

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ-ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Образложење теме докторске дисертације кандидата Јелене Д. Митић, мастер хемичара, пријављене под насловом **Испитивање различитих сценарија за процену ризика по здравље људи услед излагања потенцијално токсичним елементима и полицикличним ароматичним угљоводонцима из земљишта са депонија у Србији**

1. Научна област: Хемија

Ужа научна област: Хемија животне средине

2. Предмет научног истраживања

Предмет истраживања у оквиру ове докторске дисертације је испитивање утицаја загађујућих супстанци из земљишта са различитих типова депонија на здравље људи. Фокус ће бити на истраживању потенцијално токсичних елемената (ПТЕ) и полицикличних ароматичних угљоводоника (ПАУ). Ова докторска дисертација ће обухватати процену ризика по здравље људи који потиче од ПТЕ и ПАУ концентрација, који се могу детектовати у узорцима земљишта са депонија и из њихове непосредне околине. Такође, процењиваће се и биоприступачност, а на основу измерених концентрација израчунаће се ризик како би се добила реалнија процена ризика по људско здравље.

3. Основне хипотезе

Депоније представљају велики проблем по животну средину у многим земљама у развоју, међу којима је и Србија. Опште је познато да могу имати негативан утицај на људе и животну средину па се отуда јавља потреба за детаљнијим истраживањем њиховог утицаја. У овој докторској дисертацији фокус истраживања ће бити на испитивању утицаја загађујућих супстанци (потенцијално токсичних елемената и полицикличних ароматичних угљоводоника) из земљишта са дивљих депонија у пољопривредним и субурбаним срединама. Доступан је ограничени број радова на ову тему [1 - 3] па је истраживање утицаја загађујућих супстанци са депонија веома важно испитати, посебно услед неконтролисаних услова и њиховог негативног утицаја по здравље људи. Од велике је важности проценити утицаје по здравље земљорадника у непосредној близини депонија и људи који у њиховој близини живе. Поред депонија у пољопривредној средини, биће анализирана земљишта и са осталих типова депонија, како би се испитали и упоредили штетни утицаји загађујућих

супстанци са различитих типова депонија. У случају депонија у пољопривредној средини, биће процењен ризик и по здравље радника и становништва који би могли да буду изложени загађењу које потиче са депоније, док ће код осталих типова депонија, у субурбаним срединама, бити процењен само ризик по здравље становништва. Основне хипотезе у овој дисертацији би биле следеће:

- Одређивање садржаја ПТЕ и ПАУ у земљишту са депонија омогућава да се добијене концентрације упореде са граничним максималним дозвољеним вредностима у земљишту. ПТЕ и ПАУ се веома дуго задржавају у животној средини и при високим концентрацијама имају тенденцију акумулације у људском организму. Њихови извори на депонијама могу бити веома разноврсни. Људи могу унети у организам ове супстанце гутањем загађеног земљишта, инхалацијом прашине или дермалним контактом са контаминираним земљиштем, а познат је широк спектар токсичних и канцерогених ефеката које могу да изазову дугорочним излагањем, попут кардиоваскуларних и ендокриних болести, болести нервног и гастроинтестиналног система, проблема са имунолошким системом, разних канцерогених обољења и многих других болести.
- Процена ризика по здравље људи, израчунавала би се на основу псеудо-укупних концентрација ПТЕ и укупних концентрација ПАУ, коришћењем *EPA* модела (*US Environmental Protection Agency*), и кључна је за процену најгорег могућег сценарија по здравље људи који потиче од излагања загађујућим супстанцама из земљишта са депонија [6,7]. Овакав приступ може омогућити идентификацију локалитета који имају потенцијално негативан утицај на здравље људи, као и вероватноћу за развијање разних канцерогених и неканцерогених обољења. Ризик би био процењен прилагођавањем формула и прерачуна реалним и локалним условима, као и за различите популације, тако би били процењени различити сценарији излагања.
- Коришћењем *in vitro UBM* методе, одређивале би се биоприступачне концентрације ПТЕ [4] у узорцима змељишта. У ову сврху симулирала би се гастроинтестинална екстракција, која је сачињена од три фазе: плувачна, желудачна и цревна фаза. Биоприступачне концентрације нису једнаке унетим концентрацијама загађујућих супстанци из земљишта у људски организам. Оне представљају онај део од укупно унетих концентрација који је растворљив у дигестивним соковима и самим тим подложен гастро-интестиналној апсорпцији [5].
- Како је познато да су псеудо-укупне концентрације ПТЕ значајно веће од биоприступачних концентрација, коришћење биоприступачних концентрација за рачунање ризика по здравље људи омогућава процену реалнијег сценарија и спречава прецењивање ризика [8].

4. Циљ истраживања и очекивани резултати

Основни циљ овог истраживања јесте испитивање утицаја ПТЕ и ПАУ, који потичу из земљишта са различитих врста депонија, на здравље људи. Биће испитана два сценарија- најгори могући и реални сценарио. Урадиће се процена најгорег могућег сценарија по здравље људи, који потиче од псеудо-укупних садржаја ПТЕ и укупних садржаја ПАУ. Одредиће се и биоприступачност анализираних ПТЕ коришћењем *in vitro* UBM методе, и на основу добијених концентрација процениће се реалнији ризик по здравље људи који потиче са депонија [4]. Очекује се да ће добијени резултати омогућити идентификацију потенцијално „најопаснијих“ депонија и њихов утицај на појаву канцерогених и неканцерогених болести код људи, али пре свега код земљорадника. Такође, биће идентификовани ПТЕ и ПАУ, као и пут њиховог уноса, који ће највише допринети повећању канцерогеног или неканцерогеног ризика. Како је велики број анализираних узорака земљишта са дивљих депонија у пољопривредним срединама, циљ овог истраживања јесте и да повећа свест о негативном утицају депонија на људе који живе у руралним, субурбаним и пољопривредним срединама, и на свест земљорадника о потенцијалној опасности по њихово здравље приликом пољопривредних радова. Анализа земљишта различитих врста депонија, омогући ће увид у негативан утицај ПТЕ и ПАУ на здравље људи, као и поређење путева изложености.

5. Методе истраживања

За предложена истраживања, узорци земљишта ће бити прикупљени са различитих депонија у пољопривредним и субурбаним областима. Прикупљаће се узорци са дивљих депонија али и са уређених. Земљиште ће бити узорковано са самих депонија али и из њихове непосредне близине у зависности од услова и приступачности терена. У циљу одређивања псеудо-укупних концентрација ПТЕ, за припрему узорака користиће се микроталасни дигестор, а за мерење концентрација користиће се оптичка емисиона спектрометрија са индуковано спрегнутом плазмом (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission spectroscopy, ICP-OES*). У циљу одређивања биоприступачних концентрација ПТЕ, прво ће бити симулирана секвенцијална *in vitro* гастроинтестинална екстракција, коришћењем UBM методе [4]. Након екстракције, биоприступачне концентрације одређиваће се оптичком емисионом спектрометријом са индуковано спрегнутом плазмом (*ICP-OES*). Квантитативна и квалитативна анализа ПАУ, након екстраховања из земљишта коришћењем Сокслетовог екстрактора, одређиваће се гасном хроматографијом са масеним спектрометром (*Gas chromatography–mass spectrometry, GC-MS*). За процену ризика по здравље људи користиће се модели развијени од стране Америчке агенције за заштиту животне средине (*US Environmental Protection Agency, EPA*) уз прилагођавање специфичностима истраживачке теме и локалним условима и

подацима [7]. За статистичку обраду и интерпретацију података користиће се *Microsoft Excel*, *Origin*, *SPSS*. Од статистичких тестова и анализа користиће се различити непараметријски и параметријски тестови (попут *Kolmogorov-Smirnov* и *Mann-Whitney U* тестова), анализа главних компонената, корелациона анализа, и друге статистичке методе.

6. Литература

- [1] Bešta-Gajević, R., Gajević, M., Pilić, S., Adžaip, Z., Đug, S., Dahija, S., 2022. Potential environmental and human health risks caused by heavy metals and pathogens from illegal landfill sites in Bosnia and Herzegovina. *Eur. J. Environ. Sci.* 12, 74–79. <https://doi.org/10.14712/23361964.2022.8>.
- [2] Štrbac, S., Stojić, N., Lončar, B., Pezo, L., Ćurčić, Lj, Prokić, D., Pucarević, M., 2024. Heavy metal concentrations in the soil near illegal landfills in the vicinity of agricultural areas—artificial neural network approach. *J. Soils Sediments* 24, 373–389. <https://doi.org/10.1007/s11368-023-03637-1>.
- [3] Wang, S., Han, Z., Wang, J., He, X., Zhou, Z., Hu, X., 2022. Environmental risk assessment and factors influencing heavy metal concentrations in the soil of municipal solid waste landfills. *Waste Manag.* 139, 330–340. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.11.036>.
- [4] Roussel, H., Waterlot, C., Pelfrène, A., Pruvot, C., Mazzuca, M., Douay, F., 2010. Cd, Pb and Zn oral bioaccessibility of urban soils contaminated in the past by atmospheric emissions from two lead and zinc smelters. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 58, 945–954. <https://doi.org/10.1007/s00244-009-9425-5>.
- [5] Wragg, J., Cave, M., Basta, N., Brandon, E., Casteel, S., Denys, S., Gron, C., Oomen, A., Reimer, K., Tack, K., Van de Wiele, T., 2011. An inter-laboratory trial of the unified BARGE bioaccessibility method for arsenic, cadmium and lead in soil. *Sci. Total Environ.* 409, 4016–4030. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.05.019>.
- [6] USEPA, 2001. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/>(Accessed 1.4.2025).
- [7] RAIS, 2013. The Risk Assessment Information System. <http://rais.ornl.gov>, Oak ridge national laboratory (Accessed 2.4.2025).
- [8] Billmann, M., Hulot, C., Pauget, B., Badreddine, R., Papin, A., Pelfrène, A., 2023. Oral bioaccessibility of PTEs in soils: a review of data, influencing factors and application in human

health risk assessment. Sci. Total Environ. 896, 165263. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165263>.