



Друштво геолошких инжењера и техничара Србије
Комитет за Инжењерску геологију и Геотехнику
11000 Београд, Кнеза Милоша 9/1, Србија
Society of Geological Engineers and Technicians of Serbia
Committee for Engineering Geology and Geotechnics
11000 Belgrade, 9/1 Kneza Miloša Str, Serbia

XV СИМПОЗИЈУМ ИЗ ИНЖЕЊЕРСКЕ ГЕОЛОГИЈЕ И ГЕОТЕХНИКЕ ЗБОРНИК РАДОВА

PROCEEDINGS OF THE XV SYMPOSIUM ON ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICS



**БЕОГРАД - BELGRADE
22-23.09.2016.**

**ДРУШТВО ГЕОЛОШКИХ ИНЖЕЊЕРА И ТЕХНИЧАРА СРБИЈЕ-
КОМИТЕТ ЗА ИНЖЕЊЕРСКУ ГЕОЛОГИЈУ И ГЕОТЕХНИКУ
У сарадњи са Академијом инжењерских наука Србије - АИНС**

**SOCIETY OF GEOLOGICAL ENGINEERS AND TECHNICIANS OF SERBIA -
COMMITTEE FOR ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICS
In cooperation with Academy of Engineering Sciences of Serbia**

**ЗБОРНИК РАДОВА
XV СИМПОЗИЈУМА ИЗ
ИНЖЕЊЕРСКЕ ГЕОЛОГИЈЕ И
ГЕОТЕХНИКЕ**

**PROCEEDINGS
OF THE XV SYMPOSIUM ON
ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICS**

Уредници:

Проф. др Душко Сунарић

Проф. др Драгутин Јевремовић

Доц. др Срђан Костић

Editors:

Prof. dr. Duško Sunarić

Prof. dr. Dragutin Jevremović

Doc. dr. Srđan Kostić

**БЕОГРАД - BELGRADE
22-23.09.2016.**

ЗБОРНИК РАДОВА XV СИМПОЗИЈУМА ИЗ ИНЖЕЊЕРСКЕ ГЕОЛОГИЈЕ И ГЕОТЕХНИКЕ

Издавач: Друштво геолошких инжењера и
техничара Србије – Комитет за инжењерску
геологију и геотехнику
Кнеза Милоша 9/1 11000 Београд

За издавача:

Проф. др Адам Дангић
Проф. др Душко Сунарић

Научни одбор Симпозијума:

- Проф. др Петар Локин
- Проф. др Душко Сунарић
- Проф. др Соња Цветковић-Мркић
- Проф. др Драгутин Јевремовић
- Проф. др Радојица Лапчевић
- Проф. др Милинко Васић

Уредници:

- Проф. др Душко Сунарић
- Проф. др Драгутин Јевремовић
- Доц. др Срђан Костић

Штампа: Неокомерс, d.o.o., Београд

Тираж: 200 примерака

Београд, 2016.

*Радови у овом Зборнику су прихваћени на
основу рецензије резимеа, а штампани су
оригиналној ауторској верзији.*

PROCEEDINGS OF THE XV SYMPOSIUM ON ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICS

Publisher: Society of Geological Engineers and
Technicians of Serbia - Committee for
Engineering Geology and Geotechnics
Kneza Miloša str.. 9/1, 11000 Belgrade, Serbia

For publisher:

Prof. dr. Adam Dangić
Prof. dr. Duško Sunarić

Scientific board:

- Prof. dr Petar Lokin
- Prof. dr Duško Sunarić
- Prof. dr Sonja Cvetković-Mrkić
- Prof. dr Dragutin Jevremović
- Prof. dr Radojica Lapčević
- Prof. dr Milinko Vasić

Editors:

- Prof. dr Duško Sunarić
- Prof. dr Dragutin Jevremović
- Doc. dr Srđan Kostić

Print: Neokomerc, d.o.o., Belgrade

Printing: 200 copies

Belgrade, 2016.

*Papers in this Proceedings are accepted on the
basis of the summary, and they are printed in
their original versions sent by the authors.*

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

550.8(082)

624.13(082)

СИМПОЗИЈУМ из инжењерске геологије и геотехнике (15 ; 2016 ; Београд)
Зборник радова XV симпозијума из инжењерске геологије и геотехнике,
Београд, 22-23.09.2016. / едитори Душко Сунарић, Драгутин Јевремовић, Срђан
Костић = Proceedings of the XV Symposium on Engineering Geology and
Geotechnics, Belgrade / editors Duško Sunarić, Dragutin Jevremović, Srđan
Kostić. - Београд : Друштво геолошких инжењера и техничара Србије -
Комитет за инжењерску геологију и геотехнику, 2016 (Београд : Неокомерс).
- [24], 498 стр. : илустр. ; 25 cm

Радови на срп. и енгл. језику. - Тираж 200. - Стр. [9-10]: Предговор /
Уредници. - Библиографија уз сваки рад. - Summaries.

ISBN 978-86-89337-02-0

а) Геотехника - Зборници б) Инжењерска геологија - Зборници
COBISS.SR-ID 225768460

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР

Председник:

Проф. др Душко Сунарић

Председник Комитета за инжењерску геологију и геотехнику, редовни члан Академије инжењерских наука Србије

Подпредседници:

Проф. др Драгутин Јевремовић

Редовни професор Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, потпредседник Комитета за инжењерску геологију и геотехнику

Милутин Игњатовић, дипл.инж.геол.

Генерални директор Саобраћајног института ЦИП Београд

Секретар:

Др Срђан Костић, доцент

Чланови одбора:

- Мр Владета Вујанић, дипл. инж. геол.
- Мр Мирко Лазић, дипл. инж. геол.
- Др Ненад Павловић, дипл. инж. геол.
- Др Биљана Аболмасов, в. проф.
- Мр Сретко Остојић, дипл. инж. геол.
- Проф. др Небојша Гојковић
- Др Ласло Чаки, в. проф.
- Др Гордана Хаџи-Никовић, в. проф.
- Др Драгослав Ракић, доцент
- Др Зоран Радић, доцент
- Горан Љумовић, дипл. инж. геол.
- Драган Митровић, дипл. инж. геол.
- Стојан Саковић, дипл. инж. геол.
- Крсто Баталовић, дипл. инж. геол.
- Владимир Филиповић, дипл. инж. геол.
- Драган Петровић, дипл. инж. геол.
- Драган Кузмић, дипл. инж. геол.
- Ивица Ивандић, дипл. инж. геол.
- Милован Јотић, дипл. инж. геол.
- Младен Констатиновић, дипл. инж. геол.
- Драган Мартаћ, дипл. инж. геол.
- Светозар Миленковић, дипл. инж. геол.
- Добрица Дамјановић, дипл. инж. геол.
- Весна Богдановић, дипл. инж. геол.

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman:

Prof. dr. Dusko Sunarić

President of the Committee for Engineering Geology and Geotechnics, full member of Academy of Engineering Sciences of Serbia

Vice Chairmen:

Prof. dr. Dragutin Jevremović

Full professor at University of Belgrade Faculty of Mining and Geology, Vice president of the Committee for Engineering Geology and Geotechnics

Milutin Ignjatović, MSc.Eng.Geol.

General Director of Traffic Institute CIP

Secretary:

Doc. Dr. Srđan Kostić, MSc.Eng.Geol..

Board Members:

- Mr Vladeta Vujanić, MSc.Eng.Geol.
- Mr Mirko Lazić, MSc.Eng.Geol.
- Dr Nenad Pavlović, MSc.Eng.Geol.
- Dr Biljana Abolmasov, assoc. prof.
- Mr Sretko Ostojčić, MSc.Eng.Geol.
- Prof. dr Nebojša Gojković
- Dr Laslo Čaki, assoc. prof.
- Dr Gordana Hadži-Niković, assoc. prof.
- Dr Dragoslav Rakić, assis. prof.
- Dr Zoran Radić, assis. prof.
- Goran Ljumović, MSc.Eng.Geol.
- Dragan Mitrović, MSc.Eng.Geol.
- Stojan Saković, MSc.Eng.Geol.
- Krsto Batalović, MSc.Eng.Geol.
- Vladimir Filipović, MSc.Eng.Geol.
- Dragan Petrović, MSc.Eng.Geol.
- Dragan Kuzmić, MSc.Eng.Geol.
- Ivica Ivandić, MSc.Eng.Geol.
- Milovan Jotić, MSc.Eng.Geol.
- Mladen Konstatinović, MSc.Eng.Geol.
- Dragan Martać, MSc.Eng.Geol.
- Svetozar Milenković, MSc.Eng.Geol.
- Dobrica Damjanović, MSc.Eng.Geol.
- Vesna Bogdanovic, MSc.Eng.Geol.

МЕЂУНАРОДНИ НАУЧНИ ОДБОР

Проф. др Виктор Осипов - Русија

Професор емеритус Московског Државног Универзитета, редовни члан Академије наука Русије, професор емеритус Геолошког института Академије наука Кине

Проф. др Пол Маринос - Грчка

Професор емеритус Националног Техничког универзитета у Атини, некадашњи Председник Међународног друштва за инжењерску геологију (1995-1998)

Др Ђорђо Лолино - Италија

Потпредседник Међународног друштва за инжењерску геологију за јужну Европу

Проф. др Кирил Ангелов - Бугарска

Ванредни професор на Универзитету рударства и геологије „Св. Иван Рилски“ у Софији, некадашњи потпредседник Међународног друштва за инжењерску геологију

Др Богдан Орлић - Холандија

Научни саветник, ТНО – Организација за примењена научна истраживања, Депарتمان за гео-енергију, Утрехт

Проф. др Неђо Ђурић, РС - БиХ

Редовни професор на Грађевинском факултету у Суботици (Универзитет у Новом Саду), редовни члан Академије наука и умјетности Републике Српске

Проф. др Драго Тркуља - РС - БиХ

Редовни професор у пензији Грађевинско-архитектонског факултета Универзитета у Бањој Луци, Председник Друштва за земљотресно инжењерство Републике Српске

Проф. др Иван Вркљан -Хрватска

Професор емеритус Свеучилишта у Ријеци, председник Хрватског геотехничког друштва, некадашњи потпредседник Међународног друштва за механику стена (2011-2015)

Проф. др Владимир Малбашић - РС - БиХ

Декан Рударског факултета Приједор Универзитета у Бањој Луци

Проф. др Станиша Ивановић – Црна Гора

Редовни професор Филозофског факултета Универзитета Црне Горе и Факултета за политехнику Универзитета Доња Градица

INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD

Dr. Prof. Victor I. Osipov, Russian Federation

Honorary Professor of the Moscow State University, Full Member of the Russian Academy of Sciences, , Honorary Professor of the Geological Institute, Academy of Science of China

Prof. dr Paul Marinos, Greece

Emeritus Professor of Engineering Geology at the National Technical University of Athens, Past President of the International Association of Engineering Geology and the Environment (1995-1998)

Dr Giorgio Lollino, Italy

Vice-president of the International Association of Engineering Geology and the Environment for southern Europe

Prof. dr Kiril Anguelov, Bulgaria

Associate Professor at University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski” Sophia, Past Vice President of the International Association of Engineering Geology and the Environment

Dr Bogdan Orlić, Netherlands

Senior scientist at TNO – the Netherlands, Organisation for Applied Scientific Research, Department of Geo-energy, Utrecht

Prof. dr Neđo Đurić, Bosnia & Herzegovina

Full Member of Academy of Science and Arts of the Republic of Srpska, full professor at the Faculty of Civil Engineering in Subotica (University of Novi Sad)

Prof. dr Drago Trkulja, Bosnia & Herzegovina

President of the Society of Earthquake Engineering of the Republic of Srpska, retired full professor of Faculty of Civil Engineering and Architecture at University of Banja Luka

Prof. dr Ivan Vrkljan, Croatia

Professor Emeritus at University of Rijeka, president of Croatian Geotechnical Society, Past Vice President in Large of the International Society for Rock Mechanics (2011-2015)

Prof. dr Vladimir Malbašić, Bosnia & Herz.

Dean of the Faculty of Mining Prijedor University of Banja Luka

Prof. dr Staniša Ivanović, Montenegro

Full professor at the Faculty of Philosophy University of Montenegro and Polytechnical faculty University of Donja Gradica

ПОЧАСНИ ОДБОР

Проф. др Адам Дангић

*Председник Друштва геолошких инжењера
и техничара Србије*

Проф. др Душан Поломчић

*Декан Рударско-геолошког факултета
Универзитета у Београду*

Проф. др Милан Димкић

*Генерални директор Института за
водоривреду "Јарослав Черни" Београд,
дописни члан Академије инжењерских наука
Србије*

Проф. др Гордана Марковић

*Редовни проф. Рударско-геолошког
факултета у пензији*

Проф. др Зоран Стевановић

Председник Српског геолошког друштва

Проф. др Драгоман Рабреновић

Директор Геолошког Завода Србије

Др Василије Радуловић, дипл. инж. геол.

*Завод за геолошка истраживања,
Подгорица, у пензији*

Др Ненад Шушић, дипл. инж. грађ..

*Председник Српског друштва за механику
тла и геотехничко инжењерство*

Мр Милан Триčkовић, дипл. инж. грађ.

*Председник Српског друштва за механику
стена*

Мирослав Стојчић, дипл. саоб. инж.

Генерални директор "Железница Србије"

Драган Цветковић дипл. инж. геол.

*Проф. геолошке и хидрометеоролошке
школе "Милутин Миланковић" Београд у
пензији*

HONORARY BOARD

Prof. dr Adam Dangić

*President of the Society of Geological
Engineers and Technicians of Serbia*

Prof. dr Dušan Polomčić

*Dean of Faculty of Mining and Geology
University of Belgrade*

Prof. dr Milan Dimkić

*Director General of the Institute for
Development of Water Resources „Jaroslav
Černi" , Cor. member of Academy of
Engineering sciences of Serbia*

Prof. dr Gordana Marković

*Retired full professor of Faculty of Mining
and Geology University of Belgrade*

Prof. dr Zoran Stevanović

President of Serbian Geological Society

Prof. dr Dragoman Rabrenović

Director of Geological Survey of Serbia

Dr Vasilije Radulović, MSc.Eng.Geol.

Geological Survey of Montenegro, Podgorica

Dr Nenad Šušić, dipl.građ.inž.

*President of Serbian Society for Soil
Mechanics and Geotechnical Engineering*

Mr Milan Tričković, MSc.Eng.Geol.

*President of Serbian Society for Rock
Mechanics*

Miroslav Stojčić, MSc.Eng.Geol..

Director General of "Railways Serbia"

Dragan Cvetković, MSc.Eng.Geol.

*Retired professor of geological and
hydrometeorological high school 'Milutin
Milanković'*



Друштво геолошких инжењера и техничара Србије
Комитет за Инжењерску геологију и Геотехнику
11000 Београд, Кнеза Милоша 7а/1, Србија
Society of Geological Engineers and Technicians of Serbia
Committee for Engineering Geology and Geotechnics
11000 Belgrade, 7a/1 Kneza Miloša Str, Serbia

Зоран Радић¹, Зорана Радић²

РЕАЛИЗАЦИЈА ПРОЈЕКТА САНАЦИЈЕ КЛИЗИШТА У СРБИЈИ У 2016.

Резиме:

Након активирања бројних клизишта у Србији још у пролеће 2006.г., а нарочито после мајских поплава 2014.г. и појаве нових и реактивирања великог броја старијих клизишта, била је очита потреба да се при решавању тог проблема, државне институције одреде за систематски приступ. То је омогућило, уз обезбеђење новчаних средстава и после урађених пројектних подлога, да се отпочне извођење разноврсних санационих радова на клизиштима широм Србије, а првенствено у оним подручјима која су урбанизована и где је највише угрожена саобраћајна инфраструктура. У раду је приказана актуелна динамике реализације пројекта санације клизишта која се спроводи преко Канцеларије за управљање јавним улагањима. Евидентно је настојање државе да се новчана помоћ, добијена од међународне заједнице за санирање штета насталих услед поплава у мају 2014.г., утроши што рационалније и корисније и да цео процес буде потпуно транспарентан. Преко владине Канцеларије за управљање јавним улагањима (правни наследник Канцеларије за помоћ и обнову поплавлених подручја) у завршној фази је реализација санације преко 30 клизишта у различитим деловима Србије. Прецизнији подаци о степену реализације радова на стабилизацији терена и цене извођења грађевинских радова, биће детаљно приказани у раду, пошто се подаци ажурирају готово свакодневно. Нека клизишта су санирана током пролећа, за нека се радила допунска пројектна документација, за сва клизишта су били расписани тендери за избор најповољнијег извођача радова. За пројекте и извођење санационих мера (које су углавном везане за стабилизацију косина у зонама саобраћајница) новчана средства су обезбеђена из Фонда солидарности Европске уније. Грађевински радови на свим клизиштима, морају да се заврше до половине септембра 2016.г. У изради неопходних геотехничких подлога за потребе пројектовања мера санације, учествовало је десетине стручњака из области инжењерске геологије и геотехнике из целе земље. Директно преко пројекта УНОПС-РОАДС у наредних годину дана биће санирано још око 40 клизишта различитих димензија и величина, која су евидентирана на путевима Србије.

Кључне речи: клизишта, Србија, санација, геотехничка документација

¹ Доц.др, дипл.инж.геол., Универзитет у Београду Грађевински факултет, e-mail: zoradic@grf.bg.ac.rs,

² дипл.инж.грађ., Канцеларија за управљање јавним улагањима, Београд. e-mail: zorana.radic@obnova.gov.rs

Zoran Radić², Zorana Radić²

IMPLEMENTATION OF PROJECTS RELATED TO LANDSLIDE REPAIR IN SERBIA IN 2016

Summary:

After activation of numerous landslides in Serbia in the spring of 2006 and especially after the floods in May 2014, as well as after occurrences of new and reactivation of older landslides, there was an evident need for the national authorities to choose the systematic approach. This enabled, along with providing financial resources and after finalising project proposals, the start of the implementation of various engineering works on remediation of landslides across Serbia and especially in urbanised areas and where transport infrastructure was at the highest risk. The current dynamics of the implementation of projects related to landslide remediation, implemented through The Public Investment Management Office is presented in this paper. The endeavor of the state is evident to use financial support received from international community for the purpose of water damage recovery after the floods in May 2014 in a most possible effective and useful way, with the entire process completely transparent. Through Serbian Government's Public Investment Management Office (former Office for Flood Affected Areas Assistance and Rehabilitation) the implementation of remediation of over thirty landslides in different areas in Serbia is in its final phase. More precise data on the degree of implementation of the works on stabilisation of the terrain and prices of construction works are presented in this paper in detail, concerning that the data is being updated almost daily. Some of the landslides were repaired during the spring; for some supplementary project documentation had been developed; for all landslides tendering procedures were implemented in order to select the contractor with the most favorable offer. For projects and conduction of remedial works (mostly related to slope stabilization in zones of transport routes) financial resources were obtained through EU Solidarity Fund. Remedial works at the location of all the included landslides have to be finished by the middle of September 2016. Dozens of experts in the field of engineering geology and geotechnical engineering from the entire country participated in the development of necessary geotechnical basis for the appropriate design of remediation measures. Directly under the UNOPS-ROADS project within the next year, around 30 more landslides of different sizes, activated on the roads of Serbia will be repaired.

Key words: landslides, Serbia, prevention works, geotechnical documentation

² Assist. Prof., MSc Eng. Geol., University of Belgrade Faculty of Civil Engineering, e-mail: zoradic@grf.bg.ac.rs,

² MSc Civ. Eng., Public Investment Management Office, Belgrade, e-mail: zorana.radic@obnova.gov.rs

1. УВОД

Основну геолошку грађу Србије, осим Војводине и делова источне и западне Србије са масивнијим кречњацима, представљају у приповршинским деловима терени са неогеним седиментима, распадине флишних седимената, тектонски испуцали палеозојски шкриљци нижег кристалинитета, падине дијабаз-ројне формације и деградирани серпентинити. Уз средње нагибе терена (претежно брежуљкасто брдовит тип рељефа) и у последње време услед очигледних промена климе на целом континенту, па и у нашој земљи (у претходној деценији 4 изразито обилна па чак и екстремна кишна периода) постоје предуслови да се сви терени са оваквом грађом и геолошким карактеристикама сврстају у терене са условно повољним, а често у изразито неповољне терене по питању стабилности. Један наш познати професор са Грађевинског факултета у Београду шездесетих година прошлог века изјавио је како скоро сви терени у Србији, са аспекта градње објекта, имају "лошу геологију". Након мајских поплава 2014.г. и активирања великог броја клизишта, била је очита потреба да се решавању проблема клизишта приступи на систематски начин, како би се, уз обезбеђена новчана средства, приступило и адекватним мерама санације првенствено оних подручја која су урбанизована и где је угрожена саобраћајна инфраструктура. Примери извођења радова на санацији неколико клизишта, у разним фазама извођења радова и са различитим санационим мерама, дати су на Слици 1.



*Slika 1. Klizište u Vinjištu-početak radova; Gabionska konstrukcija u zaseoku Troska
Potporni zid klizišta na putu Drakčiči-Pekčanica; Sanacija klizišta na putu Valjevo-Kosjerić*

*Figure 1. Landslide in Vinjište-beginning of works; Gabion structures in Krupanj, Troska
Retaining wall on the road Drakčiči-Pekčanica; Rehabilitation of landslides on the road Valjevo-
Kosjerić*

2. УСЛОВИ И УЧЕСНИЦИ У РЕАЛИЗАЦИЈИ ПРОЈЕКТА

Уочљиви су и напори државе (преко Уредбе о утврђивању државног програма обнове у сектору саобраћаја) да се новчана помоћ, добијена од међународне заједнице за санирање штета насталих услед поплава у мају 2014.г., утроши што рационалније и корисније и да цео процес буде потпуно транспарентан. Такође, локалне самоуправе су морале, свака за своју територију, да донесу одговарајуће уредбе. Преко Канцеларије за управљање јавним улагањима (некадашња Канцеларија за помоћ и обнову поплавлених подручја) у завршној фази је реализација санације 33 клизишта у различитим деловима Србије. При одређивању клизишта која ће бити предмет санације, осим надлежних служби у општинама које су биле обухваћене поплавама, учествовао је Кабинет министра без портфеља задуженог за ванредне ситуације као и ЈП Путеви Србије. У ретким случајевима где је документација већ била урађена клизишта су санирана током пролећа 2016., за нова клизишта је рађена пројектна документација крајем 2015. и почетком 2016.г., а за нека старија клизишта је рађена допунска пројектна документација.

У процесу избора извођача радова за реализацију санација, поступке јавних набавки спроводиле су локалне самоуправе уз тесну сарадњу са Канцеларијом за управљање јавним улагањима. За све пројекте и извођење санационих мера (које су углавном везане за стабилизацију косина у зонама саобраћајница) обезбеђена су новчана средства. Реализација пројеката је спроведена преко Канцеларије са средствима из Фонда солидарности Европске уније. Грађевински радови, на свим клизиштима, морају да се заврше до половине септембра 2016.г. У изради неопходних геотехничких подлога за потребе пројектовања мера санације, учествовало је десетине стручњака из области инжењерске геологије и геотехнике из целе земље. У наредних годину дана биће санирано, директно преко пројекта UNOPS-ROADS, још 40-ак клизишта која су евидентирана на путевима широм Србије и која су различитих величина.

3. ДИСПОЗИЦИЈА КЛИЗИШТА ОБУХВАЋЕНИХ САНАЦИЈОМ

Клизишта која су обухваћена програмом санације налазе се у 18 општина у Србији, претежно у њеним западним и централним деловима. У неколико случајева локалне самоуправе нису на време реаговале на потребу израде пројектне документацију за санирање клизишта на територији њихове општине. Поједине општине (на пример Мионица, Крупањ) одмах су биле уверене да уз мања улагања у припрему техничке документације могу да реше питање стабилности више падина са активним клизиштима уз реконструкцију саобраћајних површина.

Величине и димензије клизишта су веома различита али се углавном ради о површинама клизног тела између 0.2 ha и 1.5 ha (просечно око 0.5 ha) изузев клизишта у Рибарима, Крупању (засеок Троска) и на путу Краљево - Рашка у месту Пивнице, који су површина преко 3 ha. Пројектантска цена санационих радова, Табела 1, је зависила од величине клизишта, од дубине клизне равни, геолошке грађе терена, његових хидрогеолошких карактеристика, као и од врсте предложених пројектних мера и обима грађевинских радова.

Пројектна документација санације клизишта стизала је у Канцеларију у периоду новембар 2015. - јули 2016.г. Рађена је у геолошко-геотехничким фирмама широм Србије:

највише у Београду (Институт за путеве, Институт ЦИП, Институт ИМС, Институт Јарослав Черни, БХЛ пројект) али и у Нишу, Ваљево, Крушевцу, Љубовији.

Tabela 1. Osnovni podaci o lokacijama klizišta, ceni i dinamici radova na sanaciji
Table 1. Basic data about landslides, cost and dynamics of remedial works

| Р. бр | Општина/ Ознака држ. пута | Локација / Стационажа | Површина клизишта | Цена радова (милиона RSD) | Динамика радова - Стање на дан 01.08.2016. |
|----------|---------------------------------|--|----------------------|---------------------------------|---|
| 1 | Бајина Башта | Гвоздац | 0.18 ha | 18.17 | Радови у току |
| 2 | Варварин | Суваја | | 1.58 | Почетак радова |
| 3 | Коцељева | Подгорска улица | 500 m ² | 2.32 | Радови у току |
| 4 | Крагујевац | Насеље Вињиште | 1.0 ha | 27.02 пут и санација | Увођење извођача у посао |
| 5 | Крупањ | Кржава, засеок Троска | 3.1 ha | 51.11 | Радови завршени у јуну 2016. |
| 6 | Крушевац | Ново гробље | 0.9 ha | 6.53 | Потписан уговор са извођачем |
| 7- 8 | Љубовија | Насеље Савковић 2 клизишта на истом путу | 0.15 ha | 5.16 | Расписана ЈН |
| 9 | Лозница | Бања Ковиљача, Гучевска улица | 500 m ² | 6.81 | Обустављен поступак ЈН |
| 10 | Лучани | Насеље Рзав | 0.16 ha | 3.73 | Радови завршени 05.2016. |
| 11 | Лучани | Гавриловић | 0.12 ha | | Радови завршени 05.2016. |
| 12 | Мионица | Манастир Рибница | 0.20 ha | 8.18 | Радови при крају |
| 13 17 | Мионица | Миловановића брдо 5 клизишта на истом путу | od 0.1-0.3 ha | 13.13 | Радови у току |
| 18 | Пожега | Пријановићи | 0.8 ha | 11.56 | Почетак радова |
| 19 | Пожега | Филиповићи | 0.25 ha | 5.96 | Почетак радова |
| 20 | Ражањ | Смиловац | 600 m ² | 5.75 санација | Почетак радова |
| 21 | Трстеник | Јасиковица - Дреновац | 0.15 ha | 6.83 | Расписана ЈН |
| 22 | Трстеник | Мала Јасиковица | 0.12 ha | 9.61 | Расписана ЈН |
| 23 | Косјерић ІВ-21 | Каленић (Златна долина) km: 186+725 | 1.0 ha | 21.46 пут и санација | Чека се почетак радова |
| 24 | Ваљево ІВ-342 | Иверак - Караула km: 3+480-3+565 | 0.9 ha | 14.17 санац. 14.14 пут | Радови на половини |
| 25 | Ваљево ІВ-342 | Иверак - Караула km: 3+610-3+710 | 1.1 ha | 13.78 санац. 9.79 пут | Радови на половини |
| 26 | Ваљево ІВ-21 | Ваљево - Косјерић 153+412-153+456 | 0.35 ha | 5.73 санација 1.12 пут | Чека се почетак радова |
| 27 | Ваљево ІВ-21 | Ваљево - Косјерић 154+168 | 0.18 ha | 2.55 санација | Чека се почетак радова |

| Р. бр | Општина/ Ознака држ. пута | Локација / Стационажа | Површина клизишта | Цена радова (милиона RSD) | Динамика радова - Стање на дан 01.08.2016. |
|-------|---------------------------------|--|----------------------|---------------------------------|---|
| 28 | Ваљево ІВ-21 | Ваљево - Косјерић 159+734-159+770 | 0.20 ha | 4.67 пут и санација | Радови у току |
| 29 | Краљево ПА 181 | Дракчићи - Пекчаница 14+400 | 0.28 ha | 12.20 санација и пут | Радови при крају |
| 30 | Краљево ІВ 22 | Краљево -Ушће, место Пивница 390+050 | 5.0 ha | 29.69 | Почетак радова |
| 31 | Чачак ІВ 355 | Чачак - Шиљковица, Цагања 13+200 | 2.4 ha | 14.00 | Потписан уговор са извођачем |
| 32 | Свилајнац ПА 162 | Дубница - Бобово 105+706 | 1.8 ha | 12.00 пут и санација | Радови при крају |
| 33 | Крушевац ПА 216 | Каоник-Рибаре-Вука- ња 27+133 до 27+219 | 4.5 ha | 69.85 санација 10.69 пут | Радови у току |

4. ТЕХНИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА И ОБИМ ГЕОТЕХНИЧКИХ ИСТРАЖИВАЊА

У табелама 2-5 приказани су: показатељи димензија клизишта: дужина, ширина, површина и запремина покренутих маса и стање вода у терену - површинских и подземних (Табела 2); подаци који су издвојени као меродавни при процени узрока активирања клизишта: геолошка грађа, степен распадања стенских маса, морфологија и нагиб терена, антропогени утицаји (Табела 3); подаци о обиму и врсти изведених истражних радова - теренских и лабораторијских (Табела 4) и подаци о примењеним санационим мерама (врста потпорне конструкције, тип хидротехничке конструкције, нивелација терена, прерасподела земљаних маса, биотехничке мере) и да ли је поред санације извршена и реконструкција дела саобраћајнице (Табела 5).

Како би приказ података у табелама за сва клизишта изискивао много више писаног простора, дати су показатељи само за 5 клизишта која су издвојена због пројектованих комплексних санационих мера или због своје величине..

Табела 2. Димензије клизишта, морфолошка својства, вода у терену
Table2. Landslide dimensionc, geomorphology, groundwater level

| Клизиште / Општина | Димензије клизишта ≈ ВxL | Површина приближна (ha) | Запремина приближна (m ³) | Нагиб терена | Стање вода у терену |
|--|--------------------------------|-------------------------------|---|-----------------|---|
| Гвоздац 1 (Бајина Башта) | 40x45 m | 0.18 | 5.000 | 40° | у В-2 је на дубини 9.4m, воде гравитирају ка Овчињском потоку |
| Кржава, за- сеок Троска (Крупањ) | 140x220 m | 3.1 | 120.000 | ≈ 27° | 0.5 до 1.8 m у алувијону, 7.5 m на падини, у 3 бушотине на падини без воде |

| Клизиште / Општина | Димензије клизишта ≈ ВxL | Површина приближна (ha) | Запремина приближна (m ³) | Нагиб терена | Стање вода у терену |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|--|
| Насеље Вињиште (Крагујевац) | 90x120 m | 1.0 | 45.000 | ≈ 20° | 1.5 до 2.0 m са забарењима у ножици и телу клизишта |
| Каоне-Рибаре-Вукања (Крушевац) | 110x120 m, 60x200 m, 60x90 m | 4.5 | 225.000 | ≈ 24° | На дубинама 0.5 m до 5.5.m, најчешћа дубина 1.5 до 2.0 m |
| Иверак-Караула, км: 3+480 (Ваљево) | 85x105 m | 0.9 | 36.000 | ≈18° | НПВ од 1.3 m до 4.4 m |

У већини случајева геотехничка документација је била одвојена као посебни део уз пројекте санације. Било је и обједињених пројеката са геотехничким извештајем, а за 7 углавном мањих клизишта су пројекти санације, различитог нивоа пројектовања, урађени без икаквог елабората о инжењерско-геолошким карактеристикама терена. За такве случајеве је тражено да се изврше минимална теренска истраживања у циљу провере валидности предложених мера стабилизације терена.

Осим наведених, достављену пројектну документацију су карактерисале следеће појаве и својства (на неким су се појављивале мање неправилности или непрецизности):

Пројекти санације са геотехничком документацијом су рађени углавном после катастрофалних поплава које су погодиле значајни део Србије маја и септембра 2014.г., неки почетком 2016г., али је било и 3 пројекта од раније познатих клизишта, која су наручена 2008, 2009 и 2010.г.

Табела 3. Геолошка грађа и главни узроци клизања
 Tabele 3. Geological composition and main causes of sliding

| Клизиште / Општина | Геол. грађа тела клизишта | Стена у основи | Главни узроци клизања |
|--------------------------------|---|--|---|
| Гвоздац 1 (Бајина Башта) | насип у зони локалног пута, колувијум - засићена глиновито-песковита дробина | делувијална глиновита дробина и метаморфисани пешчари, филити, серицитски и зелени шкриљци | Стрм нагиб падине, расквашавање делувијалне распадине шкриљаца са блоковима чврсте стенске масе, поточна ерозија ножице падине. |
| Кржава, засеок Троска (Крупањ) | Алувијон реке Кржаве и распадина филита | филити – шкриљци нижег кристалинитета | Водозасићеност терена, еродовање и одношење ножице падине – долиנסке стране р.Кржаве |
| Насеље Вињиште (Крагујевац) | делувијалне глине и насип | Флиш (глине, глинци, пешчари и трошни кречњаци) | висок насип, прилив површинских вода, нефункционисање система одводњавања пута, неповољан сатав гла |
| Каоне-Рибаре-Вукања (Крушевац) | прашинасте глине са прослојцима песка и шљунка и дробина распаднутих стена у основи | глиновито-лапоровита формација г. миоцена: лапоровите и шљунковите глине и лапори | висок ниво воде и водозасићење терена, геолошка грађа - глиновито-шљунковити седименти, ерозионо дејство Рибарске реке, засецање терена око пута без израде дренажа |

| Клизиште / Општина | Геол. грађа тела клизишта | Стена у основи | Главни узроци клизања |
|-------------------------------------|--|---|---|
| Иверак - Караула км: 3+480 (Ваљево) | водозасићен глиновито песковит материјал, одломци пешчара, | глина песковита и песак прашинаст у прослојавању шљунком и пешчаром | Велика количина падавина, неповољна геолошка грађа, оптерећење вршних делова падине неправилном прерасподелом земљаних маса |

Наручиоци документације су биле општине у Србији (за 22 клизишта) и ЈП Путеви Србије (за 11 клизишта). Старија документација је морала да буде верификована детаљним рекогносцирањем терена и новим геодетским снимањем морфологије терена да би се утврдиле евентуалне промене у интензитету процеса клизања. У два случаја су рађена додатна геолошка истраживања и након њих извршена је корекција обима и допуна предложених мера санације у односу на првобитно решење.

У периоду од 2008 до ове године, неколико пута суштински је мењан Закон о планирању и изградњи (2009., 2011. и 2014.) и Закон о рударству и геолошким истраживањима (2011. и крајем 2015.г.). То је за пројектанте санационих мера, али и за извођаче геотехничке документације, представљало додатни проблем који се пре свега одразио на продужење времена завршетка елабората, нарочито у прелазним периодима - у месецима у години када су нови закони ступали на снагу.

Извесна кашњења завршетка и комплетирања документације је проузрокована новим начином израде делова опште документације са обавезним електронским потписима који су неопходни ради добијања грађевинских дозвола за почетак извођења радова у неким локалним самоуправама.

Само за четири клизишта су урађени пројекти инжењерско-геолошких истраживања, иначе обавезни по важећим законима и правилницима који се односе на геолошка истраживања терена.

Техничка контрола је достављена за скоро све делове документације које се односе на грађевинске пројекте санације (и на пројекте реконструкције саобраћајница), док су за геотехничке елаборате урађене по старом закону достављене техничке контроле за велику већину извештаја (нарочито чији су аутори пројектантске куће из Београда и Ниша).

У мањим општинама проблем је што ретко која грађевинска или архитектонско-пројектантска фирма има запосленог дипл. инж.гелогije – геотехничког смера, па су неке геотехничке подлоге за санацију клизишта потписивали хидрогеолози или геолози других усмерења. Наравно, такви елаборати су враћани на допуну при чему је захтевано да се као одговорни пројектанти или извођачи геотехничких истраживања потпишу инжењери геотехнике са лиценцама 391 или 491.

О обиму изведених теренских истраживања и лабораторијских испитивања генерално може да се каже следеће: врло неуједначен, за око четвртину пројеката непотпун или минималан, некад са неадекватном врстом истраживања, а за 7 клизишта су тражена накнадна теренска истраживања.

Табела 4. Изведени истражних радови за потребе израде геотехничких подлога
 Tabela 4. Investigative works carried out for providing geotechnical data

| Клизиште / Општина | Број истражних бушотина | Укупна дубина бушотина | Изведени опити | ИГ картирање / Геофизика | Остала истражи вања |
|-------------------------------------|--|-----------------------------|--|---|----------------------|
| Гвоздац 1 (Бајина Башта) | 2 бушотине дубине 14.6-15.0 m | 29.6 m | 2 опита дир. смицања, 10 идентификационих | Да / - | 7 опита SPT |
| Кржава, за-сеок Троска (Крупањ) | 11 бушотина дубине од 8 до 14 m | 114.5 m | 10 идентификација, 6 опита смицања и 6 едометара | Да / - | - |
| Насеље Вињиште (Крагујевац) | 3 бушотине дубине од 5.0 m до 15.0 m | 35.0 m | 5 опита дир. смицања | Да / 17 геоелектричних сонди, 4 профила | 1 опит Проктор и CBR |
| Каоне-Рибаре-Вукања (Крушевац) | 8 бушотина 2009. и 10 бушотина 2010.г., дубине 9.0- 20.9 m | 114.3 m 2009. 111.0 m 2010. | 25 опита | Да / - | 10 опита SPT |
| Иверак - Караула km: 3+480 (Ваљево) | 5 бушотина дубине од 6.0 m до 11.0 m | 39.3 m | 15 директних смицања, 3 резид. смицања, 3 едометра | Да / - | - |

Процес избора најповољнијег извођача радова за реализацију пројеката, кроз поступке јавних набавки спроводиле су локалне самоуправе уз сталну сарадњу са Канцеларијом за управљање јавним улагањима. Настојало се да се на сваки конкурс јави што већи број потенцијалних извођача, што је углавном успевало. На тај начин су уговорене цене са грађевинским фирмама биле генерално ниже за око 5% до 20% од пројектантских.

За неке пројектоване санационе мере (пример решења са монтажним потпорним зидом од префабрикованих елемената) нису се јављали извођачи са образложењем да нису у могућности да произведу довољну количину бетонских елемената у задатом року. Због тога су за 2 клизишта у општини Трстеник извшена препројектовања: потпорна конструкција, уместо префабрикованих елемената, ради се од габиона.

Табела 5. Пројектоване санационе мере
Table 5. Designed remedial measures

| Клизиште / Општина | Санационе мере - основни подаци | Реконструкција саобраћајнице |
|-------------------------------------|--|---|
| Гвоздац 1 (Бајина Башта) | Изградња обалоутврде дужине 75 m од камена у бетону; заштита косине од бујичног дејства потока. Замена покренутог материјала ломљеним каменом. У засеку у дужини од 31 m израда габионске конструкције. | Реконструише се 50 m коловозне конструкције |
| Кржава, за-сеок Троска (Крупањ) | Израда високе габионске конструкције и формирање платоа, Регулација р.Кржаве и Гавриновачког потока, Изградња нове деонице пута, Израда АВ пропуста на укрштању сеоског пута и регулације р.Кржаве | Реконструкција пута и регулација Кржаве - посебни пројекти |
| Насеље Вињиште (Крагујевац) | Планирање земљишта и прерасподела маса. Одвођење површинске воде. Изградња потпоре - бедема од камена, у кампадама дужине 5 - 10 m. Дубина каменог набачаја у 7 дренажних ребара је од 6 до 8 m. | Реконструише се 80 m пута |
| Каоне-Рибаре-Вукања (Крушевац) | У И фази делимична санација: обалоутврда - габионска конструкција дужине 188 m у кориту Рибарске реке, израда дела потпорног зида (дужина 58 m, укупно 29 шипова Ø 1.2 m), габионска конструкције дужине 46 m у ивици пута на делу клизишта Рибаре 1 и дренажни систем на падини изнад пута. | Површинско одво-дњавање пута и реконструкција на потезу клизишта Рибаре 1 и 2 |
| Иверак - Караула км: 3+480 (Ваљево) | Дренажни трапезасти ровови, управно на осу пута. Укупно 11 паралелних ровова, на размаку од 8 m, различите дубине (од 2.09 до 4.11 m, просечно око 3 m). Планирање земљишта и прерасподела маса. | Реконструкција пута у дужини од 85 m |

При извођењу радова на санацији клизишта постоји надзор од стране локалне самоуправе или од стране ЈП Путеви Србије, док инжењери Канцеларије повремено обилазе градилишта у циљу праћења динамике радова и усаглашавања мањих нејасноћа која се спорадично јављају између извођача радова, надзора и пројектанта.

5. УМЕСТО ЗАКЉУЧКА - ЗНАЧАЈ ИЗВОЂЕЊА САНАЦИОНИХ МЕРА НА КЛИЗИШТИМА

Од јуна до половине септембра месеца текуће године, као што се из табеле 1 види, у току су значајни радови на санацији набројаних клизишта на подручју 18 општина у Србији. Број од 33 клизишта је веома респектабилан за наше прилике, јер се за нешто више од 3 месеца очекује извођење трајне стабилизације терена на значајном броју клизишта у доста кратком року. Пројектантска цена извођења радова на санацији свих клизишта износи укупно 419.29 милиона динара (око 3,41 милиона Евра по курсу са краја јула 2016.).

С обзиром да се у наредних годину дана директно преко пројекта UNOPS-ROADS планира санирање још око 40-ак клизишта која су евидентирана на путевима широм земље, а за чије је санирање већ урађена пројектна документација, то ће све скупа значити битно повећање сигурности и квалитета одвијања саобраћаја на локалним саобраћајницама, али и на државним путевима I и II реда.

По завршетку планираних радова и примо-предаји објеката санације, било би неопходно и корисно да се постојећа база евидентираних клизишта за 27 општина у Србији (пројекат БЕWAPE) ажурира са овде презентираним подацима.

Такође, веома је важна иницијатива да се, због промењених климатских прилика које све више погодују појавама нестабилности и активирању клизишта, установи трајни фонд у који би се константно издвајала средства за санацију терена захваћених овим или неким другим геодинамичким процесом.

ЗАХВАЛНОСТ

Приказ степена реализације пројеката санације клизишта на путевима у Србији током 2016.г., за које су средства обезбеђена из Фонда солидарности Европске уније, не би било могуће урадити без свестране помоћи инжењера и управе Канцеларије као и разумевања и сарадње са пројектантима санационих мера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техничка документација - различите пројектантске куће и аутори (2008-2016.) Пројекти санације са геотехничким елаборатима за 33 клизишта у Србији - у архиви Канцеларије за управљање јавним улагањима, Београд
2. Стевановић, З., Радић, З., Ристић-Вакањац, В., 2016. *О потреби систематских примењених хидро-геолошких и инжењерско-геолошких истраживања у контексту одрживог развоја Србије*. Записници Српског геолошког друштва (за 2016.г.), Београд, прихваћено за штампу.