

Образац 3.

Факултет Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„Резидуална чврстоћа смицања непродуктивних средина са ПК Дрмно“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Геолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Стеван (Ђорђе) Ћорлука, мастер инж. геологије

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

3. Година завршетка

претходног нивоа студија: 2016.

4. Година уписа на докторске студије:

2016/17.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Геотехника

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: **Драгослав Ракић**

Звање: **Ванредни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Rakić, D.**, Basarić, I., Čaki, L., Ćorić, S. (2020): "Contribution to geotechnical classification of municipal waste", *Environmental Geotechnics*, Vol., Issue 7, pp.501-511. ISSN: 2051-803X, DOI: 10.1680/jenge.18.00028. (**M23, IF=1.765**). <https://www.icevirtuallibrary.com/toc/jenge/7/7>
2. Berisavljević, Z., Berisavljević, D., **Rakić, D.**, Radić, Z. (2018): "Application of geological strength index for characterization of weathering-induced failures" *Gradjevinar*, 70 (10), pp. 891-903., ISSN (printed version): 0350-2465, ISSN (electronic version): 1333-9095, DOI: 10.14256/JCE.1876.2016. (**M23, IF=0.635**). <https://doi.org/10.14256/JCE.1876.2016>
3. Berisavljević, Z., Berisavljević, D., **Rakić, D.**, Hadži-Niković, G., Radić, Z. (2018): "Strength of composite flysch samples under uniaxial compression" *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, Vol. 77, Issue 2, pp. 791-802, ISSN: 1435-9529 (Print), 1435-9537, DOI: 10.1007/s10064-017-1009-4. (**M22, IF=1.901**). <http://link.springer.com/article/10.1007/s10064-017-1009-4>
4. **Rakić, D.**, Basarić, I., Berisavljević, Z., Berisavljević, D. (2016): "Geotechnical characteristics of industrial waste slag and sludge from Smederevo steel mill, Serbia" *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 17 No. 2, pp. 512-522., ISSN: 1311-5065. (**M23, IF=0.774**). <https://docs.google.com/a/jepe-journal.info/viewer?a=v&pid=sites&srcid=amVwZS1qb3VybmFsLmluZm98amVwZS1qb3VybmFsGd4OjQ2NTY1OGQ1NGFIYjlxYzg>
5. Berisavljević, Z., Berisavljević, D., Čebešak, V., **Rakić, D.** (2015): „Slope stability analyses using limit equilibrium and strength reduction methods”, *Gradjevinar*, 67, (10), pp. 975-983., ISSN (printed version): 0350-2465, ISSN (electronic version): 1333-9095, DOI: 10.14256/JCE.1030.2014. (**M23, IF=0.158**). <https://doi.org/10.14256/JCE.1030.2014>
6. **Rakić, D.**, Čaki L., Ljubojev M. (2011): „Deformable characteristics of the old municipal solid waste sites with Ada Huja, Belgrade – Serbia“, *TTEM - Technics Technologies Education Management*, Published by DRUNPP Sarajevo, Volume 6, No 1, pp. 52-60, ISSN 1840-1503. (**M23, IF 0.414**). <https://ttem.ba/2011/03/01/volume-6-number-1-2>

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној _____ размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

На основу члана 40. Закона о високом образовању, члана 114. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 34. Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 18.02.2021. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације **Стевана Ћорлуке, мастер инж. геологије**.
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом *„Резидуална чврстоћа смицања непродуктивних средина са ПК Дрмно“*.
3. Тема докторске дисертација је оригинална идеја, од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.
4. За ментора се именује др Драгослав Ракић, ванр. проф.
5. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Зоран Глигорић, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Ментору
- Именованом
- Одељењу за студентска питања

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО- ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

НАСТАВНО- НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Стевана Ћорлуке, маг. инж. геол.** за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета, број 1/517 од 28. 12. 2020. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Стевана Ћорлуке, маг. инж. геологије**, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме:

**„РЕЗИДУАЛНА ЧВРСТОЋА СМИЦАЊА НЕПРОДУКТИВНИХ
СРЕДИНА СА ПК ДРМНО“**

у саставу:

1. Проф. др Драгослав Ракић, дипл. инж. геол.
Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет
2. Проф. др Ласло Чаки, дипл. инж. геол.
Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет
3. Др Милинко Радосављевић, научни сарадник
Рударски институт д.о.о., Београд

На основу материјала приложеног уз Пријаву кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци

Стеван Ћорлука је рођен 08.11.1992 године у Кикинди. Основну школу је завршио у Руском Селу а средњу школу у Кикинди. Основне студије на Универзитету у Београду – Рударско-геолошки факултет, смер за геотехнику, уписао је школске 2011/2012. год., а завршио 2015 године, одбраном завршног рада под називом *„Инжењерскогеолошка истраживања за потребе изградње моста у улици Ђорђа Зличића на прузи Београд – Нови Сад, км 77+394,92“* са оценом 10 (десет) на завршном испиту и општим просеком

8.75. Мастер студије је завршио 2016 године одбраном мастер рада под називом „Геотехнички услови изградње пешачке пасареле на Калемегдану – веза великог степенишног силаза са Савским кејом“ са оценом 9 (девет) и општим просеком 9.00.

Докторске академске студије уписао је школске 2016/2017. године на Универзитету у Београду - Рударско-геолошки факултет, студијски програм геотехника. Закључно са школском 2020/2021. године положио је 15 испита предвиђених студијским планом и програмом са општом просечном оценом 9,93 (Табела бр. 1).

Табела бр. 1. Списак положених предмета на докторским академским студијама

Шифра	Назив	ЕСПБ	Оцена
13-3ГТ75	Израда докторске дисертације	15	10
13-3ГТ77	Израда докторске дисертације	20	10
13-3ГТ74	Израда рада на SCI листи	15	10
13-3ГТ76	Студијско научно – истраживачки рад	5	10
13-3ГТС3	Практичан истраживачки рад	20	10
13-3ГТС3	Студијско научно – истраживачки рад	10	10
13-3ГТ15	Геостатички прорачуни – одабрана поглавља	10	10
13-3ОПМД	Одабрана поглавља из механике стена	10	10
13-3ДМСМ	Дискретни модели стенског материјала	10	10
13-3ГТС1	Студијско научно-истраживачки рад	10	10
13-3ГГИС	Геостатистика и ГИС	10	10
13-3СГИМ	Савремени геодетски инструменти и мерни системи	10	10
13-3РД28	Квартарне насlage Србије – одабрана поглавља	10	10
13-3СМАТ	Савремени материјали	10	9
13-3НЕЛН	Нелинеарна динамика	10	10

Као истраживач приправник запослен је од децембра 2016. године у Рударском Институту д.о.о. Београд у лабораторији за геомеханику. Учествовао је у изради више пројеката и студија из области рударства и геологије, геотехничким истраживањима терена, лабораторијским геомеханичким испитивањима, прорачунима фундација објеката, анализа стабилности косина и др. Од 2018. као заменик лица одговорног за квалитет учествује у увођењу система квалитета SRPS 17025:2017 и припреми материјала за добијање акредитације лабораторије за геомеханичка испитивања из серије стандарда SRPS EN ISO, од стране Акредитационог тела Србије – АТС-а.

Као члан организационог одбора учествовао је у припреми међународних конференција: I међународни симпозијум „Рударство и геологија данас“ (2017, Београд, Рударски Институт), II међународни симпозијум „Рударство и геологија данас“ (2018, Београд, Рударски Институт). Као студент сарадник учествовао је у припреми

међународне конференције „2nd Regional Symposium on Landslides in Adriatic-Balkan Region ReSyLAB“ (2015, Belgrade, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology).

Стручни испит прописан Законом о рударству и геолошким истраживањима („Службени гласник РС“ број 101/2015 и 95/2018 – др. закон) за мастер инжењера геологије (геотехника), положио је 2019. године.

Члан је следећих струковних удружења: Српског друштва за механику стена и Инжењерске коморе Србије. Од децембра 2019. год. изабран је за секретара Српског друштва за механику стена. Користи програмске пакете MS Office, AutoCAD, ArcGis као и програме из области геотехнике – Geo5, Rocscience - Slide. Поседује знање енглеског и италијанског језика.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Учесник је бројних научних и стручних скупова из области геотехничког инжењерства, а неке резултате својих истраживања је и усмено излагао на националним конференцијама. До сада је као аутор или коаутор објавио 10 научних и стручних радова на домаћим и међународним научним скуповима, а коаутор је и једног техничког решења примењеног на националном нивоу.

Као представних Департмана за геотехнику, два пута је учествовао на регионалном конгресу студената „Георекс“.

Категорија M20: Радови објављени у научним часописима међународног значаја

Радови у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком – **M24**

1. Čanović V., Čolaković V., Maksimović S., **Ćorluka S.:** *Geological explorations and laboratory testing at the site designated for installation the vertical gravel drains*, Mining and Metallurgy Engineering Bor, Bor, 2018., str 11-16, DOI: 10.5937/mmeb1802011.

Категорија M30: Радови објављени у зборницима међународних научних скупова

Саопштења са међународних скупова штампано у целини - **M33**

1. **Ćorluka S.**, Milanović Z., Hafner Ljubenović T.: *Primena trodimenzionalne analize na ležištima ukrasnog kamena*, I Međunarodni simpozijum Rudarstvo i geologija danas Beograd, 2017., str 137-143, ISBN: 978-86-82673-13-2, ISSN: CIP 55(082), 622 (082), COBISS.SR-ID 244649484.
2. Čanović V., Čolaković V., Maksimović S., **Ćorluka S.:** *Prikaz radova neophodnih za uspešnu stabilizaciju slabonosećeg tla primenom šipova u*

cilindrično tkanom geotekstilu, II Međunarodni simpozijum Rudarstvo i geologija danas, Beograd, 2018., str 211-217, ISBN: 978-86-82673-14-9(PI), ISSN: CIP55(082)622(082); COBISS.SR-ID270601228.

3. Tričković M., Živanović M., Janković S., **Ćorluka S.**; Hafner Ljubenović T.: *Geotehnički nadzor tokom sanacije flotacijskog jalovišta rudnika antimona „Stolice“ nakon pojave klizišta usled obilnih padavina izazvanih ciklonom Tamara*, II Međunarodni simpozijum Rudarstvo i geologija danas, Beograd, 2018., str 188-195, ISBN: 978-86-82673-14-9(PI), ISSN: CIP55(082)622(082); COBISS.SR-ID270601228.
4. Janković S., Živanović M., Lazić M., **Ćorluka S.**, Hafner Ljubenović T.: *Stabilnost terena u široj zoni desne obale Dunava sa primerom ugroženog vikend objekta kod Slankamena*, II Međunarodni simpozijum Rudarstvo i geologija danas, Beograd, 2018., str 196-201, ISBN: 978-86-82673-14-9(PI), ISSN: CIP55(082)622(082); COBISS.SR-ID270601228.
5. Anđelić L., Anđelić N., Jaćimović N., **Ćorluka S.**, Pavlović N.: *Numerical simulation of water infiltration in fly and bottom ash disposal sites with the Richards equation*, 10th Eastern European Young Water Professionals Conference, New Technologies in Water Sector, Zagreb, Croatia, 2018., str 11-18.
6. **Ćorluka S.**, Janković S., Hafner Ljubenović T., Živanović M.: *Geotehnički uslovi izgradnje međunarodnog putničkog pristaništa Zemun, Desna obala Dunava KM 1173+140,00*, 8. Naučno-stručno međunarodno savetovanje Geotehnički aspekti građevinarstva, Vrnjačka Banja, 2019., str 117-124, ISBN: 978-86-88897-13-6, ISSN: 624.1 (082).

Саопштења са међународних скупова штампано у изводу - **M34**

7. Janković S., Hafner-Ljubenović T., **Ćorluka S.**: *Ispitivanje nosivosti šipova u probnom polju TE Kostolac B3*, 17. Kongres geologa Srbije, 2. knjiga apstrakata, Vrnjačka Banja, 2018., str 670-674, ISBN: 978-86-86053-20-600.

Категорија M50: Радови објављени у научним часописима националног значаја

Радови у водећем часопису националног значаја – **M51**

8. **Ćorluka S.**, Hafner-Ljubenović T., Janković S., Praštalo Ž.: *Primena stohastičkih metoda proračuna stabilnosti kosina u čvrstim stenskim masama*, Rudarski glasnik Br.1-2, god CXIV, Beograd, 2017., str 83-92, DOI: 10.25075/BM.2017.09, UDC: 55(082) 622(082).
9. Čanović V., Čolaković V., Maksimović S., **Ćorluka S.**: *Analiza hidrogeoloških i geomehaničkih karakteristika odloženih masa na PK Drmno sa aspekta sagledavanja mogućnosti primene vertikalnih šljunčanih drenova*, Rudarski glasnik Br.1-2, god CXIV, Beograd, 2017, str 59-66, DOI: 10.25075/BM.2017.06.

Категорија M80: Техничка и развојна решења

Ново техничко решење (метода) примењена на националном нивоу – **M82**

10. Čanović V., Čolaković V., Maksimović S., **Ćorluka S.**: *Razvoj i rešenje inovacione tehnologije stabilizacije zavodnjenih sredina šljunčanim drenovima u cilindrično tkanom geotekstilu sa primenom u rudarstvu i građevinarstvu*, Inovacioni projekat delom finansiran od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, Rudarski institut, Beograd, 2018.

Студентски радови – нису категорисани

1. **Ćorluka S.**, Đurić T., Miladinović A.: *The use of geosynthetics in construction of liners and cover system of municipal waste landfills*, IX Regionalni kongres studenata geotehnoških fakulteta, Borovec, Bugarska, 2015.
2. **Ćorluka S.**, Đurić T., Miladinović A.: *Primeri korišćenja energetskih geo-struktura u geotehnici*, VIII Regionalni kongres studenata geotehnoških fakulteta, Ohrid, Makedonija, 2014.

Поред научноистраживачког рада, бави се и стручним радом у решавању различитих проблема из области геотехничког инжењерства (геотехничка истраживања и испитивања тла, лабораторијска геомеханичка испитивања итд.).

Списак стручних референци

1. Елаборат о геотехничким условима изградње - Спољашњи систем за транспорт и одлагање пепела, шљаке и гипса из ТЕ Костолац БЗ, Фаза I и II, 2020.год
2. Елаборат о резултатима геотехничких истраживања терена за потребе формирања касете 2 на депонији у ПК Дрмно, 2020.год
3. Елаборат о резултатима геотехничких истраживања терена за потребе формирања касете 3 на депонији у ПК Дрмно, 2020.год
4. Елаборат геолошко-геотехничке документације за потребе израде Плана детаљне регулације за Линијски парк – Београд, ГО Стари Град – геолошке подлоге – партија 1, 2020.год
5. Елаборат геолошко-геотехничке документације за потребе израде плана детаљне регулације саобраћајнице трансверзала на делу од Булеvara краља Александра Карађорђевића до Булеvara ослобођења – геолошке подлоге – партија 2, 2020.год
6. Елаборат о инжењерскогеолошким карактеристикама терена за потребе доградње објекта зграде хирургије у кругу опште болнице у Новом Пазару, 2020.год

7. Елаборат о инжењерскогеолошким карактеристикама терена за потребе изградње доградње и реконструкције објекта интерног одељења опште болнице у Новом Пазару, 2020.год
8. Елаборат о инжењерскогеолошким карактеристикама терена за потребе изградње објекта нове психијатријске клинике у кругу опште болнице у Новом Пазару, 2020.год
9. Елаборат геолошко-геотехничке документације за потребе израде Просторног плана подручја посебне намене Националног фудбалског стадиона, 2019.год
10. Елаборат геолошко-геотехничке документације за потребе израде Плана детаљне регулације за комплекс РАТЕЛ-а у Добановцима, Градска општина Сурчин, Рударски институт, 2019.год
11. Елаборат о резултатима инжењерскогеолошких истраживања за потребе изградње електроенергетског вода 110kV за потребе израде техничке документације у оквиру пројекта прикључења комплекса санитарне депоније Винча на дистрибутивни систем, 2019.год
12. Елаборат о резултатима инжењерскогеолошких истраживања за потребе изградње електроенергетског вода 35kV и трансформаторске станице 35/10kV у Винчи, 2019.год
13. Елаборат о геотехничким истраживањима терена за потребе израде пројектно-техничке документације за изградњу гараже и тракастог транспортера Ц1 у ТЕКО БЗ, 2019.год
14. Главни рударски пројекат површинске експлоатације лежишта глине "Средња страна", 2018.год
15. Главни рударски пројекат површинске експлоатације глине "Гарајевац исток", 2018.год
16. Студија изводљивости експлоатације лежишта глине "Средња Страна", Нови Бечеј, 2018.год
17. Елаборат о резултатима геомеханичких испитивања на Северном (Сибовци) и Јужном (Белаћевац) пољу, општина Косово Поље, 2018.год
18. Елаборат о инжењерскогеолошким карактеристикама терена за потребе пројектовања и изградње међународног путничког пристаништа Земун, десна обала Дунава км 1173+140,00, 2018.год

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу резултата које је кандидат остварио у свом досадашњем школовању, стручном и научном раду, може се закључити да је испољио квалитет и заинтересованост за научни и истраживачки рад. Кандидат је као аутор или коаутор објавио 11 радова у категоријама М24, М33, М34, М51 и М82, и већина ових радова је суштински повезана са проблематиком коју ће обрађивати у оквиру докторске дисертације.

На основу детаљног прегледа биографских података, стручних и научних активности, Комисија је закључила да Стеван Ђорлука, мастер инж. геол., испуњава услове који га квалификују за самостални научни рад на изради докторске дисертације.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Један од предуслова за безбедно обављање експлоатације на површинским коповима, јесте стабилност завршних и радних косина копа. Да би се ово обезбедило потребно је извршити детаљна теренска и лабораторијска геомеханичка испитивања тла и на основу добијених резултата урадити прорачуне везане за анализе стабилности. Овако добијени резултати користе се за димензионисање нагиба експлоатационих косина (ископа), односно косина формираних услед одлагања јаловине. У оквиру дисертације биће дефинисани резидуални параметри чврстоће смицања, без улажења у проблематику ефеката динамичких сила.

Нестабилности косина/клизишта могу захватити више етажа и довести до оштећења ресурса, што значајно поскупљује експлоатацију јер захтева додатне радове, а врло често и измену самог процеса експлоатације. Клизишта настају када је достигнута гранична чврстоћа смицања и зато је адекватно дефинисање параметара чврстоће на смицање, један од битних предуслова за успешно решавање проблема стабилности.

Лабораторијским испитивањима је потребно одредити: кохезију – силе између додирних површина честица које их повезују и угао унутрашњег трења – јавља се између честица услед њиховог померања, клизања или котрљања. Резидуална чврстоћа тла је важан параметар у геотехничком инжењерингу. То је чврстоћа достигнута при великом померању. Даље смицање у истом правцу не доводи до опадања чврстоће смицања, јер она остаје константна, па отуда нема даље промене запремине као ни промене порних надпритисака.

Разумевање резидуалне чврстоће на смицање при великим померањима је од суштинског значаја при објашњавању механизма клизања (Tika i Hutchinson, 1999; Wen et al., 2007; Skempton, 1985). Конвенционалне лабораторијске методе за дефинисање чврстоће смицања, попут опита директног смицања, омогућавају максимална померања до 10 mm за узорке димензија 6 x 6 cm (Casagli et al., 2006; Okada et al., 2007; Van Asch i sur al., 2007). Из тих разлога је понашање тла при великим померањима доста отежано јер се резидуална чврстоћа смицања може дефинисати само на основу вишеструког смицања. Опит кружним смицањем, који омогућава неограничено померање узорка, много је поузданији начин одређивања резидуалне чврстоће смицања (Okada et al., 2007; ASTM Standard D7608- 10, 2010), што је и показано на основу неколико научних студија (Wang et al., 2005; Fukuoka i dr., 2007; Li i dr., 2013; Hoyos i dr., 2014). На пример, Fukuoka i dr. (2007) применили су нови концепт помоћу опита кружним смицањем, како би дефинисали зоне смицања које настају при великим померањима. Ова студија је указала на то да је опит кружним смицањем најприкладнији за

проучавање клизишта, где се по правилу јављају велика померања. Kimura i dr. (2014) проучавали су ефекат брзине смицања за дефинисање резидуалне чврстоће смицања тла у клизишту, користећи опит кружним смицањем. У новим прописима Eurocod 7: Part 2, наведен је захтев да је приликом извођења опита за одређивања параметара резидуалне чврстоће тла, неопходно обезбедити паралелност кутија током смицања, које може да се постигне само у апарату за кружно смицање. Међутим, треба напоменути да се у геотехничкој пракси за дефинисање резидуалних параметара чврстоће смицања, још увек најчешће користе резултати реверсних опита директног смицања. Зато је један од циљева овог рада да укаже на односе резидуалних параметара чврстоће смицања добијених класичним реверсним опитом директног смицања и опитом кружног смицања, уз напомену да је овај апарат конструкционо сложен, па врло често припада категорији истраживачке опреме.

Мноштво је фактора од којих зависи резидуална чврстоћа смицања, а уопштено се могу класификовати као унутрашњи фактори који зависе од физичких својстава тла (минералног састава, гранулометријског састава и облика честица, пластичних карактеристика, као и хигроскопних својства и дебљине чврсто везане воде у тлу) и спољни фактори (ефективних нормалних напона, промена порних притисака, температуре па и брзине клизања). У односу на величину и облик честица, јављају се три вида резидуалног смицања материјала: котрљање, уређење чврстих честица дуж равни смицања и прелазно стање између котрљања и уређења честица дуж клизне равни.

Котрљање је резидуално смицање при константној запремини, где дуж клизне равни долази до ротације и translације чврстих честица. Јавља се код песковитих, прашинасто-песковитих и прашинастих врста тла. Код тла која су изграђена од глиновитих честица плочастог облика, при великим померањима честице се оријентишу у правцу смицања дуж клизне површине. Као резултат овог преусмеравања плочастих честица, трење је сведено на минимум, тако да при великим померањима преовладава трење које се остварује између честица обавијених танким слојем воде који је везан за површину чврсте честице (адсорбована вода), што у суштини зависи од минералног састава. Прелазно резидуално смицање се јавља када нема доминантног облика честица тако да оно укључује комбинацију котрљања и уређења честица. По клизној равни честице се и ротирају и оријентишу у правцу смицања. Са повећањем процента глиновитих фракција уређенији механизам смицања постаје доминантнији и обрнуто.

У Србији до сада није детаљно истраживана резидуална чврстоћа смицања коришћењем апарата за кружно смицање, па ће предмет научног истраживања обухватити:

- дефинисање релевантних физичко-механичких параметара глиновитих, прашинастих и песковитих материјала, тзв. непродуктивних средина са

површинског копа Дрмно, на којима ће се вршити опити за дефинисање резидуалне чврстоће смицања,

- детаљан опис апарата за кружно смицање конструкцијског типа P.W. Rowe (Manchester University), који омогућава неограничену величину померања у једном смеру, што је довољно за успостављање резидуалних услова,
- дефинисање резидуалних параметара чврстоће смицања помоћу апарата за кружно смицање и помоћу реверсног опита у апарату за директно смицање (ова испитивања обавиће се у складу са важећим националним стандардима, односно релевантним стандардима и препорукама других земаља),
- детаљне анализе добијених резултата и њихова верификација на конкретним примерима из праксе - клизање косина на површинском копу Дрмно,
- примену одговарајућих софтвера за потребе нумеричког моделирања и формирања различитих модела клизања косина.

Извод из литературе релевантне за предмет истраживања

За израду дисертације углавном ће се користити бројна доступна литература објављена у последњих 20 година у међународним монографијама, часописима, докторским дисертацијама, студијама, препорукама и симпозијумима, а која се бави тематиком испитивања резидуалне чврстоће тла. Како би се описао општи концепт конструкције апарата користиће се и нешто старија литература која је углавном везана за широко прихваћен поступак испитивања који је развијен од стране стручњака Imperial College of Science and Technology и Норвешког геотехничког института. У наставку су наведени најзначајнији радови.

1. ASTM Standard D7608-10: Standard test method for torsional ring shear test to determine drained fully softened shear strength and nonlinear strength envelope of cohesive soils (using normally consolidated specimen) for slopes with no preexisting shear surfaces, ASTM International, 2010.
2. Bishop A.W., Green G.E., Garga V.K., Andersen A., Brown J.D.: *A new ring shear apparatus and its application to the measurement of residual strength*, Geotechnique 21, No.4, 1971, pp.273-328.
3. Bromhed E.N.: *A simple ring shear apparatus*, Ground Engineering, Vol 12, No. 5, 1979, pp.40-44.
4. Xu C., Wang X., Lu X., Dai F., Jiao S.: *Experimental study of residual strength and index of shear strength characteristics of clay soil*, Eng.geol., Vol 233, 2018, pp.183-190
5. Casagli N., Dapporto S., Ibsen M.L., Tofani V., Vannocci P.: *Analysis of the landslide triggering mechanism during the storm of 20th-21st November 2000, in Northern Tuscany*, Landslides 3, 2006, pp.13-21.
6. Eurocode 7, EN 1997-1, 2007: "CEN (2007): Geotechnical design – Part 2": Ground investigation and testing
7. Fell R., Jeffery R.P.: *Determination of drained shear strength for slope stability analysis, Soil slope Instability and Stabilisation*, 1987, pp.53-70.
8. Fukuoka H., Sassa K., Wang G.: *Influence of shear speed and normal stress on the shear behavior and shear zone structure of granular materials in naturally drained ring shear tests*, Landslides 4, 2007, pp.63-74.
9. Gonzales de Vallejo L.I., Ferrer M.: *Geological Engineering*, Imperial College, 2011.

10. Hoyos L.R., Velosa C.L., Puppala A.J.: *Residual shear strength of unsaturated soils via suction-controlled ring shear testing*, Eng.Geol. 172, 2014, PP.1-12.
11. Kimura S., Nakamura S., Vithana S.B., Sakai K.: *Shearing rate effect on residual strength of landslide soils in the slow rate range*, Landslides 11, 2014, pp.969-979.
12. Li Y.R., Wen B.P., Aydin N.S., Lu N.P.: *Ring shear tests on slip zone soils of three giant landslides in the Three Gorges, Project area*, Eng.Geol. 154, 2013, pp.106-115.
13. Lupini J.F.: *The residual strength of Soils*, Phd dissertation, Imperial college, 1980.
14. Okada Y., Ochiai H., Okamoto T., Sassa K., Fukuoka H., Igwe O.: *A complex earth slide – earth flow induction by the heavy rainfall in July 2006, Okaya city, Nakagano Prefecture, Japan*, Landslides 4, 2007, pp.197-203.
15. Rakić D., Čaki L., Ćorić S., Ljubojev M.: *Residualni parametri čvrstoće smicanja visokoplastičnih glina i alevrita PK "Tamnava – Zapadno Polje"*, Rudarski radovi, broj 1, 2011, str 29-38.
16. Sassa K., Fukuoka H., Wang G., Ishikawa N.: *Undrained dynamic-loading ring-shear apparatus and its application to landslide dynamics*, Landslides, No.1, 2004, pp.7-19.
17. Skempton A.W.: *Residual strength of clays in landslides, Folded Strata and the Laboratory*, Geotechnique 35, No 1, 1985, pp 3-18.
18. Sorensen K.K., Okkels N.: *Correlation between drained shear strength and plasticity index of undisturbed overconsolidated clays*, Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris, 2013.
19. Terzaghi K. et al.: *Soil mechanics in engineering practice*, 3rd. ed. John Wiley & Sons, New York, 1996.
20. Tika T.E., Hutchison J.N.: *Ring shear tests on soil from the Viont landslide slip surface*, Geotechnique, No. 49, 1999, pp. 59-74.
21. Van Asch T.W., Van Beek L.P.H., Bogaard T.A.: *Problems in predicting the mobility of slow-moving landslides*, Eng.Geol. 91, 2007, pp.46-55.
22. Wang G., Suemine A., Furuya G., Kaibori M., and Sassa K.: *Rainstorm-induced landslides at Kisawa village, Tokushima Prefecture, Japan*, August 2004, Landslides 2, 2005, pp. 235-242.
23. Wen B.P., Aydin A., Duygoren-Aydin N.S., Li Y.R., Chen H.Y., Xiao S.D.: *Residual strength of slip zones of large landslides in Three Gorges area, China*, Eng.Geol. 93, 2007, pp.82-98.
24. Wernick E.A.: *A "true direct shear apparatus" to measure soil parameters of shear bands*, Proc. VII ECSMFE, Brighton, Vol.2, 1979, pp.175-182.

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

У анализи стабилности клизишта код којих је дошло до великих смичућих померања, меродавна је резидуална смичућа чврстоћа. Она се најчешће дефинише на основу лабораторијских испитивања коришћењем апарата за директно смицање извођењем реверсног опита, или апарата који омогућује кружно смицање. У нашој геотехничкој пракси, али и у свету, примена апарата за кружно смицање није често у употреби, јер више припада истраживачкој опреми, а не стандардној лабораторијској. Да би се што приближније дефинисала резидуална чврстоћа смицања, потребна су значајна померања, која се само апроксимативно могу репродуковати у поменутим опитима.

Основне полазне хипотезе које ће се користити у изради докторске дисертације су:

- напонско-деформацијско понашање материјала зависи од збијености и облика и величине доминантних честица, односно од врсте материјала (ситнозрно или крупнозрно тло),
- резидуална чврстоћа представља минималну чврстоћу смицања којом се дефинише стање када нема промене запремине при даљим померањима, па према томе ни промене ефективних напона,
- резидуална чврстоћа тла може се дефинисати на непоремећеним и на поремећеним узорцима тла, али и на засићеним узорцима у консолидованим дренираним условима,
- чврстоћа смицања директно зависни од водно-физичких карактеристика (пластичности) испитиваних материјала, тако да стање конзистенције значајно утиче и на вредности резидуалних параметара чврстоће смицања,
- за дефинисање резидуалних параметара чврстоће тла могу се користити различити лабораторијски опити (опит кружним смицањем, реверсни опит у апарату за директно смицање), корелационе зависности на основу бројних литературних података. Постоје и бројне корелационе зависности представљене у облику дијаграма који повезују, у првом реду, пластичне карактеристике и резидуални угао унутрашњег трења,
- резидуални параметри чврстоће смицања добијени реверсним опитом директног смицања се разликују од параметара добијених извођењем опита кружним смицањем.
- лабораторијски опит кружног смицања даје најприближнију вредност теренској резидуалној чврстоћи.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Узимајући у обзир тему дисертације, а имајући у виду предходно изложене циљеве и задатке, истраживања ће се заснивати на: методатама прикупљања и синтези постојећих података, примени теоријских анализа, геотехничком моделирању и методама верификације. Акценат се ставља на новим резултатима истраживања која ће се спровести у оквиру овог рада. Примениће се следеће методе истраживања:

- теоријске анализе, које се односе на проучавање и применљивост досадашњих теоријских испитивања и најновијих сазнања о напонско-деформацијским променама које се дешавају током испитивања за дефинисање резидуалних параметара чврстоће смицања,
- прикупљање, обрада и анализе података који се односе на резидуалне, али и вршне параметре чврстоће смицања како би се дефинисала јасна разлика између стабилних и нестабилних косина које се формирају на површинском копу Дрмно (ове методе подразумевају и анализу основних физичко-механичких карактеристике непродуктивних средина, а добијени параметри ће се користити за дефинисање различитих нумеричких модела и корелационих зависности),

- статистичка обрада података која омогућава да се на основу бројних лабораторијских испитивања, изврши интерпретација резултата и усвоје одговарајући параметри ради дефинисања карактеристичних модела клизања (у оквиру ових метода користиће се и одговарајући софтвери који омогућују анализу великог броја података),
- методе за дефинисање напонско-деформацијског понашања тла укључујући теорије еластопластичне анализе и теорије пластичности, како би се јасно дефинисало понашање тла под оптерећењем за стање малих деформација и стање великих деформација,
- верификације добијених резултата на основу компаративне анализе којом би се извршило упоређивање резултата лабораторијских испитивања добијених опитима кружног и директног смицања, са резултатима повратних анализа за карактеристичне 2D моделе нестабилних косина на површинском копу Дрмно (у оквиру дисертације ће се коришћењем лабораторијски добијених параметара чврстоће смицања, симулирати појаве клизања косина за различите геометријске услове и на тај начин извршити упоређивање аналитичких и лабораторијски добијених физичко-механичких параметара непродуктивних средина).

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Већ је раније наглашено да у нашој научној и стручној пракси, није посвећена довољна пажња начину дефинисања резидуалне чврстоће смицање. Због тога резултати ове докторске дисертације треба да укажу на значај примене одговарајућих метода и начина дефинисања отпорних својстава тла са аспекта заостале чврстоће тј. резидуалних параметара чврстоће смицања (резидуалног угла унутрашњег трења и кохезије). Ово ће за потребе геотехничког инжењерства представљати значајан научни допринос, јер ће резидуални параметри чврстоће смицања први пут бити дефинисани за непродуктивне средине површинског копа Дрмно, коришћењем апарата за кружно смицање. Поред тога, резултати добијени у оквиру параметарске студије послужиће за бољи увид у реално понашање ових материјала током различитих нумеричких анализа стабилности радних и завршних косина на површинским коповима као и при изради пројеката за санацију косина након клизања.

На основу примењених научних метода очекује се следећи научни допринос:

- упоредна анализа резидуалних параметара чврстоће тла на смицање добијених различитим лабораторијским апаратима (апарат за кружно смицање – Ring Shear Apparatus и апарат за директно смицање – Direct Shear Apparatus) на узорцима тла из непродуктивних средина изграђених од глиновитих, песковитих, прашинасто-песковитих и песковитих материјала,

- дефинисање напонско-деформацијског понашања непродуктивних слојева тла са површинског копа Дрмно у зависности од начина испитивања и услова уградње,
- примена релевантних параметара резидуалне чврстоће тла и унапређење теоријских и практичних сазнања везаних за пројектовање и санацију клизишта на површинским коповима, на основу резултата спроведених повратних анализа стабилности на конкретним завршним и радним косинама површинског копа Дрмно,
- имплементација резултата у пракси изградом 2D нумеричких модела за потребе пројектовања и изградње површинских рударских објеката, а нарочито завршних и радних косина, како би се постигли све већи захтеви у погледу експлоатације и смањењу трошкова одржавања површинских копова.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

План истраживања обухватиће више активности које су углавном везане за лабораторијска испитивања. У наставку је приказан оријентациони садржај поглавља будуће докторске дисертације.

1. Уводни део и дефинисање проблема истраживања (резиме са кључним речима, предговор, садржај, структура дисертације)
2. Теоријске основе са освртом на досадашња искуства и историјат испитивања резидуалне чврстоће смицања тла
3. Детаљан опис и карактеристике коришћених апарата
 - апарат за кружно смицање - Ring Shear Apparatus (опис и врста апарата, примена, врста тла подобна за испитивање, поступак извођења опита)
 - апарат за директно смицање - Direct Shear Apparatus (опис и врста апарата, примена, врста тла подобна за испитивање, поступак извођења опита)
4. Геолошки и геотехнички приказ површинског копа Дрмно са посебним освртом на непродуктивне средине (идентификационо-класификационе карактеристике материјала и општа механичка својства)
5. Методе дефинисања резидуалних параметара чврстоће смицања са интерпретацијом добијених резултата (осврт на напонско-деформацијске услове, услови формирања узорка, методе и начин вршења опита, избор критеријума лома, приказ добијених резултата)
6. Компарација и избор меродавних резидуалних параметара чврстоће смицања
7. Верификација добијених резултата на карактеристичним пресецима радних и завршних косина
8. Закључна разматрања и препоруке (теоријски и практични значај добијених резултата, могућности примене и правци даљих истраживања)
9. Литература

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Анализом података из пријаве кандидата **Стевана Ћорлуке, маг. инж. геол.**, а узимајући у обзир значај и проблематику истраживања која ће се реализовати кроз израду докторске дисертације Комисија закључује да:

- кандидат Стеван Ћорлука, маг. инж. геологије, испуњава све Законом предвиђене услове за пријаву докторске дисертације,
- успешно је одбранио приступни рад за израду докторске дисертације, који је дефинисан чланом 31. „Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету“, (бр. 8/97 од 03.10.2016 године),
- пријављена тема под називом **„Резидуална чврстоћа смицања непродуктивних средина са ПК Дрмно“** научно је заснована, спада у актуелну и недовољно истражену тему која ће омогућити израду оригиналног научног рада и може бити предмет докторске дисертације. Тема ће представљати значајан допринос у области Геолошког инжењерства, а узимајући у обзир све поменуте чињенице резултати ће сигурно наћи и своју примену у пракси,
- тема припада научној области „Геолошко инжењерство“ ужа научна област „Инжењерска геологија, геомеханика и геотехничко инжењерство“, за коју је матичан Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет,
- за ментора докторске дисертације предлаже се **др Драгослав Ракић**, ванредни професор на Катедри за геотехнику, Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета.

У Београду, 25. 01. 2021.

Чланови комисије:

Др Драгослав Ракић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Ласло Чаки, ванредни професор у пензији,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Милинко Радосављевић, научни сарадник
Рударски институт д.о.о., Београд

ЗАПИСНИК

Кандидат Стева Ђорлука, маг. инж. геол., дана 22. 01. 2021. год. је одбранио приступни рад под називом:

„Резидуална чврстоћа смицања непродуктивних средина са ПК Дрмно“

Комисија за оцену научне заснованости теме:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____