

Факултет ШУМАРСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

03-336/1

31.01.2020.

Веће научних области биотехничких наука

З А Х Т Е В

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:

**„Биоприступачност и процена ризика садржаја никла, хрома и кобалта
у земљиштима слива реке Чемернице (западна Србија)”**

НАУЧНА ОБЛАСТ ШУМАРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме
кандидата:

Соња, Војо, Тошић

Претходно образовање:

-основне академске студије-Универзитет у Београду-Шумарски
факултет 2014.год.

-мастер академске студије-Универзитет у
Београду - Шумарски факултет - 2016.године

Година завршетка
претходног нивоа
студија:

2016.

Година уписа на докторске
студије:

2016.

Назив студијског ШУМАРСТВО – модул Еколошки инжењеринг у заштити
програма докторских студија: земљишних и водних ресурса

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Др Снежана Белановић-Симић

Звање: редован професор Универзитета у Београду-Шумарски факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Belanović, S.**, Bjedov, I., Čakmak D., Obratov-Petković, D., Kadović, R., Beloica J. (2013): *Influence of Zn on the Availability of Cd and Cu to Vaccinium Species in Unpolluted Areas - a Case Study of Stara Planina Mt. (Serbia)*. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, ISSN 1842-4090, 2013, no. 3, vol. 8, str. 5-14, graf. prikazi.. [COBISS.SR-ID [512962972](#)]
2. Тошић, R., Dragičević, S., **Belanović, S.**, Brčeski, I., Lovrić, N. (2013): *Considerations on reservoir sedimentation and heavy metals content within the Drenova reservoir (B&H)*, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, ISSN 1842-4090, 2013, vol. 8, br. 4, str. 175-184.
3. Čakmak Dragan B, Beloica Jelena, Perovic Veljko, Kadovic Ratko B, Mrvic Vesna, Knezevic Jasmina, **Belanovic Snezana** (2014): *Atmospheric deposition effects on agricultural soil acidification state key study: Krupanj municipality*. Archives of Environmental Protection, ISSN 2083-4810, 2014, vol. 40, no. 2, str. 137-148.
4. Marković, M., Zuliani, T., **Belanović Simić, S.**, Mataruga, Z., Kostić, O., Jarić, S., Vidmar, J., Milačić, R., Janez Ščančar, J., Miroslava Mitrović, M., Pavlović, P (2018).: *Potentially toxic elements in the riparian soils of the Sava River*, Journal of Soils and Sediments, 2018, pp. 3404–3414.
5. Čakmak, D., Perovica, V., Kresović, M., Jaramaz, D., Mrvić, V., **Belanovic Simić, S.**, Saljnikov, E., Trivan, G (2018).: *Spatial distribution of soil pollutants in urban green areas (a case study in Belgrade)*, Journal of Geochemical Exploration, Vol. 188, pp. 308–317.

Обавештавамо вас да је

Наставно-научно веће Шумарског факултета

на седници одржаној

29.01.2020.

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

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Број: 01-2/14
Датум: 29.1.2020.
Б Е О Г Р А Д

На основу члана 58. Статута Универзитета у Београду-Шумарског факултета бр. 01-1/36 од 14.3.2019. год, а у складу са Извештајем Комисије бр. 107/1 од 13.1.2020. год. и Предлогом Већа одсека за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса бр. 107/2 од 22.1.2020. год, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 29.1.2020. год. доноси следећу

О Д Л У К У

Усваја се научна заснованост теме докторске дисертације кандидата Соње Тошић под насловом: „Биоприступачност и процена ризика садржаја никла, хрома и кобалта у земљиштима слива реке Чемернице (западна Србија)“.

Одређује се ментор др Снежана Белановић Симић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета.

Одлуку доставити: кандидату, менторима, Служби за наставу и студентска питања², декану, писарници.

Председник
Наставно-научног већа
Проф. др РАТКО РИСТИЋ

НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА
ВЕЋУ ОДСЕКА ЗА ЕКОЛОШКИ ИНЖЕЊЕРИНГ У ЗАШТИТИ ЗЕМЉИШНИХ И
ВОДНИХ РЕСУРСА

ОВДЕ

Предмет: Извештај комисије о научној заснованости теме за изради докторске дисертације кандидата Соње Тошић

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
1. Орган који је именовао (изабрао) комисију и датум: На основу члана 154. Статута Универзитета у Београду-Шумарског факултета, а на основу предлога Већа одсека за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса бр. 5042/3 од 20.12.2019. год., Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 25.12.2019. год. донело је одлуку бр. 01-2/264 да се образује Комисија за оцену теме докторске дисертације кандидата MSc Соње Тошић под насловом: „Биоприступачност и процена ризика садржаја никла, хрома и кобалта у земљиштима слива реке Чемернице (западна Србија)“. 2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: 1. др Снежана Белановић Симић, редован професор, Универзитет у Београду, Шумарски факултет 2. др Јелена Белоица, доцент, Универзитет у Београду, Шумарски факултет 3. др Сара Лукућ, ванредни професор, Универзитет у Београду, Шумарски факултет 4. др Ивана Бједов, ванредни професор, Универзитет у Београду, Шумарски факултет 5. др Весна Мрвић, виши научни сарадник, Институт за земљиште, Београд.
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
1. Име, име једног родитеља, презиме: Соња, Војо, Тошић 2. Датум и место рођења, општина, држава: 01.01.1991., Сарајево, Центар, Босна и Херцеговина 3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада: 29.09.2016., Београд, Еколошко – вегетацијске карактеристике заштићеног подручја „Велика Плећ – Вражији Вир“ на планини Маљен 4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастер Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса 5. Стечено научноистраживачко искуство Списак објављених научних радова и саопштења

1. Тошић, С., Бунтић, А., Саљников, Е.: *Preliminary survey on the level of knowledge about soil in the elementary schools of Serbia*, Зборник радова са симпозијума Српског дрштва за проучавање земљишта, Гоч 2019, стр. 49-50.
2. Јарамаз, Д., Белановић Симић, С., Мрвић, В., Перовић, В., Видовић, Д., Чакмак, Д., Тошић, С.: *A conceptual model for estimating total land degradation*, Зборник радова са симпозијума Српског дрштва за проучавање земљишта, Гоч 2019, стр. 41-42.
3. Mrvić, V., Sikirić, B., Mladenović, M., Koković, N., Stajković Srbinović, O., Tošić, S.: *Possibility of use of Pester peat for production of pepper seedlings*, Zemljiste i biljka, Vol. 67, No. 2, 2018, pp. 57 – 69.
4. Saljnikov, E., Rahimgalieva, S., Raymbek, A., Tomic, S., Mrvic, V., Sikiric, B., Pachikin, K.: *Effect of fallowing on soil organic matter characteristics on wheat monoculture in arid steppes of northern Kazakhstan*, Zemljiste i biljka, Vol. 64, No. 2, 2018, pp. 17 – 26.
5. Tomic, S., Saljnikov, E., Mrvic, V., Belanovic-Simic, S., Pesic, M., Jaramaz, D.: *Heavy Metal Pollution Indices of Mačkatnice, Pčinski District*. Proceedngs of the International Soil Science Congress on „Environment and Soil Resources Conservation”, Almaty 2018, pp. 183-184.
6. Миладинић, М., Тошић, С., Пешић, М., Цокић, З.: *Biological recultivation of degraded agricultural soil in a part of the Kobisnik plateau KO Negotin*, Зборник радова са интегрисаног скупа „Земљиште 2018”, Врњачка Бања 2018, стр. 103-111.
7. Миладинић, М., Пешић, М., Тошић, С., Цокић, З.: *Technical recultivation of degraded agricultural soil in a part of the Kobisnik plateau KO Negotin*, Зборник радова са интегрисаног скупа „Земљиште 2018”, Врњачка Бања 2018, стр. 87-95.
8. Pesić, M., Tosić, S., Stanojković-Sebić, A., Pivić, R.: *Comparison of documented and modified standard method for determination of particle size distribution in soil*, Proceedings of the 2nd International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF), Turkey 2018, pp. 688-689.
9. Pivić, R., Dinić, Z., Maksimović, J., Pešić, M., Tošić, S., Stanojković-Sebić, A. (2018): *The content of trace elements in alfalfa cultivated along the highway E75 - route section Lozovik-Grdelica (Republic of Serbia)*, Proceedings of the IX International Scientific Agriculture Symposium “AGROSYM 2018”, 4-7 October, Jahorina 2018, pp. 1549-1556.
10. Tosić, S., Knezević, M., Kadović, R., Koshanin, O., Perović, M.: *Pedological characteristics of the protected area "Velika Pleć - Vražiji Vir" on the mountain Maljen. Solutions and projections for sustainable land management*, Proceedings of the 2nd International and 14th National Congress of the Soil Science Society of Serbia, Novi Sad 2017, pp. 98-99.
11. Kadović, R., Bohajar Monsour Ali, Y., Perović, V., Belanović Simić, S., Todosijević, M., Tošić, S., Anđelić, M., Mlađan, D., Dovezenski, U.: *Land Sensitivity Analysis of Degradation using MEDALUS model : Case Study of Deliblato Sands, Serbia*, Archives of Environmental Protection, Vol. 42, No. 4, 2016, pp. 40-48.
12. Tošić, S.: *Experience from Japan in field disaster management: Protection and management of soil and water resources*, Proceedings of the 1st International Student conference: Challenges and threats to contempory forestry new powers, Goč 2015, pp. 55-56.
13. Kadović, R., Belanović, S., Knezević, M., Kosanin, O., Miljković, P., Tosić, S.: *Forest fires and soil warming: reconstruction of fires in NP Tara using FOFEM6 model*, Nature protection, Vol. 64, No. 2, 2014, pp. 5-12.
14. Zlatić, M., Milčanović, V., Momirović, N., Tošić, S., Lazarević, K., Lekić, M., Marković, M.: *Learning by doing: Student's Forum of World Association of Soil and Water Conservation, "Innovative strategies and policies for soil conservation"*, Proceedings of the 6th International Congress of ESSC, Thessaloniki 2011, Greece, pp. 218 – 219.

Учешће у пројектима:

15. од јуна 2014. до јануара 2017. учествовала је на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја ИИИ 43007 „Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање” на Шумарском факултету,
16. од априла 2017. године учествује на пројекту ТР 37006 „Проучавање утицаја квалитета земљишта и вода за наводњавање за ефикаснију производњу пољопривредних култура и очување животне средине“ на Институту за земљиште.

III ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ КАНДИДАТА ЗА РАД НА ПРЕДЛОЖЕНОЈ ТЕМИ

Кандидат Соња Тошић рођена је 01.01.1991. године у Сарајеву. Основну и средњу школу је завршила у Београду. Школске 2009/10. године уписала је Шумарски факултет, Универзитета у Београду, модул Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса. Дипломирала је 2014. године са просечном оценом 8,98. Мастер студије уписује 2015. године, модул Екологија гајења шума и заштита животне средине. Мастер тезу под називом: Еколошко – вегетацијске карактеристике заштићеног подручја „Велика Плећ – Вражији Вир“ на планини Маљен одбранила је 2016. године са оценом 10 и просечном оценом 9,88 током мастер студија. Докторске студије уписала је 2016. године на Шумарском факултету, смер Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса.

Као студент сарадник од јуна 2014. до јануара 2017. учествовала је на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја ИИИ 43007 „Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање” на Шумарском факултету. Од септембра 2014. године до марта 2017. била је волонтер у Заводу за заштиту природе Србије где је учествовала у изради монографија, стручних извештаја и студија заштите.

На стручном усавршавању у Јапану на програму „Disaster Management on Infrastructure (River, Road and Port)“, у трајању од 3 месеца, активно се бавила израдом акционог плана о заштити земљишних и водних ресурса. На Шумарском факултету у школској години 2014/2015. учествовала је у припреми и извођењу вежби под надзором проф. др Миодрага Златића на предмету Основи заштите животне средине, као демонстратор у настави.

Од априла 2017. године запослена је у Институту за земљиште, на одсеку педологија, са учешћем на пројекту ТР 37006 „Проучавање утицаја квалитета земљишта и вода за наводњавање за ефикаснију производњу пољопривредних култура и очување животне средине“.

IV ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА

Др Снежана Белановић Симић је рођена 05.07.1971. године у Београду, где је завршила основну и средњу школу. Основне студије је завршила (у фебруару) 1995. год. на Шумарском факултету у Београду – образовни профил за заштиту од ерозије. Последиломске студије уписала је у октобру 1995. године на Универзитету у Београду, смер Заштита и унапређивање животне средине.

Од јуна 1998. годину била је ангажована три године као истраживач приправник у реализацији научноистраживачког пројекта на Шумарском факултету. Од 1997. године учествује у извођењу вежби на предмету Противерозиони агроекосистеми, а од октобра 1998. до октобра 2001. год. учествовала је у извођењу вежби на предмету Педологија на Одсеку за шумарство. Јуна месеца 2000. године одбранила је магистарску тезу, и тиме стекла академски назив магистра наука из области заштите и унапређивања животне средине. Од 05.07.2001. до 09.01.2008. године запослена је као асистент на Шумарском факултету у Београду, где је креирала и изводила вежбе на

предметима Мелиорације пољопривредних земљишта и Противерозиони агроекосистеми.

Докторску дисертацију под насловом „Еколошки квалитет земљишта брдско-планинског подручја источне Србије” одбранила је 16. 3. 2007. године и тиме стекла академски назив доктора наука из области шумарства. Стручни испит положила је 2008. године и стекла звање одговорног пројектанта. У децембру 2012. године изабрана је у звање ванредног професора, а 25.10.2017. године изабрана у звање редовног професора на Универзитету у Београду – Шумарском факултету, ужа научна област Ерозија и конзервација земљишта и вода.

У периоду мај–јуни 2009. године и јануар–март 2010. године у Институту за земљиште у Абердину (The Macaulay Land Use Research Institute (сада The James Hutton Institute) Aberdeen, Scotland, UK) обавила је постдокторско усавршавање које је финансирало Министарство за науку и технолошки развој Р. Србије. Активно је учествовала у раду тела и комисија Факултета, руководи радом Лабораторије за мониторинг квалитета земљишта Шумарског факултета Универзитета у Београду. Члан је Српског друштва за проучавање земљишта и Светског друштва за конзервацију земљишта и вода (WASWC).

До сада објавила више од 100 научних радова од којих 16 радова у часописима са SCI. Др Снежана Белановић Симић је свој истраживачки интерес усмерила у области науке о земљишту, са посебним освртом на процесе деградације земљишта и земљишног простора, концепт квалитета земљишта и систем мера за одрживо управљање ресурсом земљишта, учествујући на више пројеката и руководила израдом четири пројекта. Учествоје у развоју научноистраживачког подмлатка (ментор је у изради 4 докторске тезе, била ментор 5 мастер радова и 1 доктората, и члан Комисија за одбрану 6 докторских теза, и 21 мастер рада).

Прилог

Списак објављених научних радова и саопштења

1. Belanović, S., Perović, V., Vidojević, Kostadinov, S., Knežević, M., Kadović, R., Košanin, O.: *Assessment of soil erosion intensity in Kolubara district, Serbia*, Fresenius environmental bulletin, Vol. 22, No. 5A, 2013, pp. 1556-1563.
2. Belanović, S., Bjedov, I., Čakmak D., Obratov-Petković, D., Kadović, R., Beloica J.: *Influence of Zn on the Availability of Cd and Cu to Vaccinium Species in Unpolluted Areas - a Case Study of Stara Planina Mt. (Serbia)*, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, Vol. 8, No. 3, 2013, pp. 5-14.
3. Tošić, R., Dragičević, S., Belanović, S., Brčeski, I., Lovrić, N. (2013): *Considerations on reservoir sedimentation and heavy metals content within the Drenova reservoir (B&H)*, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, Vol. 8, No. 4, pp. 175-184.
4. Kadović, R., Belanović, S., Ristić, R., Knezević, Milan, Kostadinov, S., Beloica, J., Radić, B., Dragović, N., Milijić, S., Miljanović, D., Braunović, S.: *Deposol Reclamation along a Canal of the Danube-Tisza-Danube Hydro System*, Polish journal of environmental studies, Vol. 23, No. 4, 2014, pp. 1185-1194.
5. Čakmak, D., Beloica, J., Perović, V., Kadović, R., Mrvić, V., Knezević, J., Belanović, S. (2014): *Atmospheric deposition effects on agricultural soil acidification state key study: Krupanj municipality*, Archives of Environmental Protection, Vol. 40, No. 2, 2014, pp. 137-148.
6. Vulević, T., Dragović, N., Kostadinov, S., Belanović Simić, S., Milovanović I.: *Prioritization of soil erosion vulnerable areas using multi-criteria analysis methods*, Polish journal of environmental studies, Vol. 24, No. 1, 2015, pp. 317-323.
7. Obratov-Petković, D., Bjedov, I., Nešić, M., Belanović-Simić, S., Đunisijević-Bojović, D., Skočajić, D.: *Impact of Invasive Aster lanceolatus Populations on Soil and Flora in Urban Sites*, Polish Journal of Ecology, Vol. 64, No. 2, 2016, pp. 289-295.
8. Kadović, R., Bohajar Monsour Ali, Y., Perović, V., Belanović Simić, S., Todosijević, M., Tošić, S., Anđelić, M., Mlađan, D., Dovezenski, U.: *Land Sensitivity Analysis of Degradation using MEDALUS model : Case Study of Deliblato Sands, Serbia*, Archives of Environmental Protection, Vol. 42, No. 4, 2016, pp. 40-48.

9. Vicentijević, M., Knezević, M., Kosanin, O., Novaković-Vuković, M., Belanović Simić, S.: *Floristic and edaphic characteristics of beech and fir forests on Mt. Maljen*, Fresenius Environmental Bulletin, Vol. 26, No. 6, 2017, pp. 3788-3794.
10. Marković, M., Zuliani, T., Belanović Simić, S., Mataruga, Z., Kostić, O., Jarić, S., Vidmar, J., Milačić, R., Janez Ščančar, J., Miroslava Mitrović, M., Pavlović, P.: *Potentially toxic elements in the riparian soils of the Sava River*, Journal of Soils and Sediments, 2018, pp. 3404–3414.
11. Cakmak, D., Perovica, V., Kresović, M., Jaramaz, D., Mrvić, V., Belanovic Simić, S., Saljnikov, E., Trivan, G.(2018): *Spatial distribution of soil pollutants in urban green areas (a case study in Belgrade)*, Journal of Geochemical Exploration, Vol. 188, pp. 308–317.

Цитираност: према Универзитетској библиотеци из јуна 2017. - 45 хетероцитата, према Research Gate 110, ISI/Web of Science 39 (за радове у часописима са SCI).

V ОЦЕНА НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ:

1. Формулација назива тезе (наслова)

Биоприступачност и процена ризика садржаја никла, хрома и кобалта у земљиштима слива реке Чемернице (западна Србија)

2. Предмет (проблем) истраживања

Земљиште, вода и ваздух представљају најважније природне ресурсе, узајамно су повезани и одржавају екосистеме на којима почива читав планета (National Research Council, 1993). Савремена еколошка знања доводе до закључка о апсолутној незаменљивости улоге земљишног покривача у живој природи Земље, а такође и у многим привредним областима. У физичком, биолошком и хемијском смислу земљиште и очување његовог квалитета представља основу одрживости животне средине (Lal, 2006). Са напретком цивилизације и повећањем броја становника, наступио је развој индустријализације и пољопривредне производње, а као резултат процеси деградације су се убрзали, повећавала се емисија киселих оксида и потенцијално токсичних елемената (eng. Potential Toxic Elements - PTEs), као и њихова акумулација у свим деловима екосистема.

Декларацијом о земљишту (IUSS, Беч, 2015; СДПЗ, 2015 Нови Сад), земљиште је 2015. године проглашено за необновљив природни ресурс од стране светске и наше научне заједнице. У напорима за постизање одрживог развоја друштва, у целини, одрживо коришћење земљишта представља полазну основу, која подразумева одговарајуће системе управљања. Проблем са потенцијално токсичним елементима као загађивачима јесте њихова акумулација у појединим компонентама екосистема, што их чини скоро немогућим за уклањање из животне средине (Sieghardt et al., 2005; Megharaj et al., 2011). Познавање концентрације потенцијално токсичних елемената у земљишту је од великог значаја, а посебна пажња треба да буде усмерена на однос између укупне концентрације и њиховог биолошког ефекта (Herbert, Yin, 1998). Одређивање хемијских форми у којима су микроелементи везани у земљишту указује на њихову потенцијалну мобилност и приступачност биљкама. Појединачне или секвенцијалне методе се користе за процену приступачних и потенцијално приступачних фракција микроелемената у земљишту. Одређивање садржаја метала приступачних биљкама екстракцијом у DTPA (Lindsay, Norvell, 1978) је широко прихваћено (Mbila et al., 2001; Flues et al., 2004). Према литературним наводима, концентрације тешких метала у земљишту и биљкама зависе од више фактора међу којима се посебно могу издвојити: хемијске и физичке карактеристике земљишта и њихове интеракције, као и специфична способност одређених биљних врста да акумулирају различите микроелементе. Укупна концентрација потенцијално токсичних елемената указује на оптерећеност земљишта неким елементом, али не и о токсичности или дефициту у односу на флору. Приступачност појединих микроелемената биљкама зависи од облика у којем се јавља у земљишту, као и од генетичке структуре биљке, а затим и од карактеристика кореновог система, његовог капацитета за

апсорпцију јона и нивоа евапотранспирације (Allow, 1995).

У земљишту централне Србије повећане укупне концентрације Ni и Cr, као и Co, Fe, Mg налазе се, пре свега, у земљиштима формираним на серпентинским стенама. У земљиштима где су микроелементи углавном геохемијског порекла, мањим уделом су приступачни, па је потребно утврдити приступачност биљкама које нису хиперакумулатори.

У оквиру ове докторске дисертације, планирано је да се проучавања фокусирају на садржај и динамику никла (Ni), хрома (Cr) и кобалта (Co) у земљиштима на подручју слива реке Чемернице, чији знатан део чине серпентинске стене. Поред тога, слив припада делу Чачанске котлине, коју карактеришу веома плодна земљишта, на којима се одвија интензивна пољопривредна производња. Досадашњи подаци из литературе показују да су геохемија и мобилност микроелемената и њихов ефекат на животну средину различити у зависности од типа земљишта и геолошког супстрата, али и антропогеног утицаја, па је потребно за свако конкретно подручје истражити степен загађености земљишта. Мобилност потенцијално токсичних елемената кроз земљишни профил директно је условљено процесима адсорпције (Vogeler, 2001), и хемијска сепарација у земљишту је важна за њихову активност и зависи од више фактора укључујући почетну концентрацију, присуство других јона и органске материје (Lumsdon et al., 1995). Додатно, утицај аерозагађења повећава концентрацију потенцијално токсичних елемената који постају доступни биљкама (Påhlsson, 1989). На проучаваном подручју ће се сакупљати херба лековитих биљака ради утврђивања акумулације Ni, Cr и Co како укупних облика тако и њиховог садржаја у воденом екстракту.

Подаци о садржају потенцијално токсичних елемената у земљишту су недовољни да се свеобухватно опише ризик који настаје излагањем људи (деце и одраслих) различитим потенцијално токсичним елементима из земљишта, односно поред уношења кроз ланац исхране изложени су удисању или гутању честица (Adedeji et al., 2019), па је процена индекса здравственог ризика значајна ради утврђивања хумано-токсиколошког ризика.

На основу свега наведено, предмет научног истраживања обухвата:

- **Испитивање педолошких карактеристика и садржаја** потенцијално токсичних елемената (PTEs) **по дубини профила земљишта.** Опис педолошких профила и утврђивање основних карактеристика доминантних земљишних типова и распореда садржаја Ni, Cr и Co по дубини профила, до геолошке подлоге.
- **Процена вредности природног фона (geochemical background) потенцијално токсичних елемената - Ni, Cr и Co.** Процена разлике између природне концентрације метала у земљишту и количине (концентрације) која потиче од људских активности применом различитих статистичких метода. Израчунавање „background“ вредности елемената из површинских и потповршинских узорака. Издвајање зона са концентрацијама елемената изнад „background“ вредности.
- **Испитивање просторног распореда укупног и приступачног садржаја Ni, Cr и Co у проучаваном подручју.** Утврђивање укупног садржаја PTEs и поређење са вредностима у важећој законској регулативи. Одређивање приступачних форми појединачном екстракцијом (ДТРА), израчунавање растворљивости елемената (укупне/приступачне форме) на целој територији, по доминантним типовима (флувисол и хумофлувисол, земљишта формирана на серпентинитима, вертисол) и у зависности од особина испитиваних земљишта (корелација са својствима земљишта - pH, хумусом, глином).
- **Утврђивање степена везаности PTEs за одређене компоненте земљишта секвенцијалном анализом по геохемијским целинама.** Испитивање распореда метала по фракцијама, односно везивања у различитим физичко-хемијским формама у којима су различито приступачни: разменљиво адсорбовани, везани за карбонате, за оксиде Mg и Fe, у органским једињењима и метали везани у кристалним решеткама примарних и секундарних минерала.
- **Испитивање садржаја PTEs у лековитим биљкама.**

Испитивање садржаја PTEs у лековитим биљкама (сува маса хербе), као и садржаја PTEs у

воденом раствору лековитих биљака. Од посебног је значаја да се утврди транслокација PTEs из земљишта у биљке, као и приступачност микроелемената даље у ланцу исхране. Одабране лековите биљке ће се сакупљати на издвојеним површинама на доминантним типовима земљишта ради утврђивања биоприступачности Ni, Cr и Co.

- **Дефинисање потенцијалног еколошког ризика (RI), геоакумулационог индекса, фактора обогаћења (EF) и индекса здравственог ризика.** Фактор обогаћења укључује у прорачун референтни елемент и референтни хоризонт тј. најдубљи узорковани слој у истом профилу земљишта, што по новим истраживањима побољшава осетљивост EF на антропогено обогаћивање површине и прецизније откривање порекла елемената. Утврђивање потенцијалног еколошког ризика, чији узрок могу бити високе концентрације PTEs у води, ваздуху или земљишту на основу потенцијалног еколошког ризика (Potential Ecological Risk Index - RI) Hakanson (1980) укључује коефицијент токсичности одређеног метала. Геоакумулациони индекс на основу концентрације метала и њихове GB – „background“ вредност указује на интензитет загађења металима Ni, Cr и Co. Због антропогеног утицаја на делу испитиваног подручја, неопходно је дефинисање индекса здравственог ризика. Истраживање подразумева прорачун хазард индекса (HI) за орално излагање људи и деце ка земљиштима са повишеним садржајем Ni, Cr и Co употребом USEPA моделом.
- **Издавајуће зона ризика према штетним ефектима повећане концентрације PTEs.** Просторна анализа лабораторијских података, природног фона и индекса са визуелизацијом заснованој на просторној расподели применом GIS технологија (GIS – Географски информациони систем).

3. Познавања проблематике на основу изабране литературе

Земљиште је незаменљива природна средина која представља површински слој литосфере, филтер за заштиту, пуфер, трансформатор енергије, воде и биохемијских једињења, даваоц продуктивног живота, крајњи извор сировина, станиште за већину живог света. Опстанак људског друштва зависи од продуктивности земљишта који представља динамичан живи систем, који се мења и еволуира са променама услова средине (Farago, 1994). Земљиште је, због тога, један од најважнијих природних ресурса, који се споро образује, а процесима деградације брзо уништава, чиме се дугорочно смањује његова продуктивност и угрожава функционисање екосистема (Кадовић, 1999).

Загађење земљишта PTEs се може дефинисати као присуство елемената (метала и металоида) у оним количинама које би могле имати штетан утицај на живе организме, а њихово стање у појединим компонентама низом процеса и услова (Adriano, 2001). Земљиште је крајњи и најзначајнији рецептор PTEs у терестричним екосистемима (Кадовић и Кнежевић, 2002), тако да, не само што акумулира полутанте, већ представља и пуфер којим се контролише пренос хемијских елемената и једињења у атмосферу, хидросферу и живу материју. За очување животне средине од великог је значаја познавање усвајања, транспорта, дистрибуције, акумулације и физиолошког дејства елемената на живе системе.

Серпентинске стене (ултрамафити, ултрабазичне стене, серпентинисане перидотитске стене) представљају веома распрострањену групу стена у Србији, а највећи комплекси се појављују у западној Србији, где су од серпентина изграђене велике партије – на Тари, Шаргану, Златибору; затим се јављају на Маљену, Суворобору и Јелици, а један велики непрекидани комплекс се пружа у сливу реке Ибра (делови Чемерна, Столови, Гоч, Студеница итд.), док се мањи комплекси јављају доста често у Шумадији и источној Србији. Део су балканског ултрамафитског комплекса, који се од централне Босне и Херцеговине пружа кроз западну, централну и јужну Србију, Албанију, до Епира и Тесалије (Стевановић и сар, 2003). Земљишта на серпентинским и базичним стенама у Србији заузимају око 300 000 ha (Мрвић и сар., 2013).

Серпентинске стене, као матични супстрат за образовање земљишта, снажно се издавају од

осталих силикатних стена, а њихова особеност се састоји првенствено у томе што се на њима образују земљишни комплекси сасвим специфичног изгледа, физичких и хемијских особина и посебног еколошког значаја, који су, често, насељени специфичном серпентинском вегетацијом (Стевановић и Јанковић, 2001).

На серпентинским подлогама образују се различити типови земљишта, различите старости и различитог еколошког значаја. Серпентинска подлога се јавља у различитим петрографским модификацијама. У оквиру основне перидотитске масе, јављају се мање или јаче серпентинизоване партије, што има знатног утицаја на карактер педогенезе (Филиповски и Ћирић, 1963; Танасијевић и сар., 1966). На слабије серпентинисаним перидотитским стенама се јављају јако скелетна, плитка земљишта, изложена ерозији, са малим капацитетом задржавања воде. На јаче серпентинисаним стенама настају мање скелетна, глиновитија и дубља земљишта, посебно на равнијем терену.

У погледу хемијских особина серпентинска земљишта одликује висок садржај Ni, Cr, Co, Fe (Ni и Cr су често изнад $1000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), неповољан однос Ca:Mg (испод 1), недовољно обезбеђеност приступачним хранивима N, P и K (Кадовић и Кнежевић, 2002; Ђорђевић и сар., 2005).

Поред серпентинских стена повећане концентрације Ni, Cr и Co јављају се и у стенама и земљишту који су у контакту са њима, а посебно у алувијалним наносима који су састављени од материјала са ових подручја (Протић и сар., 2004; Антић - Младеновић, 2004). Испитивање Cr и Ni у земљиштима долине Колубаре показује да њихов распоред по дубини неправилно варира, корелација између елемената је висока, а мала растворљивост Ni (просечно 5% у ДТРА) (Сикирић и сар., 2010). Истраживање Антић -Младеновић (2004) потврђује да су доминантни природни извори Ni и Cr у земљишту Поморавља, са највећим процентом учешћа у резидуалној фракцији, а најнижу заступљеност у хемијским фракцијама водо-растворљивим и изменљиво-адсорбованих метала (што потврђује закључак о природном извору ових елемената у испитиваном земљишту). Такође, пореклом Ni, Cr и Co, њиховом мобилношћу и штетним деловањем на животну средину бавили су се и аутори Landner et al, 2005; Žemberyová et al, 2006; Lago-Vila et al, 2015; Barakiewicz et al, 1999; Seaman et al., 2001. Јаковљевић и Стевановић (2004) су установили да је у земљиштима Златибора садржај укупног Ni веома висок (просечно $1456 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), као и лакорастворљивог, ДТРА (просечно $181 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). У сени трава на овом подручју утврђен је дефицит N, K, Ca и повећане количине Cr, Ni и Fe. Концентрације никла су у највећем броју врста биљака изнад нормалних вредности за квалитетну сточну храну (од $21\text{--}44 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), а у врстама из рода *Allyssum* су и преко сто пута веће ($4728 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) (Стевановић и сар., 2004). Према истраживањима Обратов-Петковић и сар. (2008) на подручју серпентинитских локалитета Златибора, Дивчибара и Гоча измерене концентрације хрома и никла су повећане како у земљишту, тако и у биљном материјалу.

Лековите биљке заслужују посебну пажњу због употребне вредности коју имају. Вековима се лековите биљке користе у сврху лечења. Чак и данас, велики део људске популације користи лековите биљке за лечење. Делотворност лековитих биљака углавном је повезана са састојцима као што су етерична уља, витамини, гликозиди итд. Међутим, утврђено је да продужен унос може да изазове здравствене проблеме због могућег присуства PTEs (Ранђелковић, 2015). Од великог броја биљних врста се праве чајни напци или неки други традиционални лекови. Контрола садржаја микроелемената у биљкама и биљним напцима је неопходна да би се спречили евентуални штетни ефекти услед њиховог уноса (Nookabkaew, 2006). Усвајање микроелемената зависи пре свега од генетске конституције биљке, а затим и од карактеристика кореновог система, његовог капацитета за апсорпцију јона и нивоа евапотранспирације (Alloway, 1995; Обратов-Петковић и сар., 2008). Начини како метали могу да уђу у биљку се објашњавају као пасивни, продирањем воде, путем апсорпције у симпласт корена вођени градијентом електрохемијског потенцијала саме плазма-мембране, или пак активни, уз учешће протеина смештених у двоструком липидном слоју мембране који омогућавају транспорт метала кроз плазмалему (тзв. транспортни протеини, или протеини-транспортери) (Маловац, 2017). За нормалан раст и развој биљака неопходно је да се концентрација есенцијалних елемената одржава у оквиру оптималних вредности. Када њихове концентрације пређу те вредности, метали могу испољити и своје токсичне ефекте (фитотоксичност).

У формулисању предмета, циљева, хипотеза, метода прикупљања и обраде података, у

досадашњем периоду кандидат је користила следећу литературу:

- Acosta J.A., Martínez-Martínez S., Faz A., Arocena J.: *Accumulation of major and trace elements in particle size fraction of soils on eight different parent materials*, Geoderma, No. 161, 2011, pp. 30-42.
- Adedeji, O., Olayinka, O., Tope-Ajayi, O.: *Spatial distribution and health risk assessment of soil pollution by heavy metals in Ijebu – Ode, Nigeria*, Journal of Health & Pollution, Vol. 9, No. 22, 2019, pp 1-14
- Adriano D.C.: *Trace elements in Terrestrial Environments. Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals*. Second edition. USA, 2001.
- Adriano, D.C.: *Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability and Risk of Metals*. 2 st.ed. USA, 1986.
- Alloway B. J.: *Heavy Metals in Soils*, 2nd edn. Blackie Academic and Professional, London, UK, 1995.
- Agnieszka, G., Zdzisław, M.: *Geochemical background – an environmental perspective*. Mineralogia, Vol. 42, No. 1, 2011, pp 7-17.
- Alladdin, V.: *Trace/heavy metal accumulation in soil and in the shoots of acacia tree, gümüşhane – Turkey*. Bulletin of MTA, No. 148, 2014, pp. 85-106.
- Антић-Младеновић, С.: *Хемија никла и хрома у земљиштима са њиховим природно високим садржајем, докторска теза*, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, 2004.
- Baize, D.: *Concentrations of trace elements in soils: The three keys*, Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, Brisbane 2010, pp 1-4.
- Baize, D. Sterckeman, T.: *Of the necessity of knowledge of the natural pedo-geochemical background content in the evaluation of the contamination of soils by trace elements*, The Science of the Total Environment, No. 264, 2001, pp. 127-139.
- Baralkiewicz, D., Sienkiewicz, J.: *Chromium, Nickel and Cobalt in Environmental Samples and Existing Legal Norms*. Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 8, No. 4, 1999, pp 201-208.
- Белановић, С., Кнежевић, М., Кадовић, Р. и Даниловић, М.: *Дистрибуција неких тешких метала у земљиштима букових заједница НП „Ђердан”*. Гласник шумарског факултета, Београд, No. 88, 2003, стр. 17-25.
- Белановић, С., Кнежевић, М., Миличић Богић, М. и Ђоровић, М.: *Contents of heavy metals and micro-flora in some soils of Mt. Stara Planina*, Гласник Шумарског факултета, No. 89, 2004, стр. 53-61.
- Белановић, С., Чакмак, Д., Кадовић, Р., Белоица, Ј., Перовић, В., Alnaass, N. и Салников, Е.: *Availability of some trace elements (Pb, Cd, Cu and Zn) in relation to the properties of pasture soils in Stara Planina mountain*. Гласник Шумарског факултета, No. 106, 2012, стр. 41-56.
- Белановић Симић, С.: *Квалитет земљишта – изазови система коришћења*. Универзитет у Београду – Шумарски факултет, Београд, 2017.
- Bourennane H., Douay F., Sterckeman T., Villanneau E., Ciesielski H., King D., Baize D.: *Mapping of anthropogenic trace elements inputs in agricultural topsoil from Northern France using enrichment factors*. Geoderma, No. 157, 2010, pp 165-174.
- Brus, D. J., De Gruijter, J. J., Walvoort, D.J. J., De Vries, F., Bronswijk, J. J. B., Romkens, P. F. A. M. and De Vries, W.: *Heavy metals in the environment: Mapping the probability of exceeding critical thresholds for cadmium concentrations in soils in the Netherlands*, Journal of Environmental Quality, No. 31, 2002, pp. 1875-1884.
- Ђорђевић, А., Јаковљевић М., Максимовић, С., Цупаћ, С.: *Садржај мобилног никла у серпентинским ранкерима Србије*, Земљиште и Биљка, No. 54, No. 3, 2005, стр. 193-199.
- Farago, M.: *Plants and the Chemical Elements: Biochemistry, Uptake, Tolerance and Toxicity*, VCH, Weinheim, Federal Republic of Germany, 1994.
- Филиповски, Г., Тирић, М.: *Земљишта Југославије. Југословенско друштво за проучавање земљишта*, Београд, 1963, стр. 1-498.
- Francisco de S. Fadigas, Nelson M. B. do Amaral Sobrinho, Mazur, N., Lucia Helena Cunha dos Anjos.: *Estimation of Reference Values for Cadmium, Cobalt, Chromium, Copper, Nickel, Lead,*

- and Zinc in Brazilian Soils*, Soil Science and Plant Analysis, No. 37, 2006, pp. 945–959.
- Huang, J., Lui, W., Zeng, G., Li, F., Huang, X., Gu, Y., Shi, L., Shi, Y., Wan, J.: *An exploration of spatial human health risk assessment of soil toxic metals under different land use using sequential indicator simulation*, Ecotoxicology and Environmental Safety No. 129, 2016, pp 199-209.
 - Јаковљевић М, Стевановић, Д.: *Садржај и облици корисних и штетних микроелемената у земљишту природних ливада Златибора*, Acta Agriculturae Serbica, No. 9, No. 17, 2004, стр. 179-184.
 - Kabata – Pendias, A., Sadurski, W.: *Trace elements and compounds in soil. In: Elements and their compounds in the environment*, 2eds. Merian, E., Anke, M., Ihnat, M., Stoeppeler, M., Wiley – VCH, Weinheim, 2004, pp. 79-99.
 - Кадовић, Р.: *Противерозиони агросистеми, конзервација земљишта*, Шумарски факултет Универзитета у Београду, 1999.
 - Кадовић, Р., Кнежевић, М.: *Тешки метали у шумским екосистемима Србије*, Шумарски факултет Универзитета у Београду и Министарство за заштиту природних богатстава и животне средине Републике Србије, Београд, 2002, стр. 1-279.
 - Kicińska, A. Turek, K.: *Establishing geochemical background of elements present in soil and its application in the evaluation of soil pollution based on data collected in the beskid sudecki region*, Geoinformatica polonica, No. 16, 2017, pp. 87-99
 - Kobierski, M., Dabkowska-Naskret, H.: *Local background concentration of heavy metals in various soil types formed from glacial till of the inowroclawska plain*, J. Elem. s., 2012, pp 559–585.
 - Кисић, И.: *Санација онечишћеног тла*, Уџбеници свеучилишта у Загребу, Република Хрватска, 2012.
 - Lal, R.: *Encyclopedia of Soil Science*, Taylor & Francis, 2006.
 - Lago-Vila M., Arenas-Lago, D., Rodríguez-Seijo, A., Andrade Couce, M. L., Vega F. A.: *Cobalt, chromium and nickel contents in soils and plants from a serpentinite quarry*, Solid Earth, No. 6, 2015, pp. 323–335.
 - Landner, L., Reuther R.: *Metals in Society and in the Environment. A Critical Review of Current Knowledge on Fluxes, Speciation, Bioavailability and Risk for Adverse Effects of Copper, Chromium, Nickel and Zinc.*, Springer Science and Business Media, Inc. Kluwer Academic Publishers, USA, 2005.
 - Hernandez, L., Probst, A., Probst, J.L., Ulrich, E.: *Heavy metal distribution in some French forest soils: evidence for atmospheric contamination*. Science of the Total Environment, 2003, pp. 1-26.
 - Li, Z., McLaren, R. G., Metherell, A. K.: *The availability of native and applied soil cobalt to ryegrass in relation to soil cobalt and manganese status and other soil properties*, New Zealand Journal of Agricultural Research, Vol. 47, No. 1, 2004, pp. 33-43.
 - Liu, S., Pan, G., Zhang, Y., Xu, J., Ma, R., Shen, Z., Dong, S.: *Risk assessment of soil heavy metals associated with land use variations in the riparian zone of a typical urban river gradient*, Ecotoxicology and Environmental Safety, No. 181, 2019, pp. 435-444.
 - Маловац, А.: *Биоаккумуляција тешких метала у биљци хеперакумулатору Pistia stratiotes*. Универзитет у Нишу. Природно математички факултет департман за хемију, 2017.
 - Maurizio B., Angela N., Giuseppe S.: *Soil contamination evaluation by Enrichment Factor (EF) and Geoaccumulation Index (Igeo)*, Senses Sci, Vol. 2 No. 3, 2015, pp. 94-97.
 - Maurizio B.: *The Importance of Enrichment Factor (EF) and Geoaccumulation Index (Igeo) to Evaluate the Soil Contamination*. Journal of Geology & Geophysics, Vol. 5, No. 1, 2016.
 - Мрвић, В., Антоновић, Г., Мратиновић, Љ.: *Плодност и садржај опасних и штетних материја у земљиштима централне Србије*. Институт за земљиште, Београд, 2009.
 - Mrvić, V., Antonović, G., Čakmak, D., Perović, V., Maksimović, S., Saljnikov, E., Nikoloski, M.: *Pedological and Pedogeochemical map of Serbia*. Proceedings the 1st International Congress on Soil Science, XIII National Congress in Soil Science: „Soil-Water-Plant“, Belgrade 2013, pp. 93-105.
 - Nookabkaew S., Rangkadilok N., Satayavivad J.: *Determination of Trace Elements in Herbal Tea*

Products and Their Infuss Consumed in Thailand, Journal of Agricultural and Food Chemistry, No. 54, 2006, pp. 6939–6944.

- Образов-Петковић, Бједов, И., Белановић, С.: *Тешки метали у листовима Hypericum perforatum L. на серпентинским земљиштима Србије*, Гласник Шумарског факултета, No. 98, 2008, стр. 143-153.
- Протић, Н., Мрвић В., Бребановић-Крамарић Б., Николоски, М.: *Могућност производње здравствено безбедне хране на неким калкокамбисолима Западне Србије*, Зборник радова са III међународне ЕКО- конференције, Нови Сад 2004, стр. 89-95.
- Reimann, C., Matschullat, J., Ottenstein, R.: *Geochemical background – can we calculate it?*, Environmental Geology, Vol. 39, No. 9, 2000, pp. 990-991.
- Reimann, C. Robert G. Garrett.: *Geochemical background—concept and reality*, Science of the Total Environment, No. 350, 2005, pp. 12– 27.
- Reimann, C, Peter Filzmoser, Robert G. Garrett.: *Background and threshold: critical comparison of methods of determination*. Science of the Total Environment, No. 346, 2005, pp. 1– 16.
- Reimann, C., Cartitat, P.: *Establishing geochemical background variation and threshold values for 59 elements in Australian surface soil*. Science of the Total Environment, No. 578, 2017, pp. 633-648.
- Sabry M. Shaheen, Jorg Rinklebe, Tina Frohne, John R. White, Ron D. DeLaune.: *Biogeochemical Factors Governing Cobalt, Nickel, Selenium, and Vanadium Dynamics in Periodically Flooded Egyptian North Nile Delta Rice Soils*, Soil Sci. Soc. Am. J, 2013.
- Seaman, J.C., Arey, J.S., Bertsch, P.M.: *Immobilization of nickel and other metals in contaminated sediments by hydroxyapatite addition*, Journal of Environmental Quality. Vol. 30, No. 2, pp. 460-469.
- Сикирић, Б., Здравковић, М., Чакмак, Д., Максимовић, С., Пивић, Р.: *The content of different forms of heavy metals in the vallex of Kolubara river*, Земљиште и биљка, Vol 59, No. 3, 2010, pp. 158-169.
- Stevanović, V., Tan K., Iatrou, G.: *Distribution of the endemic Balkan flora on serpentine I. - obligate serpentine endemics*, Plant Systematics and Evolution, Vol. 242, No. 4, 2003, pp. 149–170.
- Стевановић Б., Јанковић, М.: *Екологија биљака са основама физиолошке екологије биљака*, ННК Интернационал, Београд, 2001.
- Стевановић, В., Јаковљевић, М., Врбничанин, С., Аћић, С.: *Хемијски састав сена природних травњака Златибора у зависности од састава земљишта*, Acta Agriculturae Serbica, Vol. 9, No. 17, 2004, стр. 235-241.
- Танасијевић Ђ, Антоновић Г., Алексић Ж., Павићевић Н. Филиповић Ђ., Спасојевић М.: *Педолошки покривач западне и северозападне Србије*, Институт за проучавање земљишта. Београд, 1966.
- Tóth, G., Hermann, T., Da Silva, M.R., Montanarella, L.: *Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety*, Environment International, Vol. 88, 2016, pp. 299–309.
- US Department of Energy (2004): *RAIS: Risk assessment information system*. US Department of Energy, Washington DC.
- US EPA (2001): *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS)*. Vol. 3, Washington DC
- Vithanage, M., Oze, C, Upamali, A., Rajakaruna, N. (2014): *Metal release from serpentine soils in Sri Lanka. Environmental Monitoring and Assessment*, Springer,.
- Xiao, R., Guo, D., Ali, A., Mi, S., Liu, T., Ren, C., Li, R., Zhang, Z. (2019): *Accumulation, ecological-health risks assessment, and source apportionment of heavy metals in paddy soils: A case study in Hanzhong, Shaanxi, China*, Environmental Pollution, No. 248, pp. 349-357.
- Zhao, F.J., McGrath, S.P., Merrington, G. (2007): *Estimates of ambient background concentrations of trace metals in soils for risk assessment*, Environmental Pollution, No. 148, , pp. 221-229.
- Žemberyová, M., Barteková J. and Hagarová, I. (2006): *Utilization of modified BCR three step sequential extraction procedure for the fractionation of Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn in soil reference*

4. Циљеви истраживања

Циљеви истраживања су да се утврди:

- порекло PTEs (Ni, Cr и Co),
- просторну (хоризонталну и вертикалну) дистрибуцију PTEs у земљишту,
- приступачност и садржај PTEs у зависности од типа земљишта,
- приступачност и садржај PTEs у лековитим биљкама,
- потенцијални ризик за гајење лековитих биљака у зависности од приступачности PTEs
- степен загађења PTEs (Ni, Cr и Co) према еколошком ризику за екосистем.

5. Полазне хипотезе

Кандидат износи следеће хипотезе пре почетка израде докторске дисертације:

- Дистрибуција укупних форми PTEs у земљишту зависи од њиховог порекла и типа земљишта. У земљиштима формираним на серпентинитима и перидотитима садржај Ni, Cr и Co се са дужином у профилу повећава, док је у алувијалним земљиштима због различитог састава наноса и већег антропогеног утицаја неуједначен распоред по дубини.
- Мобилност PTEs у земљишту зависи од физичко - хемијских својстава земљишта, посебно реакције средине.
- Приступачност Ni, Cr и Co зависи од њиховог порекла, мање су растворљиви у земљиштима формираним на серпентинитима и перидотитима.
- Концентрације Ni, Cr и Co које усвоје лековите биљке зависи од типа земљишта, хемијских својстава земљишта, као и од приступачних садржаја PTEs у земљишту.

2. Научне методе истраживања

Кандидат ће у истраживањима променити следеће научне методе:

1. Опште научне методе:
 - индукција и дедукција,
 - анализа и синтеза.
2. Уско стручне методе:
 - физичке и хемијске методе испитивања земљишта према ЈДПЗ-у, (1996,1967),
 - метода ISO 11466: 1995 за одређивање укупних садржаја PTEs и методе за одређивање садржаја приступачних облика у земљишту екстракцијом са DTPA хелатним реагенсом,
 - секвенциона анализа BCR методом,
 - анализа укупних садржаја микроелемената у лековитим биљкама,
 - анализа садржаја микроелемената у воденом раствору лековитих биљака,
 - статистичка обрада података уз помоћ софтверског пакета за статистичку анализу SPSS, коришћењем метода корелације и регресије.
 - геостатистичка обрада података применом одговарајућих софтвера (ArcGis).

3. Очекивани научни допринос

Проблеми повећаних концентрација Ni, Cr, Co, који су утврђени у земљиштима, а који су пре свега геохемијског порекла намећу потребу утврђивања и праћења концентрације PTEs, као и оцену њихове биолошке приступачности.

Један од циљева предложених истраживања је да се утврди укупан садржај и дистрибуција

PTEs - Ni, Cr и Co на подручју слива реке Чемернице, у доминантним типовима земљишта (серпентинска земљишта, флувисол и хумофлувисол, вертисол), у постојећим условима коришћења земљишта. Поређењем укупног садржаја PTEs са граничним вредностима и израчунатим природним фоном утврдиће се зоне са повећаним концентрацијама елемената, односно **зоне потенцијалног ризика**.

Такође, утврдиће се растворљивост и приступачност елемената у доминантним типовима земљишта. Мобилност елемената у великој мери зависи од особина земљишта, реакције средине, садржаја органске материје и глине, редокс потенцијала, а приступачност како од својстава земљишта тако и од карактеристика биљака. Веома је важно разликовати природне нивое одређеног елемента и оне које потичу из антропогених активности за одређивање нивоа загађености у животној средини, јер се метали који потичу из геохемијског извора, најчешће налазе у теже приступачним облицима (везани за силикате, оксиде, сулфиде), за разлику од антропогеног загађења, када су метали претежно у приступачнијим формама (изменљиво адсорбовани, воднорастворљиви). Истраживањима ће се одредити вредности природног фона применом више метода (Reimann and Caritat, 2017), а добијени резултати даће потпуније и јасније одговоре на питања о пореклу и начину одређивања background вредности.

Истраживање дистрибуције садржаја Ni, Cr и Co, како по дубини профила, тако између површинских и потповршинских узорака, даје могућност сагледавања акумулације и потенцијалне миграције елемената у зависности од типа земљишта и повезивање са пореклом извора испитиваних елемената у земљишту. Додатни допринос идентификацији порекла метала даје секвенциона анализа, дефинисање фактора обогаћења и геоакумулациони индекс (Xiao et al., 2019, Vithanage et al., 2014, Bourennane et al., 2010, Liu et al., 2019). Од посебног значаја је да се утврди транслокација PTEs у херби лековитих биљака из земљишта са различитим садржајем укупних и приступачних форми проучаваних микроелемената.

Процена степена еколошког ризика у земљишту извршиће се на основу потенцијалног еколошког ризика (Potential Ecological Risk Index – RI), геоакумулационог индекса и фактора обогаћења (EF) за Ni, Cr и Co, а процена ризика за здравље људи на основу индекса здравственог ризика (у зони где се очекује антропогени утицај) (Adedeji et al., 2019).

Оцена порекла, затим садржај метала по појединим фракцијама растворљивости/приступачности и предвиђања дугорочног ризика од загађења Ni, Cr и Co су значајна, пре свега, са аспекта безбедности производње хране, квалитета вода, угрожености екосистема, односно степена загађености животне средине. Коришћењем геостатистичких метода за проучавање подручје издвојиће се зоне ризика са високим садржајем Ni, Cr и Co у односу на њихове граничне вредности, вредности индекса и приступачности и акумулације у лековитим биљкама. Допринос ових истраживања је да се добије документована основа за избор најповољнијих система управљања земљишним простором и земљиштима формираним у речној долини, као и на серпентинитима и перидотисаним серпентинитима.

4. План истраживања и структура рада

Истраживање постављеног проблема обухвата пет фаза и то:

I ФАЗА

- прикупљање и анализа стручне литературе из предметне области
- прикупљање литературних и других података који се односе на истраживано подручје
- припрема одговарајућих подлога (топографске, геолошке, педолошке)
- припрема за теренска истраживања

II ФАЗА

- теренска истраживања – узимање узорака из педолошких профила и појединачних тачака
- анализа садржаја PTEs по дубини профила
- утврђивање морфолошких и основних физичко-хемијских карактеристика доминантних

земљишних типова

- процена вредности природног фона PTEs - Ni, Cr и Co
- анализа просторног распореда укупног садржаја Ni, Cr и Co
- анализа просторног распореда приступачног садржаја Ni, Cr и Co по доминантним типовима земљишта
- анализа степена везаности PTEs за одређене компоненте земљишта секвенцијом анализом по геохемијским целинама

III ФАЗА

- испитивање садржаја PTEs у лековитим биљкама (сува маса).
- испитивање садржаја PTEs у воденом раствору лековитих биљака

IV ФАЗА

- анализа потенцијалног еколошког ризика
- анализа геоакумулационог индекса
- анализа фактора обогаћења
- анализа индекса здравственог ризика
- геопросторни приказ зона ризика

V ФАЗА

- израда текстуалних, табеларних и графичких прилога;
- закључна разматрања.

VI ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе поднете пријаве докторске дисертације MSc Соње Тошић, предложеног програма и циља научног истраживања, чланови Комисије су једногласни у закључку да се кандидат определио за веома актуелну проблематику.

У изради докторске дисертације кандидат је предвидела опсежна истраживања, која укључују бројне параметаре, као и низ анализа. Резултати до којих ће кандидат доћи током израде ове дисертације биће полазна основа за процену биоприступачности никла, хрома и кобалта у земљиштима слива реке Чемернице, и дефинисање зона приступачности.

Истраживањем ће се дефинисати степен биоприступачности никла, хрома и кобалта у земљиштима формираним на серпентинитима и у алувијалним земљиштима, са освртом на природни фон ових PTEs и њихов фактор трансфера из земљишта до лековитих биљака у зависности од типа земљишта.

Комисија такође констатује да су у пријави јасно образложени и истакнути: предмет, програм, циљ научног истраживања и основне хипотезе. Кандидат MSc Соња Тошић је пред Комисијом одбранила пријаву теме дана 10.01. 2020. године.

На основу изложеног Комисија позитивно оцењује поднету пријаву и предлаже Научно - наставном већу Шумарског факултета да кандидату MSc Соњи Тошић одобри израду докторске дисертације под насловом: „Биоприступачност и процена ризика садржаја никла, хрома и кобалта у земљиштима слива реке Чемернице (западна Србија)“, и проследи је на даљи поступак.

За ментора докторске дисертације Комисија предлаже др Снежану Белановић Симић, редовног професора Универзитета у Београду – Шумарског факултета.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Снежана Белановић Симић, ред. проф.
Универзитет у Београду - Шумарски факултет

др Јелена Белоица, доцент,
Универзитет у Београду - Шумарски факултет

др Сара Лукућ, ванредни професор,
Универзитет у Београду - Шумарски факултет

др Ивана Бједов, ванредни професор,
Универзитет у Београду - Шумарски факултет

др Весна Мрвић, виши научни сарадник,
Институт за земљиште, Београд