАЊЕ И НУМЕРИЧКА  
АНАЛИЗА НА СПРЕГНАТИ ПЛОЧИ ОД ДРВО И БЕТОН НА  
АМБИЕНТАЛНА ТЕМПЕРАТУРА И ВО ПОЖАР**  
*(ПРИЗНАНИЕ НА ДГКМ ЗА НАУЧНО ИСТРАЖУВАЊЕ ЗА 2021)*
- МА-3** Kristina MILKOVA **22**  
**METHODOLOGY FOR DEVELOPMENT OF SEISMIC FRAGILITY  
CURVES FOR EXISTING UNREINFORCED MASONRY BUILDINGS**  
*(MASE AWARD IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH FOR 2021)*  
Кристина МИЛКОВА  
**МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА КРИВИ НА  
СЕИЗМИЧКА ПОВРЕДЛИВОСТ НА ПОСТОЕЧКИ  
СИДАНИ КОНСТРУКЦИИ**  
*(ПРИЗНАНИЕ НА ДГКМ ЗА НАУЧНО ИСТРАЖУВАЊЕ ЗА 2021)*

|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
| <b><u>MA-4</u></b> | <p>Nikola NAUMOVSKI</p> <p><b>INTEGRATED METHODOLOGICAL APPROACH TO ANALYSIS OF RAILWAY TRAFFIC VIBRATION IMPACT ON PEOPLE AND FACILITIES</b><br/>(MASE AWARD IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH FOR 2021)</p> <p>Никола НАУМОВСКИ</p> <p><b>ИНТЕГРИРАН МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТАП ЗА АНАЛИЗА НА ВЛИЈАНИЕТО НА ВИБРАЦИИ ОД ЖЕЛЕЗНИЧКИ СООБРАЌАЈ ВРЗ ЛУЃЕТО И ОБЈЕКТИТЕ</b><br/>(ПРИЗНАНИЕ НА ДГКМ ЗА НАУЧНО ИСТРАЖУВАЊЕ ЗА 2021)</p>  | 34 |
| <b><u>MA-5</u></b> | <p>Sergey CHURILOV, Elena DUMOVA-JOVANOSKA, Maja GOSHEVA, Veronika SHENDOVA, Lidija KRSTEVSKA, Bojan DAMCHEVSKI, Dime JANCHEV</p> <p><b>EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF REPOINTING ON THE SEISMIC PERFORMANCE OF UNREINFORCED MASONRY STRUCTURES</b><br/>(MASE AWARD IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH FOR 2022)</p> <p>Сергеј ЧУРИЛОВ, Елена ДУМОВА-ЈОВАНОСКА, Маја ГОШЕВА, Вероника ШЕНДОВА, Лидија КРСТЕВСКА, Бојан ДАМЧЕВСКИ, Диме ЈАНЧЕВ</p> <p><b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖУВАЊЕ НА СЕИЗМИЧКИОТ КАПАЦИТЕТ НА КОНСТРУКЦИИ ОД НЕАРМИРАНА СИДАРИЈА СО ПРЕФУГИРАЊЕ</b><br/>(ПРИЗНАНИЕ НА ДГКМ ЗА НАУЧНО ИСТРАЖУВАЊЕ ЗА 2022)</p> | 50 |
| <b><u>MA-6</u></b> | <p>Milos STOKUCA</p> <p><b>IMPROVEMENT OF STRENGTH AND DEFORMABILITY OF STEEL STRUCTURES WITH ROOF AND SANDWICH PANELS</b><br/>(MASE AWARD IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH FOR 2022)</p> <p>Милош СТОКУЌА</p> <p><b>СЕНДВИЧ-ПАНЕЛИ ВО ФУНКЦИЈА НА ПОДОБРУВАЊЕ НА ЈАКОСТА И ДЕФОРМАБИЛНОСТА КАЈ ЧЕЛИЧНИ КОНСТРУКЦИИ</b><br/>(ПРИЗНАНИЕ НА ДГКМ ЗА НАУЧНО ИСТРАЖУВАЊЕ ЗА 2022)</p>  | 64 |
| <b><u>IP*</u></b>  | <b><i>INVITED PAPERS</i></b>  |    |
| <b><u>IP-1</u></b> | <p>Josip ATALIĆ, Mario UROŠ, Marta ŠAVOR NOVAK, Marija DEMŠIĆ, Maja BANIČEK, Alen KADIĆ, Nika RAKAS, Ivan KOSALEC, Maja MRKONJIĆ</p> <p><b>2020 EARTHQUAKES IN CROATIA: FROM DAMAGE ASSESSMENT PROCESS TO THE NATIONAL STRATEGIES</b></p>   | 78 |
| <b><u>IP-2</u></b> | <p>Svetlana BRZEV</p> <p><b>SEISMIC RESILIENCE OF CONFINED MASONRY BUILDINGS</b></p>  | 79 |

---

\* in alphabetic order of the first author's surname

|                     |  |            |
|---------------------|--|------------|
| <b><u>IP-3</u></b>  | Eleni CHATZI<br><b>AUGMENTED TWINS: PHYSICS AND DATA IN SUPPORT OF<br/>VIRTUALIZING STRUCTURAL SYSTEMS</b>   | <b>93</b>  |
| <b><u>IP-4</u></b>  | Rüdiger HÖFFER<br><b>FUTURE EUROPEAN STANDARDS FOR THE DETERMINATION OF<br/>GENERAL ACTIONS FOR THE DESIGN OF STRUCTURES</b>   | <b>94</b>  |
| <b><u>IP-5</u></b>  | Alper ILKI, Caglar GOKSU, Bilal SARI, Hasan Huseyin AYDOGDU,<br>Cem DEMIR<br><b>2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES AND LESSONS LEARNT<br/>TOWARDS BUILDING RESILIENT CITIES WITH A FOCUS ON<br/>ISTANBUL</b> | <b>106</b> |
| <b><u>IP-6</u></b>  | Peter MARK, Patrick FORMAN, Jannik HOPPE<br><b>SUSTAINABLE CONCRETE ENGINEERING – STRATEGIES FOR<br/>EXISTING AND NEW STRUCTURES</b>   | <b>121</b> |
| <b><u>IP-7</u></b>  | Marco NOVARIN<br><b>RESILIENT BRIDGES IN SEISMIC AREAS</b>   | <b>122</b> |
| <b><u>IP-8</u></b>  | Gerard J. O'REILLY<br><b>EUROPEAN RESEARCH SYNERGIES TOWARDS LOSS AND<br/>RISK-DRIVEN MITIGATION APPROACHES</b>  | <b>132</b> |
| <b><u>IP-9</u></b>  | Vlatko SHESHOV, and IZIIS team<br><b>60 YEARS OF SKOPJE EARTHQUAKE – IZIIS FOR SKOPJE</b><br>Влатко ШЕШОВ, целиот колектив на ИЗИИС<br><b>60 ГОДИНИ ОД СКОПСКИОТ ЗЕМЈОТРЕС - ИЗИИС ЗА СКОПЈЕ</b>         | <b>141</b> |
| <b><u>IP-10</u></b> | Tina VEJRUM<br><b>RECORD LONG-SPAN BRIDGES – FROM GREAT BELT FIXED<br/>LINK TO STONECUTTERS AND 1915 ÇANAKKALE</b>   | <b>142</b> |

## **RSC**\* *RESILIENT STRUCTURES AND CITIES*

|                     |   |            |
|---------------------|---|------------|
| <b><u>RSC-1</u></b> | Maја ANACHKOVA, Simona DOMAZETOVSKA, Viktor GAVRILOSKI,<br>Zlatko PETRESKI<br><b>ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF SOUND BARRIERS FOR<br/>TRAFFIC NOISE CONTROL IN THE CITY OF SKOPJE</b><br>Маја АНАЧКОВА, Симона ДОМАЗЕТОВСКА, Виктор ГАВРИЛОСКИ,<br>Златко ПЕТРЕСКИ<br><b>АНАЛИЗА НА ЕФИКАСНОСТА НА ЗВУЧНИТЕ БАРИЕРИ ЗА<br/>КОНТРОЛА НА СООБРАЌАЈНАТА БУЧАВА ВО ГРАД СКОПЈЕ</b> | <b>156</b> |
|---------------------|---|------------|

---

\* in alphabetic order of the first author's surname

|                      |   |            |
|----------------------|---|------------|
| <b><u>RSC-2</u></b>  | Roberta APOSTOLSKA, Veronika SHENDOVA, Goran JEKIC,<br>Golubka NECEVSKA-CVETANOVSKA, Zivko BOZINOVSKI<br><b>IZIIS FOR SEISMIC RESILIENT SKOPJE</b><br>Роберта АПОСТОЛСКА, Вероника ШЕНДОВА, Горан JEKИЌ,<br>Голубка НЕЧЕВСКА- ЦВЕТАНОВСКА, Живко БОЖИНОВСКИ<br><b>ИЗИИС ЗА СКОПЈЕ ОТПОРНО НА ЗЕМЈОТРЕСИ</b> | <b>164</b> |
| <b><u>RSC-3</u></b>  | Sanja AVRAMOSKA<br><b>DESIGNING RESILIENT URBAN RIVER CORRIDORS:<br/>TRENDS IN RIVER REDEVELOPMENT PROJECTS IN THE LAST<br/>TWO DECADES</b>   | <b>172</b> |
| <b><u>RSC-4</u></b>  | Željka BELJKAŠ, Nikola KNEŽEVIĆ, Jasmina ČETKOVIĆ, Bojan ADŽIĆ<br><b>FACILITY FOR THE STRAY DOGS POPULATION IN VARDAR<br/>PLANNING REGION</b>   | <b>182</b> |
| <b><u>RSC-5</u></b>  | Suzana DRAGANIĆ, Mirjana LABAN, Igor DŽOLEV, Meri CVETKOVSKA<br><b>FIRE RESILIENCE AND BUILDINGS’ SUSTAINABILITY IN<br/>RENOVATION WAVE</b>   | <b>192</b> |
| <b><u>RSC-6</u></b>  | Kefajet EDIP, Roberta APOSTOLSKA<br><b>SUSTAINABLE URBAN PLANNING THROUGH SEISMIC RISK<br/>ASSESSMENT - CASE STUDY KARPOSH</b><br>Кефажет ЕДИП, Роберта АПОСТОЛСКА<br><b>ОДРЖЛИВО УРБАНИСТИЧКО ПЛАНИРАЊЕ ПРЕКУ ПРОЦЕНА<br/>НА СЕИЗМИЧКИОТ РИЗИК - ПИЛОТ СТУДИЈА КАРПОШ</b>                                  | <b>200</b> |
| <b><u>RSC-7</u></b>  | Dejan JANEV, Darko NAKOV, Toni ARANGJELOVSKI<br><b>CONCRETE FOR RESILIENT INFRASTRUCTURE: REVIEW OF<br/>BENEFITS, CHALLENGES AND SOLUTIONS</b>  | <b>208</b> |
| <b><u>RSC-8</u></b>  | Milorad JOVANOVSКИ, Igor PESHEVSKI, Jovan Br. PAPIĆ,<br>Andrijana ANDREEVA, Lidija TRPENOVSKA, Julijana STAVREVSKI<br><b>GEOTECHNICAL ZONNING MAPS – PREREQUISITE FOR DESIGN<br/>OF RESILIENT STRUCTURES</b>  | <b>220</b> |
| <b><u>RSC-9</u></b>  | Goran MICKOVSKI, Ana IVANOVSKA DESKOVA, Jovan IVANOVSKI<br><b>OLD BUILDINGS NEW POSIBILITIES, CASE STUDY OF<br/>INDUSTRIAL BUILDINGS IN SKOPJE</b>  | <b>230</b> |
| <b><u>RSC-10</u></b> | Goran MICKOVSKI, Slobodan VELEVSKI, Aleksandar RADEVSKI,<br>Dimitar KRSTESKI<br><b>PERSPECTIVES FOR INDUSTRY DEVELOPMENT IN SKOPJE</b>  | <b>238</b> |
| <b><u>RSC-11</u></b> | Zoran MILUTINOVIC, Radmila SALIC MAKRESKA<br><b>UN ASSISTANCE AND CONTRIBUTION TO DEVELOPMENT OF<br/>EARTHQUAKE ENGINEERING – EUROPEAN AND WORLDWIDE</b>  | <b>248</b> |
| <b><u>RSC-12</u></b> | Sandra NEDELJKOVIĆ, Zeljko ZUGIĆ, Mirjana LABAN,<br>Zdravko MAKSIMOVIC<br><b>RISK REGISTER AS A BASIS FOR SUSTAINABLE PUBLIC<br/>INVESTMENTS STRATEGY IN REPUBLIC OF SERBIA</b>   | <b>262</b> |

|                      |  |     |
|----------------------|--|-----|
| <b><u>RSC-13</u></b> | Zabedin NEZIRI, Radmila SALIC MAKRESKA<br><b>COMPARATIVE ANALYSIS OF AVAILABLE EARTHQUAKE CATALOGS FOR THE TERRITORY OF NORTH MACEDONIA AND THE BORDER REGION</b><br>Забедин НЕЗИРИ, Радмила ШАЛИЌ МАКРЕСКА<br><b>КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА ДОСТАПНИ КАТАЛОЗИ НА ЗЕМЈОТРЕСИ ЗА ТЕРИТОРИЈАТА НА С. МАКЕДОНИЈА И ПОГРАНИЧНИОТ РЕГИОН</b>   | 268 |
| <b><u>RSC-14</u></b> | Vasil PENCHEV, Doncho PARTOV<br><b>BRIEF CRITICAL ANALYSIS OF THE NORMATIVE SEISMIC INSURANCE OF BUILDINGS IN THE REPUBLIC OF BULGARIA</b>   | 278 |
| <b><u>RSC-15</u></b> | Borjan PETRESKI, Igor GJORGJIEV, Aleksandar ZHUROVSKI<br><b>THE INFLUENCE OF THE RATIO OF SECTION SIDES OF A RECTANGULAR COLUMN ON SEISMIC RESPONSE OF A RC BUILDING</b><br>Борјан ПЕТРЕСКИ, Игор ЃОРЃИЈЕВ, Александар ЖУРОВСКИ<br><b>ВЛИЈАНИЕ НА ДИМЕНЗИИТЕ НА СТРАНИТЕ НА ПРАВОАГОЛНИ СТОЛБОВИ ВРЗ СЕИЗМИЧКИОТ ОДГОВОР НА АБ ЗГРАДА</b>  | 287 |
| <b><u>RSC-16</u></b> | Irina POSTOLOVA, Zlatko ZAFIROVSKI, Meri CVETKOVSKA, Milos KNEZEVIKJ<br><b>FIRE PROTECTION MEASURES IN TUNNELS</b><br>Ирина ПОСТОЛОВА, Златко ЗАФИРОВСКИ, Мери ЦВЕТКОВСКА, Милош КНЕЖЕВИЌ<br><b>МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА ОД ПОЖАР ВО ТУНЕЛИ</b>  | 295 |
| <b><u>RSC-17</u></b> | Arthur ROSHI, Golubka NECHEVSKA-CVETANOVSKA, Jordan BOJADJIEV<br><b>ENHANCING SEISMIC RESILIENCE OF RC BUILDING COLUMNS USING CFRP</b>   | 305 |
| <b><u>RSC-18</u></b> | Zlatko SRBINOSKI, Zlatko BOGDANOVSKI, Filip KASAPOVSKI, Tome GEGOVSKI, Filip PETROVSKI<br><b>DEFINING REGIONAL GEODYNAMIC PHENOMENA BASED ON MEASUREMENTS IN ACTIVE REFERENCE NETWORKS</b><br>Златко СРБИНОСКИ, Златко БОГДАНОВСКИ, Филип КАСАПОВСКИ, Томе ГЕГОВСКИ, Филип ПЕТРОВСКИ<br><b>ДЕФИНИРАЊЕ НА РЕГИОНАЛНИ ГЕОДИНАМИЧКИ ФЕНОМЕНИ ВРЗ ОСНОВА НА МЕРЕЊА ВО АКТИВНИТЕ РЕФЕРЕНТНИ МРЕЖИ</b> | 314 |
| <b><u>RSC-19</u></b> | Goce TASESKI, Nikola KRSTOVSKI<br><b>INCREASING CITIES RESILIENCE THROUGH IMPROVED STORM WATER MANAGEMENT</b><br>Гоце ТАСЕСКИ, Никола КРСТОВСКИ<br><b>ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА ОТПОРНОСТА НА ГРАДОВИТЕ ПРИ ПОДОБРО УПРАВУВАЊЕ СО АТМОСФЕРСКИТЕ ВОДИ</b>  | 324 |



# **NES** \* *NUMERICAL AND EXPERIMENTAL ANALYSIS OF STRUCTURES*

- NES-1** Aleksandra CHUBRINOVSKA, Denis POPOVSKI, Mile PARTIKOV **332**  
**ANALYSIS OF FRAMING SYSTEMS FOR BOX SECTIONS WITH DISTORTION EFFECTS**  
Александра ЧУБРИНОВСКА, Денис ПОПОВСКИ, Миле ПАРТИКОВ  
**АНАЛИЗА НА СИСТЕМИ НА ВРКУТУВАЊА НА САНДАЧЕСТИ ПРЕСЕЦИ СО ЕФЕКТИ НА ДИСТОРЗИЈА**
- NES-2** Anita GJUKAJ, Petar CVETANOVSKI, Ana TROMBEVA GAVRILOSKA **346**  
**NUMERICAL ANALYSIS OF EXTENDED END-PLATE BOLTED CONNECTION**
- NES-3** Vladimir GOCEVSKI **358**  
**EVALUATION OF HYDROELECTRIC POWERHOUSES FOUNDED ON ALKALI-AGGREGATE REACTION (AAR) AFFECTED CONCRETE**
- NES-4** Isidora JAKOVLJEVIĆ, Milan SPREMIĆ, Zlatko MARKOVIĆ **372**  
**CONCRETE MODELING IN FINITE ELEMENT PUSH-OUT TEST SIMULATIONS**
- NES-5** Dejan JANEV, Toni ARANGJELOVSKI, Darko NAKOV, Goran MARKOVSKI, Peter MARK **382**  
**DYNAMIC BEHAVIOUR OF RC BRIDGES UNDER MOVING LOADS: A SIMPLIFIED NUMERICAL AND ANALYTICAL APPROACH**  
Дејан ЈАНЕВ, Тони АРАНЃЕЛОВСКИ, Дарко НАКОВ, Горан МАРКОВСКИ, Питер МАРК  
**ДИНАМИЧКО ОДНЕСУВАЊЕ НА АБ МОСТОВИ ПОД ДЕЈСТВО НА ПОДВИЖНИ НАТОВАРУВАЊА: ПОЕДНОСТАВЕН НУМЕРИЧКИ И АНАЛИТИЧКИ ПРИСТАП**
- NES-6** Lisa JUSUFI, Lert TARAVARI, Borjan PETRESKI **395**  
**INVESTIGATING THE PROBABILISTIC SEISMIC RISK ASSESSMENT PRINCIPLES THROUGH A TYPICAL CASE STUDY**
- NES-7** Konstantin KAZAKOV, Lena MIHOVA, Doncho PARTOV **405**  
**INTERPRETATION OF BURIED ARCH BRIDGE RESPONSE TO SEISMIC IMPACT**
- NES-8** Toni KITANOVSKI, Vlatko SHESOV, Julijana BOJADJIEVA, Kemal EDIP, Dejan IVANOVSKI **413**  
**EFFECTS OF PRE-EXISTING CYCLIC LOADING ON TRIAXIAL MONOTONIC BEHAVIOR**
- NES-9** Ivan LUKAČEVIĆ, Ivan ĆURKOVIĆ, Andrea RAJIĆ, Vlaho ŽUVELEK **421**  
**BENDING RESISTANCE OF COMPOSITE STEEL-CONCRETE FLOOR SYSTEM MADE OF BUILT-UP COLD-FORMED STEEL ELEMENTS**

|                      |  |     |
|----------------------|--|-----|
| <b><u>NES-10</u></b> | Filip MANOJLOVSKI, Zoran RAKICEVIC, Aleksandra BOGDANOVIC,<br>Antonio SHOKLAROVSKI, Angela POPOSKA<br><b>REPAIR OF REINFORCED CONCRETE COLUMN HINGES BY<br/>         POLYURETHANE JACKETING</b><br>Филип МАНОЈЛОВСКИ, Зоран РАКИЌЕВИЌ, Александра БОГДАНОВИЌ,<br>Антонио ШОКЛАРОВСКИ, Ангела ПОПОСКА<br><b>САНАЦИЈА НА АРМИРАНОБЕТОНСКИ ЈАЗЛИ КАЈ СТОЛБОВИ<br/>         ПРЕКУ ОПШИВКА СО ПОЛИУРЕТАНСКА СМЕСА</b> | 431 |
| <b><u>NES-11</u></b> | Marko MARINKOVIĆ, Christoph BUTENWEG, Aleksa MILIJAŠ, Matija GAMS<br><b>ISOLATION OF INFILL WALLS AS A SOLUTION FOR BOTH<br/>         MASONRY INFILLS AND RC STRUCTURES: EXPERIMENTAL<br/>         INVESTIGATION</b>   | 438 |
| <b><u>NES-12</u></b> | Goran MARKOVSKI, Meri CVETKOVSKA, Vukan NJAGULJ,<br>Leonardo MANTA, Marija DOCEVSKA JOVANOVA<br><b>ANALYSIS OF THE FIRE EXPOSED BRIDGE “BELASICA” IN<br/>         SKOPJE</b>   | 448 |
| <b><u>NES-13</u></b> | Primož MOŽE<br><b>LOAD-DEFORMATION BEHAVIOR OF BOLTED<br/>         BEARING-TYPE CONNECTIONS</b>  | 449 |
| <b><u>NES-14</u></b> | Mladen MUHADINOVIĆ, Duško LUČIĆ<br><b>PREVIOUS AND FURTHER RESEARCH OF BEAM COLUMN JOINT<br/>         IN ALUMINIUM STRUCTURES – COLUMN WEB RESISTANCE IN<br/>         TRANSVERSE COMPRESSION</b>   | 460 |
| <b><u>NES-15</u></b> | Luka NAUMOVSKI, Boris AZINOVIĆ, Tomaž PAZLAR, Matija GAMS<br><b>PUSHOVER-BASED FRAGILITY ANALYSIS OF MULTI-STOREY<br/>         CROSS-LAMINATED TIMBER PLATFORM-TYPE BUILDINGS</b>  | 468 |
| <b><u>NES-16</u></b> | Nikola PETROV, Nurzhan SATUOV, Radmila SALIC MAKRESKA<br><b>UTILIZING AMBIENT NOISE TO EVALUATE POTENTIAL<br/>         RESONANT CONDITIONS IN SEISMIC EVENTS: A CASE STUDY OF<br/>         NOVO LISICHE, SKOPJE</b>  | 476 |
| <b><u>NES-17</u></b> | Angela POPOSKA, Zoran RAKICEVIC, Aleksandra BOGDANOVIC,<br>Antonio SHOKLAROVSKI, Filip MANOJLOVSKI<br><b>NUMERICAL MODELLING OF SELF-CENTERING<br/>         CONCENTRICALLY BRACED STEEL FRAMES</b><br>Ангела ПОПОСКА, Зоран РАКИЌЕВИЌ, Александра БОГДАНОВИЌ,<br>Антонио ШОКЛАРОВСКИ, Филип МАНОЈЛОВСКИ<br><b>НУМЕРИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ НА САМОЦЕНТРИРАЧКА<br/>         ЧЕЛИЧНА РАМКА СО КЛАСИЧНИ ДИЈАГОНАЛИ</b>      | 486 |
| <b><u>NES-18</u></b> | Denis POPOVSKI, Mile PARTIKOV, Ditar MEMEDI<br><b>EVALUATION OF THE BEHAVIOUR FACTOR FOR COMPOSITE<br/>         STEEL-CONCRETE MOMENT FRAMES USING NONLINEAR<br/>         STATIC ANALYSIS</b><br>Денис ПОПОВСКИ, Миле ПАРТИКОВ, Дитар МЕМЕДИ<br><b>ЕВАЛУАЦИЈА НА ФАКТОРОТ НА ОДНЕСУВАЊЕ ЗА<br/>         СПРЕГНАТИ МОМЕНТНИ РАМКИ СО НЕЛИНЕАРНА<br/>         СТАТИЧКА АНАЛИЗА</b>                                 | 494 |

|                      |  |     |
|----------------------|--|-----|
| <b><u>NES-19</u></b> | Denis POPOVSKI, Mile PARTIKOV, Ditar MEMEDI<br><b>ANALYSIS OF STEEL MOMENT FRAME USING NONLINEAR<br/>         STATIC ANALYSIS</b><br>Денис ПОПОВСКИ, Миле ПАРТИКОВ, Дитар МЕМЕДИ<br><b>АНАЛИЗА НА ЧЕЛИЧНА МОМЕНТНА РАМКА СО НЕЛИНЕАРНА<br/>         СТАТИЧКА АНАЛИЗА</b>   | 504 |
| <b><u>NES-20</u></b> | Nikola POSTOLOV, Riste VOLCHEV, Kristina MILKOVA,<br>Koce TODOROV, Elena DUMOVA-JOVANOSKA<br><b>SEISMIC VULNERABILITY OF OPEN GROUND FLOOR<br/>         RC FRAMES WITH MASONRY INFILL</b><br>Никола ПОСТОЛОВ, Ристе ВОЛЧЕВ, Кристина МИЛКОВА,<br>Коце ТОДОРОВ, Елена ДУМОВА-ЈОВАНСКА<br><b>СЕИЗМИЧКА ПОВРЕДЛИВОСТ НА АРМИРАНОБЕТОНСКИ<br/>         РАМКИ СО ОТВОРЕН ПРВ КАТ И ИСПОЛНА ОД СИДАРИЈА</b>  | 514 |
| <b><u>NES-21</u></b> | Pavle RISTESKI, Denis POPOVSKI, Nikola NISEV, Antonio TOMESKI<br><b>EXPERIMENTAL AND ANALYTICAL RESEARCH OF THE<br/>         BEHAVIOUR OF CHEMICAL ANCHORS AS SHEAR CONNECTORS</b><br>Павле РИСТЕСКИ, Денис ПОПОВСКИ, Никола НИСЕВ, Антонио ТОМЕСКИ<br><b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО И АНАЛИТИЧКО ИСТРАЖУВАЊЕ НА<br/>         ОДНЕСУВАЊЕ НА ХЕМИСКИ АНКЕРИ КАКО МОЖДАНИЦИ</b>   | 524 |
| <b><u>NES-22</u></b> | Jelena RISTIC, Zijadin GURI, Danilo RISTIC<br><b>TESTING AND MODELING OF GFRP AND STEEL<br/>         REINFORCED COLUMNS UNDER CYCLIC BENDING<br/>         AND VARYING AXIAL LOADS</b>  | 534 |
| <b><u>NES-23</u></b> | Antonio SHOKLAROVSKI, Aleksandra BOGDANOVIC,<br>Zoran RAKICEVIC, Angela POPOSKA, Filip MANOJLOVSKI<br><b>EXPERIMENTAL TESTS OF BRIDGE STRUCTURES</b><br>Антонио ШОКЛАРОВСКИ, Александра БОГДАНОВИЌ,<br>Зоран РАКИЌЕВИЌ, Ангела ПОПОСКА, Филип МАНОЈЛОВСКИ<br><b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИСПИТУВАЊА НА МОСТОВСКИ<br/>         КОНСТРУКЦИИ</b>   | 544 |
| <b><u>NES-24</u></b> | Nikola SIMOV, Denis POPOVSKI, Nikola NISEV, Antonio TOMESKI<br><b>EXPERIMENTAL AND ANALITICAL RESEARCH<br/>         OF THE BEHAVIOR OF MECHANICAL ANCHORS AS<br/>         SHEAR CONNECTORS</b>   | 555 |
| <b><u>NES-25</u></b> | Angelko STOJANOVSKI, Dragan DUGANOV, Cvetan ZAFIROV,<br>Filip NANEVSKI, Nikola MITOVSKI, Maja BUNDEVSKA,<br>Iva LAZAREVSKA, Tamara GEORGIEVSKA<br><b>DYNAMIC LOADING OF REINFORCED CONCRETE PILES<br/>         ON VIADUCT OF JABUCHKI DOL AND BRIDGE ON<br/>         THE RIVER BLIDESH</b><br>Ангелко СТОЈАНОВСКИ, Драган ДУГАНОВ, Цветан ЗАФИРОВ, Филип<br>НАНЕВСКИ, Никола МИТОВСКИ, Маја БУНДЕВСКА, Ива<br>ЛАЗАРЕВСКА, Тамара ГЕОРГИЕВСКА<br><b>ДИНАМИЧКО ТОВАРЕЊЕ НА АРМИРАНОБЕТОНСКИ КОЛОВИ<br/>         НА ВИЈАДУКТ НА ЈАБУЧКИ ДОЛ И МОСТ НА РЕКА БЛИДЕШ</b> | 566 |

|                      |  |     |
|----------------------|--|-----|
| <b><u>NES-26</u></b> | Petar SUBOTIĆ, Duško LUČIĆ<br><b>THE PATH TO AN ANALYTICAL SOLUTION FOR ELASTIC<br/>         CRITICAL LATERAL TORSIONAL BUCKLING MOMENT FOR<br/>         I BEAMS WITH BATTEN PLATES</b>  | 575 |
| <b><u>NES-27</u></b> | Leart TARAВARI, Lisa JUSUFI, Borjan PETRESKI, Koce TODOROV<br><b>PERFORMANCE-BASED ANALYSIS OF A MULTI-STORY AND<br/>         MULTI-BAY REINFORCED CONCRETE FRAME</b><br>Леарт ТАРАВАРИ, Лиса ЈУСУФИ, Борјан ПЕТРЕСКИ, Коце ТОДОРОВ<br><b>АНАЛИЗА БАЗИРАНА НА ПЕРФОРМАНСИ НА ПОВЕЌЕКАТНА И<br/>         ПОВЕЌЕБРОДНА АРМИРАНОБЕТОНСКА РАМКА</b>  | 582 |
| <b><u>NES-28</u></b> | Leart TARAВARI, Denis POPOVSKI, Mile PARTIKOV<br><b>COMPARATIVE ANALYSES OF THE DESIGN SEISMIC BEHAVIOR<br/>         OF CHARACTERISTIC STEEL FRAMES</b><br>Леарт ТАРАВАРИ, Денис ПОПОВСКИ, Миле ПАРТИКОВ<br><b>СПОРЕДБЕНИ АНАЛИЗИ НА ПРОЕКТНОТО СЕИЗМИЧКО<br/>         ОДНЕСУВАЊЕ НА КАРАКТЕРИСТИЧНИ ЧЕЛИЧНИ РАМКИ</b>   | 592 |
| <b><u>NES-29</u></b> | Leart TARAВARI, Koce TODOROV<br><b>COMPARATIVE ANALYSES OF VARIOUS NONLINEAR<br/>         MODELLING APPROACHES OF REINFORCED<br/>         CONCRETE FRAMES</b><br>Леарт ТАРАВАРИ, Коце ТОДОРОВ<br><b>СПОРЕДБЕНИ АНАЛИЗИ НА РАЗЛИЧНИ ПРИСТАПИ<br/>         ЗА НЕЛИНЕАРНО МОДЕЛИРАЊЕ НА<br/>         АРМИРАНОБЕТОНСКИ РАМКИ</b>   | 602 |
| <b><u>NES-30</u></b> | Marija TODOROVIĆ, Nađa SIMOVIĆ, Ivan GLIŠOVIĆ<br><b>BENDING BEHAVIOUR OF CROSS LAMINATED TIMBER PANELS<br/>         MADE FROM LOCALLY SOURCED SPRUCE WOOD</b>  | 612 |
| <b><u>NES-31</u></b> | Antonio TOMESKI, Marko GJORGJIOSKI, Petar JANEV, Sead ABAZI<br><b>STATIC AND DYNAMIC ANALYSIS OF A SPREAD FOUNDATION<br/>         ACCORDING TO EUROCODE</b><br>Антонио ТОМЕСКИ, Марко ЃОРЃИОСКИ, Петар ЈАНЕВ, Сеад АБАЗИ<br><b>СТАТИЧКА И ДИНАМИЧКА АНАЛИЗА НА ТЕМЕЛ САМЕЦ<br/>         СПОРЕД ЕВРОКОД</b>   | 622 |
| <b><u>NES-32</u></b> | Zlatko ZAFIROVSKI, Vasko GACEVSKI, Ivona NEDEVSKA,<br>Riste RISTOV, Slobodan OGNJENOVIC, Bojan SUSINOV, Sead ABAZI<br><b>NUMERICAL ANALYSIS OF A HYDROTECHNICAL TUNNEL IN<br/>         THE TORANICA MINE ASSEMBLY</b><br>Златко ЗАФИРОВСКИ, Васко ГАЦЕВСКИ, Ивона НЕДЕВСКА,<br>Ристе РИСТОВ, Слободан ОГЊЕНОВИЌ, Бојан СУСИНОВ, Сеад АБАЗИ<br><b>НУМЕРИЧКА АНАЛИЗА НА ХИДРОТЕХНИЧКИ ТУНЕЛ ВО<br/>         СКЛОП НА РУДНИКОТ ТОРАНИЦА</b> | 631 |

# CM\*

## **CONTEMPORARY METHODS FOR STRUCTURAL DESIGN AND CONSTRUCTION**

- CM-1** Petar JANEV, Marko GJORGJIOSKI, Darko NAKOV, 639  
Toni ARANGJELOVSKI  
**COMPARISON OF DESIGN OF RECTANGULAR CROSS SECTIONS  
REINFORCED ONLY IN THE TENSION ZONE ACCORDING TO  
PBAВ/87 AND EUROCODE 2**  
Петар ЈАНЕВ, Марко ЃОРЃИОСКИ, Дарко НАКОВ,  
Тони АРАНЃЕЛОВСКИ  
**СПОРЕДБА НА ДИМЕНЗИОНИРАЊЕ НА ПРАВОАГОЛНИ  
ПРЕСЕЦИ АРМИРАНИ САМО ВО ЗАТЕГНАТА ЗОНА СПОРЕД  
ПБАВ/87 И ЕВРОКОД 2**
- CM-2** Emil KOCHOVSKI 649  
**SKI HUT “TRIFKOVA KOLIBA” MAVROVO – DESIGN OF STEEL  
FOR THE THIN MOUNTAIN AIR**
- CM-3** Marijana LAZAREVSKA, Vasko GACEVSKI 655  
**DETERMINATION OF CRITICAL PATH IN FUZZY  
NETWORK DIAGRAMS**
- CM-4** Teodora MIHAJLOVSKA, Elena DUMOVA-JOVANOSKA, 661  
Ana TROMBEVA-GAVRILOSKA  
**FORM-FINDING OF AN ENVELOPE OF A DOUBLE-LAYER SHELL  
SUBJECTED TO SEISMIC LOADING**  
Теодора МИХАЈЛОВСКА, Елена ДУМОВА-ЈОВАНОВСКА,  
Ана ТРОМБЕВА-ГАВРИЛОВСКА  
**ПРОНАОЃАЊЕ НА ФОРМА НА ЛУШПИ СО ГОЛЕМИ РАСПОНИ  
ПОД ДЕЈСТВО НА СЕИЗМИЧКА СИЛА**
- CM-5** Ivan MILIĆEVIĆ, Milica VIDOVIĆ, Jelena DRAGAŠ, 671  
Branko MILOSAVLJEVIĆ  
**BEHAVIOUR AND DESIGN OF BOLTED CONNECTORS WITH  
MECHANICAL COUPLER: AN OVERVIEW**
- CM-6** Goran MILUTINOVIĆ, Duško BOBERA 681  
**COMPARATIVE ANALYSES OF BRIDGE PIER CAP USING  
STRUT-AND-TIE AND BEAM MODEL**
- CM-7** Jelena MIRJANIĆ, Vladimir ŽIVALJEVIĆ, Igor DŽOLEV, Andrija RAŠETA 691  
**INFLUENCE OF NON-LINEAR MATERIAL MODELS ON SEISMIC  
RESPONSE OF RC BUILDING**
- CM-8** Nikola NISEV, Ana TROMBEVA-GAVRILOSKA, Denis POPOVSKI 697  
**LIFE CYCLE ASSESSMENT FOR CONSTRUCTION OF AN  
ENCLOSED SWIMMING POOL**  
Никола НИСЕВ, Ана ТРОМБЕВА ГАВРИЛОВСКА, Денис ПОПОВСКИ  
**ПРОЦЕНКА НА ЖИВОТЕН ЦИКЛУС ЗА КОНСТРУКЦИЈА НА  
ЗАТВОРЕН БАЗЕН**

---

\* in alphabetic order of the first author's surname

|                     |   |            |
|---------------------|---|------------|
| <b><u>CM-9</u></b>  | Nenad PEČIĆ, Saša STOŠIĆ, Snežana MAŠOVIĆ, Dragan MAŠOVIĆ<br><b>SHEAR DESIGN OF CIRCULAR CONCRETE SECTIONS<br/>ACCORDING TO THE EC2 TRUSS MODEL</b>   | <b>707</b> |
| <b><u>CM-10</u></b> | Marija PETKOVSKA, Zlatko ZAFIROVSKI<br><b>PERFORMANCE EXPERIENCES FOR DIVERSION TUNNELS AT<br/>DAMS WITH ACCUMULATION</b><br>Марија ПЕТКОВСКА, Златко ЗАФИРОВСКИ<br><b>ИСКУСТВА ПРИ ИЗВЕДБА НА ОПТОЧНИ ТУНЕЛИ КАЈ БРАНИ<br/>СО АКУМУЛАЦИЈА</b>  | <b>717</b> |
| <b><u>CM-11</u></b> | Emilija RISTOVA, Darko NAKOV<br><b>INFLUENCE OF SEISMIC HAZARD AND IMPORTANCE<br/>CLASS ON THE BEHAVIOR OF REINFORCED CONCRETE<br/>STRUCTURAL ELEMENTS</b>  | <b>726</b> |
| <b><u>CM-12</u></b> | Angelko STOJANOVSKI, Toni ARANGJELOVSKI,<br>Denis POPOVSKI, Darko NAKOV<br><b>COMPARISON OF COMPLETELY AND PARTIALLY CONCRETED<br/>COMPOSITE COLUMNS ACCORDING TO EUROCODE 4</b><br>Ангелко СТОЈАНОВСКИ, Тони АРАНЃЕЛОВСКИ,<br>Денис ПОПОВСКИ, Дарко НАКОВ<br><b>СПОРЕДБА НА ЦЕЛОСНО И ДЕЛУМНО БЕТОНИРАНИ<br/>СПРЕГНАТИ СТОЛБОВИ ПО ЕВРОКОД 4</b> | <b>736</b> |
| <b><u>CM-13</u></b> | Angelko STOJANOVSKI, Toni ARANGJELOVSKI, Denis POPOVSKI,<br>Darko NAKOV<br><b>COMPARISON OF CODE FOR DESIGN AND ANALYSIS OF<br/>COMPOSITE COLUMNS</b><br>Ангелко СТОЈАНОВСКИ, Тони АРАНЃЕЛОВСКИ, Денис ПОПОВСКИ,<br>Дарко НАКОВ<br><b>COMPARISON OF CODE FOR DESIGN AND ANALYSIS OF<br/>COMPOSITE COLUMNS</b>                                     | <b>745</b> |
| <b><u>CM-14</u></b> | Nenad STOJCHEVSKI, Jovana VELICHKOVA<br><b>PROJECT FOR NEW BRIDGES OVER THE ELBE<br/>RIVER IN MAGDEBURG</b><br>Ненад СТОЈЧЕВСКИ, Јована ВЕЛИЧКОВА<br><b>ПРОЕКТ ЗА НОВИ МОСТОВИ НАД РЕКАТА ЕЛБА ВО<br/>МАГДЕБУРГ</b>   | <b>755</b> |
| <b><u>CM-15</u></b> | Elena STOKUCA, Marija STOKUCA TERZIEVSKA<br><b>INSTALLATION OF STEEL TRANSVERSE BEAMS UNDER THE<br/>PYLON OF THE RHINE BRIDGE IN LEVERKUSEN</b><br>Елена СТОКУЌА, Марија СТОКУЌА ТЕРЗИЕВСКА<br><b>МОНТАЖА НА ЧЕЛИЧНИ ПОПРЕЧНИ НОСАЧИ ПОД ПИЛОН<br/>НА МОСТОТ РАЈНА ВО ЛЕВЕРКУЗЕН</b>  | <b>761</b> |

|                     |   |     |
|---------------------|---|-----|
| <b><u>CM-16</u></b> | Bojan SUSINOV, Josif JOSIFOVSKI, Sead ABAZI<br><b>PILE BEARING CAPACITY CALCULATION USING RESULTS FROM STATIC AND DYNAMIC LOAD TESTS ACCORDING TO EUROCODE 7</b><br>Бојан СУСИНОВ, Јосиф ЈОСИФОВСКИ, Сеад АБАЗИ<br><b>НОСИВОСТ НА КОЛОВИ ПРЕСМЕТАНА ОД РЕЗУЛТАТИ ДОБИЕНИ ОД СТАТИЧКО И ДИНАМИЧКО ПРОБНО ИСПИТУВАЊЕ СПОРЕД ЕВРОКОД 7</b> | 769 |
| <b><u>CM-17</u></b> | Mladen ULIĆEVIĆ, Jovan FURTULA, Ana PETRANOVIĆ<br><b>EXTRADOSED BRIDGE OVER MORAČA RIVER IN PODGORICA - DESIGN AND CONSTRUCTION</b>   | 777 |
| <b><u>CM-18</u></b> | Todor VACEV, Danijela ĐURIĆ MIJOVIĆ, Miloš MILIĆ, Andrija ZORIĆ<br><b>ANALYSIS OF WIND ACTION ON CONTAINER STACKS ACCORDING TO EC STANDARDS</b>   | 785 |
| <b><u>MRS</u></b> * | <b><i>MAINTENANCE, REPAIR AND STRENGTHENING OF STRUCTURES</i></b>   |     |
| <b><u>MRS-1</u></b> | Festim ADEMI, Elena DUMOVA-JOVANOSKA, Sergey CHURILOV, Enis JAKUPI<br><b>SEISMIC RETROFIT OF MASONRY WALLS USING REPOINTING</b>   | 795 |
| <b><u>MRS-2</u></b> | Ana BARIČEVIĆ, Antonija OCELIĆ, Zvezdana MATUZIĆ, Miljenko VUČIĆ<br><b>SULPHATE RESISTANCE OF WOOD-BIOMASS-ASH INJECTION GROUT</b>  | 802 |
| <b><u>MRS-3</u></b> | Shpresim IBRAIMI, Boris TANESKI, Miroslav NASTEV, Stanislav MILOVANOVIC<br><b>1963 SKOPJE EARTHQUAKE: OBSERVED DAMAGE TO BUILDINGS</b><br>Шпресим ИБРАИМИ, Борис ТАНЕСКИ, Мирослав НАСТЕВ, Станислав МИЛОВАНОВИЌ<br><b>ЗЕМЈОТРЕСОТ ВО СКОПЈЕ ОД 1963: АНАЛИЗА НА ОШТЕТУВАЊА НА ОБЈЕКТИТЕ</b>  | 812 |
| <b><u>MRS-4</u></b> | Emil KOCHOVSKI<br><b>ALL ALONG THE WATCHTOWER</b>   | 822 |
| <b><u>MRS-5</u></b> | Nenad KRSTIVOJEVIĆ<br><b>DESIGN AND SUPERVISION ON THE CONSERVATION WORKS ON THE REHABILITATION OF THE RESIDENCE GEORGIJEVIC</b>  | 828 |
| <b><u>MRS-6</u></b> | Vladan PANTIĆ, Vlastimir RADONJANIN, Mirjana MALEŠEV, Slobodan ŠUPIĆ, Ivan LUKIĆ, Zoran BRUJIĆ<br><b>THE ASSESSMENT OF THE LOAD-BEARING STRUCTURE OF STADIUM “RFC NOVI SAD”</b>   | 838 |

---

\* in alphabetic order of the first author's surname

|                     |  |            |
|---------------------|--|------------|
| <b><u>MRS-7</u></b> | Predrag POPOVIC<br><b>ASSESSMENT AND REHABILITATION OF COLLAPSED FIRE<br/>DAMAGED CONCRETE STRUCTURES</b>  | <b>846</b> |
| <b><u>MRS-8</u></b> | Boško STEVANOVIĆ, Ivan GLIŠOVIĆ, Dragoljub TODOROVIĆ<br><b>PALACE OF GOLUBAC FORTRESS</b>  | <b>855</b> |
| <b><u>MRS-9</u></b> | Borče VELJANOVSKI, Jovan Br. PAPIĆ, Andrea TANEVSKI<br><b>REGENERATING THE SKOPJE AQUEDUCT</b><br>Борче ВЕЉАНОВСКИ, Јован Бр. ПАПИЌ, Андреа ТАНЕВСКИ<br><b>РЕГЕНЕРАЦИЈА НА АКВАДУКТОТ ВО СКОПЈЕ</b>  | <b>863</b> |
| <b><u>RDS</u></b> * | <b><i>RELIABILITY AND DURABILITY OF<br/>STRUCTURES</i></b>   |            |
| <b><u>RDS-1</u></b> | Kenneth C. CRAWFORD<br><b>RC BRIDGE FAILURES IN EARTHQUAKES</b>  | <b>873</b> |
| <b><u>RDS-2</u></b> | Sofija DUSHANOVSKA, Aleksandar BOGOEVSKI,<br>Dragan DIMITRIEVSKI, Katerina VELESKA<br><b>INFLUENCE OF THE ENVIRONMENT ON THE CONCRETE COVER</b><br>Софија ДУШАНОВСКА, Александар БОГОЕВСКИ,<br>Драган ДИМИТРИЕВСКИ, Катерина ВЕЛЕСКА<br><b>ВЛИЈАНИЕ НА СРЕДИНАТА ВРЗ ЗАШТИТНИОТ СЛОЈ</b>   | <b>883</b> |
| <b><u>RDS-3</u></b> | Elena DUMOVA-JOVANOSKA, Grozde ALEKSOVSKI,<br>Liljana DENKOVSKA, Sergey CHURILOV, Kristina MILKOVA,<br>Simona BOGOEVSKA<br><b>SEISMIC VULNERABILITY OF PRE-CODE MASONRY BUILDINGS,<br/>PROJECT SEISMOWALL</b><br>Елена ДУМОВА-ЈОВАНОВСКА, Грозде АЛЕКСОВСКИ,<br>Лилјана ДЕНКОВСКА, Сергеј ЧУРИЛОВ, Кристина МИЛКОВА,<br>Симона БОГОЕВСКА<br><b>СЕЙЗМИЧКА ПОВРЕДЛИВОСТ НА СИДАНИ КОНСТРУКЦИИ<br/>ПРЕД ПОСТОЕЊЕ ПРОПИСИ ЗА СЕЙЗМИЧКО<br/>ПРОЕКТИРАЊЕ, ПРОЕКТ СЕЙЗМОСИД</b> | <b>890</b> |
| <b><u>RDS-4</u></b> | Radimir FOLIĆ, Zoran BRUJIĆ<br><b>NEW TENDENCIES IN DESIGNING DURABILITY OF<br/>CONCRETE STRUCTURES</b>  | <b>896</b> |
| <b><u>RDS-5</u></b> | Visar KRELANI, Muhamet AHMETI, Driton KRYEZIU,<br>Liberato FERRARA, Theodor MENTZIKOFAKIS<br><b>INCREASED DURABILITY FOR CONCRETE STRUCTURES UNDER<br/>SEVERE CONDITIONS BY USING CRYSTALLINE ADMIXTURES</b>   | <b>906</b> |
| <b><u>RDS-6</u></b> | Goran MILUTINOVIC, Rade HAJDIN, Ivana ANDRIJANIC,<br>Milos MILOSAVLJEVIC, Marko BAJIC<br><b>OVERVIEW OF BRIDGE TRAFFIC LOADS IN SERBIA<br/>USING B-WIM</b>   | <b>917</b> |

---

\* in alphabetic order of the first author's surname



**RDS-7** Kaltrina SPAHIU 927  
CLAY IN BUILDING FACADES

**SHM**\* *STRUCTURAL HEALTH MONITORING,  
PERFORMANCE AND DAMAGE  
ASSESSMENT*

**SHM-1** Hassan AWADAT SALEM 932  
A COMPARATIVE STUDY ON THE METHODS OF MIXING  
THE MODIFIED ASPHALT

**SHM-2** Shpresim IBRAIMI, Stanislav MILOVANOVIC, Grozde ALEKSOVSKI, 941  
Boris TANESKI, Zoran ALTIPARMAKOV  
RECONSTRUCTION OF THE XI CENTURY CATHEDRAL CHURCH  
AT KALE FORTRESS BITOLA  
Шпресим ИБРАИМИ, Станислав МИЛОВАНОВИЌ, Грозде  
АЛЕКСОВСКИ, Борис ТАНЕСКИ, Зоран АЛТИПАРМАКОВ  
РЕКОНСТРУКЦИЈА НА КАТЕДРАЛНА ЦРКВА ОД XI ВЕК НА  
ЛОКАЛИТЕТ КАЛЕ БИТОЛА

**SHM-3** Novak JOKSIMOVIĆ, Ljiljana BRAJOVIĆ 951  
CHALLENGES AND POTENTIAL OF FIBER OPTIC SENSORS FOR  
STRUCTURAL HEALTH MONITORING OF BRIDGES: A REVIEW

**SHM-4** Mirjana LABAN, Sandra NEDELJKOVIĆ, Željko ŽUGIĆ, Miloš KNEŽEVIĆ 962  
POST DISASTER NEEDS ASSESSEMENT METHODOLOGY

**SHM-5** Riste VOLCHEV, Nikola POSTOLOV, Koce TODOROV, Ljupcho LAZAROV 973  
OVERVIEW OF THE DAMAGES TO THE AQUEDUCT IN SKOPJE

**MMT**\* *MODERN MATERIALS AND  
TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT*

**MMT-1** Hassan AWADAT SALEM 982  
DEVELOPMENT OF PAVEMENT TEMPERATURE REGRESSION  
MODELS AT BRAK, LIBYA

**MMT-2** Olivera BUKVIĆ, Mirjana MALEŠEV, Marijana SERDAR, 990  
Suzana DRAGANIĆ, Vlastimir RADONJANIN  
FEASIBILITY OF USING SUNFLOWER HUSK ASH AS AN  
ALTERNATIVE ACTIVATOR FOR ALKALI-ACTIVATED SLAG

**MMT-3** Vesna BULATOVIĆ, Tiana MILOVIĆ, Anka STARČEV-ĆURČIN 998  
EVALUATION OF SULFATE RESISTANCE OF CONCRETE WITH  
RCA THROUGH LENGTH CHANGE AND THERMAL ANALYSIS

---

\* in alphabetic order of the first author's surname

|                      |  |             |
|----------------------|--|-------------|
| <b><u>MMT-4</u></b>  | Radovan CVETKOVIĆ, Stefan CONIĆ, Dragoslav STOJIĆ,<br>Nemanja MARKOVIĆ<br><b>COMPOSITE STRUCTURES TYPE OF CROSS LAMINATED<br/>TIMBER AND CONCRETE</b>  | <b>1006</b> |
| <b><u>MMT-5</u></b>  | Ksenija JANKOVIĆ, Dragan BOJOVIĆ, Marko STOJANOVIĆ,<br>Anja TERZIĆ, Srboljub STANKOVIĆ<br><b>THE PROPERTIES OF HEAVYWEIGHT SELF-COMPACTING<br/>CONCRETE ON WATER PENETRATION UNDER PRESSURE</b>  | <b>1014</b> |
| <b><u>MMT-6</u></b>  | Milica JOVANOSKA-MITREVSKA, Todorka SAMARDZIOSKA,<br>Aleksandar MILENKOVIC, Danica BOLJEVIC<br><b>METAMATERIAL-BASED LIGHTWEIGHT DOUBLE WALL FOR<br/>LOW FREQUENCY NOISE REDUCTION</b><br>Милица ЈОВАНОСКА-МИТРЕВСКА, Тодорка САМАРЏИОСКА,<br>Александар МИЛЕНКОВИЌ, Даница БОЉЕВИЌ<br><b>ЛЕСЕН ДВОСЛОЕН СИД СО ЗГОЛЕМЕНА ЗВУЧНА ИЗОЛАЦИЈА<br/>ВО НИСКОТО ФРЕКВЕНТНО ПОДРАЧЈЕ ПРОЕКТИРАН ВРЗ<br/>ОСНОВА НА КОНЦЕПТОТ НА МЕТАМАТЕРИЈАЛИ</b> | <b>1021</b> |
| <b><u>MMT-7</u></b>  | Marija MIHAJLOVIĆ, Ljiljana STOŠIĆ MIHAJLOVIĆ<br><b>GREEN CONSTRUCTION AND GREEN CIRCULAR ECONOMY</b>  | <b>1031</b> |
| <b><u>MMT-8</u></b>  | Tiana MILOVIĆ, Mirjana MALEŠEV, Ivan LUKIĆ, Vesna BULATOVIĆ,<br>Vlastimir RADONJANIN<br><b>MECHANICAL, PHYSICAL AND DEFORMATION PROPERTIES OF<br/>REPAIR CEMENT-BASED MORTARS CONTAINING ZEOLITE</b>   | <b>1042</b> |
| <b><u>MMT-9</u></b>  | Stefan Ž. MITROVIĆ, Ivan IGNJATOVIĆ<br><b>HARDENED PROPERTIES OF 3D PRINTED CONCRETE –<br/>EXPERIMENTAL INVESTIGATION</b>  | <b>1052</b> |
| <b><u>MMT-10</u></b> | Mihail NAUMOVSKI, Marijana LAZAREVSKA<br><b>ENVIRONMENT AS AN ASPECT OF LIFE CYCLE ASSESSMENT<br/>ANALYSIS TOWARDS SUSTAINABLE BUILDINGS</b>   | <b>1065</b> |
| <b><u>MMT-11</u></b> | Marija PETROVA<br><b>REVIVING VERTICAL LIVING: DEVELOPMENT OF<br/>RESIDENTIAL TOWERS IN MACEDONIAN CITIES</b><br>Марија ПЕТРОВА<br><b>ЗАЖИВУВАЊЕ НА ДОМУВАЊЕТО ВО ВЕРТИКАЛА: РАЗВОЈОТ<br/>НА СТАНБЕНИТЕ КУЛИ ВО МАКЕДОНСКИТЕ ГРАДОВИ</b>   | <b>1075</b> |
| <b><u>MMT-12</u></b> | Goce PRANGOVSKI, Suzana ARANGJELOVSKA, Nikola TRPESKI,<br>Marija MENCHEVSKA, Gjorgji GOSHEV<br><b>INFLUENCE OF WASTE ASH FROM COMBUSTED WOOD<br/>BIOMASS ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL<br/>CHARACTERISTICS OF CONCRETE</b><br>Гоце ПРАНГОВСКИ, Сузана АРАНЃЕЛОВСКА, Никола ТРПЕСКИ,<br>Марија МЕНЧЕВСКА, Ѓорѓи ГОШЕВ<br><b>ВЛИЈАНИЕ НА ПЕПЕЛ ОД СОГОРЕНА ДРВЕНА БИОМАСА ВРЗ<br/>ФИЗИЧКО-МЕХАНИЧКИТЕ КАРАКТЕРИСТИКИ НА БЕТОН</b>           | <b>1087</b> |

- MMT-13** Adriana SALLES, Rand ASKAR, Camila CERVANTES, Luis BRAGANÇA, Meri CVETKOVSKA **1096**  
**CREATING A ROADMAP TOWARDS CIRCULARITY IN THE BUILT ENVIRONMENT**
- MMT-14** Todorka SAMARDZIOSKA, Andrea VELKOVA, Ivan NAUMOVSKI **1109**  
**THERMAL PROPERTIES OF SUSTAINABLE CEMENTITIOUS COMPOSITES WITH STRAW**  
 Тодорка САМАРЦИОСКА, Андреа ВЕЛКОВА, Иван НАУМОВСКИ  
**ТОПЛИНСКИ СВОЈСТВА НА ОДРЖЛИВИ ЦЕМЕНТНИ КОМПОЗИТИ СО СЛАМА**
- MMT-15** Dragana STANOJEVIĆ, Vladimir MUČENSKI, Milena SENJAK PEJIĆ, Mirjana TERZIĆ, Panta KRSTIĆ **1119**  
**ANALYSIS OF CARBON FOOTPRINT IN CERTAIN PHASES OF THE CONSTRUCTION PROJECT**
- MMT-16** Irina STEFANOVSKA **1127**  
**STIMULATED AUTOGENOUS SELF-HEALING OF CEMENT MATERIALS USING FLY ASH AND CRYSTAL FORMING ADDITIVES**  
 Ирина СТЕФАНОВСКА  
**СТИМУЛИРАНО АВТОГЕНО САМО-ЗАЛЕКУВАЊЕ НА ЦЕМЕНТНИ МАТЕРИЈАЛИ СО ПРИМЕНА НА ЛЕТЕЧКА ПЕПЕЛ И КРИСТАЛО-ОБРАЗУВАЧКИ АДТИВИ**
- MMT-17** Stojanche STOJANOV, Ljubomir TRAJCHEV **1137**  
**WATERPROOFING OF CONCRETE BRIDGES WITH POLYMER-MODIFIED BITUMINOUS MEMBRANES**  
 Стојанче СТОЈАНОВ, Љубомир ТРАЈЧЕВ  
**ХИДРОИЗОЛАЦИЈА НА БЕТОНСКИ МОСТОВИ СО ПОЛИМЕР-МОДИФИЦИРАНИ БИТУМЕНСКИ ЛЕНТИ**
- MMT-18** Marko STOJANOVIĆ, Lana ANTIĆ ARANĐELOVIĆ, Dragan BOJOVIĆ, Ksenija JANKOVIĆ **1145**  
**THE INFLUENCE OF STEEL FIBERS OBTAINED BY RECYCLING WASTE TIRES ON THE PROPERTIES OF CONCRETE**
- MMT-19** Milica STOJKOVIĆ, Marina AŠKRABIĆ, Aleksandar RADEVIĆ, Aleksandar SAVIĆ, Dimitrije ZAKIĆ **1151**  
**SOLIDIFIED WASTE WATER TREATED SLUDGE AS PARTIAL REPLACEMENT OF CEMENT IN CONCETE COMPOSITES**
- MMT-20** Slobodan ŠUPIĆ, Gordana BROĆETA, Mirjana MALEŠEV, Anđelko CUMBO, Vladan PANTIĆ, Ivan LUKIĆ, Marina LATINOVIĆ **1161**  
**DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY CORN COB ASH BLENDED CEMENT MORTAR**
- MMT-21** Arta SYLEJMANI, Ivana BANJAD PEČUR, Bojan MILOVANOVIĆ **1170**  
**PROPERTIES AND CHARACTERISTICS OF EXPANDED POLYSTYRENE INSULATION AND ITS USE IN BUILDINGS**

**MMT-22** Anja TERZIĆ, Ksenija JANKOVIĆ 1183  
**THE DESIGN OF CEMENTITIOUS COMPOSITES WITH  
ADVANCED THERMAL PROPERTIES**

**BIM**\* ***BIM TECHNOLOGIES IN STRUCTURAL  
ENGINEERING***

**BIM-1** Roberta APOSTOLSKA, Lars ABRAHAMCZYK, Ruediger HÖFFER, 1189  
Davorin PENAVA, Nuno LOPES, Uwe KAHLER, Mahsa MIRBOLAND,  
Peshawa. L. HASAN, Filip MANOJLOVSKI  
**EDUCATIONAL NETWORK FOR VIRTUAL LABORATORY  
EXPERIMENTS IN STRUCTURAL ENGINEERING**

**BIM-2** Sonja CHEREPNALKOVSKA, Dijana LIKAR 1197  
**DIGITALIZATION IN CONSTRUCTION -BIM TECHNOLOGY**  
Соња ЧЕРЕПНАЛКОВСКА, Дијана ЛИКАР  
**ДИГИТАЛИЗАЦИЈА ВО ГРАДЕЖНИШТВОТО-  
БИМ ТЕХНОЛОГИЈА**

**BIM-3** Liljana DIMEVSKA SOFRONIEVSKA, Ana TROMBEVA-GAVRILOSKA, 1205  
Meri CVETKOVSKA, Bojan KARANAKOV, Dobre NIKOLOVSKI  
**THE IMPORTANCE OF COMPUTER SOFTWARE IN BUILDINGS'  
ENERGY PERFORMANCE ANALYSIS**  
Лилјана ДИМЕВСКА СОФРОНИЕВСКА, Ана ТРОМБЕВА  
ГАВРИЛОСКА, Мери ЦВЕТКОВСКА, Бојан КАРАНАКОВ, Добре  
НИКОЛОВСКИ  
**ЗНАЧЕЊЕТО НА КОМПЈУТЕРСКИТЕ СОФТВЕРИ ВО  
АНАЛИЗАТА НА ЕНЕРГЕТСКИ ПЕРФОРМАНСИ НА ЗГРАДИ**

**BIM-4** Angel MAČEVSKI, Dušan ROŽIČ, Milan KUHTA 1215  
**PARAMETRIC BIM WORKFLOW FOR BRIDGE DESIGN**  
Ангел МАЧЕВСКИ, Душан РОЖИЧ, Милан КУХТА  
**ПАРАМЕТРИЧЕН БИМ РАБОТЕН ТОК ЗА  
ПРОЕКТИРАЊЕ МОСТОВИ**

**BIM-5** Teodora PANAJOTOVIKJ, Silviya PETRESKA, Boban BOJCHEVSKI, 1225  
Boris TASEVSKI  
**IMPLEMENTATION OF 3D MODELING (BIM) FROM  
DESIGN TO EXECUTION**  
Теодора ПАНАЈОТОВИЌ, Силвија ПЕТРЕСКА, Бобан БОЈЧЕВСКИ,  
Борис ТАСЕВСКИ  
**ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА 3Д МОДЕЛИРАЊЕ (BIM) ОД ФАЗА НА  
ПРОЕКТИРАЊЕ ДО ИЗВЕДБА**

**BIM-6** Aleksandar PETROVSKI, Aleksandar ANDJELKOVIC, 1231  
Roman RABENSEFIER, Norbert HARMATHY  
**COMPARISON OF TOOLS FOR SUSTAINABLE BUILDINGS'  
DESIGN OPTIMIZATION**

---

\* in alphabetic order of the first author's surname



**ДГКМ**  
ДРУШТВО НА  
ГРАДЕЖНИТЕ  
КОНСТРУКТОРИ НА  
МАКЕДОНИЈА

Партизански одреди 24,  
П. Фах 560, 1000 Скопје  
Северна Македонија

**MASE**  
MACEDONIAN  
ASSOCIATION OF  
STRUCTURAL  
ENGINEERS

Partizanski odredi 24,  
P. Box 560, 1000 Skopje  
North Macedonia

**RSC-16**



mase@gf.ukim.edu.mk  
http://mase.gf.ukim.edu.mk

## МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА ОД ПОЖАР ВО ТУНЕЛИ

Ирина ПОСТОЛОВА<sup>1</sup>, Златко ЗАФИРОВСКИ<sup>2</sup>, Мери ЦВЕТКОВСКА<sup>2</sup>,  
Милош КНЕЖЕВИЌ<sup>3</sup>

### АПСТРАКТ

Се повеќе тунели се градат со цел да ни овозможат конекција и пат преку планини или тешки надворешни предели. Во исто време, сообраќајот се зголемува низ постоечките тунели, Како последица на ова, безбедноста во тунелите станува се поголем проблем. Растечката мобилност и забрзаниот развој на обемот на сообраќај во социјалните заедници покажуваат дека изградбата на модерни и ефикасни тунели ќе биде експлоатирана уште долго време. Притоа, се планираат и се градат подолги и посложени, постројки во тунели или постоечките се модернизирани. Поради тешките сообраќајни несреќи со пожари и сериозни материјални штети, како и загуби на човечки животи, започнати се бројни дискусии за стандардите за безбедност од пожари во тунели при проектирање на конструкцијата кои се водат од сценарио за можни несреќи со пожар, бидејќи пожарот претставува најголем ризик за луѓето, возилата и конструкцијата, поради проектираното ограничување на тунелот кое претставува причина за отежнати бегства, спасувања и дополнителна реконструкција.

Целта на трудот е да се укаже на улогата, неопходноста и значењето на мерките за заштита при проектирање на безбедносни излези во итни случаи, изолација на оптоварувањето со пожар во премини за спасување, спасување и одржување на функционалноста на електрични инсталации, основни безбедносни системи во подземните сообраќајни инсталации, значењето на техничките системите за противпожарна заштита, техничките решенија за вентилација и останати мерки за заштита од пожари во тунели преку конкретен пример.

**Клучни зборови:** пожари во тунели; мерки за заштита; вентилација; електро-техничка опрема; системи за гаснење.

<sup>1</sup> Дипломиран градежен инженер, Република Северна Македонија,

<sup>2</sup> Градежен факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Република Северна Македонија,

<sup>3</sup> Градежен факултет во Подгорица, Универзитет во Црна Гора

## 1. ВОВЕД

Дел од Јадранско-Јонскиот Автопат (ЈЈА) преку Република Црна Гора, нагласен како Медитерански коридор – Патна мрежа бр.8. ЈЈА во Република Црна Гора поминува покрај три најголеми приморски градови, а сите тие имаат многу густ сообраќај: Херцег Нови, Будва и Бар. Обиколницата околу овие градови, чија изградба се планира се составен дел на ЈЈА.

Брза сообраќајница, обиколница Будва е во должина од 30km и се состои од три делници: северна (должина околу 8km), средна (должина околу 13km) и јужна (должина околу 9km) на кои е предвидена изградба на вкупно 8 двонасочни тунели и тоа:

- северна делница спрема Котор: 2 тунела,
- средна делница: 5 тунела,
- јужна делница према Петровец: 1 тунел.

Табела 1. Тунел на јужна делница на сообраќајната Обиколница на Будва

| Број и име на тунелот | Десна цевка<br>Влезен портал | Десна цевка<br>Излезен портал | Должина на цевка (m) | Нагиб на терен | Лева цевка<br>Влезен портал | Лева цевка<br>Излезен портал | Должина на цевка (m) | Нагиб на терен |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------|----------------|
| Тунел Тудоровиќи      | Км 3+742,00                  | Км 6+620,00                   | L = 2.878 m          | +1 %           | Км 3+665,00                 | Км 6+607,00                  | L = 2.942m           | -1 %           |

Тунелот Тудоровиќи (TN1) се наоѓа на северниот дел од обиколницата Будва, како дел од Јадранската магистрала за брз моторизиран сообраќај. Стационажата на тунелот за десната цевка km 3+742,00 – km 6+620,00, а за левата цевка km 3+665,00 – km 6+607,00. Тунелот ќе биде изграден како тунел со две цевки со еднонасочен сообраќај во секоја цевка и две ленти по правец. Тунелските цевки ќе бидат меѓусебно поврзани со 10 попречни премини за пешаци и 1 премин за возила за итни случаи, наменети за евакуација на патници од една во друга цевка како и за пристап на службите за итни случаи.

## 2. НАМЕНА И ГОЛЕМИНА

Тунелот Тудоровиќи, кој се наоѓа на Јужната делница на обиколницата Будва, припаѓа на групата сообраќајни објекти и служи за двонасочен патен сообраќај. Тунелот се состои од две тунелски цевки, еднонасочен сообраќај со две коловозни ленти и попречен пешачки премин. Сообраќајните тунели општо, како и патните тунели не може да ги разгледуваме само како капитали градежни објекти во сообраќајната инфраструктура, туку тие претставуваат техничко-технолошка целина. Овде посебно се нагласуваат карактеристиките на тунелот како технолошка целина, затоа што уредите во него, опремата и системите вршат разни процеси со сложена интеракција на кои заедничка цел им е сигурно, непрекинато и ефикасно одвивање на сообраќајот.

Карактеристики на патен тунел како техничко-технолошка целина се:

- голем број, различни позиции и степен на дистрибуција на тунелски системи и подсистеми,
- различна автономија на работа и управување со системот,
- висок степен на системска интеграција и интеракција,
- комплексна конфигурација на системот за контрола и следење.

Планирано е електричното напојување на техничките системи на тунелот преку една трансформаторска станица лоцирана во внатрешноста на тунелот и две портални трансформаторски станици лоцирани надвор од тунелот во порталната зона. Тунелот Тудоровиќи се предвидува да биде опремен со соодветен водоводен систем за гасење на пожар, како и систем за одведување на отпадните води и сепарација на опасните течности.

### 3. СИСТЕМИ ЗА ЗАШТИТА ОД ПОЖАР НА ТУНЕЛСКАТА КОНСТРУКЦИЈА КОИ ВЛИЈААТ ПРИ ПРОЕКТИРАЊЕ НА МЕРКИТЕ ЗА ЗАШТИТА ОД ПОЖАР

При проектирање на системите за заштита на конструкција од пожар најпрво треба да се дефинираат испочитуваат сите закони, правилници и норми кои влијаат на конструкцијата од идеја, па се до реализација и изведба на истата. Анализата на ризици на тунелот Тудоровиќи, кој е предвиден на Јужната делница на сообраќајната обиколница Будва, ќе се врши според поедноставен метод за процена на ризик содржан во австриското упатство RVS 09.02.31, Погравје 9 (Simplified method of risk evaluation). Цел на анализата ќе биде да се одреди класата на загроеност на тунелот (од најниска класа I до највисока класа IV) и според тоа да се дефинира технички минимум за опременост на тунелот според критериумите содржани во упатството RVS 09.02.31. Оваа метода ќе ги земе во предвид највлијателните фактори на ризик во патните тунели (должина на тунел, вид и интензитет на сообраќај, раскрсници, тип на вентилација и сл) со тоа што ќе се обрати посебно внимание на должината на евакуациски правци, кој според соодветен параметар ќе влезат во пресметка на ризикот.

При дефинирање на анализата на ризици треба да се дефинира еквивалент на ризик (R) кој ја одредува класата на загроеност на тунелот.

Еквивалентот на ризик зависи од две величини:

$$R = H \times S$$

- H (фреквенциски еквивалент-очекувана годишна фреквенција на несреќи кое предизвикува повреда на лица учесници во сообраќајот),
- S (последователен еквивалент-статистичка вредност на смртни случаи годишно на 1 мил. Возила-км).

Пресметката на последователниот еквивалент S укажува на специфичен ризик на корисниците на тунелот, и карактеристичен е за секој тунел посебно. Зависи од низа фактори од кои највлијателни се следните:

- Тип на тунелот,
- Систем за вентилација,
- Интензитет на сообраќај
- Оддалеченост измеѓу излезот во случај на пожар,
- Зачестеност на сообраќајниот метеж.

Овој фактор директно зависи од евакуациската оддалеченост, односно можност за евакуација со помош на тунелски попречни премини во друг тунел или излез на отворен простор. Во случај кога ги нема споменатите можности за евакуација, се претпоставува дека истата ќе се изврши до најблискиот не-задимен портал.

#### 3.1. Технички системи за заштита

Минимално потребни работни и безбедносни уреди за заштита во тунелот, ќе се определат од утврденото ниво на ризик класа III, според австриското упатство RVS 09.02.22. При одредувањето на минималните работни и безбедносни уреди и нивните карактеристики, како почетна точка било управувањето на опремата да се управува од контролниот центар (COKS). Според класата на загроеност на тунелот, погонската опрема која ќе се постави во тунелот има за цел да обезбеди безбедност во сообраќајот, заштита на корисниците и обезбедување на основните барања на тунелската конструкција. За таа цел предвидено е да биде вградена следната опрема:

- Опрема за електрични инсталации,
- Кабли и инсталации,
- Трансформаторски станици,
- Резервно напојување,
- Осветлување,
- Неопходно осветлување, панични светилки,

- Системи за гасење на пожар,
- Надворешна хидрантска мрежа,
- Внатрешна хидрантска мрежа,
- Апарат за почетно гасење на пожар,
- Системи за управување и надзор на тунелот,
- Телефонско разгласни системи – TPS,
- Систем за видео надзор,
- Систем за озвучување,
- Систем за дојава на пожар, алармен систем,
- Сообраќајни знаци и сигнализација.

### **3.2. Значење и карактеристики на техниките за противпожарна заштита**

Противпожарните пристапи, односно пристапните патишта, обиколници и уредени платоа за противпожарни возила, мора да бидат проектирани според Правилник за технички нормативи за пристапни патишта, обиколници и уредени платоа за противпожарни возила во близина на објект со зголемено ниво на ризик. Сите ширини и радиуси на пристапните патишта за противпожарни возила, слободни профили на премини за противпожарни возила, како и евентуално неопходни раскрсници, мора да одговараат во согласност со барањата од Правилникот за технички норми за пристапни патишта, раскрсници, уредени платоа за пожарни возила во близина на објекти на зголемен ризик од пожар.

Наклонот, односно угорнина на пристапните патишта за противпожарните возила, не смее да биде поголем од 12%, а ако постои опасност од замрзнување на коловозната конструкција, тогаш наклонот не смее да биде поголем од 6%. Платоата за противпожарни возила мора да бидат со минимална ширина од 5,5 м и должина од 15,0 м. Тие мора да бидат изведени во една рамнина, со наклон не поголем од 3%. Носивоста на градежната конструкција, чии површини се предвидени да послужат како пристапни патишта, раскрсници и уредени платоа за противпожарни возила, мора да бидат проектирани да поднесат осовински притисок од 100кN.

### **3.3. Отпорност од пожар на конструкцијата и градежните елементи**

Според досегашните истражувања, заштитата од пожар на носивата тунелска конструкција во случај на пожар е потребна поради:

- Заштита на патниците и спасувачите од одрон на делови од бетонската облога,
- Овозможување непречен пристап на пожарникарите и спасувачките екипи до загрозените патници,
- Намалување на штетите на тунелската конструкција, кои може да доведат до крајно затворање на тунелот.

Конструкција на тунелот, тунелски трансформаторски станици, коловоз на пешачките премини, како и останатите елементи од просторот во тунелот, во согласност со горенаведената потреба за заштита, како и барањата од примената на австриските услови RVS.09.01.45 и одредби во Правилникот за технички нормативи за заштита на електроенергетски постројки и уреди за пожар, бидат отпорни на пожар најмалку 90 минути по прашање на критериумот за носивост, според соодветниот стандард MEST EN 13501. Отпорноста од пожар на предметната конструкција тунелот Тудоровиќ, мора да биде докажана според хидро-карбонска временска температурна крива  $HC_{inc}$ . Отпорноста на пожар на конструкцијата мора да се докаже со пресметка според важечките стандарди.

### **3.4. Техничко решение на излезни патишта за спасување на лица**

Исто така, треба да се предвиди и бројот на лица кои може да се најдат во просторот на тунелот, како и бројот на возила кои може да се најдат во случај на пожар. Не постои посебно техничко правило за одредување на зафатеноста на објектот од страна на корисниците.



Директива 2004/54/ЕС во поглавје 3.9 дефинира дека корисниците кои користат патнички возила во нормални услови би требало да одржуваат минимално растојание од возилото напред кое растојание го поминува за 2 секунди. За тешки товарни возила, тоа растојание треба да се дуплира. Кога ќе се стопира сообраќајот во тунелот, треба да се задржи минимално растојание од 5м од возилото напред, освен ако тоа не е возможно заради итно застанување. Како влезна информација за пресметка на бројот на присутни сообраќајни возила во тунелот, земајќи го во предвид значајното учество на лични возила, ќе се земе дека возилата заземаат растојание од 12м. Според статистичките вредности (Организација за економска соработка и развој), учество на автобуси во вкупната сообраќајна структура во патниот сообраќај е на ниво од 3%, додека за учество на товарни возила 8%, кои ќе се земат во предвид за сообраќајно оптоварување низ тунелот на јужната делница.

Тунелската цевка до должина од 2,942м, со две сообраќајни ленти:

- Пресметан број на возила:  $2,942\text{м} / 12\text{м} * 2 = 246$  возила
- Товарни возила:  $246 * 0,08 = 20$  товарни возила
- Автобуси:  $246 * 0,03 = 7$  автобуси
- Лични возила:  $246 - 20 - 7 = 219$  лични возила
- Вкупно:  $= 246$  возила

Земајќи ги во предвид пресметките за бројот на возила во тунелот, може да се прикаже и бројот на патници:

- 219 лични возила  $\times 2$  патника  $= 438$  патници
- 7 автобуси  $\times 40$  патници  $= 280$  патници
- 20 камиона  $\times 1$  патник  $= 20$  патници
- Вкупно  $= 738$  патници

Тунелот на Јужната делница ќе се изведе како двоцевен тунел, каде што секоја цевка ќе биде организирана за еднонасочен сообраќај со по две коловозни ленти. Тунелските цевки меѓу себе ќе бидат поврзани со попречен пешачки премин. Односно во склад со регулативите кои ќе се испочитуваат, односно според австриските упатства RVS 09.01.24, по правило оддалеченоста на нивното меѓусебно растојание треба е од 250м, максимално 500м, што одговара на барањата на Европската Директива 2004/54/ЕС.

Во согласност со горенаведените регулативи, најголемото растојание меѓу попречните пешачки премини ќе биде 250м, најголемото попречно растојание на пешачки премин од влезниот портал ќе биде 249,09м. Премините ќе служат за евакуација на лица и минување на интервентни возила, истите ќе претставуваат засебни пожарни сектори.

Во конкретниот случај, земајќи ги предвид податоците од применетата литература, времето на препознавање на настанот и времето на реакција беа избрани на безбедносната страна и изнесуваат по 1,0 минута.

Брзината на движење на луѓето во евакуација може да биде до 1,5 m/s, но поради чад и топлина може да се намали на 1,0 m/s. Во овој случај, пресметаната брзина на движење на луѓето за време евакуација ќе се дефинира конзервативно и ќе се претпостави на 1 m/s и 1,2 m/s, така што времето на евакуација е следново:

**Табела 2.** Време за евакуација од тунелот

| Вкупна патна одалеченост (m) | Време на согледување и препознавање на настан (min / sek) | Време за реакција (min / sek) | Време за движење (min / sek) |                           | Вкупно време за евакуација (min / sek) |
|------------------------------|---|-------------------------------|------------------------------|---------------------------|--|
|                              |   |                               | Брзина на движење 1 m/s      | Брзина на движење 1,2 m/s |  |
| 250                          | 1,0 / 60  | 1,0 / 60                      | 4,17 / 250                   | 3,47 / 208,34             | 7,64 / 458,34                          |
|                              |   |                               |                              |                           |  |
|                              |   |                               |                              |                           |  |

Па така за конкретниот тунел, за вкупно време на евакуација, во согласност со горенаведените податоци од табела 2 за најнеповолен случај изнесува 458,34 секунди, односно 7,64 минути.

### 3.5. Техничко решение за граници на пожарни сектори

За да се спречи ширење на пожар и чад, предметниот тунел мора да се подели на пожарни сектори, во согласност со одредбите на важечките прописи. Огноотпорноста на конструкциите на границите на пожарните сектори на предметната тунелска конструкција ќе биде одредена во согласност со барањата на применетото австриско упатство RVS 09.01.45. Во согласност со горенаведениот правилник, самата тунелска цевка мора да биде одвоена од другите површини со огноотпорни конструкции најмалку 90 минути и да формира посебни пожарни сектори. Истото важи и за пешачките попречни премини, кои мора да бидат одвоени од другите области со огноотпорни конструкции најмалку 90 минути и исто така да формираат посебен пожарен сектор. Предметните пожарни сектори на границите мора да бидат отпорни на оган најмалку 90 минути во однос на интегритетот и изолацијата, според соодветниот стандард од црногорскиот стандард MEST EN 13501, кој мора да се докаже според јаглеводородната крива време-температура HCinc.

### 3.6. Техничко решение за електротехничка опрема и инсталација

Каблите на електричните инсталации мора во секој поглед да ги исполнуваат барањата од применетата австриска директива RVS 09.02.22. Каблите на електричните инсталации, во однос на нивното однесување во услови на пожар, мора да бидат минимално самогасени (т.н. FR кабли) и да го забавуваат ширењето на пламенот по одделни вертикални проводници/кабли или снопови кабли. Предметните кабли, покрај горенаведеното, мора да ги имаат барем следните дополнителни својства за пожар (т.н. LSOH- или LSZH-својства), т.е. да создаваат чад со мала густина (т.н. кабли со низок дим (LS)) и содржат мали количини на халогени елементи и ослободуваат мали количини токсични и корозивни гасови (т.н. нулта халогени (0H или ZH) кабли). Предметните кабли мора во секој поглед да одговараат на важечките MEST EN стандарди.

Енергетските кабли и каблите на сигналните и сигурносните уреди мора, од безбедносни причини, да се постават во меѓусебно одвоени огноотпорни бетонски канали водени под ревизионите патеки на тунелот.

Конструкциите на предметните канали мора да бидат огноотпорни најмалку 90 минути во однос на интегритет и изолација, според соодветен стандард MEST EN 13501, кој мора да се докаже според јаглеводородното време-температура крива HCinc.

### 3.7. Техничко решение за мобилна опрема и стабилни системи за гасење на пожар

За гасење на пожар, според австриската директива RVS 09.02.22 I RVS 09.01.24 мора да се предвидат следните инсталации:

**Надворешна хидрантска мрежа:** На просторот пред порталот, во согласност со одредбите од применетото австриско упатство RVS 09.01.24, заради полнење на противпожарните возила со вода и заштита на надворешниот дел од конструкцијата, мора да се изгради надворешна хидрантска мрежа со соодветни надворешни надземни хидранти поставени на места, каде што можат да маневрираат противпожарни возила.

Надземните хидранти мора во сите погледи да се усогласат со одредбите на применетото австриско упатство RVS 09.01.24 и важечките MEST EN стандарди. Во непосредна близина на надворешни хидранти мора да се постават ормари со потребната опрема за итно гасење пожар.

**Внатрешна хидрантска мрежа:** По целата должина на тунелот мора да се изгради внатрешна хидрантска мрежа за гасење на пожари. Системот за водоснабдување за кој станува збор за гасење мора да биде хидраулично димензиониран и заштитен од смрзнување и во сите погледи да е во согласност со одредбите од применетото австриско упатство RVS 09.01.24.

Во согласност со упатството наведено погоре, тој мора да биде димензиониран на таков начин што на хидраулично најнеповолната точка на испуштање или внесување вода, проток на вода од најмалку 20 l/s, т.е. 1.200 l/min, со Проточен притисок од најмалку 6 бари до максимум 12 бари, во траење од најмалку 90 минути.

Релевантните параметри мора да се исполнат во рок од 80 секунди. Потребните количини вода мора да се обезбедат од безбеден извор на снабдување, односно соодветен резервоар за вода.

Нивото на водата во резервоарот мора да се контролира. Контролата на нивото на водата во резервоарот за вода мора да биде контролирано во СОКС. Надополнување на резервоарот за вода

мора да се обезбеди во рок од 24 часа од регионалната водоводна мрежа. Хидрантскиот цевковод мора да биде изграден во согласност со одредбите на применетото австриско упатство RVS 09.01.24. Мора да се постави во канал што се наоѓа на страната на противпожарните ниши со хидранти. Предметниот цевковод, во согласност со одредбите, мора да биде заштитен од смрзнување, што може да се постигне со соодветна термоизолациона обвивка на цевководот или соодветни електрични грејачи.

#### 4. ИЗБОР НА СИСТЕМ ЗА ВЕНТИЛАЦИЈА

Според австриските упатства за проектирање на тунели RVS 09.02.31 (Поглавје 2), економската и безбедносно-техничката анализа за случај на нормална работа и за случај на пожар е меродавна за избор на системот за вентилација.

Во однос на нормалното функционирање, системот за вентилација треба да обезбеди:

- Во сите можни сообраќајни сценарија, корисниците на тунелот (патниците) и персоналот на тунелот не го загрозуваат своето здравје со поминување низ тунелот или застанување во тунелот;
- доволна видливост за да се овозможи безбедно возење и застанување во тунелот.

Во случај на пожар, системот за вентилација треба да обезбеди:

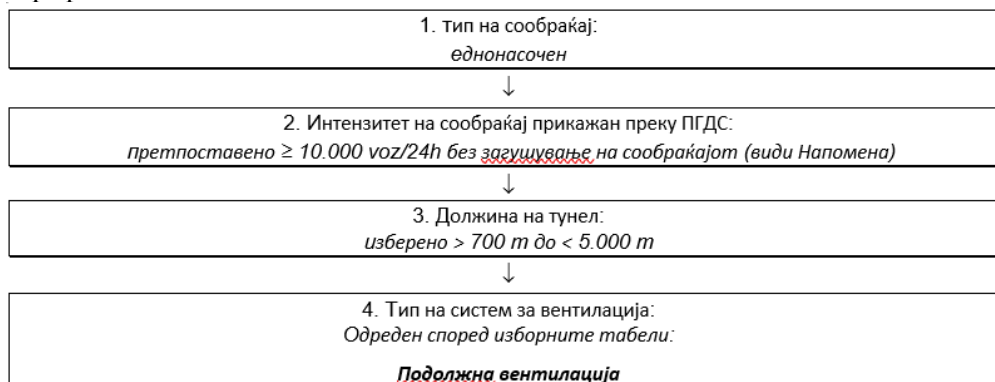
- Патеките за евакуација да се без чад за време на фазата на самоевакуација;
- Службите за итни случаи можат да работат доволно долго во најдобри услови што може да се постигнат во услови на пожар;
- обемот на уништување и повреди (луѓе, возила и тунелски структури) мора да се одржува на најниско можно ниво.

Изборот на системот за вентилација вклучува голем број параметри, т.е. критериуми за избор, како што се:

- а) вид и интензитет на сообраќај (еднонасочен, двонасочен, максимален интензитет на сообраќај итн.)
- б) градежни карактеристики на тунелот (должина, наклон, пресек, правци за евакуација итн.)
- в) карактеристики на животната средина (на пример, квалитетот на воздухот, итн.)

##### 4.1. Избор на систем за вентилација

Првиот избор на типот на системот за вентилација се врши според австриските упатства RVS 09.02.31 (2014), постапката за избор на конкретниот анализиран тип на тунел може да се прикаже графички на следниов начин:



**Напомена:** нема индикации за специфични причини за застој (упатство за зачестеност на сообраќај: приближно 25 часа/годишно за ниска фреквенција на застој)

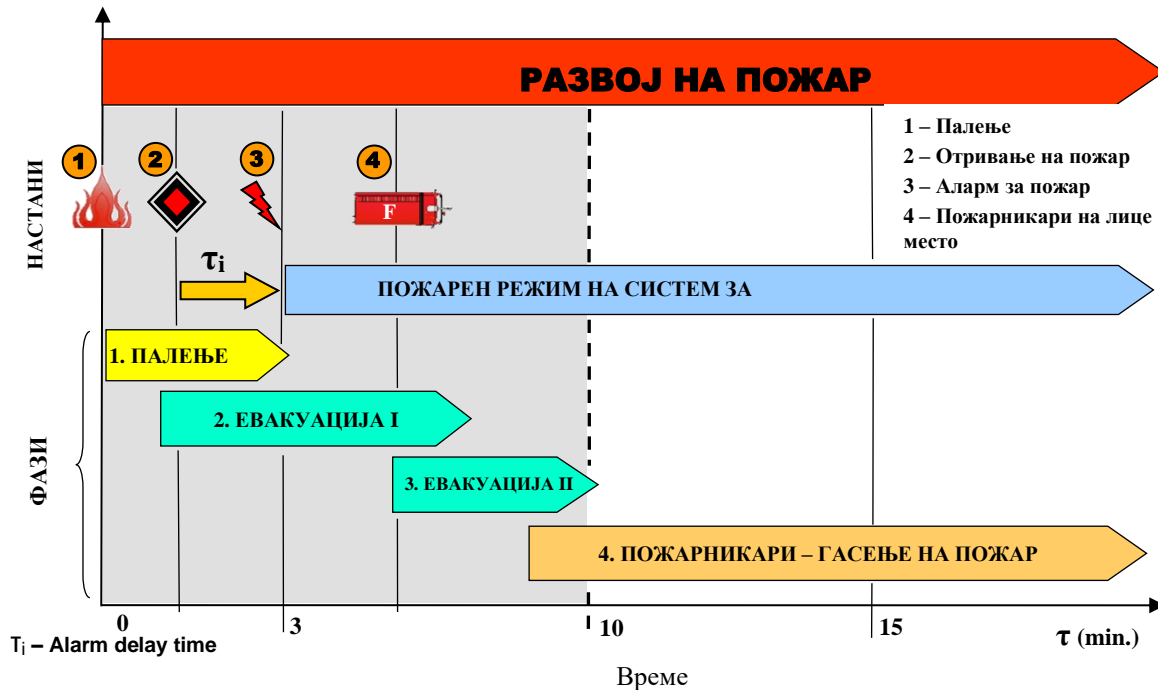
Во согласност со горенаведеното објаснување, прв проектантски избор е системот надолжна реверзибилна вентилација.

Со оглед на карактеристиките на надолжниот систем за вентилација, во споредба со потенцијалната примена на попречниот или полупопречниот систем за вентилација, голем број компаративни предности на системот за надолжна вентилација во однос на другите типични системи за вентилација, како во техничка, така и во финансиска смисла.

#### 4.2. Работа на системот за вентилација во пожарни услови

Пожарен инцидент и развој на можно сценарио во тунелот е тешко да се предвиди поради стохастичноста на пожарот како појава и бројните фактори кои влијаат. Сепак, реакцијата на сите учесници во сообраќајот (патници, пожарници и други служби за итни случаи) во случај на пожар има одредени закони и очекуван временски интервал што овозможува инцидентот на пожарот да се подели на низа временски и причински поврзани фази, секоја од кои поединечно се карактеризираат со одредени активности.

Слика 1. Општа временска поделба на пожарен инцидент



#### 4.3. Пресметка на потребна количина на воздух за вентилација на тунелот

Пресметката за која станува збор ќе се изврши според австриското упатство RVS 09.02.32 (Наслов: тунел-систем за вентилација-побарувачка на свеж воздух), а се однесува на потребната количина на свеж воздух обезбедена од системот за вентилација за разредување на гасовити загадувачи и цврсти честички во воздухот под режим на редовни работни услови. Постигнатите концентрации на CO (јаглерод монооксид), NOx (азотни оксиди, NO и NO<sub>2</sub>) и цврсти честички (саѓи) мора во сите услови на експлоатација, т.е. брзината на возење да биде во пропишаните граници. Пресметката се врши за секоја сообраќајна лента посебно, а потребниот волумен на воздух добиени на овој начин се собира и го претставува вкупниот потребен волумен на воздух за набљудуваната тунелска цевка.

Потребната количина на свеж воздух за вентилација на тунелот при редовни работни услови се пресметува за т.н 1-ва и 10-та година на експлоатација. Според неофицијални информации од сообраќајни експерти, а на барање на експерт за вентилација, се претпоставува 2027 година, која би била и основна година за пресметка. За наведените буџетски години се користат податоци за емисиите на штетни материи во издувните гасови од возилата.

Меродавени критериуми за загадување на воздухот се:

- Концентрација на CO (макс. дозволена концентрација на CO = 100 ppm)
- видливост, изразена преку дозволениот коефициент на гаснење ( $k = 0,007 \text{ m}^{-1}$ )
- Концентрација на NOx

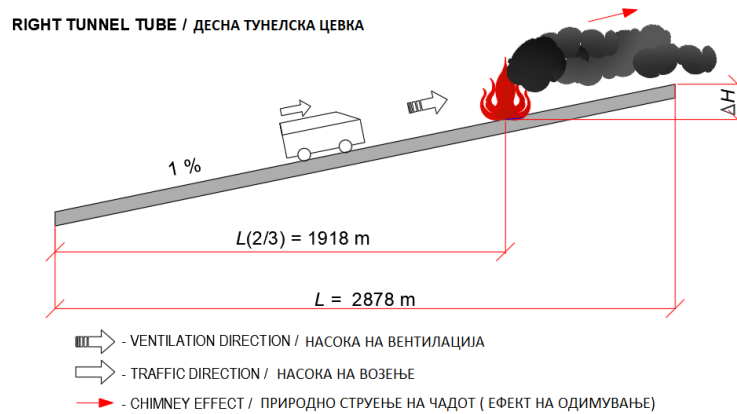
Дефинирана е потребната надолжна брзина на воздухот во внатрешноста на тунелската цевка, која при инцидент на пожар овозможува ефикасно извлекување на чад од тунелот во потребната насока и го спречува повратниот проток на чад, т.н. „Backlayering“. Брзината со која се постигнува ова се нарекува критична брзина на надолжниот тек,  $V_{kr}$ .

Земајќи ја предвид површината на попречниот пресек на тунелот кој се анализираше од 62,4 m<sup>2</sup> и избраните критични брзини на проток на воздух, потребната количина на воздух што треба да ја обезбеди системот за вентилација на тунелот во режим на пожар: е

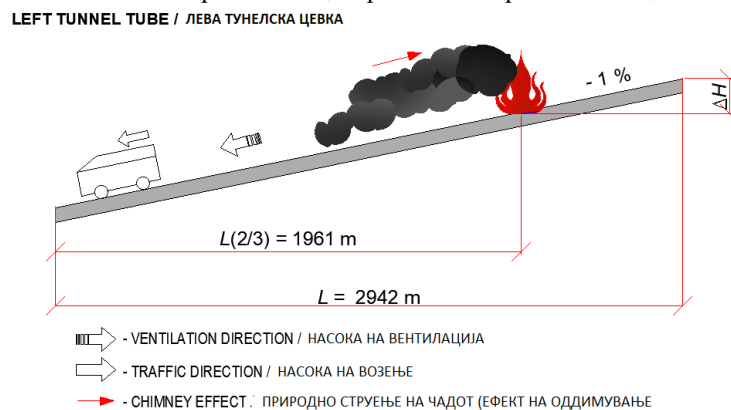
- во десната цевка е  $Q_{ZR.POŽ.D}$ : 163,85 m<sup>3</sup>/s,

- во левата цевка е  $Q_{ZR.POŽ.L}$ : 171,91 m<sup>3</sup>/s

**Слика 2.** Приказ на сценарио на пожар во десната цевка



**Слика 3.** Приказ на сценарио на пожар во левата цевка



Од горе опишаните сценарија за пожар, евидентно е дека во режимот на контролирано вадење чад од тунелските цевки се појавуваат две сосема спротивни оперативни сценарија на системот за вентилација:

Десна цевка: во режимот на контролирано извлекување чад, насоката на дејство на системот за вентилација во десната цевка се совпаѓа со насоката на природниот нагорен проток на чад („ефект на оцак“). Поради ова, отпорите што мора да ги надмине системот за вентилација се значително помали отколку во случајот со левата цевка, што резултира со помал број потребни вентилатори (13 вентилатори).

Лева цевка: насоката на дејство на системот за вентилација во левата цевка не се совпаѓа со природниот нагорен проток на чад („ефект на оцак“). Имено, поради значајната должинска разлика помеѓу влезниот и излезниот портал на тунелот (приближно 28 m), како и добиениот пловен проток на топол воздух/чад кон повисокиот портал, се јавува дополнителен отпор, кој се спротивставува на ефектот на оцакот, во насока на потребното отстранување на чад. Во вкупното пресметување на падот на притисокот, падот на притисокот се зголемува за таа количина бидејќи е спротивен од ефектот на вентилација во услови на пожар. Ова исто така ја зголемува потребната потисна сила на системот за вентилација, која треба да го надмине овој дополнителен отпор на нагорниот проток на чад, што резултира со поголем број потребни вентилатори (18 вентилатори).

#### 4.4. Управување со системот за вентилација

Работењето и активирањето на системот за вентилација е предвидено на следните три начини:

- автоматски,
- рачно од центарот за контрола и мониторинг,
- рачно локално.

Приоритет на работата е системот за автоматска вентилација, а потребата од вклучување на принудната вентилација и нејзиниот интензитет се одредуваат според количината на загадување со СО како доминантен гасен загадувач и намалувањето на видливоста поради емисијата на чад и саѓи. Системот за вентилација мора да го исполнува построгиот критериум од споменатите два. Зголениот број возила со инсталирани катализатори резултираше со значително намалување на емисиите на СО, така што системот за вентилација најчесто се вклучува поради проблеми со видливост, односно зголемена концентрација на саѓи и лебдечки цврсти честички.

### 5. ЗАКЛУЧОК

Шансите за сериозни случувања на пожари во тунел можеби звучат многу мали, но земјаќи во предвид дека многу патни тунели имаат многу големи густини на сообраќај, има само над 15 000 оперативни патни, железнички и подземни железнички/метро тунели само во Европа и дека некои од овие тунели се долги многу километри, можноста за сериозен инцидент во тунел може да биде поголема отколку што се мисли. Значителен и фатален случај на пожар се чини дека се појавува на годишно ниво. Ова е сериозен проблем и има потенцијал да стане уште полошо во иднина бидејќи се градат се повеќе тунели и се зголемува густината во сообраќајот.

Како една од најважните мерки за заштита е изборот на вентилација во тунелите, кој е од суштинско значење за тунелот при нормална работа, како и во случај на пожар. Во трудот истражени и објаснети се мерките за заштита, како и нивното значење. Најпрво треба да се дефинира и одреди нивото на ризик во тунелот, како и да се дефинира најнеповолно пожарно сценарио. Од суштинско значење се системите за детекција и аларм на пожар во тунели, нови технологии за дојава на пожар со оптички и сензорни кабли, како и рачни детектори, кои треба да овозможат информациите да се пренесат до централниот компјутерски систем во СОКР и штетите да се сведат на најниско можно ниво. Објаснето е значењето на попречните коловозни пешачки премини при евакуација на патниците, како и подобар пристап на противпожарните возила и екипи. Особено како една од најзначајните мерки се смета дека е вентилацијата во тунелите, каде што се објаснети и дефинирани нивните придобивки и начинот на избор при анализа на тунел. Бидејќи низ Република Македонија минува автопатот Е75 кој е еден од најфреквентните и има многу патници кои ги користат тунелите во летните месеци, важно е тунелите да бидат безбедни за сообраќај и да ги исполнуваат пропишаните правила на Европската унија за безбедност на тунели.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон за градење (Сл. Весник на РМ бр. 70/13, 79/13, 137/13, 163/13, 27/14, 28/14, 42/2014);
- [2] Правилник за мерките за заштита од пожари, експлозии и опасни материи (Сл.весник на РМ бр.32/2011, 145/2013);
- [3] Правилник за мерките за заштита од пожар и експлозии (Сл.весник на РМ бр.99/2017);
- [4] MKS, EN 1991-1-2, Eurocode 1 - Actions on structures - part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire, Brussels, 2002.
- [5] MKS, EN 1992-1-1, Eurocode 2 - Design of concrete structures – part 1-1: General rules and rules for buildings, Brussels, 2004.
- [6] International Tunneling Association (ITA). Guidelines for structural fire resistance for road
- [7] European Committee for Standardization (CEN). Eurocode 1: Actions on structures Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire. ENV 1991-1-2, 2002.
- [8] Austrian Guideline Codes for Planning, Construction and Maintenance of Roads (RVS)