

„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 , 28th - 29th , 2023

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

Proceedings
Зборник на трудови

20th **International**
ti **Symposium**
Меѓународен
симпозиум

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

**PROCEEDINGS
OF THE 20th INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF MASE
ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ
20TH 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 20th 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^{тиот} 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 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 26th 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

**20th INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF MASE
SKOPJE, 28 – 29 SEPTEMBER 2023
20^{mu} МЕЃУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ НА ДГКМ
СКОПЈЕ, 28 – 29 СЕПТЕМВРИ 2023**

20th International Symposium of MASE was organized by:

20^{mu}от Симпозиум е организиран од:

MACEDONIAN ASSOCIATION OF STRUCTURAL ENGINEERS
ДРУШТВО НА ГРАДЕЖНИ КОНСТРУКТОРИ НА МАКЕДОНИЈА

under the auspices of:

под покровителство на:

MINISTRY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS OF REPUBLIC
OF NORTH MACEDONIA
МИНИСТЕРСТВО ЗА ТРАНСПОРТ И ВРСКИ НА РЕПУБЛИКА
СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА

20th International Symposium of MASE was co-organized and supported by (in alphabetic order):

20^{mu}от Симпозиум е коорганизиран и поддржан од (по азбучен редослед):

CHAMBER OF CERTIFIED ARCHITECTS AND CERTIFIED ENGINEERS
OF R.N.M. - Skopje
КОМОРА НА ОБЛАСТЕНИ АРХИТЕКТИ И ОБЛАСТЕНИ ИНЖЕНЕРИ
НА Р.С.М. - Скопје

ENGINEERING INSTITUTION OF MACEDONIA
ИНЖЕНЕРСКА ИНСТИТУЦИЈА НА МАКЕДОНИЈА

FACULTY OF ARCHITECTURE, UKIM - Skopje
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ, УКИМ - Скопје

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, UKIM - Skopje
ГРАДЕЖЕН ФАКУЛТЕТ, УКИМ - Скопје

INSTITUTE FOR EARTHQUAKE ENGINEERING AND ENGINEERING
SEISMOLOGY, UKIM - Skopje
ИНСТИТУТ ЗА ЗЕМЈОТРЕСНО ИНЖЕНЕРСТВО И ИНЖЕНЕРСКА
СЕИЗМОЛОГИЈА, УКИМ - Скопје

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL
ENGINEERING - Macedonian national group
МЕЃУНАРОДНА АСОЦИЈАЦИЈА ЗА МОСТОВИ И КОНСТРУКТЕРСКО
ИНЖЕНЕРСТВО - Македонска национална група

MACEDONIAN ASSOCIATION FOR EARTHQUAKE ENGINEERING
МАКЕДОНСКА АСОЦИЈАЦИЈА ЗА ЗЕМЈОТРЕСНО ИНЖЕНЕРСТВО

PUBLIC ENTERPRISE FOR STATE ROADS
ЈАВНО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА

PUBLIC ENTERPRISE FOR THE MAINTENANCE AND PROTECTION OF HIGHWAY
AND REGIONAL ROADS
ЈАВНО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ОДРЖУВАЊЕ И ЗАШТИТА НА МАГИСТРАЛНИ

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*

20th International Symposium of MASE was sponsored by (each category in alphabetic order):
20^{тиот} 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:

DOJARAN 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

STOKUCA - Skopje, North Macedonia

СТОКУКА - 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

**20th INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF MASE
SKOPJE, 28 – 29 SEPTEMBER 2023
20^{ma} MEЃУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ НА ДГКМ
СКОПЈЕ, 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 ЈОВАНОВСКА, 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
Ѓорѓе 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
20th INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF MASE
ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ
20th МЕЃУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ НА ДГКМ

CONTENTS
СОДРЖИНА

MA MASE AWARDS

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

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

* in alphabetic order of the first author's surname

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

RSC * *RESILIENT STRUCTURES AND CITIES*

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

* in alphabetic order of the first author's surname

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

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

NES * *NUMERICAL AND EXPERIMENTAL ANALYSIS OF STRUCTURES*

<u>NES-1</u>	Aleksandra CHUBRINOVSKA, Denis POPOVSKI, Mile PARTIKOV 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	332
<u>NES-2</u>	Anita GJUKAJ, Petar CVETANOVSKI, Ana TROMBEVA GAVRILOSKA NUMERICAL ANALYSIS OF EXTENDED END-PLATE BOLTED CONNECTION	346
<u>NES-3</u>	Vladimir GOCEVSKI EVALUATION OF HYDROELECTRIC POWERHOUSES FOUNDED ON ALKALI-AGGREGATE REACTION (AAR) AFFECTED CONCRETE	358
<u>NES-4</u>	Isidora JAKOVLJEVIĆ, Milan SPREMIĆ, Zlatko MARKOVIĆ CONCRETE MODELING IN FINITE ELEMENT PUSH-OUT TEST SIMULATIONS	372
<u>NES-5</u>	Dejan JANEV, Toni ARANGJELOVSKI, Darko NAKOV, Goran MARKOVSKI, Peter MARK 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	382
<u>NES-6</u>	Lisa JUSUFI, Lert TARAVARI, Borjan PETRESKI INVESTIGATING THE PROBABILISTIC SEISMIC RISK ASSESSMENT PRINCIPLES THROUGH A TYPICAL CASE STUDY	395
<u>NES-7</u>	Konstantin KAZAKOV, Lena MIHOVA, Doncho PARTOV INTERPRETATION OF BURIED ARCH BRIDGE RESPONSE TO SEISMIC IMPACT	405
<u>NES-8</u>	Toni KITANOVSKI, Vlatko SHESOV, Julijana BOJADJIEVA, Kemal EDIP, Dejan IVANOVSKI EFFECTS OF PRE-EXISTING CYCLIC LOADING ON TRIAXIAL MONOTONIC BEHAVIOR	413
<u>NES-9</u>	Ivan LUKAČEVIĆ, Ivan ĆURKOVIĆ, Andrea RAJIĆ, Vlaho ŽUVELEK BENDING RESISTANCE OF COMPOSITE STEEL-CONCRETE FLOOR SYSTEM MADE OF BUILT-UP COLD-FORMED STEEL ELEMENTS	421

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

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

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

CM*

CONTEMPORARY METHODS FOR STRUCTURAL DESIGN AND CONSTRUCTION

<u>CM-1</u>	Petar JANEV, Marko GJORGJIOSKI, Darko NAKOV, Toni ARANGJELOVSKI COMPARISON OF DESIGN OF RECTANGULAR CROSS SECTIONS REINFORCED ONLY IN THE TENSION ZONE ACCORDING TO PBAB/87 AND EUROCODE 2 Петар ЈАНЕВ, Марко ЃОРЃИОСКИ, Дарко НАКОВ, Тони АРАНЃЕЛОВСКИ СПОРЕДБА НА ДИМЕНЗИОНИРАЊЕ НА ПРАВОАГОЛНИ ПРЕСЕЦИ АРМИРАНИ САМО ВО ЗАТЕГНАТА ЗОНА СПОРЕД ПБАБ/87 И ЕВРОКОД 2	639
<u>CM-2</u>	Emil KOCHOVSKI SKI HUT “TRIFKOVA KOLIBA” MAVROVO – DESIGN OF STEEL FOR THE THIN MOUNTAIN AIR	649
<u>CM-3</u>	Marijana LAZAREVSKA, Vasko GACEVSKI DETERMINATION OF CRITICAL PATH IN FUZZY NETWORK DIAGRAMS	655
<u>CM-4</u>	Teodora MIHAJLOVSKA, Elena DUMOVA-JOVANOSKA, 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	661
<u>CM-5</u>	Ivan MILIĆEVIĆ, Milica VIDOVIĆ, Jelena DRAGAŠ, Branko MILOSAVLJEVIĆ BEHAVIOUR AND DESIGN OF BOLTED CONNECTORS WITH MECHANICAL COUPLER: AN OVERVIEW	671
<u>CM-6</u>	Goran MILUTINOVIĆ, Duško BOBERA COMPARATIVE ANALYSES OF BRIDGE PIER CAP USING STRUT-AND-TIE AND BEAM MODEL	681
<u>CM-7</u>	Jelena MIRJANIĆ, Vladimir ŽIVALJEVIĆ, Igor DŽOLEV, Andrija RAŠETA INFLUENCE OF NON-LINEAR MATERIAL MODELS ON SEISMIC RESPONSE OF RC BUILDING	691
<u>CM-8</u>	Nikola NISEV, Ana TROMBEVA-GAVRILOSKA, Denis POPOVSKI 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	697

* in alphabetic order of the first author's surname

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

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

* in alphabetic order of the first author's surname

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

* in alphabetic order of the first author's surname

<u>RDS-7</u>	Kaltrina SPAHIU CLAY IN BUILDING FACADES	927
---------------------	---	-----

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

<u>SHM-1</u>	Hassan AWADAT SALEM A COMPARATIVE STUDY ON THE METHODS OF MIXING THE MODIFIED ASPHALT	932
---------------------	---	-----

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

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

<u>SHM-4</u>	Mirjana LABAN, Sandra NEDELJKOVIĆ, Željko ŽUGIĆ, Miloš KNEŽEVIĆ POST DISASTER NEEDS ASSESSEMENT METHODOLOGY	962
---------------------	--	-----

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

MMT* *MODERN MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT*

<u>MMT-1</u>	Hassan AWADAT SALEM DEVELOPMENT OF PAVEMENT TEMPERATURE REGRESSION MODELS AT BRAK, LIBYA	982
---------------------	--	-----

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

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

* in alphabetic order of the first author's surname

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

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

<u>MMT-22</u>	Anja TERZIĆ, Ksenija JANKOVIĆ THE DESIGN OF CEMENTITIOUS COMPOSITES WITH ADVANCED THERMAL PROPERTIES	1183
----------------------	--	-------------

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

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

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

<u>BIM-3</u>	Liljana DIMEVSKA SOFRONIEVSKA, Ana TROMBEVA-GAVRILOSKA, 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	1205
---------------------	---	-------------

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

<u>BIM-5</u>	Teodora PANAJO TOVIKJ, Silvija PETRESKA, Boban BOJCHEVSKI, Boris TASEVSKI IMPLEMENTATION OF 3D MODELING (BIM) FROM DESIGN TO EXECUTION Теодора ПАНАЈОТОВИЌ, Силвија ПЕТРЕСКА, Бобан БОЈЧЕВСКИ, Борис ТАСЕВСКИ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА 3D МОДЕЛИРАЊЕ (BIM) ОД ФАЗА НА ПРОЕКТИРАЊЕ ДО ИЗВЕДБА	1225
---------------------	--	-------------

<u>BIM-6</u>	Aleksandar PETROVSKI, Aleksandar ANDJELKOVIC, Roman RABENSEFIER, Norbert HARMATHY COMPARISON OF TOOLS FOR SUSTAINABLE BUILDINGS’ DESIGN OPTIMIZATION	1231
---------------------	---	-------------

* in alphabetic order of the first author’s surname



ДГКМ
ДРУШТВО НА
ГРАДЕЖНИТЕ
КОНСТРУКТОРИ НА
МАКЕДОНИЈА

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

MASE
MACEDONIAN
ASSOCIATION OF
STRUCTURAL
ENGINEERS

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

NES-21



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

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО И АНАЛИТИЧКО ИСТРАЖУВАЊЕ НА ОДНЕСУВАЊЕ НА ХЕМИСКИ АНКЕРИ КАКО МОЖДАНИЦИ

Павле РИСТЕСКИ¹, Денис ПОПОВСКИ¹, Никола НИСЕВ¹, Антонио ТОМЕСКИ¹

АПСТРАКТ

Проектирањето на конструкциите во кои рационално ќе се искористат карактеристиките на материјалите станува се почесто. Еден таков вид на конструкции се спрегнатите конструкции. Кај нив имаме рационална искористеност на добрите карактеристики и на бетонот и на челикот. Најчест начин на изведба на спрегнатите конструкции претставува лиење на бетонската плоча врз профилиран лим. Со тоа се одбегнува поставување на оплата при бетонирањето, а истовремено во текот на експлоатацијата профилираниот лим има важна носива функција.

Проектирањето на спрегнатите конструкции во секојдневието се одвива според важечките стандарди и прописи. Кога во конструкцијата се предвидени елементи кои не се опишани во важечките стандарди, потребно е за таквите елементи да се спроведат експериментални и теоретски истражувања, со кои ќе се докаже можноста за примена на елементите кои не се опфатени во стандардите. Токму поради тоа во праксата се среќаваме со доста голем број на експериментални истражувања, со кои се определуваат карактеристиките на составните елементи на конструкциите.

Во овој труд се дадени резултатите од испитувањето на однесувањето на хемиските анкери како средства за спрегање. Испитувањето е дел од комплексно истражување спроведено од Катедрата за метални конструкции на Градежниот факултет во Скопје. Сите пробни тела се изработени според насоките во Еврокодот 4. При тоа е извршено испитување на квалитетот на вградените материјали и добиените резултати се искористени за да се добие проектната сила на смолкнување. Испитувањето е составено од циклично товарење во 25 циклуси со сила од 5% до 40% од проектната сила, потоа примероците се товарат до лом. Резултатите се прикажани во форма на дијаграм сила – поместување.

Клучни зборови: Спрегнати конструкции; Хемиски анкери; Можданици; Истражување

¹ Градежен факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Скопје Република Северна Македонија

Автор за контакт: Павле РИСТЕСКИ, e-mail: pavle.risteski55@gmail.com

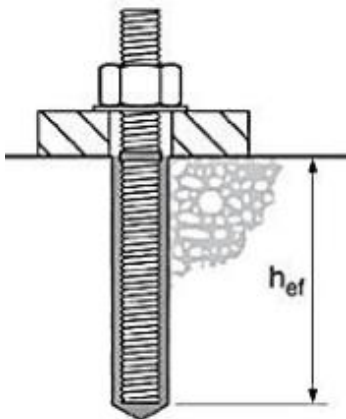
1. ВОВЕД

Во денешно време се повеќе предност се дава на монтажната градба, поради брзиот начин на изградба. Таквиот тип на градба е условен од примена на соодветни врзни средства, со цел правилно да се поврзат конструктивните елементи. Еден вид монтажна градба претставуваат токму спрегнатите конструкции. Спрегнатите конструкции овозможуваат совладување на поголеми распони во споредба со класичните армирано бетонски конструкции. Исто така може да се каже дека спрегнатите конструкции имаат за 20 – 40% помала тежина. За да се обезбеди спрегањето, односно да се пренесе подолжната сила на смолкнување потребни се средства за врска – можданици. Најпознати видови можданици се еластичните и крутите, но постојат и други елементи кои може да се применат како средства за врска, како на пример анкерите.

Освен класичниот начин на спрегање на опишан во Еврокодот 4, постојат и други начини на спрегање кои не се опишани во важечките стандарди. Спрегнати конструкции се добиваат и во случаите на санациони решенија или зајакнување на постојна армирано бетонска конструкција со примена на челични носачи, со доволно учество во носивоста да конструкцијата може да се разгледа како спрегната. Во таквите случаи средствата за спрегање треба да се вградат во постојната АБ конструкција. Начинот на вградување на средствата за спрегање може да биде со помош на инјекциона смеса или механички.

Смесата за инјектирање е клучна компонента на хемиските системи за анкерување. Постојат неколку видови инјекциони малтери со различни карактеристики:

- Епоксидни – Епоксидната смола е популарен избор на хемиски анкерни системи поради незината голема јачина, издржливост и отпорност на влага. Може да се користи во високо агресивни средини и во случаите каде што е потребна висока носивост.
- Полиестерски – Полиестерската смола е со помала јачина од епоксидната, но поседува поголема флексибилност и има поголема отпорност на вибрации. Може да се користи во ниско агресивни средини.
- Винилестерски – Винилестерската смола е хибриден материјал која што ги комбинира цврстините на епоксидот и полиестерот. Поседува добра носивост, отпорност на влага, хемикалии, удари.
- Хибридни – Хибридните смоли се комбинација од различни видови на смоли, при што нудат уникатни карактеристики врз основа на комбинацијата на применетите состојки. Може да се искористи на пример кога е потребна висока јакост, отпорност на удари и флексибилност.



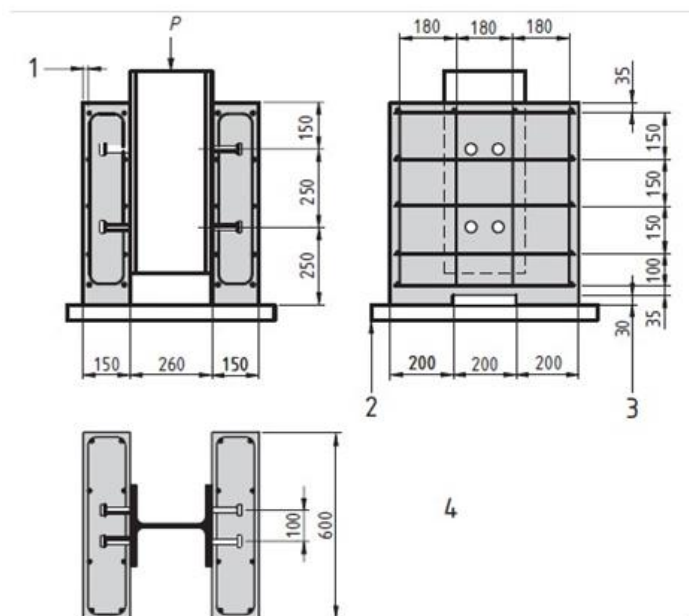
Сл. 1. Хемиски анкер



Сл. 2. Вгредени анкери со помош на епоксиден малтер

2. СТАНДАРДЕН ТЕСТ ЗА ИСПИТУВАЊЕ НА НОСИВОСТА НА МОЖДАНИЦИТЕ

Стандардниот тест детално е опишан во Еврокодот 4, и претставува испитување на носивоста на можданиците. Димензиите на примероците, растојанието меѓу можданиците, потребната арматура се дадени на следната слика.



Сл. 3. Примерок за стандарден тест

- 1/ заштитен слој 15мм
- 2/ подлога од малтер или гипс
- 3/ отвори, опциони
- 4/ арматура: ребраста 10 со 450 fsk 500N/mm²
челичен профил: НЕВ260 или UC254

Најпрво се врши заварување на можданиците од двете страни на челичниот профил. Наредна фаза претставува бетонирањето на полните плочи. Со цел атхезијата да се исклучи од прифаќањето на силата на смолкнување, потребно е да се изврши премачкување на челичниот профил. Како што е нагласено во Еврокод 4, бетонирањето се врши во хоризонтална положба, па најпрво се врши бетонирање на едната страна, по достигнувањето на јакоста на притисок на бетонот се врши бетонирање и на втората страна. Карактеристичната јакост на притисок на бетонот се определува при старост од 28 денови. За таа цел од секое мешање се земаат примероци во форма на цилиндар или коцка. Примероците за испитување на јакоста на притисок се негуваат во исти услови како бетонските полни плочи. За материјалот на можданикот се определуваат:

- Границата на течење
- Границата на кинење
- Издолжувањето

2.1. Испитна процедура

За да се добие носивоста на смолкнување, потребно е силата на притисок да се нанесе кога примерокот е поставен во вертикална положба. Така нанесената сила на притисок се пренесува како сила на смолкнување помеѓу челичниот и бетонскиот дел. Прво се нанесува сила во износ од 40 % од очекуваната сила на лом. Потоа 25 циклуси товарење и растоварување во опсег од 5% до 40% од очекуваната сила на лим. На крај се товари постапно до 100% од силата на лом, при што состојбата ана лом не смее да се случи за време помало од 15 min.

За време на испитувањето потребно е да се мери подолжното проклизување и трансверзалното одвојување на бетонската полна плоча од челичниот профил.

2.2. Резултати од испитувањето

Испитувањето е успешно доколку на трите теста разликата во добиените резултати на секој тест посебно не е поголема од 10% од вредноста утврдена од сите тестови. Во тој случај проектната носивост се определува на следниот начин:

- P_{Rk} - карактеристичната носивост се определува од минималната сила на лом (поделена со бројот на можданици) намалена за 10%
- Проектната носивост P_{Rd} се определува со равенката:

$$P_{Rd} = \frac{f_u}{f_{ut}} \frac{P_{Rk}}{\gamma_v} < \frac{P_{Rk}}{\gamma_v} \quad (1)$$

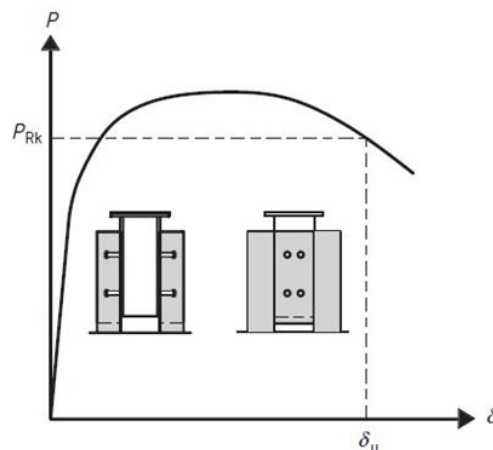
Каде:

f_u – минимална специфицирана јакост на лом на материјалот од кој е изработен можданикот

f_{ut} – актиелна јакост на лом на материјалот на можданикот утврдена со испитување

γ_v – парцијален коефициент на сигурност

Доколку девијацијата на добиените резултати е поголема од 10% потребно е да се направат уште три теста, и во тој случај резултатите добиени да се толкуваат според EN 1990- Annex D.

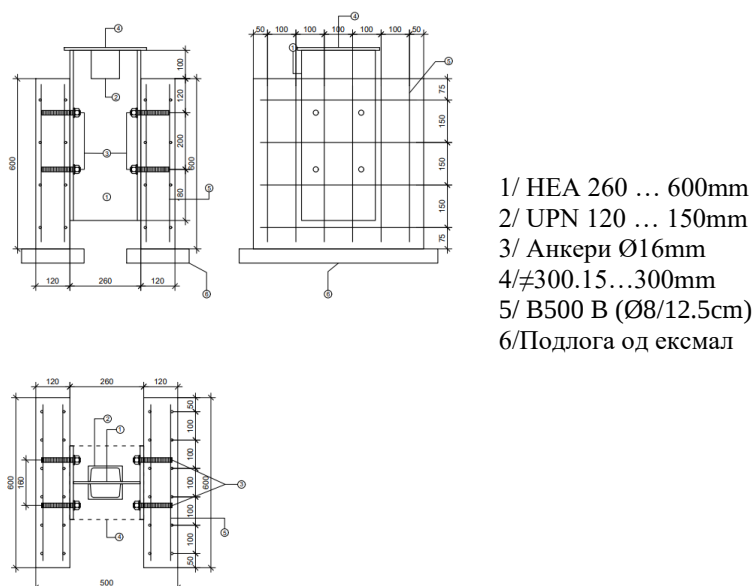


Сл. 4. Дијаграм за капацитет на проклизување

3. ИСПИТУВАЊЕ НА НОСИВОСТА НА АНКЕРИТЕ КАКО СРЕДСТВА ЗА СПРЕГАЊЕ

3.1. Опис на испитните проби тела

За сите испитни тела бетонот е проектиран и нарачан како C 25/30, при што дебелината на бетонската плоча изнесува 12 cm. Плочата е армирана во горна и долна зона при што е усвоена ребраста арматура B500 B Ø 8 /12.5 cm. Средствата за спрегање кои се користени се анкери со дијаметар $d=16$ mm и $h_{ef}=100$ mm, квалитет 8.8 ($f_u = 800$ N/mm²), распоредени како двoredни можданици во однос на спрегнатиот пресек. Анкерите, во бетонската плоча се вградени со помош на инјекциона смеса, со почитување на сите препораки дадени од страна на производителот. За челичен профил усвоен е HEA 260. Должината на челичниот дел изнесува 600 mm и дополнително на горниот дел од челичниот профил заварена е плочка со дебелина 15 mm која служи за пренос на силата. Со цел да се спречи нагмечување на реброто од челичниот профил и плочката, веднаш под плочката заварен е челичен UPN 120 профил.



Сл. 5. Испитно пробно тело

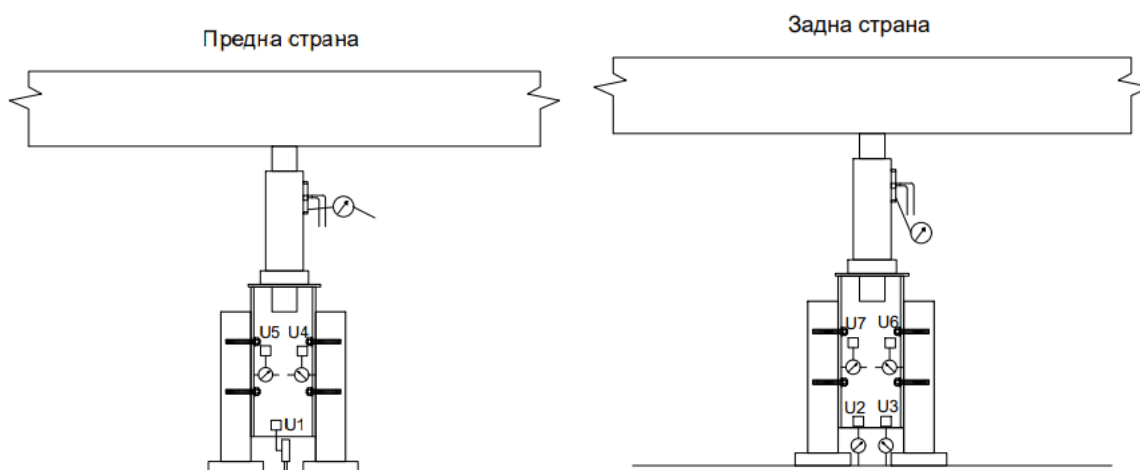
Откако е извршена набавка на сите потребни материјали за потребите на модифицираниот тест се пристапува кон изработка на пробните тела. За таа цел прва фаза е подготовката на полните плочи. Најпрво е извршено оплатирање и армирање со ребраста арматура B500 B Ø 8 / 12.5 cm. Според препораките на Еврокод 4 потребно е да се исклучи атхезијата меѓу бетонот и челикот, па за таа цел бетонските полни плочи се бетонираат одделно од челичните профили. Бетонирањето се одвива во нормални услови, негата на бетонот е спроведена со целосно почитување на актуелните важечки стандарди во Р. Македонија. По достигнатата старост на бетонот од 28 денови се врши испитување на бетонски тела во форма на коцки со димензии 15/15/15 cm, со цел да се провери постигнатата јакост на притисок на бетонот. Следен чекор во изработката на пробните тела претставува вградувањето на анкерите во плочите. За таа цел најпрво потребно е да се изработат дупки во бетонските плочи со дијаметар од 18 mm, согласно декларацијата дадена од производителот. (Declaration of performance). Така изработените дупки потребно е добро да се исполнат со инјекциона смеса во длабочина од 2/3 hef. Дупките се чистат со компресиран воздух а потоа и со специјална четка, по што се врши повторно чистење со компресиран воздух. Откако дупките се добро исчистени следува фазата на вградување на инјекционата смеса. Дупката се исполнува со инјекционата смеса, при што од инјекционата смеса се нанесува и на дел од анкерот, според прикажаното на слика 24. Со ротација на анкерот околу својата оска истиот се вградува во дупката. Потоа се остава одредено време на стврднување на инјекционата смеса. Наредна фаза е позиционирање на челичните HEA профили. На самиот крај се врши притегање на навртката со сила од 60 Nm, според дадените препораки во декларацијата на производот дадени од производителот. На така изработените пробни тела пред да се постави опремата за испитување потребно е истите да се залијат во ексмал во претходно поставена оплата. На денот на испитувањето потребно е повторно да се изврши испитување на јакоста на притисок на бетонот, во овој случај при старост од 65 денови.

3.2. Испитна процедура

По поставувањето на мерната опрема и утврдување дека уклономерите се правилно поставени и поврзани, започнува испитувањето на пробните тела. Текот на испитувањето во целост се спроведува според препораките и принципите наведени во соодветниот стандард односно Еврокодот 4. Со цел да се анулираат паразитните влијанија во спрегнатиот пресек, но исто така со цел да се осигураме дека резултатите што ги добиваме за проклизувањето се точни, најпрво се врши товарење на испитните пробни тела со сила од 40% од очекуваната сила на лом во испитниот примерок. Наредна фаза е товарење и растоварување во опсег на силата од 5% до 40%

од пресметаната сила при која се очекува да се јави лом во примерокот. Товарењето и растоварувањето се врши во 25 циклуси. По завршувањето на 25 те циклуси, испитното тело се товари до 100% од пресметаната сила, односно до лом. При тоа силата на лом не смее да се постигне во временски период помал од 15 минути. По достигнувањето на силата на лом завршува испитувањето на пробниот примерок по што следува фазата на дефинирање на типот на лом кој настанал при испитувањето. Во текот на процесот на испитување се следат следните параметри:

- Хоризонталност на челичната подолжна греда на која е потпрена пресата за нанесување на товарот.
- Вертикалност на пресата
- Достигната сила
- Постигнато поместување



Сл. 6. Шема на нанесување на испитниот товар

1/ Хидраулична преса од 100t

2/ Динамометар (D1)

3/ Електронски уклономери (U1, U2, U3)

4/ Механички уклономери (U4, U5, U6, U7)

Електронските уклономери заедно со динамометарот се поврзани во електронски дата процесор (Data Logger) HBM Quantum. Дата процесорот ги отчитува аналогните сигнали од електронските уклономери и ги претвора во дигитални сигнали. Истиот е поврзан на РС компјутер (Personal Computer) и со помош на програмот Catman Easy се врши обработка на сигналите добиени со мерењето. Брзината на отчитувањето на софтверот е 5 отчитувања во секунда (5Hz). Точноста на мерната опрема е $\pm 1\%$. Софтверот Catman Easy овозможува излез на добиените резултати и нивна конверзија во формат погоден за отчитување во Excel. Откако е извршено поставување на мерната опрема и утврдено дека уклономерите се соодветно поставени и поврзани се врши проверка на уклономерите со челична плочка со дебелина 8 mm. Следува фазата на испитување на пробните тела според препораките и насоките дадени во Еврокод 4.

Механичките уклономери се поставуваат што е можно поблиску до секоја група анкери со цел да го измерат трансверзалното раздвојување на бетонските плочи од челичниот пресек. Механичките уклономери работат со помош на поместлива назабена летва која преку запчаници придвижува стрелки. Скалата е изработена од два круга, еден поголем, друг помал. Големата стрелка покажува стоти дел од милиметарот, додека малата стрелка ги покажува милиметрите.

3.3. Аналитичко определување на носивоста на можданиците

Проектната носивост на смолкнување на цилиндрични можданици според EN1994 се определува според:

$$P_{rd} = \frac{0.8f_u d^2 \pi}{4\gamma_v} \quad (1)$$

$$P_{rd} = \frac{0.29\alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_v} \quad (2)$$

зависно кое е помало, каде:

$$\alpha = 0.2 \left(\frac{h_{sc}}{d} + 1 \right) \text{ за } 3 \leq \frac{h_{sc}}{d} \leq 4 \quad (3)$$

$$\alpha = 1 \text{ за } \frac{h_{sc}}{d} > 4 \quad (4)$$

γ_v - парцијален фактор

d – Дијаметар на вратот од можданикот

f_u – Специфицирана гранична јакост на затегнување на материјалот на можданикот

f_{ck} – карактеристична јакост на притисок за цилиндер на бетонот за разгледувана старост

h_{sc} – вкупна номинална висина на можданикот

Дијаметарот на анкерот потребно е да се редуцира за коефициентот η , поради навојот на анкерот.

$$\frac{(\eta d)^2 \pi}{4} = A_s \quad (5)$$

$$\frac{(\eta d)^2 \pi}{4} = 1.57 \quad (6)$$

$$(\eta d)^2 = 2.0 \quad (7)$$

$$\eta d = 1.414 \quad (8)$$

$$\eta = 0.884 \quad (9)$$

Од прикажаното за носивоста на хемиските анкери се добива:

Носивост на бетонскиот дел:

$$P_{rd} = \frac{0.29\alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_v} = \frac{0.29 \cdot 1 \cdot (0.884 \cdot 1.6^2) \sqrt{3 \cdot 3100}}{1.0} = 55.95 \text{ kN} \quad (10)$$

Носивост на челичниот дел:

$$P_{rd} = \frac{0.8f_u d^2 \pi}{4\gamma_v} = \frac{0.8 \cdot 80 \cdot 1.6^2 \pi}{4 \cdot 1} = 100.48 \text{ kN} \quad (11)$$

$$F_b = n \cdot P_{rd}^{(1)} = 8 \cdot 44.95 = 448 \text{ kN} \quad (12)$$

$$F_c = n \cdot P_{rd}^{(2)} = 8 \cdot 100.48 = 804 \text{ kN} \quad (13)$$

зависно кое е помало.

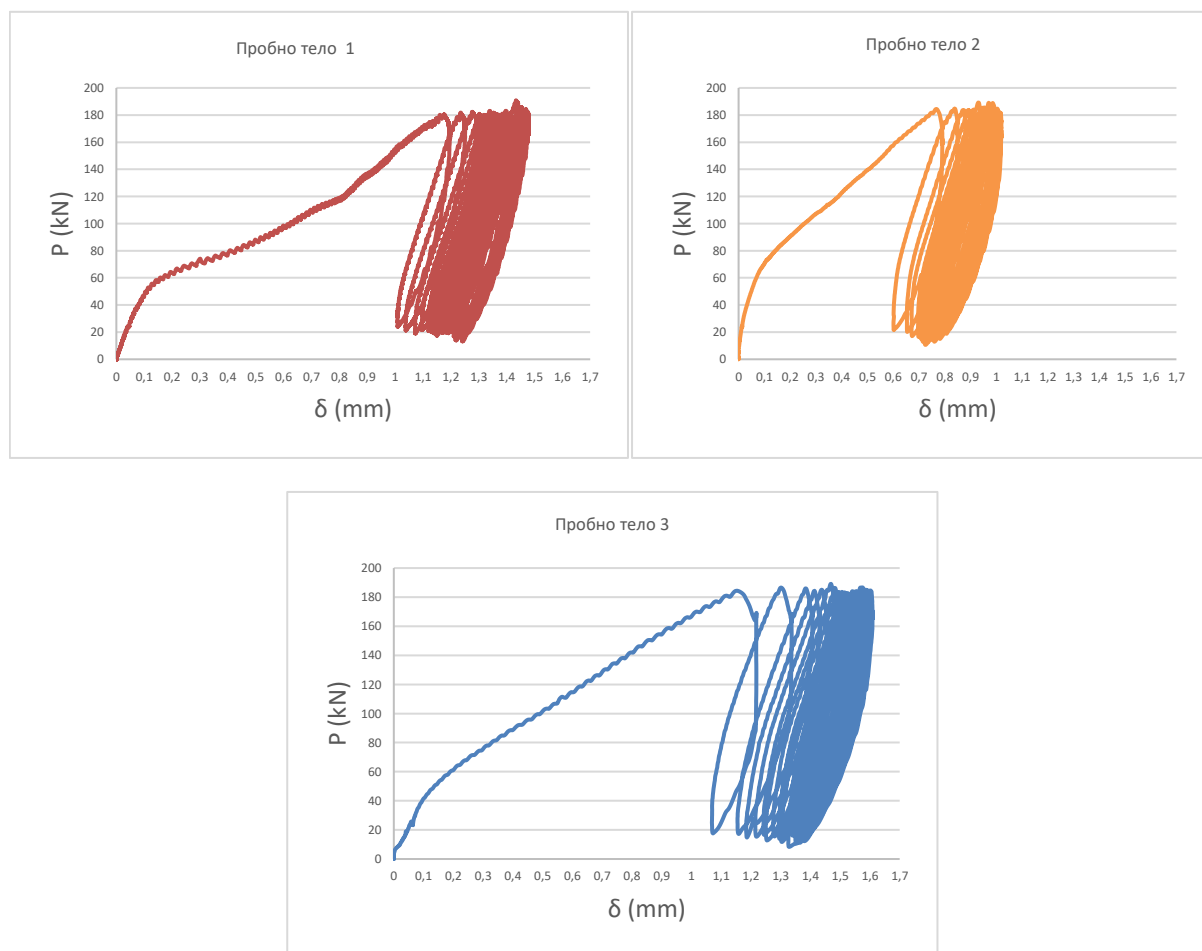
3.4. Резултати од испитувањето

По завршеното испитување на пробните тела, извршено е процесирање на добиените отчитувања од мерната техника и добиени се следните резултати кои покажуваат јасна слика за однесувањето на можданиците и нивната дуктилност.

Табела 1. Резултати од испитувањето.

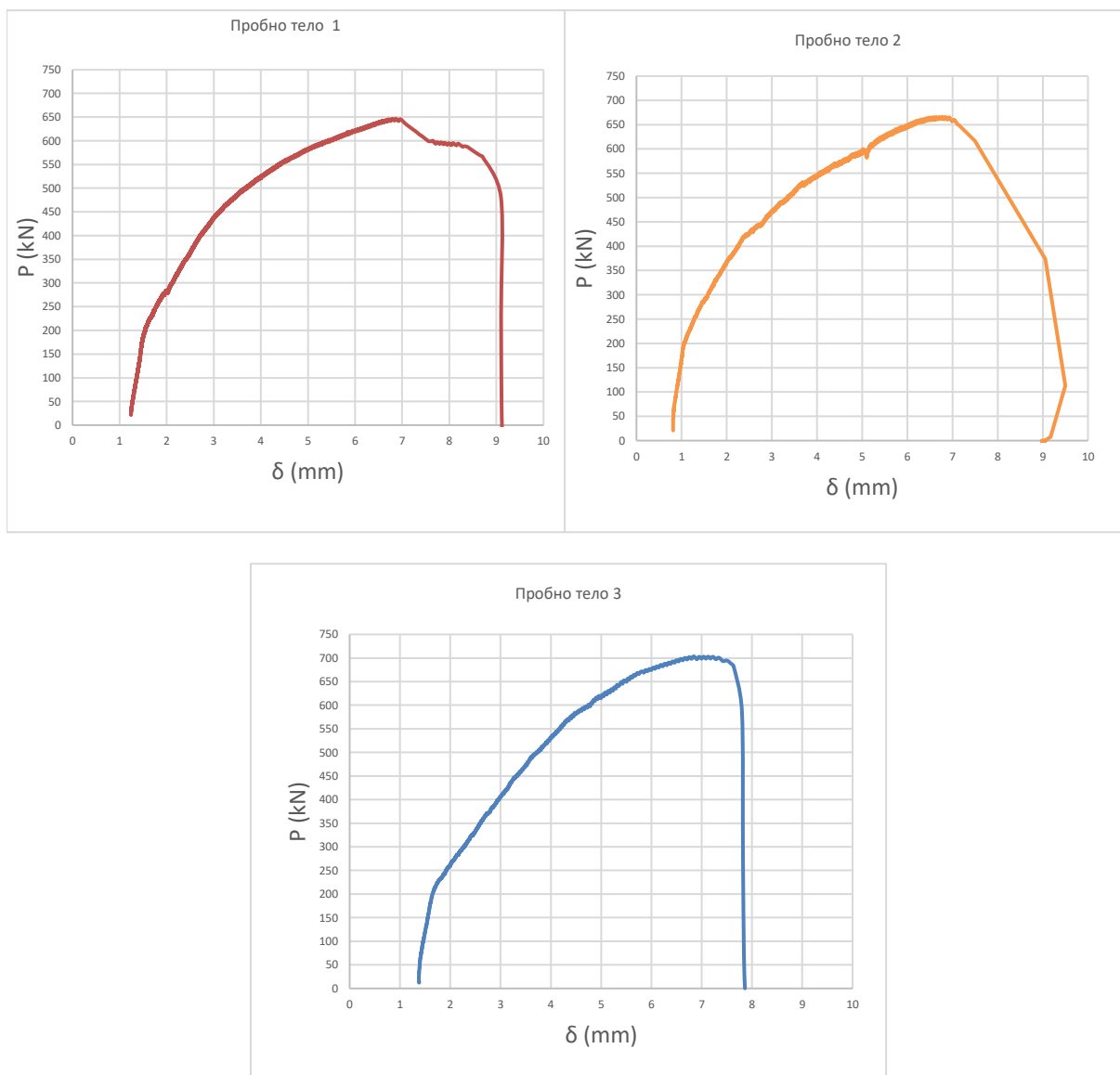
Пробно тело	Пресметана сила во (kN)	Сила добиена со тест (kN)	За 1 анкер	90% Prd
1	448.000	646.805	80.851	582.125
2		666.218	83.277	599.596
3		703.437	87.930	633.093

Како што беше наведено погоре пробните тела најпрво се изложени на 25 циклуси товарење и растоварување во рангот од 5% до 40% од очекуваната сила на лом, со цел да се осигураме дека резултатите добиени за проклизувањето се точни. Дијаграмите се прикажани во продолжение.



Сл. 7. Резултати од циклично товарење на пробните тела

По завршувањето на цикличното товарење се продолжува со товарење на испитните примероци до лом. Според насоките дадени во Еврокодот 4, максималната сила при која ќе се јави лом во пробното тело не треба да биде постигната во период помал од 15 минути. За сите примероци кои беа испитани задоволен е условот за постигнување на сила при лом за време поголемо од 15 минути.



Сл. 8. Резултати од товарење до лом

Табела 2. Вредности за капацитетот на проклизување и карактеристичниот капацитет на проклизување.

Пробно тело	Поместување при лом добиено со тест (mm)	Пресметано поместување (mm)	90% δ_{min} (mm)	Отчитано δ (mm)	δ_u (mm)
1	6.864	8.085	7.020	8.400	8.400
2	6.678	8.328		7.800	
3	6.845	8.793		7.800	

За секое од испитаните тела прикажана е максималната измерена сила и силата потребна за одредување на капацитетот на проклизување која е за 10 % помала од максималната достигната сила, и силата добиена за еден анкер. Исто така се прикажани и добиените поместувања при лом и максималните поместувања за сила намалена за 10 %, односно капацитетот на проклизување на секој од можаниците, како и карактеристичниот капацитет на проклизување кој служи за определување на дуктилноста на можаниците.

4. ЗАКЛУЧОК

Анализирајќи ги резултатите од испитувањето како и аналитичките пресметки може да се увиди дека:

- Изразите дадени во Еврокод 4 за определување на носивоста на можданиците не се во корелација со добиените резултати од експерименталното истражување.
- Доминантен тип на лом е ломот во анкерите придружен со дробење на бетонот на површината на дејство на силата на смолкнување.
- На карактерот на ломот влијаат голем број фактори од кои најмногу:
 - Односот h_{ef}/d
 - Карактеристиките на бетонот
 - Начинот на вградување на анкерите
- Однесување како анкери на смолкнување, не како можданици.
- Однесувањето на хемиските анкери како средства за спрегање е подобро од заварените еластични чеп можданици со глава.
- Хемиските анкери спаѓаат во дуктилни врзни средства.
- Носивоста на смолкнување на анкерот е функција од начинот на анкерување на крајот на анкерот.
- Ставањето арматура во бетонот во близина на анкерувањето оневозможува појава на пукнатини во бетонската полна плоча.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Цветановски П., Печатени предавања по спрегнати конструкции, 2011, Скопје, Р. Македонија.
- [2] Поповски Д., „Експериментално и теоретско истражување на ефектите од спрегањето на челикот и бетонот кај континуирани носачи од меѓукатни конструкции“, докторска дисертација, Септември 2015, Скопје, Р. Македонија
- [3] Pallarés, L. and Hajjar, J. F. (2009). “Headed Steel Stud Anchors in Composite Structures: Part I. Shear,” Report No. NSEL-013, Newmark Structural Laboratory Report Series (ISSN 1940-9826), Department of Civil and Environmental Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois, April.
- [4] Horvatic D., “Spregnute konstrukcije”, Zagreb 2003
- [5] Folic R., Zenunovic D., “ Spregnute konstrukcije celik – beton”, Novi Sad 2009
- [6] Debeljkovic M., “ Spregnite konstrukcije u praksi”, Beograd 2012
- [7] D. Popovski, P. Cvetanovski, M. Partikov, “Testing the behavior of shear connectors”, MASE 16 th symposium, Ohrid, Macedonia, 2015.
- [8] V. Damajnovski, P. Cvetanovski, D. Popovski, “Analysis of the behavior of shear connectors with longitudinal sheeting and solid slab“, MASE 17 - th symposium, Ohrid, Macedonia, 2017
- [9] Popovski D, Partikov M, Nisev N, “Analysis of the behaviour of shear connectors with transversal sheeting”, MASE 18 - th symposium, Ohrid, Macedonia, 2019.
- [10] Мицвски И., Поповски Д., „Експериментално испитување на однесување на хемиски вградени анкери“, 19. меѓународен симпозиум на ДГКМ, Охрид, Македонија, 2022

