

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ



Маја М. Познановић Спахић

**ТОКСИЧНИ И ПОТЕНЦИЈАЛНО ТОКСИЧНИ
МИКРОЕЛЕМЕНТИ КАО ПОКАЗАТЕЉИ
РАЗЛИЧИТИХ ИЗВОРА ЗАГАЂЕЊА У
ЗЕМЉИШТУ**

Докторска дисертација

Београд, 2020

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF CHEMISTRY



Maja M. Poznanović Spahić

**TOXIC AND POTENCIAL TOXIC
MICROELEMENTS AS AN INDICATOR OF
DIFFERENT SOURCES OF THE SOILS
CONTAMINATION**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2020

Ментори:

Др Драган Манојловић, редовни професор
Хемијски факултет Универзитета у Београду

Др Сања Сакан, виши научни сарадник
Научна установа Институт за хемију, технологију и металургију
Универзитет у Београду

Чланови Комисије:

Др Горан Роглић, редовни професор
Хемијски факултет Универзитета у Београду

Др Александар Поповић, редовни професор
Хемијски факултет Универзитета у Београду

Др Зоран Никић, редовни професор
Шумарски факултет Универзитета у Београду

Датум одбране

*Ову докторску дисертацију посвећујем мојој породици-
сину Александру, супругу Дарку, сестри Ивани и мојим родитељима
без којих не бих била ово што јесам.*

ЗАХВАЛНИЦА

Презентована докторска дисертација производ је мојих досадашњих сазнања, стечених током студирања, рада и бављења послом, који је обухватао две главне области - аналитичку хемију/хемију животне средине и геологију. Сходно томе, све потребне активности су обављање у две институције: лабораторијама Геолошког Завода Србије и Хемијског Факултета у Београду.

Током израде ове дисертације сам се водила мишљу да коначан резултат овог рада треба да буде једна корисна метода, која ће моћи да се употреби у процени степена контаминације и ризика токсичним микроелементима у земљишту, посебно пољопривредних рејона. То би, пре свега, имало за циљ производњу што квалитетнијих природних производа, који се користе у исхрани. С друге стране, то би била метода којом би се утврдило у којој мери је за садашње стање и квалитет живота заслужна људска активност, а колико сами природни процеси.

Да би истраживање, у оквиру ове дисертације, добило свој почетак, крај као и смисао, са мном су учествовали многи људи, како у самој реализацији, тако и у подршци и помоћи.

С обзиром на то, овом приликом се захваљујем професору др Драгану Манојловићу, што ме је прихватио као ментор и омогућио да добијем резултате драгоцене за истраживање.

Неизмерно се захваљујем менторки др Сањи Сакан, која ми је олакшала и помогла да превазиђем све препреке и потешкоће, на које сам наилазила током израде дисертације и публикације радова, без чије безрезервне подршке и залагања, знања, савета и предусретљивости, ова дисертација не би била таква каква јесте.

Захваљујем се професору др Зорану Никићу за изузетно корисне предлоге и сугестије, још у првим фазама израде дисертације и писања радова, па до самог краја. Такође се захваљујем професорима др Александру Поповићу и др Горану Роглићу на помоћи и корисним сугестијама.

Захваљујем се директору Геолошког завода Србије др Драгоману Рабреновићу, заменику директора Предрагу Мијатовићу и помоћницима директора - др Јовану Ковачевићу и др Дејану Барјактаровићу, који су имали разумевања, дали ми подршку у мојој жељи да се бавим научно-истраживачком радом, као и корисне савете и омогућили ми да се ово истраживање реализује.

Захваљујем се свим колегама, које су учествовале у реализацији ове дисертације и на подршци коју су ми пружали, као и својим залагањем и знањем учествовали у добијању и интерпретацији резултата:

колегама др Жељку Цветковићу, Драгану Петровићу и Александри Гулан на максималној подршци, разумевању и уступању материјала за истраживање;

колегама др Павлу Танчићу, мр Сребренки Петровић, др Бојану Трбић-Главаш, др Ренати Ковачевић, Сандри Шкривањ, др Тивадару Гаудењију, мр Слободанки Судар, Душану Николићу, Бојану Жолнају и др Дарку Спахићу;

мојим колегама и колегиницама из Одељења Хемијска лабораторија Геолошког Завода, који су ми, такође давали безрезервну подршку, помагали при тешкоћама и пружали могућност да се бавим овим истраживачким радом. Посебно се захваљујем колегиницама Биљани Ракић и Љиљани Николић, које су својим радом допринеле добијању резултата коришћених у истраживању.

Захваљујем се својим родитељима и породици који су ми давали подршку и имали разумевање и овај пут, да истрајем у мојим жељама и потребама да се искажем и реализујем и кроз овај истраживачки рад.

Маја Познановић Спахић

РЕЗИМЕ

У оквиру ове дисертације дефинисана је метода за диференцијацију различитих извора загађења токсичним и потенцијално токсичним елементима у земљишту. Применом минералošких, хемијских и статистичких метода, препоручен је нови приступ у процени порекла, врсте и степена контаминације елементима (As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mo, V, Ba, Be, Sb и Hg), као и ризика од загађења и употребне вредности земљишта.

Комплексна метода, примењена у овом раду, обухватала је употребу референтних вредности - максимално дозвољених садржаја (МДК) и фонских вредности (BG), податке о просторној расподели и саставу геолошке подлоге на којој је формирано земљиште, методу секвенцијалне екстракције и минералošку анализу узорака; употребу коефицијената за процену степена мобилности и потенцијалног ризика од контаминације животне средине токсичним микроелементима и статистичку анализу резултата добијених секвенцијалном екстракцијом (ANOVA тест, Студентов t-тест, мултикомпонентну анализу - PCA, кластерску анализу - CA).

Применом наведених метода је извршена процена степена контаминације, потенцијалног ризика, као и био/геодоступности и порекла токсичних елемената у земљишту на простору Срема, Средњег Баната и Бачке (Војводина, Србија). Земљиште које је испитивано у оквиру ове дисертације се налази у близини индустријских објеката, аутопута, а значајно се користи и у пољопривредној производњи.

Показано је да, на испитиваном подручју, антропогене активности имају значајан утицај на повишен садржај Cr и Ni у земљишту. Уочен је највећи утицај цементаре, кожаре, а на једном локалитету је показан и утицај непосредне близине аутопута на њихов садржај. Пољопривредна производња није много утицала на контаминацију овим елементима, док је показан утицај употребе фунгицида и стајњака на садржај Cu и Co. На садржај бакра утицај има и непосредна близина аутопута, као и рударење у области Апузена и јужних Карпата у оквиру индустријског комплекса у Румунији. Загађење из Румуније је утицало и на садржај Mo, Hg, Pb, Zn и Sb у испитиваном земљишту. Извори олова и цинка су, још и саобраћај, сагоревање фосилних горива, употреба агрохемије, ђубрива, као и хабање гуме у саобраћају и њено складиштење. Арсен највећим делом потиче од сагоревања горива и примене агрохемије, на појединим локалитетима. Кадмијум је елемент који се, на одређеним локалитетима, обрадивог земљишта, испитиване области, јавља у повишеним садржајима, услед употребе ђубрива, највероватније фосфатног типа. Други извори могу бити саобраћај и то углавном као последица корозије банкина или сагоревања горива и хабања гума. Жива са специфичним начином везивања, односно различитим јачинама веза у адсорпционом комплексу земљишта, поред активности у урбаној средини и сагоревања фосилних горива, може потицати од производње целулозе, као и из цементаре. Антимон може потицати из саобраћаја, а додатно је и загађење из индустрије текстила, утицало на повишен садржај овог елемента. Ванадијум, баријум и берилијум су елементи који су у земљишту испитиваног подручја првенствено природног порекла (V је у асоцијацији са Cr, Ni, Co и Fe, те се јавља у производима распадања ултрабазита; Be је највероватније из K-фелдспата, а Ba је везан у биотиту, фелдспатима и амфиболима и евентуално карбонититу, као ђубриву).

Бор је елемент чији је садржај и расподела по локалитетима детаљно испитана у оквиру ове дисертације. Овај елемент је углавном заступљен у површинским слојевима и нема

правилну просторну расподелу на испитиваном подручју, те се поред лискуна и фелдспата, јавља у турмалинима и минералима глина, односно амфиболима и хлоритима. Поред природних извора, као што су то ултрабазити, односно производи њиховог распадања, затим процеси везани за формирање слатина (средњи Банат), овај елемент може потицати и од пољопривредних активности и сагоревања фосилних горива у индустријским процесима. Саобраћај није показан као извор овог елемента у земљишту Војводине. Његово место налажења је у минералима глина, односно алумосиликатима и у карбонатној фракцији, највероватније услед неутралисања лако растворљивих и мобилних облика бора и настанка теже растворних облика - метабората.

На основу добијених резултата, као и применом метода за диференцијацију различитих извора загађења, издвојени су локалитети који су највише контаминирани услед постојања директног утицаја, као и индиректних антропогених активности. Под директним утицајем се подразумева непосредна близина постројења за производњу цемента, гуме, за обраду и рециклирање метала, текстилне индустрије, затим активности у урбаној области Сремске Митровице, а на појединим локалитетима је то и пољопривредна производња, као и утицај саобраћаја. Антропогене активности које су имале индиректни утицај на контаминацију појединих локалитета, односе се на процес рударења, односно експлоатацију руда и везане су са наносима материјала, који је ношен реком Тисом или постојећим каналима.

Природни извори загађења земљишта испитиваним токсичним микроелементима су углавном еродовање, делувијално-пролувијани процеси, затим наноси стенског материјала из речних водотокова, за којом је следила хемијска алтерација киселих (нпр. Pb, Be и Mo) или базичних стена (нпр. Cr, Cu, Ni, Co, V и B) из области локалних и регионалних узвишења.

Расподела елемената по геохемијским фазама и слојевима представља равнотежу успостављену између процеса редистрибуције елемената доспелих антропогеним утицајем (нпр. Cd, Hg и Pb) са једне, и редистрибуције распадањем минерала из матичног супстрата са друге стране (посебно Cr, Ni и Co). Додатно, расподела есенцијалних елемената бабра, цинка и кобалта у фракцијама земљишта и обогаћивање површинског слоја на појединим локалитетима је последица и редистрибуције услед њиховог учешћа у биогеохемијском циклусу.

Показано је да је Cr у земљишту Војводине најмање мобилан елемент, што указује на то да антропогене активности, као и природни процеси хемијске алтерације нису значајно утицали на контаминацију земљишта хромом. Генерално, пољопривредна производња, индустријска активност и близина аутопута, изузев на појединим локалитетима није утицала на висок степен ризика од контаминације животне средине за већину елемената, посебно Cu, Ni, Zn, и Pb. Најмобилнији елементи у испитиваном земљишту Војводине су Cd и Hg (антропогеног порекла), као и Ba (углавном природног порекла - земљиште око аутопута и Mo на територији Баната (услед антропогеног утицаја)). То указује да постоји висок степен ризика за употребу земљишта у пољопривредној производњи услед контаминације наведеним елементима.

Фонске (BG) вредности дефинисане у овој дисертацији су упоредиве са већином фонских вредности које су дефинисане за земљиште Европе, осим када су у питању садржаји Cr, Ni и Hg. Фонске вредности за Cr и Ni су више због утицаја геолошког матрикса и у земљишту Војводине, док су у случају живе повећани садржаји највероватније последица обогаћивања земљишта овим елементом услед комплексирања са органском материјом из

антропогених извора, са једне и природе геолошког матрикса с друге стране. На примерима наведених елемената је показано да у процени степена контаминације и ризика од загађења токсичним елементима и њиховог порекла увек треба користити локалне и регионалне ВГ вредности, уз МДК вредности које су прописане регулативама.

Прорачуном фактора обogaћења (EF) уз примену Со као референтног елемента за нормализацију добијају се еквивалентне вредности оним добијеним употребом Al као референтног елемента у земљишту. Услов за примену кобалта за нормализацију је постојање значајне позитивне корелације између садржаја кобалта и одређеног елемента, која указује на њихово заједничко природно порекло, као и одсуство значајног антропогеног утицаја на садржај испитиваног елемента. Добијени резултати су показали да је примена кобалта веома значајна и корисна у процени степена обogaћења земљишта токсичним елементима, те је препоручена у даљим истраживањима.

Добијени резултати показују да метода примењена у оквиру ове дисертације може да се користи у процени степена контаминације, ризика и порекла токсичних елемената у земљишту контаминираном саобраћајем, пољопривредним и индустријским активностима. Приликом примене предложене методе, у оквиру које су укључени различити приступи, треба посебно обратити пажњу на могуће неусаглашености при употреби различитих коефицијената у процени антропогеног порекла и степена ризика, као и обавезну примену одговарајућих фонских садржаја. Метод секвенцијалне екстракције може да се користи у геохемијској проспекцији и дефинисању порекла елемената и без тоталног разлагања узорака, а у комбинација са индексом хемијске измене могу се извести значајни закључци о пореклу елемената.

Кључне речи: токсични микроелементи, бор, степен контаминације, биодоступност, степен еколошког ризика, земљиште, Војводина

Научна област: Хемија

Ужа научна област: Аналитичка хемија

ABSTRACT

The Dissertation presents a method for the differentiation of various sources of pollution by toxic and potentially toxic elements within the soil. By applying the mineralogical, chemical and statistical methods, the thesis yields a new approach in the characterization of the source, risk, and degree of pollution affecting the soil.

The complex method presented in this study includes the reference values (the maximum allowed concentrations-MAC and background values (BG); spatial distribution and content of the underlying geological data (bedrock underneath the soil layer); sequential extraction and mineralogical analyses; the application of the coefficients for the assessment of the elements mobility levels and potential environmental contamination risk. Additionally, includes statistical analyses of the results, derived by the sequential extraction (ANOVA-test, Student t-test, Multicomponent Analysis – RCA, Cluster analysis – CA). These methods characterize the evaluation of the contamination level, potential pollution risk, and the bio- and geo-availability and the origin of toxic elements in soil distributed in Srem, Central Banat, and Bačka (Vojvodina, Serbia).The examined soil is located near industrial facilities, highway, and has a significant role in agriculture.

The results suggest that soils within the investigated area have a significant impact on the increased content of Cr and Ni. The highest impact is registered near the cement, leather factory, whereas in the particular samples illustrates the effect of the immediate highway vicinity. Agricultural production has no significant impact on the aforementioned elevated content. However, the study exhibits that the impact of the use of fungicide and manure effects increasing of the Cu and Co content. The highway vicinity, mining activities in the Apuseni and South Carpathian Mts. area (Romania), also affect the elevated content of Cu. Pollution sourced from Romania affected increased contents of Mo, Hg, Pb, Zn and Sb, as well. The other sources of Pb and Zn can be traffic, combustion of fossil fuels, use of agrochemicals, fertilizers, including the wear of tires of vehicles in traffic (highway). The sources of higher As content values can be fuel combustion and use of agrochemicals in certain localities. Cd contents is elevated on certain locations in agricultural soil. The use of phosphate fertilizer, tire wears, corrosion of highway bumpers are potential Cd sources. Hg with its distinctive bounding in the soil is sourced by the activity in urban areas, combustion of fossil fuels, cellulose, and cement production. Elevated Sb originates from the traffic, local textile industry. V, Ba and Be in the soil are those of natural geogenic origin (V is associated with Cr, Ni, Co and Fe within the production of the weathering of ultrabasic rocks; Be originates from K-feldspar, Ba is bounded in biotite, feldspars and carbonatites as fertilizers)

B is an element meticulously examined within this dissertation study (content and locality distribution). This element is enriched within the surface of most layers and has no regular spatial distribution pattern within the investigated area. The distribution between phases of the sequential extractions suggests that B is present in insoluble forms- clay minerals, mica

feldspar, tourmalines, amphibole or chlorite, and “carbonate” phase. The most reason is the fact that mobile forms (products of weathering of tourmaline) can neutralize carbonates to less soluble forms-metaborates. Separate from natural sources (ultrabasic rocks and their weathered products including saline accumulations in Central Banat area) this element could originate by the agricultural activities and fossil fuel combustion.

The results yield the different sources of pollution and statistical analyses can separate localities influenced by direct or indirect anthropogenic sources. The direct influence are the vicinity of cement factory, rubber, metal and textile processing facilities, the urban area activities (Sremska Mitrovica). Also in some localities, the sources are agricultural activities and traffic. Indirect anthropogenic activities have significant impact on contamination of certain localities and those are ancient mining activities affecting the Tisa River-transported materials, which include the existing river channels.

The natural sources of the studied soil microelement pollutants are produced by the erosion of the outcropping bedrock, deluvial-proluvial process, accumulation of river material followed by the chemical alteration of acidic (e.g. Pb, Be and Mo) or basic rocks (e.g. Cr, Cu, Ni, Co, V and B) exposed in local morpho-structural elevations.

Distribution of the elements according to geochemical phases and layers depicts the balance between the processes of element redistribution, both, those transported by the anthropogenic influence (e.g., Cd, Hg и Pb) and these redistributed by the mineral decay from the source substrate (e.g. Cr, Ni and Co). Moreover, the distribution of essential Cu elements, Zn and Co in the soil fractions, enrichment of surface layer in some localities is a consequence of biogeochemical redistribution.

The result shows that Cr in soils of Vojvodina is the least mobile element implying that neither anthropogenic nor natural process affected soil contamination. In general, agricultural and industrial activity, as well as vicinity of the highway have no major influence (except in certain locations) onto the high ecological risk by the following elements: Cu, Ni, Zn and Pb. The most mobile elements are Cd and Hg (being of anthropogenic origin), as well as Ba (mainly of natural inheritance, e.g., soil in the vicinity of the highway), Mo recorded in the Banat area (anthropogenic origin). Such distribution of contaminants pinpoints onto the elevated risk of using the soil in agricultural production.

Background values established by this study are comparable to those prescribed for European soils, with the exception of elevated content of Cr, Ni and Hg. The reason for the higher values of Cr and Ni values is the influence of the geological matrix. The higher content of Hg can be the result of complexes with organic matter, and geological matrix as well. These examples of evaluation of toxic contamination (and its origin) exhibit the necessity of using the local and regional background values, in addition to the maximum allowed content (MAC).

Coupling the Enrichment Factor coefficient (EF) in addition to Co as the factor of normalization, the obtained values are equivalents to those calculated by the use of Al as a reference element. The requirements for the application of Co as the factor is the presence of significant positive correlation between Co content and the most of the elements. The results indicate the application

of Co is rather important and useful in the evaluation of elevated content of toxic elements, thus it is recommended in eventual future researching.

The overall results clearly exhibit that this new method is applicable for the evaluation of the contamination levels, risks and origin of toxic elements in soil polluted by traffic, agricultural, and industrial activities. By applying this method, a special attention should be given to a variety the coefficients used in order to assess evaluation of anthropogenic origin and risk assessment. The use of background values is highly recommended. The method of sequential extraction can also be used in geochemical prospecting and element characterization without a total decomposition. The results coupled with the Index of Chemical Alteration, derives significant conclusions.

Key words; toxic microelements, Boron, contamination level, bioavailability, ecological risk, soil, Vojvodina

Scientific field: Chemistry

Specific scientific field: Analytical chemistry

САДРЖАЈ

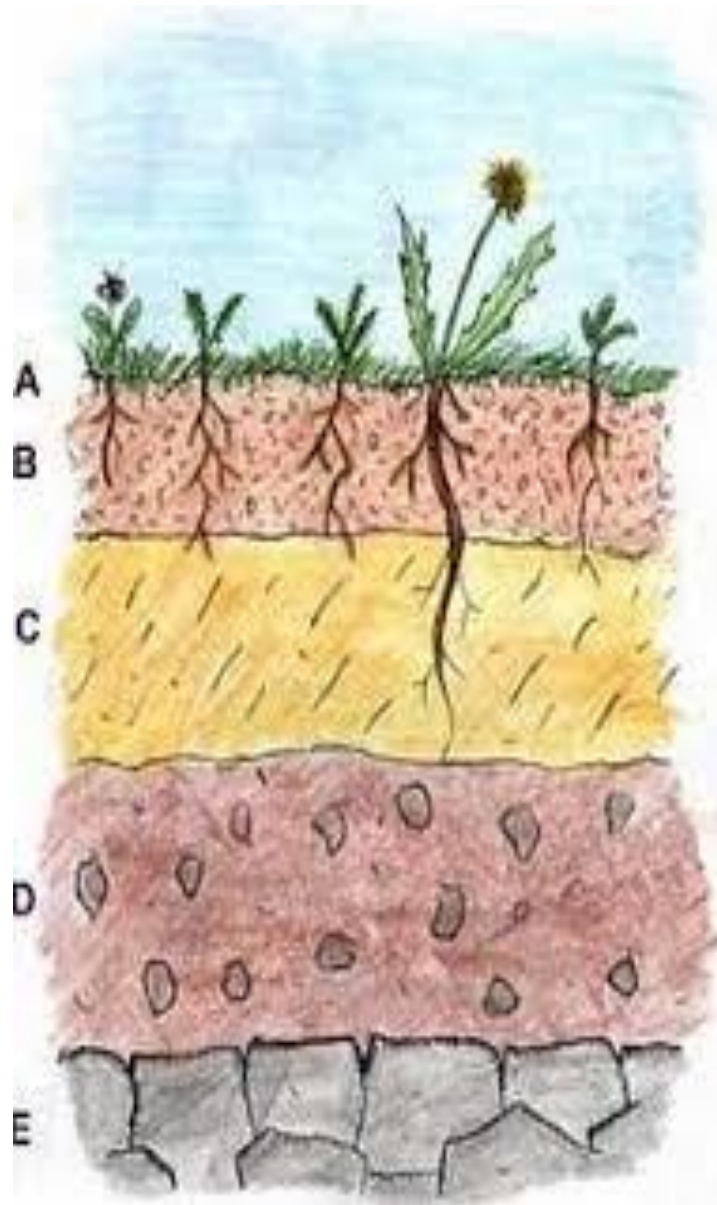
1. ПОГЛАВЉЕ: УВОДНА РАЗМАТРАЊА	1
1.1. Земљиште, порекло токсичних микроелемената и начин везивања	1
1.1.1. Природни извори токсичних елемената	2
1.2. Биодоступност елемената и секвенцијална екстракција	3
1.3. Преглед претходних истраживања	4
1.4. Актуелност проблематике у свету	6
1.5. Основне хипотезе и циљ дисертације	6
2. ПОГЛАВЉЕ: ПРОЦЕНА СТЕПЕНА КОНТАМИНАЦИЈЕ, РИЗИКА И ПОРЕКЛА ТОКСИЧНИХ И ПОТЕНЦИЈАЛНО ТОКСИЧНИХ МИКРОЕЛЕМЕНАТА У ЗЕМЉИШТУ -коэффициенти и индекси.....	9
2.1. Употреба референтних вредности.....	11
2.1.1. Дефинисање степена контаминације и максималне дозвољене концентрације (МДК)	11
2.1.2. Одређивање фонских (BG) вредности у земљишту	13
2.2. Употреба индекса и коефицијената контаминације	17
2.2.1. Фактор обогаћења (EF).....	17
2.2.2. Фактор ризика E^r ("Risk factor") и индекс еколошког ризика RI ("Ecological risk index")	19
2.2.3. Фактор обогаћивања секундарних фаза ($K_{sp\text{ef}}$ – "Secondary phase enrichment factor")	20
2.2.4. Фактор мобилности (MF) и коефицијент процене ризика (RAC).....	21
2.2.5. Индекс хемијске измене (CIA)	21
2.3. Примена статистичке обраде података	22
3. ПОГЛАВЉЕ: ОБЛАСТ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА	23
3.1. Геолошке карактеристике испитиване области - природни утицај на садржај токсичних елемената.....	25
3.1.1. Осврт на еволуцију Система панонског басена.....	25

3.1.2. Рељеф и топографска геологија испитиваних области.....	26
3.2. Методе узорковања и избор локалитета	33
3.3. Методе истраживања	35
3.3.1. Секвенцијална екстракција и одређивање садржаја елемената	35
3.3.2. Физичко-хемијски параметри земљишта	39
3.3.3. Гранулометријска анализа	39
3.3.4. Минералозна анализа земљишта	39
3.4. Статистичка анализа	40
4. ПОГЛАВЉЕ: ПРОЦЕНА СТЕПЕНА КОНТАМИНАЦИЈЕ, РИЗИКА И ПОРЕКЛА ТОКСИЧНИХ И ПОТЕНЦИЈАЛНО ТОКСИЧНИХ МИКРОЕЛЕМЕНАТА У ЗЕМЉИШТУ У БЛИЗИНИ ИНДУСТРИЈСКИХ ОБЈЕКТА	42
4.1. Увод.....	44
4.2. Подручје истраживања, потенцијални извори загађења и сакупљање узорака	47
4.3. Резултати и дискусија	49
4.3.1. Минералоски састав земљишта	49
4.3.2. Физичко-хемијске карактеристике земљишта	51
4.3.3. Гранулометријски састав и типови земљишта	53
4.3.4. Степен контаминације земљишта	53
4.3.5. Потенцијални извори загађивања и дистрибуција токсичних и потенцијално токсичних елемената	55
4.3.6. Геохемијски афинитет токсичних елемената	61
4.3.7. СИА и секвенцијална екстракција.....	65
4.3.8. Степен мобилности и процена потенцијалног ризика	65
4.3.9. Процена антропогеног утицаја- фактори обогаћења	67
4.3.10. Статистичка анализа и порекло елемената	76
4.3.11. Примена резултата садржаја елемената у најмобилнијим облицима у процени њиховог порекла	78
5. ПОГЛАВЉЕ: ПРОЦЕНА СТЕПЕНА КОНТАМИНАЦИЈЕ, РИЗИКА И ПОРЕКЛА ТОКСИЧНИХ И ПОТЕНЦИЈАЛНО ТОКСИЧНИХ МИКРОЕЛЕМЕНАТА У ЗЕМЉИШТУ ПОД УТИЦАЈЕМ ПОЉОПРИВРЕДНЕ ПРОИЗВОДЊЕ	85
5.1. Увод.....	87

5.2. Испитивана област, потенцијални извори загађења и узорковање	88
5.3. Резултати и дискусија	90
5.3.1. Физичко-хемијске карактеристике и текстура земљишта	90
5.3.2. Минералозна карактеризација земљишта	91
5.3.3. Степен контаминације земљишта и просторна расподела токсичних елемената	92
5.3.4. Геохемијски афинитет токсичних микроелемената	99
5.4. Процена степена геоеколошког ризика	103
5.4.1. Фактор мобилности (MF) и процена ризика (RAC)	103
5.4.2. Фактор ризика E^i и индекс еколошког ризика RI	104
5.5. Порекло елемената	105
5.5.1. Примена вредности садржаја елемената у најмобилнијим фракцијама	105
5.5.2. Употреба CIA коефицијента	109
5.5.3. Процена антропогеног утицаја- фактори обогаћења	109
5.5.4. Употреба статистичка анализе у процени порекла	116
5.6. Закључак	123
6. ПОГЛАВЉЕ: ПРОЦЕНА СТЕПЕНА КОНТАМИНАЦИЈЕ, РИЗИКА И ПОРЕКЛА ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА У ЗЕМЉИШТУ ПОД УТИЦАЈЕМ САОБРАЋАЈА НА ПРИМЕРУ АУТОПУТА Е-75 (БАЧКА)	126
6.1. Увод	127
6.3. Резултати и дискусија	132
6.3.1. Физичко-хемијске карактеристике и гранулометријски састав земљишта	132
6.3.2. Минералозна карактеризација земљишта	136
6.3.3. Садржај токсичних елемената у земљишту	142
6.3.4. Геохемијски афинитет испитиваних елемената	156
6.3.5. Употреба секвенцијалне екстракције за процену антропогеног утицаја	162
6.3.6. Процена степена геоеколошког ризика	166
6.3.7. Процена антропогеног утицаја – коефицијенти обогаћивања	169
6.3.8. CIA коефицијент	178
6.3.9. Употреба статистичке анализе у процени порекла	180
6.4. Закључак	184

7. ПОГЛАВЉЕ: ЗАКЉУЧАК.....	186
7.1. Закључак о употреби токсичних /потенцијално токсичних елемената у диференцијацији различитих извора загађења.....	187
7.2. Закључак о примењеној методологији.....	190
8. ПОГЛАВЉЕ: ЛИТЕРАТУРА.....	193
ПРИЛОЗИ	215

1. ПОГЛАВЉЕ: УВОДНА РАЗМАТРАЊА



1.1. Земљиште, порекло токсичних микроелемената и начин везивања

Земљиште је природни ресурс који се употребљава за производњу хране гајењем различитих биљних врста. Како је у непосредном контакту са биосфером, литосфером и хидросфером, земљиште је место концентрисања контаминаната из различитих природних и антропогених извора, посебно у површинском слоју.

У литератури се земљиште дефинише на различите начине у зависности од научне области која се бави његовим проучавањем. По свом саставу дефинише се као трофазни полидисперзни систем, састављен од чврсте (органичка и минерална материја), течне (раствор земљишта) и гасовите фазе (ваздух земљишта) (Танчић, 1994). Органичка материја поред живих организама и продуката распадања ових организама, подразумева присуство хумусних специфичних и неспецифичних материја (угљени хидрати, протеини, аминокиселине, органске киселине, смоле...). Минерални део земљишта потиче од фрагмената или производа распадања минералних компонената седиментних, магматских или метаморфних стена. Према томе, присутне су три групе минерала: примарни, секундарни минерали и просте соли (Иванковић, 2009). Према хемијском саставу, минерали се деле на силикате, карбонате, оксиде, хидроксиде и остале минерале (Танчић, 1994). О врстама минерала, као представницима ових група који се јављају у седиментима и земљишту Србије опсежно је разматрано у докторским дисертацијама (Ненадовић, 2010; Сакан, 2010).

У земљишту као једном мултифункционалном мултикомпонентном систему, успостављена равнотежа може бити нарушена људском активношћу. Међу многобројним загађивачима земљишта, тешки метали су посебно опасни, с обзиром да су токсични и изразито постојани. Једном када уђу у животну средину из антропогених извора, започињу процес кружења, представљајући претњу физиолошким функцијама живих организама. Међутим, ови елементи могу бити присутни у земљишту као микроелементи, што по дефиницији представља процентуални садржај елемената у земљишту у вредности испод 0,1%.

Тешки метали, као што су Cu, Co, Zn, Ni, Mo, Mn, Fe и V су у врло малим количинама есенцијални за биљке, као и за људе (Cu, Co, Zn, Cr, Ni, Fe). У ову групу спадају и металоиди Se и В. Међутим, они су у већим количинама токсични по живи свет, те спадају у групу потенцијално токсичних елемената. Елементи који су токсични по живи свет, у било којој концентрацији, су: As, Be, Pb, Cd, Hg, Ва и Sb (Поповић, 1989; Танчић, 1994; Kabata-Pendias, 2011). У даљем тексту за све наведене микроелементе ће бити коришћен термин »токсични елементи«.

Сходно томе, акумулација токсичних елемената представља потенцијални ризик за људско здравље, преносом ових елемената у водену средину или њиховог усвајања од стране биљака. При том, у људски организам они могу доспети на два начина: инхалацијом честица земљишта и путем ланца исхране.

На садржај токсичних елемената у земљишту и седиментима утиче како природа - матичне стене услед ерозије, трансформација и процеса транспорта, тако и различите антропогене активности. Сумарно, укупан садржај токсичних елемената у земљишту последица је утицаја више различитих извора, те се то може представити формулом:

$$M_{\text{тот}} = (M_{\text{с}} + M_{\text{а}} + M_{\text{ђ}} + M_{\text{ах}} + M_{\text{оо}} + M_{\text{но}}) - (M_{\text{б}} + M_{\text{г}}),$$

где М, садржај елемента који потиче из: супстрата (Мс), атмосфере (Ма), ђубрива (Мђ), агрохемикалија (Мах), органског отпада (Моо), из неорганског отпада (Мно); количине које су усвојене од стране биљака (Мб), Мг-метал и угубицима испаравање, испирање) (Wuana & Okiemen, 2011).

1.1.1. Природни извори токсичних елемената

У Табели 1 су представљени минерали који су носиоци токсичних елемената (микроелементи), њихова стабилност према хемијском распадању (Поповић, 1989), као и порекло (Huang, 1967; Бабич, 2003)

Табела 1. Минерали као извор токсичних и потенцијално токсичних елемената, њихова стабилност (Поповић, 1989) и порекло (Huang, 1967; Бабич, 2003)

стабилност	минерал	Макроелементи	Микроелементи	порекло
Ниска	оливин	Mg, Fe, Si	Ni, Co, Mn, Li, Zn, Cu, Mo	магматско
	Хорбленда (амфибол)	Mg, Fe, Ca, Al, Si	Ni, Co, Mn, Li, Cu, V, Zn	Магматско, метаморфно
	Апатит	Ca, F, P	Pb, Sr, ретке земље	пегматити, (магматски, метаморфни)
	анортит	Ca, Al, Si	Sr, Cu, Mn, Fe	Базичне, магматске
	андезит	Ca, Na, Al, Si	Sr, Cu, Mn	Неутралне магматске стене
Умерена	Албит	Na, Al, Si	Cu	Киселе магматске стене, пегматити, (контактно) метаморфне
	Гранати	Ca, Mg, Fe, Al, Si	Mn	Метаморфно, магматско, пегматитско
	Ортоклас	K, Al, Si	Rb, Ba, Sr, Cu	магматско
	Мусковит	K, Al, Si	Rb, Ba, V	Магматско, пегматити, метаморфно
	лимонит	Fe, Ti	Co, Ni, Cr, V	седиментно
	магнетит	Fe	Zn, Co, Ni, Cr, V	Магматско, метаморфно
	турмалин	Ca, Mg, Fe, B, Al, Si	Li, F	Пегматитски, метаморно, магматско
цирконијум	Zr, Si			
Изузетно	кварц	Si		Примарно, секундарно Магматски, седиментно, хидротермално, метаморфно

Распадање матичних стена и минералних компоненти започиње физичко-механичким уситњавањем и заменом јона на површини кристалних решетки минерала, а завршава хемијским трансформацијама и образовањем секундарних минерала. Услови који су неопходни да би дошло до хемијског распадања минерала ("weathering"-а), те ослобађања микроелемената и расподеле у фракцијама земљишта су: промена рН, Eh, температуре, јонске силе, односно топлота, вода, гасови CO₂, O₂, продукти микро и макро флоре, присуство минералних киселина (HNO₃, H₂SO₄, H₃PO₄) и органских киселина, међу

којима значајну улогу имају хуминске киселине (Танчић, 1994). Најважнији процеси при којима долази до комплетног или делимичног распадања минерала, односно алтерације су: хидратација, оксидација, редукција и хидролиза. Отпорност минерала према хемијском распадању/алтерацији је различита. Најотпорнији минерал је кварц, док су најмање отпорни оливин и амфиболи (Табела 1). Фелдспати са Са (анортит), као најмање стабилни представници групе фелдспата, најпре прелазе у минерале глина. Настанак минерала глина у земљишту услед хемијског "weathering"-а детаљно је описао Velde (1992).

1.1.2. Антропогени извори токсичних елемената

Активности у урбаној средини могу бити извор загађивања земљишта, што подразумева емисију услед саобраћаја (издувни гасови, хабање гума, честице формиране ерозијом пута итд.), индустријски отпад (из термоелектрана, сагоревања горива, металургије, рециклажа ауто-отпада, хемијска индустрија...), кућно смеће, честице услед оштећења грађевина, тротоара (Su et al., 2014).

Индустријско загађење обично контаминира слојеве 0-40 cm, а у случају природне контаминације обогаћење је присутно на свим дубинама (Krishna & Govil, 2007). Тако, у земљиште и атмосферу урбане и руралне средине из ових извора најчешће доспевају следећи елементи: Hg, Cr, Cu, Pb, Zn, Ni, Cd, As (Lee et al., 2005; Yongming et al., 2006; Baez et al., 2007; Lu et al., 2007; Slezakova et al., 2007; Gharniani et al., 2008; Maura de Miranda et al., 2010; Nagayoti et al., 2010; Wuana & Okiemen, 2011; Li & Feng 2012; Su et al., 2014).

У агроекосистемима, који су углавном област истраживања у овој дисертацији, могућа су два главна начина уноса токсичних елемената: путем ваздуха (аеросол, суспендоване честице, ресуспендоване честице и честице новоформиране у атмосфери итд.) и путем земље (агрехемија, чврст отпад, остале промене у земљи...), док се губитак постиже услед сетве биљака и њиховом употребом у исхрани, као и у текстилној индустрији, излуживањем-процесом испирања и ерозијом. Коначни биланс је константан флуks, док се фонски (BG "background") садржај токсичних елемената у земљишту не мења много при краткотрајној употреби у пољопривредној производњи (Bradford et al., 1996). Главни извори токсичних елемената у пољопривредним земљиштима подразумевају поред поменутог утицаја из градова, издувних гасова из саобраћаја, и третман отпада, употребу отпадних муљева, ђубрива, пестицида (Montage et al., 2007). О овом и другим утицајима биће речи у наредним поглављима.

1.2. Биодоступност елемената и секвенцијална екстракција

Генерално, у литератури, термин доступности неког елемента је посматран са три аспекта: 1) Доступност као мобилност - доступни садржај представља онај садржај елемената који је доступан у земљишту (у мобилним облицима); 2) биодоступност - то је онај садржај који је доступан у мери у којој се може усвојити од стране организма и 3) токсичност-онај садржај који изазива токсичан ефекат у организмима (Baran et al., 2017). Присуство токсичних елемената у лако мобилним – односно биодоступним облицима, посебно у пољопривредном земљишту, као последица антропогених активности и атмосферске депозиције, драматично повећава ризик од контаминације путем ланца исхране (Esmaeili

et al., 2014). Међутим, како ће и у којој мери утицати на организме, умногоме зависи од начина везивања и њихове интеракције с геохемијским фракцијама земљишта, чиме се дефинише њихова мобилност, биодоступност, као и токсичност (Relić et al., 2005; Rodrigues et al., 2009). У којим ће се облицима они наћи у земљишту, такође зависи и од особина датог елемента као и особина земљишта (Богдановић и сарадници, 1997; Lee et al., 2005).

По Nan et al. (2001), према начину на који су везани, метали у земљишту се могу груписати у три групе, односно фракције: лако лабилне, потенцијално лабилне и мање лабилне. Прва група подразумева облик растворљиви у води и лакоизменљиви облик, те се тада елементи разматрају као биодоступни; друга група-метали везани за Fe-Mn оксиде и органску материју су потенцијално биодоступни, док су у трећој групи метали везани у минералима (резидуална фракција), који спадају углавном у тешко доступне, како биљкама тако и микроорганизмима (Rodrigues et al., 2009).

Метода секвенцијалне екстракције, која је примењена у ово раду, као и неке друге (BCR) идентификују биолошку и физичко-хемијску доступност, степен мобилности и могућност транспорта и кретања у профилу, као и редистрибуције (Sakan et al., 2007; Hooda, 2010; Isen et al., 2013). Упркос својим недостацима (редистрибуција анализата између фаза, непотпуна екстракција, таложeње новонасталих минералних фаза током екстракција, као и то да не постоји тако селективан екстракт који ће интерреаговати само са циљаном компонентом, без реакције са неким другом), ова метода је и даље добро средство за добијање информација о начину везивања токсичних елемената, а тиме и дефинисање њихове мобилности и биодоступности (Bacon & Davidson, 2008; Zimmerman & Weindorf, 2010).

По неким ауторима (Petrik et al., 2018), псеудототални садржај добијен растварањем узорака у Царској води, одговара максималној количини метала који могу хипотетички бити мобилисани и транспортовани у животну средину из геогених и антропогених извора. Међутим, како је презентовано у овој дисертацији, само прве две фракције представљају онај садржај токсичних елемената који може постати потенцијално мобилан и транспортован у животну средину и водене токове (овде дефинисано као геодоступно) или доступно биљкама на усвајање (биодоступно).

Додатно, применом секвенцијалне екстракције могуће је делимично указати и на порекло токсичних елемената у земљишту. Наиме, сматра се да када су токсични елементи присутни у мање мобилним фракцијама (екстраховани у киселој резидуалној фази - F5) они су углавном геогеног порекла, односно потичу из геохемијских извора (Relić et al., 2005), док су најмобилнији облици елемената пореклом из антропогених извора. С друге стране, мора се имати у виду да природан процес хемијског "weathering" омогућава да елементи прелазе из мање мобилних (силикатних структура/минерала оксида гвожђа) у мобилније облике.

1.3. Преглед претходних истраживања

Основни циљ истраживања у овом раду је процена степена контаминације и ризика, као и порекла токсичних елементима у земљишту на територији Војводине. У оквиру претходних истраживања, Живковић са сарадницима (1972) објављује монографију у којој се бави

врстом геолошке подлоге, генезом земљишта, при том базирајући се на физичко – хемијским карактеристикама земљишта ове области.

Испитивањем садржаја токсичних елемената, претежно метала, као што су Pb, Ni, As, Cd, Cu и Cr, у пољопривредном и непољопривредном земљишту на територији Војводине, бавило се више аутора. Још у прошлом веку, Кастори са сарадницима (1993), даје прву процену садржаја опасних и штетних материја у земљиштима ове области. У прегледном раду ова истраживања процене степена контаминације токсичним елементима: Cu, Pb, Zn, Cd, Ni, Cr, As, Hg, представили су Manojlović & Singh (2012)

Добијени резултати у новијим истраживања су указали да је на већини локалитета садржај ових елемената испод максимално дозвољених, дефинисаних домаћим стандардима (Бранков и сарадници, 2006; Поповић et al., 2008; Васин и сарадници, 2011; Дозет и сарадници, 2011; Нинков и сарадници, 2012). Изразит скок вредности Cu, као последица употребе фунгицида на бази Cu-једињења регистрован је у виноградима (Нинков и сарадници, 2010). Ова ауторка (2012), на територији Баната уочава повишен садржај никла (сматрајући да је он геохемијског порекла). До истог закључка долази и Бранков са сарадницима (2006), у чијем истраживању је показан повишен садржај никла у индустријској зони Панчева (Банат), и бакра у узорку неодбрадивог земљишта. Уједначене вредности садржаја Co у узорцима свих типова земљишта (пољопривредно-непољопривредно) у истој студији може указати на безначајан антропогени утицај на присуство овог елемента. У земљишту Срема у подручју лесне терасе, регистроване су повишене вредности Ni, Cr и Pb, који су, како се тумачи, геохемијског порекла, на овом истражном простору (Јакшић и сарадници, 2012). Такође, Дозет са сарадницима (2011) је повишен садржај никла у алувијално-провувијалним зелиштима лесне терасе Срема и приобаљу реке Саве објаснила као последицу алувијално- делувијалних процеса у којима никл из ултрабазичних стена са Фрушке Горе доспева у то подручје. С друге стране, у појединим истраживањима утврђен је и антропогени утицај на садржај хрома и никла, као последица употребе пољопривредног материјала: муљева, ђубрива, компоста, посебно у површинском слоју (Зеремски-Шкорић и сарадници, 2010; Јакшић и сарадници, 2012), односно у земљишту Беочина, присуства цементаре, док су повишене вредности садржаја појединих елемената, као што је Pb везани су са близином саобраћајница (Поповић et al., 2008). Повишени садржаји Hg последица су контаминације земљишта алувијона Тисе, док је овај елемент у земљишту Војводине геохемијског порекла (Ninkov et al., 2017), односно последица присуства цинабарита (Sakan et al., 2010). У свом прегледном раду, Ćuvarđić (2003) је истакла проблем дефицита Se у земљишту Срема и Баната.

На територији Војводине, у докторским дисертацијама Сакан (2010) и Штрбац (2014) су се бавиле опсежно садржајем токсичних елементима и проценом степена контаминације у плитким и дубљим слојевима седимената алувијона Тисе.

Најновија истраживања садржаја токсичних и других елемената, на целој територији Војводине обухваћена су пројектом Основна Геохемијска карта Србије 1:2 000 000 и анексом пројекта Геохемијски атлас земљишта Републике Србије-Војводина (2017).

Досадашња истраживања везана за процену степена контаминације у земљишту Војводине, најчешће подразумевају поређења добијених укупних садржаја елемената са стандардним вредностима дефинисаним како домаћим, тако и светским регулативама. Ова процена врши се, често без претходног сагледавања геолошких карактеристика подлоге на којој се земљиште формира, односно без информација о вредности природног садржаја елемента, тзв. фона за испитивану област. Додатно, мало је посвећено пажње процени

степен мобилности односно биодоступности и геодоступности токсичних елемената. Самим тим, не добија се реална процена ризика од контаминације екосистема, као и ризика при употреби одређеног земљишта. Овакви аспекти у посматрању могу довести до погрешне процене контаминације и дефинисати је као да је антропогеног порекла, односно може се занемарити утицај природног (геогеног) садржаја.

1.4. Актуелност проблематике у свету

Истраживања садржаја токсичних елемената у земљишту света су многобројна и актуелна и данас (Rodriguez et al., 2006; Cai et al., 2012; Li & Feng, 2012; Naveedullah et al., 2013; Giuseppe et al., 2014; Pinto et al., 2015; Panagopoulos et al., 2015). Нека од њих су везана за садржај и просторну дистрибуцију микроелемената (процентуално учешће испод 0,1%) и макроелемената (процентуално учешће изнад 0,1%) у обрадивом и необрадивом земљишту, у сврху геохемијског мапирања. У том смислу, у оквиру великих пројеката, већи проценат земљишта на територији Европе је већ истражен. Тако, у оквиру GEMAS пројекта у последњој декади, испитиван је садржај токсичних елемената у пољопривредном и непољопривредном земљишту Европе. До сада су подаци проистекли из тог пројекта презентовани у случају Cr, Ni, Co, Cu, As, Cd, Hg, Pb и Zn (Reimann et al., 2012; Ottesen et al., 2013; Tarvainen et al., 2013; Albanese et al., 2015; Ladenberger et al., 2016; Birke et al., 2017).

Међутим, циљ оваквих истраживања није само да се дефинише степен контаминације земљишта токсичним елементима и просторна расподела њихових минималних и максималних садржаја. Увек је циљ да се уведу нове методологије, чијом би се применом дефинисао еколошки статус земљишта, а тиме квалитет и његова употребна вредност и непосредно утицало на квалитет будућих пољопривредних производа. Поред тога, тражи се најбољи начин да би се проценило порекло токсичних елемената и дефинисао степен ризика и утицаја непосредних извора загађивања.

У сврху остваривања наведених циљева, уводе се, као прво нови приступи у аналитици и примена нових реагенаса за екстракцију елемената из земљишта (Mann et al., 2015). Затим, уводе се нови приступи у статистичкој обради података (Sakan et al., 2015, 2019), а такође и користе се нови коефицијенти за процену степена контаминације и потенцијалног еколошког ризика (Cai et al., 2011; Petrik et al., 2018). Додатно, разматра се и могућност употребе резултата добијених разним познатим хемијским методама у интерпретацији процеса деградације земљишта, геолошких аномалија/појаве минерализација, односно степена геогене контроле геохемијског састава земљишта у односу на антропогени утицај (Saaltink et al., 2013; Garcia-Ordinales et al., 2016; Grygar & Popelka, 2016; Birke et al., 2017; Reimann et al., 2018).

1.5. Основне хипотезе и циљ дисертације

На основу података проистеклих из досадашњих истраживања, у презентованој докторској дисертацији, пошло се од неколико хипотеза:

1. Пољопривредна активност, постојање аутопута и индустријских објеката, у непосредној близини пољопривредног и непољопривредног земљишта су значајно утицали на висок степен контаминације токсичним елементима и степен ризика од употребе таквог земљишта у даљој производњи пољопривредних култура, посебно у површинском/ораничном слоју.

2. Резултати секвенцијалне екстракције могу се употребити у:

а) процени порекла елемената; сматра се да су токсични елементи везани у најмање мобилним фракцијама, као што је литогена фракција земљишта (F5 фаза секвенцијалне екстракције) геогеног порекла (Singh et al., 1999; Relić et al., 2005). С друге стране, у земљишту контаминираном токсичним елементима обогаћују се најпре оне фракције у којима они постају најслабије везани, односно постају најмобилнији (Kabata-Pendias, 2011)

б) у утврђивању екогеолошких ефеката; екогеолошки ефекти елемената (биодоступност, екотоксичност и ризик од контаминације подземних вода-геодоступност) зависе пре од садржаја мобилних фракција, него од укупне концентрације (Hlavay et al, 2004). У том смислу, коефицијенти у којима се као подаци користе резултати појединачних фаза секвенцијалне екстракције су врло ефикасни у процени степена контаминације и ризика. Посебно је дат осврт на релативно нов коефицијент Ksp_{ef} (Secondary Phase Enrichment Factor), који у ову сврху није довољно употребљаван како на нашем простору, тако и у свету.

в) у утврђивању природних процеса – резултати добијени након екстракције у првој фази секвенцијалне екстракције (најмобилнијих облика токсичних елемената), поред процене биодоступности и указивања на појаве антропогених аномалија, могу да се употребљавају и у процени процеса проузрокованих литологијом, појавом минерализације, или процеса "weathering"-а (Mann et al., 1998, 2015).

3. У вези са последњим, у овој дисертацији пошли смо од друге хипотезе, да коефицијенти хемијске измене (CIA) у комбинацији са резултатима секвенцијалне екстракције могу помоћи у дефинисању порекла елемената, као и процени степена разлагања присутних алумосиликата у узорцима земљишта током третирања реагенсима, посебно у фази F5 (киселинско разлагање).

4. Статистичка обрада података-резултата добијених након секвенцијалне екстракције, како укупног збира екстрахованих елемената у свим фазама (псеудототалног садржаја), тако и садржаја у појединачним фазама може се употребити за утврђивање порекла токсичних елемената у земљишту Војводине. Додатно, могу се издвојити локалитети који су под утицајем истоветних антропогених, односно природних контаминаната земљишта.

5. Ревизијом садржаја елемената Cr, Ni и Co у земљишту Војводине не очекују се регистровање природних аномалија, већ оних које су последица антропогеног утицаја. Наиме, за разлику од појединих области Србије, која заједно са земљама јужне Европе, спада у рејоне са повишеним садржај ових елемената, услед присуства ултрабазита-базита у геолошком матриксу (Albanese et al., 2015), у земљишту Војводине, формираном на геолошкој подлози седиментних стена природни фон треба да буде низак.

6. Претпоставке о геохемијском пореклу ових елемената постављене у претходним истраживањима наводе на постављање још једне хипотезе у овој дисертацији - употреба Со као елемента нормализације у прорачунима EF ("Enrichment factor") коефицијента, по препоруци (Sakan et al., 2015a) је адекватна у процени обогаћења земљишта Војводине, токсичним елементима.

Да би се испитале дате хипотезе у презентованој докторској дисертацији примењена је методологија са циљем да се утврди да ли одабрани микроелементи могу да се користе као показатељи за идентификовање и диференцијацију различитих извора загађења у земљишту. Примењеном методологијом утврдиће се реалан степен контаминације и екогеолошког ризика.

Поред тога, циљ је такође и да се презентују подаци о елементима чије присуство, просторна дистрибуција, затим расподела у различитим фракцијама земљишта, као и њихово порекло и мобилност није до сад проучавано у земљишту Војводине на испитиваним локалитетима на начин који је приказан у овом раду. У овој дисертацији посебан значај дат је есенцијалном, односно потенцијално токсичном елементу бору. Додатно, уз податке о природи геолошког матрикса, циљ је и дефинисање локалних геохемијских фонских садржаја елемената у земљишту испитиване пољопривредне области, што заједно са осталим добијеним резултатима може бити значајан податак другим истраживачима како у нашој, тако и у земљама Европе и света.

2. ПОГЛАВЉЕ: ПРОЦЕНА СТЕПЕНА КОНТАМИНАЦИЈЕ,
РИЗИКА И ПОРЕКЛА ТОКСИЧНИХ И ПОТЕНЦИЈАЛНО
ТОКСИЧНИХ МИКРОЕЛЕМЕНАТА У ЗЕМЉИШТУ -
коэффициенти и индекси

$$CF = CM_s / CM_{ref}$$

$$EF = (CM_s / CAIs) / CM_{ref} / CAI_{ref}$$

$$Er = Tr \times CF$$

$$RI = \sum Er$$

$$MF = CM(F1 + F2) / CM_{tot}$$

$$K_{spes} = CM(F1, 2, 3, 4) / CM(F5)$$



Да би се проценио степен контаминације и ризика, као и антропогени утицај на садржај токсичних елемената у земљишту неке области, често се употребљавају одговарајуће референтне вредности са којим се пореде добијени резултати. Такође, у ту сврху користе и вредности прорачунатих коефицијената. У овом поглављу биће представљене оне референтне вредности и индекси/коефицијенти који су употребљени у овој докторској дисертацији као део методологије.

Први корак презентоване методологије подразумева употребу референтних вредности, док други представља употребу индекса/коефицијената контаминације. Трећи корак подразумева употребу статистичких метода.

2.1. Употреба референтних вредности

2.1.1. Дефинисање степена контаминације и максималне дозвољене концентрације (МДК)

Приликом утврђивања степена контаминације антропогеног порекла, неопходно је посматрати вредности садржаја елемената који превазилазе референтне вредности и њихову просторну расподелу у испитиваној области. Овај корак треба да буде иницијални у проучавању антропогеног утицаја.

Један од критеријума је поређење добијених укупних садржаја елемената са граничним вредностима које су дефинисане правилницима о земљишту.

Актуелни правилник у Србији је Уредба о процесу системског праћења квалитета земљишта (Службени гласник Р Србије, 88/2010). Овом уредбом дефинишу се граничне вредности токсичних супстанци у земљишту и водама.

У Табели 2 су приказане граничне (у даљем тексту максималне дозвољене концентрацијама - (МДК) и ремедијационе вредности (РВ)) елемената у земљишту дефинисане датом Уредбом. Ове вредности су у сагласности са граничним и ремедијационим вредностима дефинисаним Холандским правилником (Dutch target and intervention list, 2000). Из Правилника о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту (Службени Гласник, 23/1994), који је био актуелан у време узорковања, узет је критеријум за МДК бора.

У складу са датом Уредбом, граничне вредности загађујућих супстанци коригују се према садржају органске материје и глине, те су у Табели 3 представљене и кориговане граничне (МДКм) и ремедијационе вредности (РВм), прорачунате према формули:

$$ГВ = ГВ_{ст} \cdot \left(\frac{А + Б \% \text{ глина} + В \cdot \% \text{ ОМ}}{А + Б \cdot 25 + В \cdot 10} \right),$$

где је ГВ_{ст} дефинисана гранична вредност, ОМ-садржај органске материје; А, Б, В константе које зависе од врсте метала и дате су правилнику. У случају Se, Мо и Sb ове константе изостају, те вредности остају исте (Табела 3).

Табела 2. Граничне и ремедијационе вредности елемената (Сл. Гласник 88/2010, Dutch target and intervention list, 2000)

елемент	Гранична вредност (mgkg ⁻¹)	Ремедијациона вредност (mgkg ⁻¹)
Pb	85	530
Zn	140	720
Cu	36	190
Ni	35	210
Co	9	240
As	29	55
Hg	0,3	10
Cd	0,8	12
Cr	100	380
Ba	160	625
Mo	3	200
Sb	3	15
Be	1,1	30
Se	0,7	100
V	42	250
B* ¹	50	-

*¹максимална дозвољена концентрација В (Службени гласник 23, 1994)

Добијене вредности, које ће се у даљем тексту употребљавати као модификоване максималне дозвољене количине (МДКм) и модификоване ремедијационе (РВм) у испитиваном земљишту Срема, израчунате су у односу на просечни садржај фракције глине од 6,84 % и 4,78% органске материје. МДКм вредности за област С. Баната и Бачке (Коридора Х), израчунате су у односу на 8,07 % глине и 5,32 % органске материје односно, 4,32 % глине и 5,19% органске материје у земљишту. РВм вредности у овом случају су изостављене из Табеле 2, с обзиром да у складу са вредностима садржаја елемената у земљишту С. Баната и близини аутопута, нису употребљене у дискусији.

Табела 3. Модификоване референтне вредности за подручја испитивања - максимална дозвољена количина (МДКм) и ремедијациона вредност (РВм)

елемент	Срем		С. Банат	Бачка
	МДКм	РВм	МДКм	МДКм
As	19,7	37,3	23,0	18,8
Cd	0,56	8,38	0,57	0,55
Co	3,91	104	4,27	3,21
Cr	63,7	242	66,2	58,6
Cu	22,0	116	23,1	20,7
Hg	0,15	7,67	0,16	0,14
Ni	16,8	101	18,1	14,3
Pb	61,6	384	63,5	59,5
Zn	77,7	400	82,4	70,7
V	-*1	-	21,7	17,2
Be	-	-	0,55	-
Se	-	-	0,70	-

*1 нема података

2.1.2. Одређивање фонских (BG) вредности у земљишту

Процена степена контаминације земљишта под утицајем различитих антропогених извора загађивања се не може вршити без претходних информација о карактеристикама геолошког матрикса и подацима о фонским садржајима токсичних елемената. То се посебно односи на оне елементе за које се поуздано зна да се могу емитовати у околну средину као последица одређених антропогених активности.

Термин фонска вредност, односно геохемијски/природни BG ("background") садржај дефинише се у литератури на различите начине, које су објединили и дискутовали Reinmann и Garret (2005), као и Dung et al. (2013). Међутим, дефиниција треба да буде у складу са тим у ком контексту се појам употребљава у једном истраживању. У овој дисертацији BG садржаји, односно фонске вредности представљају садржај токсичних елемената који рефлектују природне процесе у земљишту, односно седиментима изолованим од антропогених активности.

У претходном поглављу било је речи о примени референтних /МДК вредности. Такође, у истраживањима, употребљаване су природне вредности садржаја токсичних елемената у шкриљцима, земљиној кори, регионалне вредности (Štrbac et al., 2017). У проучавању обима или степена загађења земљишта, датим тешким металима један од приступа је и упоређивање са вредностима у референтном материјалу (Abraham & Parker, 2008). Ради утврђивања фонских вредности, најчешће се користе две главне методе: директне (геохемијске) и индиректне (статистичке) (Pinto et al., 2015).

Примена индиректне (статистичке) методе опсежно је разматрана у докторској дисертацији Сакан (2010).

Геохемијски приступ (који је примењен и у овом истраживању), подразумева одређивање садржаја елемената у узорцима који нису под утицајем значајних индустријских активности – узети су на одређеној удаљености од извора антропогеног загађења, или дубоким узорцима из језгра, после бушења (Dung et al., 2013). За коначну процену фонских вредности користи се једноставна дескриптивна статистика, као што је медијана или средња вредност (Pinto et al., 2015).

У овој дисертацији су примењене две различите фонске вредности BG1 и BG2 (Табела 4). BG1 вредност је примењена у процени степена и ризика од контаминације земљишта Срема и Средњег Баната, а BG2 за земљиште поред аутопута E75 (Коридор X).

Референтне вредности (BG1), добијене су као средња вредност садржаја концентрација елемената из узорака шест бушотина (од укупно седам) на дубини од 0,2 / 0,3 m, (BG1^{*}) и на највећим дубинама (од 6,8 m; 6,0 m; 6,0 m; 7,4 m; 7,9 m; 5,0 m) тих бушотина (BG2^{**}). Бушотине су смештене у југозападном делу Срема, удаљеном од индустријских објеката, пољопривредних активности, урбаних центара или других директних извора контаминације (Слика 6). Вредност узета као коначна представља просечну вредност $BG1 = (BG1^* + BG2^{**})/2$. Овај приступ избора аритметичке средине, узет је ради нивелисања евентуалних утицаја присутне вегетације у плитким седиментима са једне и прилива воде реке Саве у дубљим седиментима, са друге.

Референтна вредност BG2 представља средњу вредност измерених садржаја елемената у седиментима шест бушотина (од укупно осам B1-B8). Бушотине су бушене у непосредној близини аутопута и пратиле су локалитете узорковања земљишта K1-K15, по линији. Да би се елиминисао евентуални утицај саобраћаја или пољопривредне активности, у разматрање су узимани само најдубљи слојеви (на дубини од 7,6-7,8 m; 7,8-8,0 m; 4,8-5,0 m; 5,7-6,0 m; 7,8-8,0 m и 8,8-9,0 m).

У оба случаја, при избору вредности садржаја елемената које ће ући у прорачун BG1 и BG2, критеријум је био гранулометријски састав узорака из бушотина. Узорци у којима је најдоминантнија фракција била песковита, па су самим тим и измерене најниже вредности садржаја елемената су одбачени из разматрања

Табела 4. Израчунате фонске вредности садржаја микроелемената за земљиште Војводине (BG1 и BG2), вредности (медијана, mg kg⁻¹) за земљишта Европе BGM (GEMAS, Reimann et al, 2018) и просечни садржаји у земљишту света (Kabata-Pendias, 2011)

	BG ₁ [*]	BG ₂ ^{**}	BG1	BG2	BGM	Просечни садржај
Pb	12,3	19,9	16,1	12,6	16 ^{*2} 21 ^{*3}	27
Zn	51,3	48,0	49,7	42,6	45 53	70
Cu	13,5	19,9	16,7	13,2	15 19	38,9
Ni	37,2	56,8	47,0	21,9	15 21	29
Co	12,5	12,3	12,4	7,55	7,5 10	11,3
As	5,67	5,84	5,76	7,01	5,5 8,0	6,83
Hg	0,38	0,22	0,30	0,28	0,030 0,036	0,07
Cd	0,32	0,41	0,36	0,74	0,18 0,22	0,41
Cr	40,0	52,5	46,2	22,5	20 25	59,5
B	3,70	1,81	2,76	3,83	2,42 3,0	42
Be	0,64	0,84	0,74	0,70	0,52 0,68	1,34
Mo	0,51	0,49	0,50	0,54	0,42 0,46	1,1
Sb	<0,05	<0,05	<0,05 ^{*4}	0,40	0,33 0,35	0,67
V	33,9	36,5	35,2	23,9	25 29	129
Ba	88,8	56,3	72,4	55,8	62 74	460
Se	--	-	-* ¹	-	0,35 0,39	0,44

*¹нема података,

*² вредности медијане у земљишту Европе , *³ вредности медијане у земљишту Јужне Европе (Reimann et al, 2018)

*⁴ вредности испод детекционог лимита

На основу презентованих фонских BG вредности може се закључити да су вредности BG1 и BG2 када су у питању Hg, Mo и Be идентичне. То даље указује да је фонска вредност

ових елемената у геолошком матриксу земљишта изолованом од антропогеног утицаја иста на територији Војводине. С друге стране, BG1 вредности за Cr, Ni и Co су дупло више. Разлог томе може бити састав силикокластита матичне стене алувијона Саве. Флувијални процеси који се дешавају у сливу и процеси који су доминирали на обронцима планина периферне области Панонског басена, где је изражено присуство офиолита имају за последицу повишене садржаје ових елемената. У докторској дисертацији Грба (2014) детаљно су описане геохемијске карактеристике седимената источне Посавине. За разлику од тога, процеси који су утицали на повишен садржај ових елемената у земљишту и седиментима Бачке (B1-B8) нису изражени у свим деловима истражне области подједнако дуж аутопута, о чему ће даље бити речи.

У Табели 4 су, поред израчунатих фонских вредности, приказане и вредности медијане фонског садржаја елемената (BGm), проистекле из истраживања GEMAS пројекта (Reimann et al., 2018). Ради поређења свих презентованих вредности дат је и преглед просечног садржаја елемената у земљишту света (Kabata-Pendias, 2011).

BG вредности које су кориштене у овом раду су упоредиве са вредностима дефинисаним у истраживању Reinmann et al., 2018 (Табела 4). Резултати за Cr и Ni очекивано одступају од дупло нижих BGm вредности. Такође, BG1 и BG2 за Hg су 10 пута више. Међутим, локалне BG вредности у седиментима алувијона Саве, Cr (159 mg kg^{-1}), Ni (136 mg kg^{-1}) и Hg ($0,53 \text{ mg kg}^{-1}$) које је утврдио Grba et al. (2015), после тоталног разлагања узорака, недвосмислено указују на повећан садржај ових елемената у истој области. Више BG вредности живе могу се објаснити тиме да повећане вредности садржаја овог елемента некад нису само последица антропогеног утицаја, већ и обогаћивања услед присутне органске материје (Reimann et al., 2018), посебно у површинском слоју.

Претходном дискусијом се долази до закључка који је у складу са констатацијом Reinmann et al. (2018) да је немогуће дефинисати универзалне BG вредности за територију целе Европе. С друге стране, локалне и регионалне BG вредности увек треба користити у процени контаминације токсичним елементима како у седиментима (Sakan et al., 2015a), тако и у земљишту.

У складу са критеријумом МДК (Табела 3) и датим BG вредностима (Табела 4), евидентно је да је садржај елемената Cr, Ni и Co виши у односу на МДК. С обзиром да се употребом ова два критеријума поређења добија закључак о контаминацији земљишта наведеним елементима, употреба BG вредности у процени антропогеног порекла елемената је меродавнија у овом случају. Разлог томе су чињенице:

- 1) BG вредности су добијене у земљишту сличног геолошког матрикса, одвојене од извора потенцијалног антропогеног загађивања, присутног у испитиваној области;
- 2) резултати су добијени после истоветног начина разлагања - методом секвенцијалне екстракције и
- 3) утврђено је да су елементи Cr, Ni и Co на територији јужне Европе и Србије виши у односу на вредности у земљишту северне Европе због присуства ултрабазита-базита у геолошком матриксу (Albanese et al., 2015).

2.2. Употреба индекса и коефицијената контаминације

Кључ ефикасне процене контаминације земљишта токсичним елементима лежи у употреби индекса загађења. Они помажу у процени да ли је контаминација последица природних или антропогених активности. Ова опсервација би требало да буде следећа фаза у проучавању степена контаминације ризика и порекла елемената у испитиваној области.

У прегледном раду Kowalska et al. (2018) је представила 15 индекса загађења који се најчешће могу наћи у литератури и поделила у 2 групе: индивидуалне и комплексне индексе. Прва група подразумева индексе који се рачунају појединачно за сваки елемент, док се у случају комплексних индекса посматра збир појединачних индекса или више елемената у оквиру једног.

У овом раду су коефицијенти (који припадају групи индивидуалних или комплексних индекса) подељени према томе да ли се у њиховим прорачунима користе укупни садржаји елемената или садржаји као резултати појединачних фаза секвенцијалне екстракције.

1. Коефицијенти за чији се прорачун користи укупан садржај токсичних елемената за процену контаминације: Фактор обогаћивања - EF ("Enrichment factor") и процену ризика: Фактор ризика - EF ("Risk factor") /индекс еколошког ризика- RI ("Ecological risk indeks").
2. Коефицијенти за чији се прорачун користе резултати појединачних корака секвенцијалне екстракције у процени ризика су: Фактор мобилности MF ("Mobility factor") и коефицијент процене ризика RAC ("Risk assessment code") и као и у процени степена контаминације - Kspеf ("Secondary phase enrichment factor").

2.2.1. Фактор обогаћења (EF)

Један од начина квантификације антропогеног утицаја, па самим тим и степена ризика је примена фактора обогаћивања (EF). Овај фактор представља актуелни ниво контаминације рецентног тла у односу на старије тло (са већих дубина) које није под утицајем антропогене активности. Стога се и користи у испитивању антропогеног порекла елемената. EF се рачуна употребом формуле:

$$EF = \frac{(CM1/CM2)_{\text{узорак}}}{(CM1/CM2)_{\text{реф.}}}$$

где је CM1 садржај испитиваног елемента, а CM2 је концентрација елемента-нормализатора. Вредности фактора обогаћивања имају следећи опсег: EF <1 нема антропогеног утицаја; 1-3 мали антропогени утицај; 3-5 умерено антропогени утицај; 5-10 умерено повећан антропогени утицај; 10-25 повећан антропогени утицај; 25-50 јако повећан антропогени утицај; и > 50 екстремно повећан антропогени утицај (Acevedo et al., 2006).

По неким ауторима, сматра се да EF коефицијент указује пре на природне процесе обогаћивања елемената као последицу гео и биогеохемијског циклуса елемената, него на обогаћивања земљишта као последица антропогених активности (Reimann & De Caritat, 2005; Sucharova et al., 2012). Међутим, по другим ауторима, што су више вредности EF, то

је већа могућност антропогеног утицаја. Тако су EF вредности природних процеса обогаћивања из земљине коре генерално испод 1 или 2 (Wang et al., 2006; Cai et al., 2012); Li & Feng (2012) су узимали као критеријум $EF < 5$, јер повећање вредности може да буде последица разлике између референтног узорка и састава локалног материјала, који се користе у прорачуну. Код неких аутора, тек вредност изнад 10 указује на антропогени утицај (Nolting et al., 1999). С обзиром на то, овај фактор се може користити, али искључиво у комбинацији са другим индикаторима. У зависности од изабраних референтних вредности (Sakan et al., 2015 a), као и од претходно наведеног критеријума (о најнижој вредности EF која може да укаже на загађење), зависи и закључак о томе да ли је контаминација природног или антропогеног порекла.

Поред EF вредности, овде су употребљавани слични коефицијенти за процену антропогеног и литогеног порекла елемената, које се могу израчунати на следећи начин (Шпарица, 2012; Штрбац, 2014):

$$M_{\text{лит}} = CM2_{\text{узорак}} \left(\frac{CM1}{CM2} \right)_{\text{реф}},$$

$$M_{\text{антр}} = M_{\text{ук}} - M_{\text{лит}},$$

где је $M_{\text{лит}}$ концентрација токсичног елемента литогеног порекла, $M_{\text{антр}}$ концентрација метала антропогеног порекла, $M_{\text{тот}}$ укупна концентрација метала, $CM2_{\text{узорак}}$ концентрација референтног елемента-нормализатора у испитиваним узорцима; $CM1_{\text{реф}}$ и $CM2_{\text{реф}}$ концентрација испитиваног елемента и нормализатора у референтном узорку.

2.2.1.1. Критеријуми избора елемента као нормализатора

За одређивање антропогеног доприноса на садржај елемената се често у геохемијским студијама користи метод геохемијског нормирања (Сакан, 2010). Приликом прорачуна EF вредности примењује се фактор нормализације, такође. Том приликом се користи имобилни елемент којим се коригује разлика у величини честица и минералшког састава и компензује утицај на променљивост у садржају токсичних елемената. Најчешће употребљавани елемент у ту сврху је Al (Rubio et al., 2000; Sakan et al., 2009; Ra et al., 2014), али су коришћени и други, као нпр. Fe (Acevedo et al., 2006), као и Ca (Loska et al., 2004) или Sc (Шпарица, 2012). У овој дисертацији употребљени су Co и Al као нормализатори у прорачунима EF вредности елемената у земљишту Војводине. Кобалт се не користи често као елемент за нормализацију, али је препоручен у радовима: Mathhai & Birch (2001), Sakan et al. (2015 b) и Grygar & Popelka (2016).

Као најселективнији критеријум за избор ова два елемената био је висок корелациони коефицијент са већим бројем елемената. У складу са резултатима корелационих анализа (Прилог 1) утврђено је да је Co елемент који има највећи број позитивних и статистички значајних корелација и може бити употребљен у сврху нормализације у случају земљишта Срема и Коридора X.

Додатни критеријуми који су у овој дисертацији били значајни за избор Co су:

а) иста просторна дистрибуција, без обзира на врсту земљишта, врсту и близину индустријских активности, близину аутопута; б) максималне вредности, које су регистроване у области са специфичном геолошким матриksom и BG вредношћу, односно присуством ултрабазита Фрушке Горе в) одсуство значајног утицаја антропогених активности на садржај овог елемента у испитиваној области и г) промена садржаја Co у узорцима земљишта и седимената у бушотинама (BG₁ и BG₂ вредности, Табела 4) није уочена са променом дубине.

Као елемент за нормализацију у случају земљишта Баната одабран је Al. За разлику од Co, овде Al има највећи број значајних корелација са дугим елементима (Прилог 1-1.2). Сам Al није у доброј корелацији са садржајем честица глине и праха, јер је саставни елемент и оних алумосиликата који се јављају у финим честицама (нпр глине) и фелдспатима, који су дисперговани и у крупнозрним и ситнозрним фракцијама. Самим тим, изостаје корелација и са појединим микроелементима, који су искључиво везани за силикате у оквиру фракције глине (Aloupi & Angelidis, 2001).

2.2.2. Фактор ризика E^r ("Risk factor") и индекс еколошког ризика RI ("Ecological risk index")

Фактор ризика E^r ("Risk factor") је фактор на основу којег се може проценити еколошки ризик за сваки тешки метал. E^r фактор се рачуна по формули

$$E^r = T^r \cdot C^r,$$

где је T^r-фактор токсичног одговора за сваки тешки метал дат као константна вредност и то: T^r (Hg) = 40, T^r (Cd) = 30, T^r (As) = 10, T^r (Co) = T^r (Cu) = T^r (Ni) = T^r (Pb) = 5, T^r (Zn) = 1, T^r (Cr) = 2, док је C^r-фактор загађења (као однос концентрације елемента у испитиваном узорку и у референтном узорку). Вредности се класификују на следећи начин: E^r < 40 низак ризик, 40 ≤ E^r < 80 умерен ризик, 80 ≤ E^r < 160 знатан ризик, 160 ≤ E^r < 320 висок ризик, E^r ≥ 320 веома висок ризик (Vanu et al., 2013; Çiçek et al., 2013; Ra et al., 2014).

Индекс еколошког ризика RI ("Ecological risk indeks") израчунава се према формули

$$RI = \sum E^r,$$

где је E^r фактор ризика појединачног елемента.

Према томе, овим фактором се квантификује еколошки ризик на одређеном простору (Çiçek et al, 2013). Земљиште се тако класификује на следећи начин: земљиште са ниским еколошким ризиком RI < 150, умереним 150 ≤ RI < 300, знатним 300 ≤ RI < 600, и веома високим еколошким ризиком RI ≥ 600.

2.2.3. Фактор обогаћавања секундарних фаза (Ksp_{ef} – "Secondary phase enrichment factor")

За израчунавање Ksp_{ef} фактора се користи однос дистрибуције елемената између лабилних (секундарних) и резидуалних (примарних) фаза. Овај метод је погодан за утврђивање степена обогаћена (контаминације) датог елемента у односу на природну дистрибуцију у неконтанираним узорцима. Рачуна се по формули наведеној у раду Cai et al. (2011):

$$K_{sp_{ef}} = \frac{\left(\frac{\text{лабилна фаза}}{\text{резидуална фаза}} \right)_{\text{узорак}}}{\left(\frac{\text{лабилна фаза}}{\text{резидуална фаза}} \right)_{\text{рефер}}}$$

За разлику од других аутора (Cai et al, 2011; Yang et al., 2012; Sakan et al., 2015), који су користили BCR (Community Bureau of Reference) методу секвенцијалне екстракције, у којој су фазе F1-F3, лабилне (растворљиви, изменљиви, метали везани са карбонате, оксиде Fe, Mn, органску материју), а фаза F4 резидуална, у овој дисертацији фазе F1-F4 обухватају наведене лабилне облике, док F5 фаза представља резидуалну.

У односу на вредности Ksp_{ef}, степен обогаћења земљишта токсичним елементима класификује се у пет категорија и то: 1 ≤ Ksp_{ef} нема обогаћења; 1 ≤ Ksp_{ef} ≤ 3 минимално обогаћење; 3 ≤ Ksp_{ef} ≤ 5 умерено обогаћење; 5 ≤ Ksp_{ef} ≤ 10 повећано обогаћење и Ksp_{ef} > 10 знатно повећано обогаћење.

Употребом BG1 и BG2, добијене су референтне вредности (лабилна фаза/ резидуална фаза)_{рефер.} за прорачун Ksp_{ef} (Табела 5). Такође, у табели су приказане и вредности које су наведене у радовима других аутора. Бор и жива су детектовани само у резидуалној фази у референтним узорцима, па референтне вредности за ове елементе нису израчунате. Антимон није детектован у референтном узорку, односно у резидуалној фази, док за селен нема података.

Табела 5. Референтне вредности (лабилна фаза/ резидуална фаза)

елементи	(лабилна/ резидуална) ^{*1}	(лабилна/ резидуална) ^{*2}	(лабилна/ резидуална) ^{*3}	(лабилна/ резидуална) ^{*4}
	3,65	1,24	-	-
Cd	11,0	0,15	-	-
Cr	0,48	0,09	0,15	0,12
Cu	0,30	0,55	0,25	0,24
Ni	0,66	0,26	0,25	0,34
Pb	3,12	0,04	0,36	1,02
Zn	0,24	0,06	0,40	0,32
Co	1,54	0,43	-	0,36
Be	1,68	-	-	-
Mo	0,11	0,15	-	-
V	0,54	0,09	-	-
Ba	- ^{*5}	1,47	-	-

^{*1} вредности у референтном узорку BG1, ^{*2} вредности у референтном узорку BG2

^{*3} референтне вредности (Cai et al. 2011); ^{*4} референтне вредности (Yang et al. 2012); ^{*5} нема података

2.2.4. Фактор мобилности (MF) и коефицијент процене ризика (RAC)

Адекватан критеријум за процену ризика укључује како тотални садржај токсичних елемената, тако и садржај у најмобилнијим (доступним) фракцијама. Врло висока биодоступност елемената при ниским концентрацијама, не треба да се узима озбиљно у разматрање, док низак проценат доступних метала у високо контаминираним земљишта може имати висок ризик по животну средину (Rodriguez et al., 2009).

Да би се утврдио степен потенцијалне мобилности/доступности токсичних елемената у земљишту, примењује се фактор мобилности, који се је заснован на посматрању садржаја елемената у растворљивом, измењивом-адсорбованом облику и облику везаном за карбонате (Mahanta et al., 2011). У случају примењене секвенцијалне екстракције, то подразумева употребу резултата добијених у фазама F1 и F2. На основу тога, MF фактор је израчунат као однос збира концентрација елемената у ове две фазе, у односу на укупан садржај по формули:

$$MF = \frac{C(F1+F2)}{C(F1+F2+F3+F4+F5)}$$

У сврху процене ризика у употреби је и RAC индекс (Risk assessment code), при чему се класификација елемената врши према јачини везивања у различитим геохемијским фракцијама у земљишту и седиментима и могућности ослобађања у водене системе и доступности биљкама, те уласка у ланац исхране. То се првенствено односи на изменљиву и карбонатну фракција (Rodriguez et al., 2009). С обзиром да је прорачун RAC коефицијента исти као и у случају MF фактора, класификација према добијеним вредностима ова два индекса, може се извршити на исти начин. Сходно томе, у случају када је вредност коефицијената MF/RAC < 1% - нема ризика/елементи нису мобилни. Групу ниског ризика (ниског степена мобилности) спадају елементи са вредностима ових коефицијената 1-10 %, средњег ризика (степен мобилности) 10-30 %, високог ризика (степен мобилности) 31-50 % и врло висок ризика (степен мобилности) MF/RAC > 50%.

2.2.5. Индекс хемијске измене (CIA)

Као посебан индекс, у овој дисертацији примењен је CIA ("Chemical Index of Alteration") индекс. Иако се овај индекс не користи за процену контаминације, у овом раду је његова примена имала велики значај у тумачењу добијених резултата.

Генерално, индекси као што су CIA, CIW ("Chemical Index of Weathering"), PIA ("Plagioclase Index of Alteration") се у истраживању користе у сврху утврђивања степена хемијске измене / алтерације стена (хемијског "weathering") (Grba et al., 2015; Perunović et al., 2015), а дају и информације о тектонским активностима и климатским условима испитиване области (Adolphy, 2014; Malick & Ishigas 2015; Mohr, 2016). CIA индекс је коришћен као индекс којим се утврђује ниво до кога је извршена хемијска алтерација фелдспата до производа алтерације са алуминијумом, а прорачунава се по формули Nesbitta и Younga (Adolphy, 2014)

$$CIA = \left(\frac{Al_2O_3}{Al_2O_3 + Na_2O + K_2O + CaO} \right) * 100,$$

где су вредности Al, K и Na односе на укупни садржај после тоталног разлагања узорака, док вредности Ca односе на укупан садржај у бескарбонатним седиментима.

Тако CIA однос у фелдспатима и нематурисаним стенама има типичну вредност од приближно 50, док они минерали у остатку после хемијске алтерације, као што је каолинит или гипсит достижу и до вредности 100 (Malick & Ishigas, 2015).

Хемијска алтерација фелдспата, као и других силиката подразумева хидролизу у киселим условима до минерала глина (Nelson, 2014). С друге стране и секундарни силикатни минерали се могу разлагати до простих соли. Приликом секвенцијалне екстракције, структура кристалне решетке силиката се оштећује у свакој фази (Сакан, 2010), а посебно у последњој фази (F5).

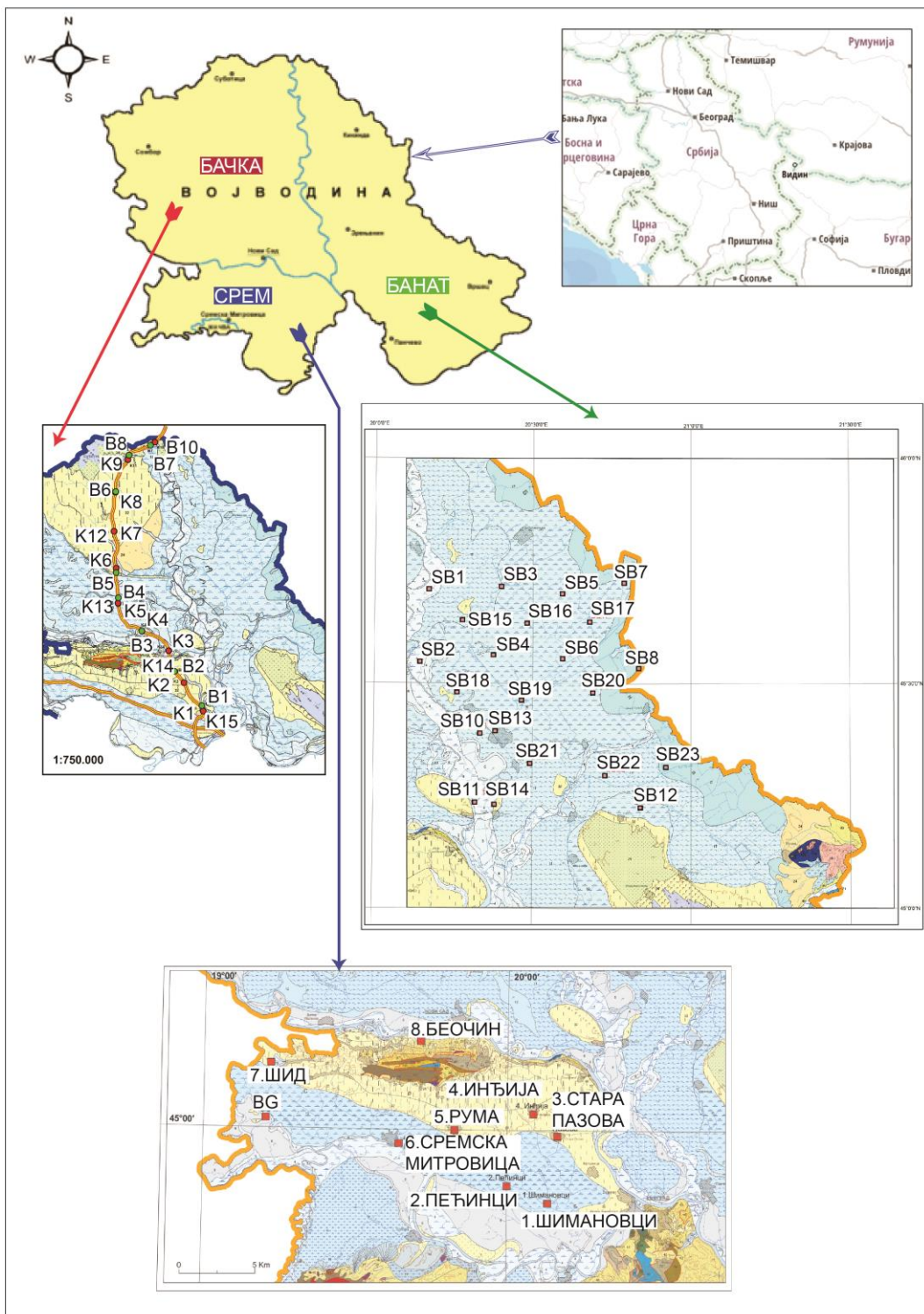
У свом истраживању Ryan et al. (2008) је утврдио да су на реагенсе примењене у секвенцијалним екстракцијама посебно осетљиви филосиликати и то они који у својој структури тетраедара или октаедара имају Mg и Fe јоне. Разлог томе је управо осетљивост ових елемента према хидролизи, односно оксидацији или редукцији. Померањем равнотеже у правцу разарања кристалне решетке, ослобађају се и елементи присутни на тим местима, нпр. Cr, Ni, Zn и Cu. С друге стране, ови и други елементи се екстрахују не само са површине (мобилније форме), већ и из теже доступних катјона октаедра смештених у силикатним структурама, које се могу ослободити разлагањем услед хидролизе, оксидације и редукције.

Сходно томе, поставили смо хипотезу да се током примењене секвенцијалне екстракције, а посебно у резидуалној фази (F5), дешава убрзана индукована алтерација силикатних минерала (кисела хидролиза), као и излуживање тешких метала из кристалне решетке минерала глина или оних смештених у простору између слојева. На тај начин, овде је коефицијент CIA употребљен као показатељ хемијске измене минерала у узорку, под утицајем реагенаса или распадање секундарних минерала типа глина и хлорита. Вредности Al, Na и K, које су узете у прорачун односе се на псеудототалне (збир садржаја елемената у свим фазама), док је вредност садржаја Ca узета у прорачун из фазе F5, узимајући у обзир да се Ca из силиката доминантно ослобађа у тој фази.

2.3. Примена статистичке обраде података

Примена статистичке анализе представља трећи корак методологије којом се процењује порекло елемената. О методама које су коришћене биће говора у 3. Поглављу.

3. ПОГЛАВЉЕ: ОБЛАСТ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА



Слика 1. Област истраживања

3.1. Геолошке карактеристике испитиване области - природни утицај на садржај токсичних елемената

Геогени извори токсичних елемената треба да буду интерпретирани у складу са саставом геолошког матрикса који чине магматске, седиментне и метаморфне стене. У области високог рељефа, земљишта која се развијају на овим стенама везана су са тектоником Европске и Афричке плоче (Ivanišević & Malvić 2015).

3.1.1. Осврт на еволуцију Система панонског басена

Постанак Система панонског басена везује се за природне факторе који су могли утицати на формирање и састав земљишта као и садржај токсичних елемената у испитиваној области.

Систем панонског басена представља систем мањих неогених басена раздвојених хорстовима односно другим структурним уздигнућима, који је почео да се формира током доњег миоцена. Преовлађујући деодинамички процеси су били рифтогенеза уз литосферну екстензију (Horváth, 1990; Marović et al., 2002). Мио-плиоценски и квартарни седименти таложени су дискордантно преко претерцијарне подлоге формиране од стена „европских јединица“, епиконтиненталних палеогених седимената малог распрострањења, односно дубоководних палеогених секвенци као млађег дела горњокредно-палеогених турбидита. Према Matenco & Radivojević (2012) у синрифтној фази је оса екстензије мигрирала од запада ка истоку уз асиметрично отварање басена, због чега ова фаза није ограничена само на доњи, већ и средњи и делом горњи миоцен. То значи да су седименти исте старости стварани у различитим геодинамичким условима, па су горњомиоценски седименти на западу басена пострифтни а седименти исте старости на истоку басена синрифтни. Палеогеографске промене у току овог времена праћене су широким спектром калк-алкалних магми у континуитету од базалта до риолита, чији је пароксизам стварања током доњег до средњег миоцена, иако су у Апузенима регистроване и млађе појаве (Rosu et al, 2004). Неогени (суб)вулканити простора на веома бројним појавама у четвороуглу Металифери планине северно од Деве - Розија Монтана, Златна, Сакарамб, Чертеј итд. у Румунији садрже Au-Ag-телуридске металичне концентрације, Mn, Cu, As, уз базне метале попут олова, цинка и никла, од којих се неки експлоатишу још од античких времена (Udubasa et al., 2001). Орудњења злата врло често су асоцирана са родохрозитом и алабандином.

Након синрифтне континенталне седиментације, пострифтна фаза термалне субиденце је изражена од средњег миоцена, а обележена је трансгресивним маринским кластитима и подређено карбонатима, преко којих се у горњем миоцену депонују приобални до делтни силицикластити Панонског језера, затим плиоценски алувијални, мочварни и други терестрички седименти, као и плеистоценски и холоценски кластити континенталне генезе. Почевши од млађег миоцена, а интензивније на прелазу миоцена у плиоцен (Horváth & Cloetingh, 1996; Marović et al., 2002), док у рубним деловима Систем панонског басена започиње наредна фаза тектонске инверзије басена, праћена формирањем главних узвишења у Банату (осим Апузена, који су према резултатима

термохронолошких мерења ексхумирани услед колизије микроплоча Тисе и Дакије током млађег мезозоика односно старијег терцијара (Merten, 2011).

Квартарне насlage се манифестују на топографској површини на целој територији Војводине сем на подручју Фрушке Горе и Вршачких планина. Квартарне насlage представљене су, у виду смене слојева различите дебљине, невезаним и плоувезаним кластитима. Њихова дебљина на подручју средњег и јужног Баната прелази и преко 230 m. У плеистоцену таложени су речно језерски седименти (полицилични речни) речно-барски, речни и еолски седименти. У холоцену таложени су првенствено речни и еолски седименти.

3.1.2. Рељеф и топографска геологија испитиваних области

Испитивана област Војводине и делом административно подручје Града Београда, која је обухваћена овој студији представља земљиште на територији:

- Земљишта у атару/периферији сремских насеља (око индустријских објеката);
- Пољопривредно земљиште средњег Баната
- Пољопривредно земљиште на траси у близини аутопута Е75 (Коридор X) од Хоргоша до Београда (Прилог 11).

Значај датог описа топографске геологије је у сврси бољег разумевања матичног супстрата на којем се стварало земљиште и опис геоморфолошких јединица у циљу препознавања одређених процеса у динамици данашњег рељефа.

Због бољих описа геолошких и геоморфолошких целина испитивана област је, у овом прегледу, подељена је на три области: Подручје на траси аутопута Е75 у Бачкој, Подручје источног Срема и подручје средњег Баната. Опис геолошких и геоморфолошких целина је рађен на основу геоморфолошке карте Србије 1:300.000 (Менковић и сарадници, 2015). Северни сегмент ове карте је дат у прилогу 11. На формирање садашњег рељефа, поред климе, утицала и неоалпска тектоника. Детаљније информације о неотектоници за подручје Србије, а такође и истраживаног простора дате су у студији Маровић et al. (2007).

Изузев брдско-планинских области Фрушке Горе цело истраживано подручје карактерише низијски рељеф (Ћалић и сарадници, 2012).

У делу у коме се обрађује брдско-планински део Фрушке Горе дат је посебан осврт на геолошку подлогу (комплексни стенски агломерат палеозојске, мезозојске и кенозојске старости), с обзиром на то да су продукти њиховог распадања могли бити значајан извор токсичних микроелемента у земљишту испитиваног подручја. Из истих разлога је дат осврт на геолошки подлогу Банатских планина и Трансилваније, који се налазе и сливу Тисе или источнобанатских река.

3.1.2.1. Подручје трасе аутопута Е 75 у Бачкој

Цела област обухвата искључиво квартарне творенине еолске и флувијалне генезе. Почевши од севера ка југу дуж трасе аутопута, најсевернију геолошку јединицу представљају **пескови Суботичке пешчаре** (Прилог 11). Ови пескови припадају најјужнијем краку Бајско-суботичког пешчаног комплекса, која је састављена од холоценских пескова еолског порекла из алувијалне равни низијских потока лоцираних у међуречју Дунава и Тисе. Седименти су настали еродовањем непосредне подине, делом из алувијона Дунава и Тисе, а делом локалних понтских пескова. Климатске промене и интензивна земљорадња је утицала да су ови потоци добијали сезонски карактер или су се у потпуности исушили и њихове суве долине су запуњене рецентним еолским песком. Услед испаравања и пољопривредне производње или корених система културних засада вода није стизала у водотокове. Ветрови северозападног (северац) и југоисточног правца (кошава) условили су преталожење пескова и формирање живог песка и динског рељефа који је под антропогеним утицајем стабилизиран, док су дине, услед интензивних агротехничких мера, изгубиле свој првобитни изглед.

Прелаз ка вишој орографској/геоморфолошкој једници на потезу Палић - Лудош (Прилог 11) се оцртава и Палићким и Лудошким језером која су некада представљале исту целину у чијим најдубљим деловима корита се одржала вода и формирана током холоцена ова два језера које су захваћене интензивном еутрофикацијом.

Телечка или Севернобачка лесна зараван се налази на деоници трасе аутопута Е 75 од Суботице до линије Врбас - Србобран (Прилог 11). Лесна заравна се формирала након померања корита Палео-Дунава западније до данашње позиције. Лесне серије садрже слојеве леса и палеоземљишта формираних током млађег дела средњег плеистоцена и горњег плеистоцена. Честице леса у чијем гранулометријском саставу доминира алевритична фракција воде порекло из поводањских седимената река и еродованих локалних терестричних седимената који су на место стварања донешене еолским путем. Лесни хоризонти су по правилу без слојевитости. Палеоземљишта су степског карактера и стварана су под степи сличним условима на којима се формирао черноземски тип земљишта. Рељеф лесне заравни је благо таласаст што је резултат деловања југисточног ветра (кошаве) или флувијалне ерозије (стварање поточних долина).

Речна тераса Дунава се налази на деоници трасе аутопута Е 75 од потеза Врбас - Србобран тј. Канала ДТД до Новог Сада (Прилог 11). Од лесне заравни нижа орографска/геоморфолошка јединица је састављена од речних седимената поводања испрекидане/слојевите стратификације чије формирање је условљено меандирајућим токовима и поплавама. Већина седимената је између песковите и глиновите фракције, који су млађи од седимената лесне заравни и старији од алувијалне равни Дунава. Површина је благо нагнута ка алувијалној равни Дунава. На површини тераса често су констатоване баре и мочваре које су остаци одсечених меандара. Неки од одсечених меандара су стављени у функцију каналисаних токова или су продубљене у језера.

На деонци трасе аутопута Е 75 од Новог Сада до Дунава (Прилог 11) је формирана **алувијална равна Дунава**. Алувијална равна представља најмлађу и најдинамичнију геоморфолошку јединицу и Бачкој. Формирана је током холоцена од седимената поводња. Састављена је од фракције песка, алверита и глине тј. муља. На њено формирање је утицао Дунав условљен регионалном неотектоником и климом. У најновије време битно утиче и антропогени фактор инфраструктурним објектима и активном земљорадњом. Равна је благо нагнута ка Дунаву, са удубљењима у виду корита рукаваца или одсечених меандара.

3.1.2.2. Подручје источног Срема

Низијски део источног Срема

Низијски део у источном Срему простире се северно и јужно од планинског била Фрушке горе. На северним деловима источног Срема уз десну обалу Дунава само фрагментално је сачувана алувијална равна и речна тераса (Прилог 11). Алувијална равна је најизраженија северно од Сусека, Беочина и Петроварадина. Ово стање утицало је на ерозивно дејство реке Дунав, која је подсецала седименте десне обале.

Сремска лесна зараван је лоцирана између брдско-планинског дела Фрушке Горе и речних тераса. Примарно порекло материјала која изграђује Сремску лесну зараван потиче од алувијона великих низијских река. На овом простору оне потичу из фрушкогорских река, потока и бујичних токова, чији је материјал у близини депонован и касније преталожен еолским путем на место стварања лесних серија. Сремска лесна зараван у источном Срему је састављена из два дела: падина северног и јужног подножја Фрушке горе и Земунског лесног платоа. **Северни крак Сремске лесне заравни** је таложен на падинама северног подножја Фрушке горе и представља веома узани појас уз алувијалну равна или обалу Дунава који је испресецао поточним долинама, лесне серије су падинског и низиског типа у већини случаја и само је сачуван горњи плеистоцен и евентуално горњи делови средњег плеистоцена. Јужно од планинског била Фрушке горе, је **јужни крак Сремске лесне заравни** коју изграђују падински и низијски рељеф. Падински је рељеф лесних серија је веома узан појас трасиран уз планинско било Фрушке горе. Овај појас можемо одредити трасом јужно од Дивоша, Лежимира, Гргуреваца, Лежимира, Јаска; кроз Ириг, Крушедол, Бешку и Крчедин; северно од Ердевика, Чалме, Манђелоса Бешенова, Марадика, Бешке и Новог Сланкамена (Прилог 11). Низијски рељеф на овом простору је широк и компактан и налази се јужно од трасе падинског леса и провлачи се до Земуна (Горња варош) и Бежанијске косе. Јужна ивица је на већини места оивичена поточним плавинама Фрушке Горе до линије Шид – Кукујевци – Рума - Путинци - Стара Пазова (Прилог 11). После се провлачи са источне стране од Старог Сланкамена уз обале Дунава до Земуна док са њим паралелно је трасирана и западна ивица од Ст. Пазове до Батајнице, Земун Поља, до Добановаца и Бежанијске косе који се спаја са земунским делом (Прилог 11). У падинском лесу веома је комплексна стратиграфија, услед процеса еродовања. На основу суперпозиције можемо тврдити да су лесне серије горњеплеистоценске старости. У низијском делу се налазе и најстарије лесне серије у Србији, чија старост најстаријих слојева је из периода доњег плеистоцена

(профил Чот у Старом Сланкамену). Најстарије лесне серије доњег плеистоцена су остале сачуване захвајујући конфигурацији терена, неотектоници и брду Кошевац. Преовлађујући правци навејавања материјала за стварање лесних серија је ветар југоисточног правца (кошава).

Речна тераса Саве (у Срему) је нижа хипсометијска јединица од лесне заравни која је са терасом оивичена бројним плавинама фрушкогорских потока док има благ прелаз према нижој геоморфолошкој јединици авлувијалној равни Саве (Прилог 11). На основу гранулометријског састава преовлађује песковита, алевритична и глиновита фракција. Материјал је депонован са узводних делова слива Саве као и са сливног подручја фрушкогорских потока и бујичних токова. Преволађујући су флувијални и антропогени фактори у формирању рељефа.

Најмлађа тераса се простире као релативно уски појас са одсеком висине 2-3 m релативне висине изнад инундационе равни. У геолошком профилу речне терасе узводно од Равња, доње делове терасе чине пескови ређе шљунковити пескови и шљункови фације корита дебљине 5-15 m, који леже дискордантно преко старијих песковитих и песковито-шљунковитих наслага. Највише у профилу преко њих леже алевритски пескови, алеврити, алевритске- и барске глине, фације поводња старача дебљине 2-6 m (Протић и сарадници, 1976).

Авувијална раван Саве (у Срему) је најнижа хипсометријска јединица која се пружа северно уз речну терасу на потезу Сремска Митровица - Јарак – Ср. Михаљевци - Деч – Добановци, док је јужна граница уз леву обалу Саве (Прилог 11). Јужни и југоисточни део низијски део Срема спада у најнже делове Панонског басена. На основу гранулометријског састава преовлађује песковита, алевритична и глиновита фракција, док зарављен и благо ка Сави нагнут рељеф се карактерише као и код свих низијских река са доста рукаваца и одсечених меандара као и бара тј. мочвара.

Распрострањење плеистоценских речно-језерско полицикличних седимената у низијском делу јужног Срема у највећој мери се подудара са распрострањењем савремене алувијаних равни и речних тераса Саве. Ову јединицу карактерише подређени садржај шљункова и пескова уз заступљене фракције поводањских језера и мртваја (органогене глине, алверити и ситнозрни пескови). Широку алувијалну раван Саве у Срему изграђују холоценски седименти настали речном ерозијом старијих наслага и акумулацијом ново донетог материјала. У инудационој равни таложени су савремени песковито-глиновити седименти. У петрографско-минерлошком погледу квартарних алувијаних наслага евидентно је присуство фракција кварца, рожнаца мезозојских пешчара и глинаца, кречњака, фелдспата, лискуна, дијабаза серпентита и других. Порекло ових стенских материјала у алувијону објашњава се еродовањем и допремањем материјала приносом преко реке Дрина и Саве и других притока. Генерално принос материјала могао је бити вршен из разних праваца, од врло блиских формација са простора Фрушке горе или са ободних простора Шумадије са десне обале Саве и планинских терена колубарског басена па све до удаљених Динарида северне Црне Горе и источне Босне посредством реке

Дрине или са простора централне Босне посредством десних притока Саве (Протић и сарадници, 1976).

Брдско-планински рељеф - Фрушка Гора

Фрушка гора и Вршачих планине су једина подручја која су ван низијског дела Војводине где је утврђен брдско планински рељеф (Ћалић и сарадници, 2012) (прилог 11.). Северне и јужне падине Фрушке Горе изграђене су од различитих неогених седимената који се завршавају језерско-мочварним глинама, алевритима, мање песковитим до шљунковитим седиментима плио-плеистоцена. Дуж старих речних долина ширег простора ове седimente смењују флувијални кластити. Геолошка подлога Фрушке Горе разликује се од подлоге осталих геоморфолошких јединица. Земљишта на Фрушкој Гори развијена су углавном на метаморфним и делом магматским стенама, чиме се Беочин, као локалитет истраживања издваја од других локалитета истражног простора. Северну падину, где је смештен Беочин изграђују лапоровити туфити и туфозни лапорци (маринска фација) са високим садржајем калцијум карбонатне компоненте (Арсикин & Чонградац, 1979).

Преко наведених творевина на Фрушкој Гори леже плеистоценски седименти Сремске серије: дробина, шљункови, алеврити и пескови, који садрже различите класте старијих стена.

Најстарије стене - палеозојски метаморфити, мезозојски седименти, магмати (посебно они базичног и ултрабазичног састава) и метаморфити као и терцијарни кластити, карбонати и ређи вулканити откривени су у метаморфном језгру и на ободу Фрушке горе. Претерцијарне стене, посебно оне јурског офиолитског меланжа су на више места хидротермално измењене (Толјић et al., 2013), при чему су хидротермални флуиди циркулисали дуж дубинских разлома. На Фрушкој Гори, најстарије стене су серпентинити, који су у појединим областима силификовани хидротермалном изменама. Такође, на појединим локалитетима ове области на контакту са палеозојским шкриљцима, регистроване су појаве силикатних руда никла. Од примарних минерала присутан је хромит. Силицијске масе Фрушке Горе носиоци су и рудоносних полиметаличних формација Pb, Zn, Sb, Au, Ag, Hg, Sn и W. Од тога, за потребе ове дисертације, значајне су минерализације гвожђа у облику магнетита и хематита (Вилина Водица, Татарице, Козарске липе, Кокоров раст, Бељево и Старо село). Појаве бакра регистроване су у седиментима тријаске старости, а у мањој мери и у шкриљцима, силицијској маси измењених ултрабазита као и у терцијарним седиментима (Јазак, Вење, Осовње, Угљарски и Читлучки поток). Присуство халкопирирских жица уочено је и у палеозојским шкриљцима Грабовца и Црног потока, односно у силицијским масама Главице, Бешенова, Татарице и Врдничке куле. Pb-Zn минерализација (Сребар) јавља се у облику галенитско-сфалеритске жице које запуњавају пукотинске просторе на контакту горњокредног флиша и латита или импрегнациони тип орудњења. Појаве цинабарита откривене су у потоку Дубочаш, Каменарском и Тамном потоку (Крунић, 2019).

Са геоморфолошког аспеката на територији Фрушке Горе један од најупечатљивијих геоморфолошких чинилаца представљају пролувијално-делувијални процеси. Пролувијални комплекси представљени су конусима и плавинама-наносима повремених токова (нпр. између Черевиха и Беочина), док су делувијалне наслаге стваране на благо

брдским падинама. Процеси делувијалне акумулације су нарочито били интензивни у деловима терена према Руми и околним местима и на северним падинама Фрушке Горе (Цветковић, 2010).

3.1.2.3. Подручје средњег Баната

У овој дисертацији средњи Банат је дефинисан на основу просторног распореда узоркованих места и одређено је у низијском делу војвођанског дела Баната јужно од Кикинде и северно од Делиблатске пешчаре тј. Самоша и Уздина. На истраживаном простору средњег Баната преовлађују квартарни седименти флувијалног и еолског порекла.

Алувијана равн Тисе је доминантна у западном делу истраживаног простора. Корито Тисе је у позицији корита Палео-Дунава који је био у једном одељку средњег плеистоцена. Међутим, корито и алувијална равн Тисе је садашњу форму добио у холоцену, великим регулационим ифраструктурним подхватима како би се ставило у функцију за речни саобраћај. Последњи ифраструктурни објекти – предводница код Новог Бечеја су значајно утицали на успоравање тока саме Тисе и таложење више финозрнастијих цестица у кориту и алувијалној равни реке. Источна граница алувијане равни Тисе се провлачи линијом западно од Сајана, Иђоша, Новог Милошева, Новог Бечеја, Меленаца, Елемира, Арадаца, Зрењанина, Ечке до Фаркашдина (прилог 11.). Поред алувијане равни Тисе постоји још неколико алувијаних равни банатских река међу којима имамо регулисане канализавионе токове, тако да највеће целине међу њима су алувијане равни Кикиндског канала, Старог Бегеја, Бегеја и Тамиша и запуњених токова као што је северно од потеза Башаид – Руско село (Прилог 11). Иако на карти (Прилог 11) није означено, поред алувијалне равни Тисе, највећа алувијална равн Бегеја, смештена је североисточно од Зрењанина. Седименти алувијаних равни су превасходно састављени од алевритично-глиновите фракције. Стенски и минералошки састав одговара стенској основи сливног подручја источнобанатских река што одражава састав планина Трансилваније и Баната. Старост алувијона је холоценска. У рецентном садржају алувијона могуће је наћи тешке метале као последице рударења односно технолошких поступака издвајања или обраде одређених руда. С друге стране, формације које налазимо у Апузенима и Банатским планинама састоје се од разноврсних препалеозојских и палеозојских метаморфита, фелсичних стена, мезозојских анхиметаморфита, кластита и различитих карбоната; јурско-кредним офиолитским меланжом са доминантно мафичним и ултрамафичним стенама, преко којих леже кредни кластити и карбонати, као и горњокредно-палеогени флиш. У Апузенима, као и деловима Банатских планина, који данас чине југоисточни обод Баната, односно Панонског басена, се интрудују разноврсне калк-алкалне магме са комплексним минерализацијама бакра, молибдена, злата, олова, цинка, гвожђа, бизмута и других елемената; посебно су значајне руде бакра, олова и цинка, молибденит, бизмутинит док су подређене појаве других елемената (Банат-Тимок-Средњогорје металични појас, Janković, 1987; Verza et al., 1998). Рељеф алувијаних равни је готово идеално зарављен и доминрају облици флувијане ерозије и акумулације испреплетане мочварним подучјима, који су остаци рукаваца тј. одсечених меандара.

Речне терасе Тисе и источнобанатских река се налазе између лесних заравни (виша хипсометријска једница) и алувијаних равни (нижа хипсометријска јединица). Слабије изражене од алувијаних равни река, у источном Банату престављају остатке претходног флувијалног стадијума холоценске старости. Сливно подучје је веома слично алувијаној равни Тисе и источнобанатских река, те су по стенском саставу, гранулометријском саставу слични. Овде је могуће и присуство стенског материјала са планина Трансилваније и Баната, са напоменом да продукти рударења и рударских технологија по правилу не би требало да буду присутни у овим седиментима.

На истражном простору Средњег Баната, значајно је појављивање **слатина**. То су творевине подогенетског процеса стварања. Постале су на подлози од барских седимената у стварању. Слатине и барски седименти констатовани су на потезу од Сланог Копова до Башаида на истоку, од Башаида ка Меленцима на југу и од Меленаца, преко Кумана на западу. Налазе се на речној тераси 3 - 5 и 7 - 12 метара релативне висине (Башаид, Нови Бечеј и Меленци). Депоноване различитих сивих алеврита, песковито-глиновитих алеврита, песковитих глина, алевритичних глина и глиновитих алеврита са доста органске биљне материје врши се и данас. Фауна указује да су седименти стварани у слабо покретној воденој средини. Дебљина седимената не прелази 1,5 метара (Судар, 2014).

Тамишки лесни плато трасиран уз десну обалу Тамиша приближно је на потезу оивичен насељима Фаркашдин - Орловат-Лукићево - Ботош (Прилог 11). Лесне серије су горњеплеистоценске старости. Слично као у свим лесним серијама низијског карактера Војводине у лесним хоризонтима преволађује фракција алеврита у поједним прослојцима са мало више песка (око 20%) који је преталожен из алувијона река у окружењу. Лесне серије и палеоземљишта се по правилу смењују у вертикалном низу као у свим заравним низијског типа. Палеоземљишта су черноземног типа.

Лесни обод Делиблатске пешчаре оивичава Делиблатску пешчару са западне, северне и источне стране и представља фрагмент Јужно банатске лесне заравни. У истраживаном простору налази се око насеља Самош и на северу и провлачи се до алувијане равни Тамиша тј. на једној деоници до речне терасе Тамиша (Прилог 11). Лесна серија има карактеристике као и све лесне заравни у низијском делу Војводине. Једина разлика је да је у његовом гранулометријском саставу утврђено процентуално више песка који је донет кошавом. у алувијону Дунава и ушћу његових притока. На рељефне облике највећи утицај има еолски процес који формира површину лесне заравни.

Током последње етапе у формирању рељефа средњег Баната значајни су велики инжењерски и мелиорациони радови (броне, канали, дренажа) којима су од прве половине 18. века до данас уређени речни токови Тамиша, Бегеја и Тисе уз исушивање мочварног земљишта и градња густе мреже канала.

3.1.2.4. Типови земљишта испитиване области

На територији Војводине заступљено је неколико типова земљишта: черноземи, ритске и ливадске црнице, ареносоли, рендине, субаквална земљишта (мочваре, језера и баре), и халоморфна земљишта – слатине и пелоидна земљишта-пелоиди (Судар, 2014)

У педолошком смислу, земљишта која су испитивана често имају директну везу са геолошком подлогом на којој су развијена. Дуж алувијалних равни Тисе, Дунава и других река, са периодично плављеним просторима, развијени су флувисоли и знатно ређе комбинације флувисол-камбисол. На надплавним терасама, поготово у заравњеним деловима терена, чести су вертисоли и камбисоли, посебно еутрични. Деградирана хумусна и друга земљишта са утицајима подземних, често заслањених вода припадају халоморфним земљиштима; она даље од алувијона или депресија вертисолима и феоземима на које се често настављају черноземи. На лесу и лесу сличним подлогама, у донекле морфолошки истакнутијим деловима рељефа, без већег оглејавања, развијени су разноврсни черноземи, који у Бачкој али и целој Србији представљају најквалитетнија земљишта. Главни типови земљишта Срема и средњег Баната су чернозем, феозем, глеје, вертисол развијени су на лесу песковитом алувијону и сличним силикокластичним депозитима.

Комбинација геолошких, геоморфолошких и неотектонских карактеристика утицала је на формирање земљишта у средњем Банату. Дуж речних обала, у областима где подземне воде утичу на земљишне хоризонте развијена су земљишта типа флувисола, док су у области ниских депресија са сличним али периодичним утицајем воде развијене глеје и вертисол (Белић и сарадници, 2011). Тако су у субдепресији Српског Итебеја, морфолошки нижем делу терена, где се укрштају структура Мако - Санниколау и структуре јужнотрансилванијског раседа, формирани вертисоли који се ка Бегеју и Тамишу настављају у флувисоле и лувисоле. Генерално, алувијони Тисе, Бегеја и Тамиша или њихова међуречја попут Царске баре су најнижи делови терена, дуж којих су формирана оваква земљишта, односно у депресијама са испаравањем воде халоморфна земљишта попут солоњца и солончака. У палеомеандрима Тисе и Бегеја формирани су слични типови земљишта, а у прелазним деловима терена феоземи. На нешто вишим деловима низије, без директног утицаја и оглејавања подземних вода, попут пограничног појаса ка Жимболији или делова терена од Новог Бечеја ка Новом Милошеву (где је на плеистоценској тераси навејан лес) формирани су карбонатни и други черноземи.

Насупрот томе, у брдовитој области Фрушке Горе, прекривена шумом развијена су земљишта типа ортичког лувисола и камбисола, посебно у оним деловима где нема седиментних стена. Коначно, на обронцима планине, понегде је формиран узак појас делувилних земљишта (Мрвић и сарадници, 2016).

Порекло и састав земљишта Војводине детаљно је објашњено у публикацијама Нејгебауер (1952), Живковић и сарадници (1972), Сакан (2010).

3.2. Методе узорковања и избор локалитета

Успех геохемијског истраживања, односно репрезентативност добијених резултата умногоме зависи од начина и места узорковања, односно репрезентативности узорка. Постоји више метода узорковања, од којих су неке: искуствено, стохастичко,

стратификовано, систематско, узорковање по мрежи, адаптивно, композитно (Гржетић, 2008).

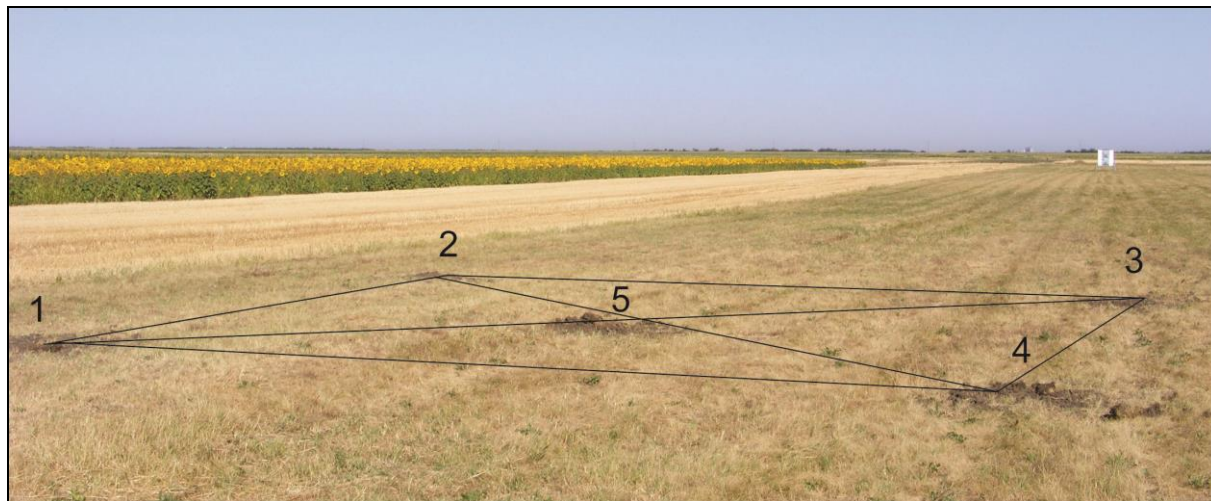
У овој дисертацији методологија узорковања дефинисана је ГЕМАС пројектом (Geological Mapping of Agricultural and grassing Soils). Избор површине, димензије и начин узорковања дефинисане су пропозицијама овог пројекта (www.ngu.no), што подразумева следеће:

Површина испитиване области треба да буде облика квадрата велиине 50 x 50 km. Локалитети у оквиру ове површине треба да буду правилно распоређени, избегавајући празнине у редоследу узорковања. Приликом избора испитиване површине треба избегавати локалне депресије, односно површина земљишта треба да буде што равнија. Минимална величина површине (пољопривредног земљишта или травнате површине) одабраног локалитета треба да буде 25 x 50 m. Слој земљишта који се узима подразумева: 0-20 cm у случају пољопривредног земљишта, односно 0-10 cm у случају земљишта (перманентно) прекривеног травом.

На одабраној површини, композитни узорак се прави копањем пет подлокација (квадратног / правоугаоног облика и дубине 20 cm) смештених на рогљевима и центру замишљеног квадрата димензија 10 x 10 m. (Слика 2, Слика 3). У случају травнатог земљишта, накнадно се ножем (од нерђајућег челика) исече трава, уклони вегетација, а затим одсече, па узме првих 10 cm ископаног земљишта. Количина композитних узорака треба да износи 2 - 2,5 kg.

У оквиру ове дисертације, као што је напоменуто, испитиван је утицај различитих извора загађења на садржај токсичних елемената у земљишту Војводине и то: утицај близине индустријских објеката (Срем), утицај пољопривредне активности (средњи Банат) и утицај близине аутопута-саобраћаја (Бачка).

У првом случају, вршено је тачкасто узорковање око индустријских објеката са мањим или већим растојањем или у различитим правцима око објеката. У случају пољопривредног земљишта, узорковање је вршено по мрежи на растојању од 20 km, док је земљиште поред аутопута узорковано по линији, на 15 km растојања (правац југ-север) са једне и 5 km растојања са друге стране коловоза (правац север - југ).



Слика 2. Начин формирања површине (10 x 10 m) за композитни узорак с обележеним подлокацијама на примеру локалитета SB 12 (Средњи Банат)



Слика 3. Начин формирања узорка са једне од подлокација

3.3. Методе истраживања

3.3.1. Секвенцијална екстракција и одређивање садржаја елемената

Пре почетка анализе, узорци су одмрзавани 24 часа. Да би се избегле хемијске промене (хелатизација, оксидациони процеси итд.) узорци нису сушени. Материјал је након одмрзавања хомогенизован, а затим је одвојено око 1 g влажног узорка у две пробе (за секвенцијалну екстракцију). У исто време, узето је још тачно 1,0000 g за одређивање влаге сушењем, у сушници на $105 \pm 2^\circ\text{C}$, до константне масе. Коначни резултати садржаја макро и микрокомпонената изражени су у односу на суви узорак, као просечна вредност садржаја мерених у дупликату.

За испитивање расподеле метала у земљишту и узорцима седимената, примењена је метода секвенцијалне екстракције, која обухвата пет фаза (Табела 6). Процедура која је примењена овде представља модификовану верзију екстракције по Tessier-у (Tessier et al., 1979). Модификација овде примењене методе подразумева измену пете фазе (F5). Уместо тоталног разлагања, последња фаза представља киселинско растварање (6M HCl), на повишеној температури. Детаљан опис и процедура примењене методе у овом испитивању, дати су у докторској дисертацији Сакан (2010).

Табела 6. Метода секвенцијалне екстракције

Фаза екстракције	Реагенс	Услови	Циљана фракција земљишта
F1	1M $\text{CH}_3\text{COO}(\text{NH}_4)$, pH 7	2 h, собна температура (22° C)	Јон-изменљива фаза- растворљиви, адсорбовани облик
F2	0,01 M HCl и 0,1 M $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$	12 h, собна температура(22°C)	Метали везани за карбонате и лако редуцибилне врсте (окси-хидроксиди Mn)
F3	0,2 M $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 0,2M $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$	10 h, собна температура (22°C)	Метали везани за умерено редуцибилне врсте (окси- хидроксиди Fe)
F4	30% H_2O_2 (pH 2, подешена помоћу HNO_3) /екстракција раствором 3,2 M $\text{CH}_3\text{COO}(\text{NH}_4)$	5 h на температури 85° C (водено купатило)/ ½ h ,собна температура (22°C)	Органска материја и сулфиди
F5	6 M HCl	9 h на температури 85°C (водено купатило)	Резидуална фракција (метали везани у силикатима,

По додатку наведених реагенаса, екстракција у свакој фази је вршена на ротационој мућкалици. Раздвајање слојева су спензије постигнуто је центрифугирањем (3000 обртаја/мин) у времену од 15 минута. Екстракт је од талоба одвајан декантовањем, у нормалан суд од 50 ml. Остатак је испиран бидестилованом водом после мућкања у времену од 15 минута и центрифугиран (15 минута). После нормирања бидестилованом водом, раствори узорача су преручени у ПВЦ боце и чувани, до анализе, на температури од 4°C.



Слика 4. ICP/OES спектрометар (iCAP-6500 Duo, Thermo Scientific, UK).

Садржај тешких метала-микрокомпонената (Cu, Cd, Pb, Cr, Co, Ni, Fe, Mn, Pb, V и Zn); металоида: Sb, Se, В и As; лаких метала–макрокомпонената (Ca, Mg, Al, Na и K) и микрокомпонената Ba и Be; неметала Si, у узорцима земљишта и седимената (BG узорци), одређен је ICP/OES техником (Inductively Coupled Plasma/Optical Emission Spectrometry- iCAP-6500 Duo, ThermoScientific, UK). Жива је одређена AAS/HGS хидридном техником (Atomic Absorption Spectrometry / Hydride Generation System) (PERKIN ELMER 6500, MHS-15). Таласне дужине емисије/апсорпције појединачних елемената, које су коришћене у раду, представљене су у Табели 7.

Табела 7. Таласне дужине елемената коришћене у раду

елемент	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co
Таласна дужина (nm)	396,1	193,7	208,9	455,4	234,8	315,8	214,4	228,6
	394,4	189,0	249,7	493,4		373,6	226,5	230,7
						317,9	228,8	231,1
						431,8		
елемент	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Na
Таласна дужина (nm)	205,5	213,5	238,2	253,7*	766,4	279,0	257,6	589,5
	267,7	324,7	259,9		769,8	280,2	259,3	818,3
			261,1			285,2	260,5	
елемент	Ni	Pb	Se	Sb	V	Si	Zn	
Таласна дужина (nm)	230,3	220,3	196,0	217,5	292,4	212,4	202,5	
	231,6					221,6		206,2
	341,4					251,6		213,8
						288,1		

*таласна дужина за AAS/HGS технику.

Ради минимизирања утицаја интерференци матрикса, при мерењу концентрација елемената у свакој серији, коришћене су слепе пробе (blanks). Оне су припремљене за сваки матрикс, односно екстракциони реагенс. Инструмент је калибрисан користећи

мултикомпонентне стандарде (Merck). Све калибрационе криве су имале корелациони коефицијент $R^2 \geq 0.995$. Вредности испод границе детекције замењене су вредношћу $\frac{1}{2}$ детекционог лимита, пре статистичке обраде података по препоруци Sakan et al. (2009). Вредности садржаја елемената по појединачним фазама секвенцијалне екстракције, представљене су у Прилогу 2. При том, ознака «<г.д.» представља вредности садржаја испод детекционог лимита (границе детекције), који у случају наведених елемената износе (Табела 8):

Табела 8. Граница детекције садржаја елемената (mg kg^{-1})

елементи	Граница детекције (mgkg^{-1})
Al	0,04
As	0,04
B	0,02
Be	0,01
Ba	0,01
Ca	0,04
Cd	0,01
Co	0,01
Cr	0,01
Cu	0,02
Fe	0,01
Hg	0,005*
K	0,50
Mo	0,02
Mn	0,01
Mg	0,06
Ni	0,02
Na	0,50
Pb	0,03
Sb	0,05
Se	0,11
V	0,03
Zn	0,01

*граница детекције за AAS/HGS технику

3.3.1.1. Контрола квалитета

Контрола квалитета је извршена применом сертификованог референтног материјала (Certified Reference Material) „Loamy soil 3“ CRM 034-50G (Fluka analytical), ради утврђивања тачности и прецизности мерења и добијених вредности. Дигестија је извршена у складу са препорученом методом USA EPA 3050 b.

Добијене вредности садржаја испитиваних елемената и параметри којим се квантификује тачност и прецизност су представљени су у табелама (Прилог 3). Да би се упоредиле експерименталне вредности са CRM вредностима употребљен је и Студентов t-тест. Поредeћи израчунате t-вредности елемената са табеларном вредношћу (степен слободe $N=2-1$, $\alpha=0,05$), утврђено је да се ни једна вредност параметара ($T_{\text{израчунато}} < T_{\text{табела}}$ 12.71) не разликује статистички значајно, на нивоу поверења од 95 %.

3.3.2. Физичко-хемијски параметри земљишта

Садржај органске материје је одређен волуметријски – методом по Kotzmanni, оксидацијом калијум-перманганатом и ретитрацијом оксалном киселином. Резултати су кориговани према садржају гвожђа. Ови резултати су потврђени методом гравиметрије, после 4 сата жарења узорак у пећи на температури од 600°. Након тога, узорци су жарени у пећи на 1000° C, после чега је гравиметријски одређен садржај карбоната (Bermudes et al., 2010), коначно изражен као CaCO₃ (%).

pH вредност је одређена на терену pH електродом (теренским мултикомпонентним инструментом Eјkelkamp) у суспензији узорак-вода (1:10).

3.3.3. Гранулометријска анализа

Величине зрна и честица у испитиваном земљишту одређене су методом просејавања и Пипет методом. Део узорка који је одвојен за гранулометријску анализу са слободним зрнима песка и шљунка, претходно је ослобођен примеса. Просејавање је вршено на вибрационој машини (трескалице) са слогом сита величине отвора (4, 2; 1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,063 mm). Фракција која је прошла кроз сито величине пора од 0,063 mm (при температури од 20°C) је раздвајана у мање фракције Пипет методом, тако што се узорци помешају са водом чинећи суспензију. Приликом таложења честица различитих величина суспензије у воденом стубу, користе се дефинисани временски интервали пипетирања (на путу од 10 cm), на основу којих су се издвајале фракције са величином честица од 0,02; 0,01; 0,005 и 0,002 mm. Масе свих фракција су одређене после упаравања и сушења на 105°C.

Процентуалне вредности учешћа фракција: песка (0,25—0,063 mm), праха (0,063—0,005 mm) и глине (>0,005 mm) дефинисане су по Контију (Konta, 1972).

3.3.4. Минералозна анализа земљишта

Да би се извршила идентификација минералског састава земљишта у овој дисертацији су коришћене методе:

Рентгенска дифракција праха (XRPD-XRays Powder Diffraction) и опсервација фракција узорака под бинокуларном лупом и микроскопом у пропуштеној светлости (Слика 5).

Фракције узорака које се посматрају под лупом и микроскопом су добијене у више фаза. Узорци су прво просејани на сити величине отвора 0,5 mm. Фракције величине зрна испод 0,5 mm су по потреби одвајане ручним магнетом, а затим третиране бромформом ($\rho=2,8 \text{ gcm}^{-3}$) да би биле одвојне на лаку ($< 2,8 \text{ gcm}^{-3}$) и тешку фракцију ($> 2,8 \text{ gcm}^{-3}$). Тешка фракција се по потреби одвајала на подфракције помоћу електомагнета (при јачини струје од 0,2; 0,5; 1,0 и 1,5 А).



Слика 5. а) Бинокуларна лупа; б) Поларизациони микроскоп

Делови узорака који су издвојени за анализу минералоске карактеристике земљишта су квартирани и самлевени на ниво праха. Препарати су направљени у стандардном алуминијумском раму димензија 20x10x1,5 mm. XRPD анализа је изведена на аутоматском дифрактометру праха "PHILIPS", model PW-1710. Као извор зрачења употребљена је дугофокусна (LFF) бакарна анода ($U = 40 \text{ kV}$ and $I = 30 \text{ mA}$) са монохроматским $K\alpha_1$ зрачењем (таласне дужине $\lambda = 1.54051 \text{ \AA}$) и пропорционалним Хе бројачем. Снимање је обухватало опсег угла 2θ од 4° до 65° , са кораком $0,02^\circ$ и задржавањем бројача у времену од 0,25 s. За мерење угаоних (Bragg-ових) положаја дифрактованих максимума (2θ) и њихових интензитета, примењен је базни компјутерски програм. Идентификација присутних минералних фаза је извршена поређењем растојања између пљосни (d) и релативних интензитета (I) са литературним подацима (www.icdd.com).

3.4. Статистичка анализа

Статистичка обрада података изведена је применом више статистичких метода. Поред дескриптивне статистике (средња вредност, стандардна девијација, минимум, максимум, и

медијана), примењен је Kolmogorov-Smirnov-ов тест нормалности расподеле, чиме је испитивано да ли расподела резултата припада нормалној Гаусовој расподели. Са циљем утврђивања да ли се концентрације елемената у два испитивана слоја статистички значајно разликују, примењен је непараметријски Wilcoxon-ов тест.

Поређење резултата добијених на различитим локалитетима, вршено је употребом једнофакторског или двофакторског ANOVA (Analysis of Variation) статистичког теста и Студентовог t – теста ($\alpha=0,05$).

Корелациони (Пирсонови - Pearson`s) коефицијенти и мултикомпонентне статистичке технике - Анализа главних компонената (РСА анализа) и Кластерска анализа (СА анализа) су употребљени да би се утврдио однос између елемената и општи образац груписања, чиме се добијају информације о њиховој сличности или разлици у погледу порекла, геохемијског понашања или путева трансформација. Корелациони (Пирсонови) коефицијенти су посматрани на нивоу значајности од 95 и 99% ($\alpha=0,05$ и $0,01$).

У овој дисертацији примењена је Хијерархијска Кластерска анализа - методом појединачне повезаности (Single Linkage), односно најближих суседа, при чему су као критеријум растојања узети Пирсонови коефицијенти.

РСА анализа у наведеним испитивањима подразумевала је испитивање интеракције између променљивих, у овом случају елемената (R - mod) и везу између испитиваних узорака (Q - mod). Критеријуми за избор РС компоненти су:

1. Кајзеров принцип неодређености, по коме су задржане само оне вредности компоненти веће од 1.
2. Критеријум дијаграма превоја (Кателов критеријум) - по коме се задржавају све оне компоненте које су изнад тачке превоја (на дијаграму експоненцијалне функције)
3. Бартелов тест сферичности и Кајзер-Мејер-Оклинов тест (КМО), као показатељи адекватности узорака. Први тест треба да је значајан на нивоу $p < 0,05$ да би се дефинисала оправданост РСА анализе. Вредности КМО теста могу бити у опсегу од 0-1 те се препоручује вредност $> 0,6$ као прихватљива за ову анализу.

Детаљан опис РСА и СА анализа и објашњења о њиховој употреби је дат у докторској дисертацији Сакан (2010).

За статистичку обраду података коришћени су програми: демо верзије NCSS statistical software (www.ncss.com) - Kolmogorov-Smirnov и Wilcoxon Signed-Rank тест; Microsoft Office Excel (дескриптивна статистика, ANOVA и t-тест); SPSS 21 (коефицијенти корелације, РСА и СА).

4. ПОГЛАВЉЕ: ПРОЦЕНА СТЕПЕНА КОНТАМИНАЦИЈЕ,
РИЗИКА И ПОРЕКЛА ТОКСИЧНИХ И ПОТЕНЦИЈАЛНО
ТОКСИЧНИХ МИКРОЕЛЕМЕНАТА У ЗЕМЉИШТУ У
БЛИЗИНИ ИНДУСТРИЈСКИХ ОБЈЕКТА



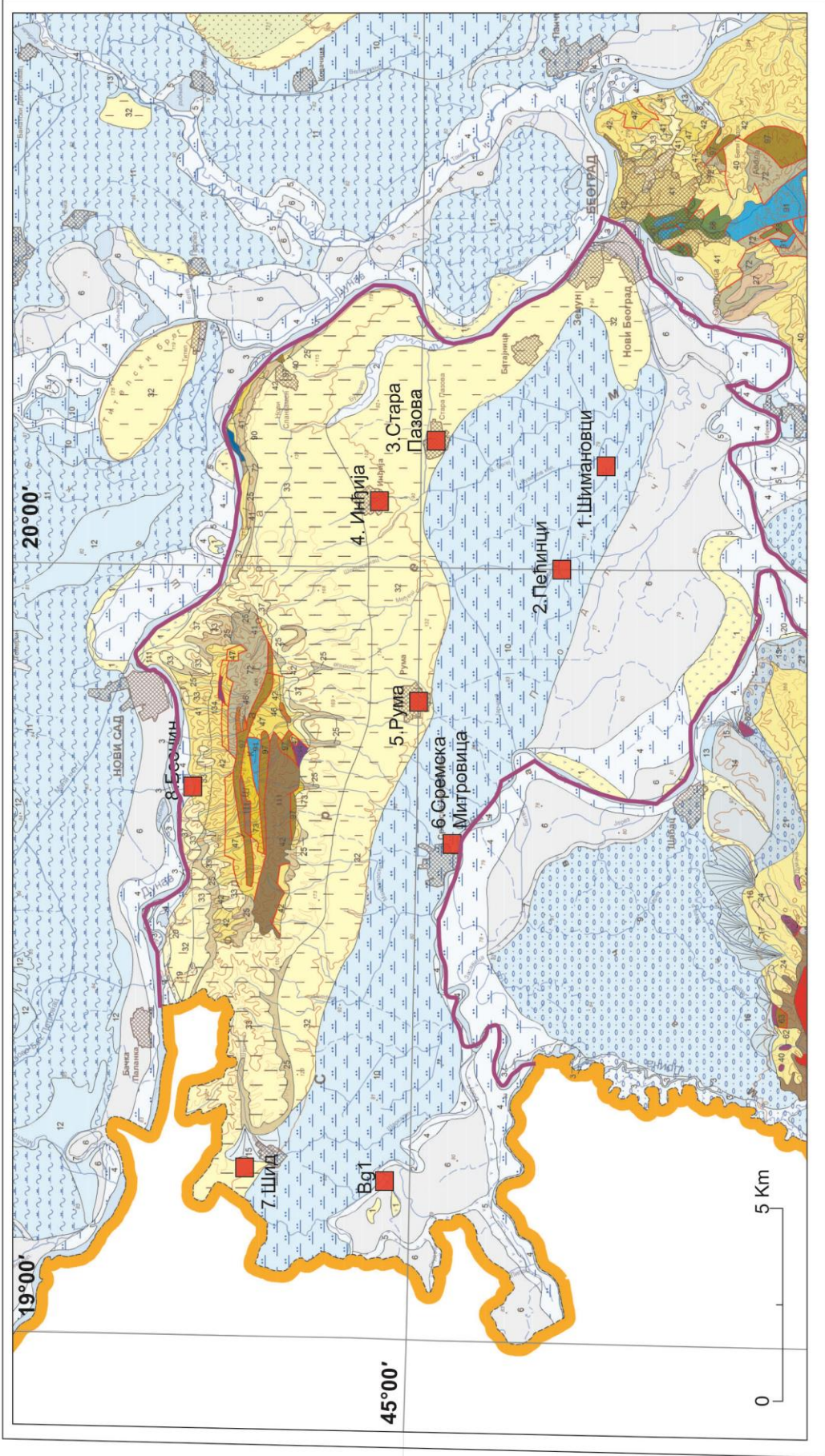
<http://www.nspm.rs/hronika/vesnik-istine-srpskim-kapitalom-otvorena-jos-jedna-korejska-fabrika.html>

4.1. Увод



Квалитет земљишта је увек био важан за човека и његово здравље. Како представља спону између биосфере, атмосфере, литосфере и хидросфере, активности и контаминација у њима утичу на квалитет земљишта. У даљем циклусу то утиче на квалитет произведене хране, квалитет воде и уопште животне средине. У данашње време је тешко дефинисати и издвојити један извор неког токсичног елемента који контаминира земљиште. Могу постојати многобројни извори једног елемента - контаминанта који могу утицати на земљиште или може бити један извор више контаминаната. Тако, у индустријској области, у зависности од врсте индустријске производње, неконтролисана емисија гасовитих и течних материја, као и депоновање чврстог отпада, доприноси повећању нивоа тешких метала у животној средини. Прашина која се ослобађа производњом цемента је извор контаминације ваздуха и земљишта следећим елементима: Cr, Pb, Zn, Cd, Hg и Cu (Banat et al., 2005; Krishna & Govil 2007; Bogaghpour et al., 2012; Ghorbani et al., 2013). У индустрији коже се највише користе соли хрома, па се било из чврстог или течног отпада контаминира подземна вода и земљиште овим елементом (Sekaran et al., 1998; Gitet et al., 2013), а приликом штављења коже и другим елементима: Zn, Cu, Pb, Ni, Cd као и Mn, Fe, Co (Kashem & Singh, 1999; Tariq et al., 2005; Dheebe & Sampathkumar, 2012). Обрадом метала, из депонованих ефлуената или дренаже отпадних вода из индустријских постројења у средину могу да се ослободе Cr и Ni (Panagopulos et al., 2015); Fe, Zn, затим Cu у варионицама (Dheebe & Sampathkumar, 2012). Такође, у производним активностима, неизоставна је и употреба фосилних горива чијим се сагоревањем летећим пепелом ослобађа у ваздух низ елемената: As, Cd, Pb, Cu, Ni, Co, Mn, Fe, Zn, Cr, B, и Hg (Nable et al., 1997; Baez et al., 2007; Krishna & Govil, 2007; Slezakova et al., 2007; Maura de Miranda et al., 2010; Cai et al., 2015).

Сходно претходно наведеним подацима из литературе, при процени утицаја индустријских објеката на квалитет земљишта у њиховој непосредној близини, одабрани су елементи: Cu, Hg, Cr, Ni, Co, Zn, Pb, Cd, и As. Поред наведених елемената, у испитивања је укључен и В. Са циљем дефинисања супстрата микроелемената (процентуално учешће у земљишту испод 0,1%) и њихових асоцијација, одређен је садржај и макроелемената: Ca, Na, K, Mn, Fe, и Al (процентуално учешће у земљишту изнад 0,1%).

Применом методологије, односно резултата секвенцијалне екстракције, минералшке и статистичке анализе, циљ у овом поглављу је био дефинисати екогеолошки статус испитиваног земљишта са локалитета Срема и процену његове потенцијалне употребе у будућности. За остваривање тог циља, у овом поглављу је испитиван степен контаминације обрадивог и необрадивог земљишта око индустријских објеката и по први пут је дефинисан реалан степен ризика при употреби таквог земљишта у пољопривредној производњи на наведеном локалитету.



Легенда

	1. Глине пескови и алевролити, холоцен		33. Лес преко подине старије од вирма; рис и вирм
	2. Шљункови, пескови и алевролити, фаџијално нерасчлањени, холоцен		37. Језерске и мочварне, кластити и пелити; плиоцен, палудин Војводина и Подунавље
	3. Фаџија корита, шљункови, пескови, горњи холоцен		40. Кластити, пелити са угљем; морски понт; развој западно од Карпата, Панонски басен
	4. Фаџија поводња, алеврити и глине, горњи холоцен		41. Кластити, пелити и карбонати; морски сармат и понт Панонски и Дакијски басен
	5. Фаџија старача: органогене глине и алеврити; горњи и доњи холоцен		42. Кластити, пелити и карбонати; морски баден - Подриње, Подунавље, Поморавље, Тимочка и Неоготинска Крајина
	6. Тераса 3-5 m. рел.висине: алеврити и пескови, доњи холоцен		46. Вулканисти: кварцлатити, дацити, латити, трахити; егенбург, отнанг - Копаоник, Рогозна, Котленик, Рудник, Авала - Космај
	8. Речне терасе (хипсометријски и фаџијално недефинисане):шљунак и пескови; плеистоцен		47. Кластити, пелити и карбонати са пирокластитима; језерски егенбург - Сланци, Врдник, Ибарски рудник, Риданско-крепољинска зона, Пећка формација
	10. Тераса 7-12 (10 - 15 m): фаџија поводња: алеврити и пескови, и глине; вирм		61. Доломити и доломитични кречњаџи; анизик
	11. Тераса 7-12 (10 - 15 m): субфаџије поводањских језера: глине и алеврити; вирм		62. Кречњаџи ооидни, биотурбатни и др.), пешчари, алевролити и глинци; доњи тријас
	13. Тераса 20-30 (25 - 35 m): пескови и алеврити; рис		63. Битуминозни кречњаџи; горњи перм
	14. Тераса 50-60 m: шљункови, пескови и алеврити; миндел		72. Пешчари, ламинирани алевролити и глинци, ређе конгломерати (флиш: Љишки, Косово-Митровачки и Фрушке Горе; горња креда-палеоген
	15. Конуси плавина у стварању: шљункови, пескови и алеврити; горњи холоцен		73. Офиолитска здробљена основа са хаотично уложеним блоковима и одломцима претежно мезозојских кречњаџа (тектонски офиолитски меланж); палеоген
	16. Конуси плавина у усецању: шљункови, пескови и алеврити; доњи холоцен		88. Кречњаџи, ређе алевролити, глинци лапорци, пешчари; доња креда
	17. Подсечене плавине: шљункови и пескови; плеистоцен		90. Масивни кречњаџи; титон
	19. Полициклично-речни седименти: шљункови и пескови; Дунав и гинц		91. Алевролити са уклопцима пешчара, кречњаџа и офиолитских стена (офиолитски меланж); средња и горња јура
	20.Речно-барски: алеврити, глине; миндел		97. Серпентинити и серпентинисани перидотити; јура
	25. Пролувијално-делувијални седименти: дробина, шљункови, алеврити; еоплестоцен		111. Серицитско-хлоритски и епидот-хлоритски шкриљци, метапешчари, мермери, метаморф. кварцни конгломерати, метадијабази и метатуфови (Преварисцијски метаморфити); камбријум-ордовицијум (Дринско-ивањички блок)
	27. Делувијални седименти: алевритични шљункови, алеврити и пескови; млађи плестоцен		134. Седименти уплетених река - конгломерати, пешчари, алевролити, глинци румене боје; доњи триас (Стара Планина, Динариди)
	32. Лес преко терасе; вирм		

Слика 6. Геолошка карта Срема са локалитетима узорковања (модификована ро Каленићу и сарадницима, 2013)

4.2. Подручје истраживања, потенцијални извори загађења и сакупљање узорака

Испитивана област укључује градове на локалитету Срем где су смештени индустријски објекти (Табела 9а, Табела 9б), као што су: Рума (кожна индустрија, индустрија гуме), Шид (фабрике сточне хране, боја и лакова, изолационог материјала, уљара и штампарије), Инђија (фабрика дувана, лепкова, боја и лакова, фабрика за производњу животињске хране, фабрика акумулатора, производња лима), Беочин (индустрија цемента), Стара Пазова (солана, штампарија, фабрика за производњу метала), Сремска Митровица (фабрика за прераду дрвета, целулозе, папира, шећеране), Пећинци (шећерана), Шимановци (фабрика за производњу котлова и сечење метала, фабрика пестицида и фасадног материјала, штампарија) (Слика 6), као и област југозападног Срема, где је бушено 7 бушотина (BG1, област Моровића).

Табела 9а. Локалитети узорковања и индустријски објекти

Редни број	Ознака узорка/ Т слој(см)	Ознака узорка/ Б слој(см)	Објекти	област
1.	S1/1(0-10)	S1/2(10-50)	Фабрика за обраду, сечење метала и производњу котлова штампарија	I Шимановци
2.	S2/1(0-10)	S2/2(10-50)		
3.	S3/1(0-10)	S3/2(10-50)		
4.	S4/1(0-30)	S4/2(30-50)		
5.	S5/1(0-10)	S5/2(10-50)		
6.	S6/1(0-10)	S6/2(10-50)	Фабрика пестицида	II Пећинци
7.	S7/1(0-30)	S7/2(30-50)		
8.	S8/1(0-30)	S8/2(30-50)		
9.	S9/1(0-30)	S9/2(30-50)	Солана	III Стара Пазова
10.	S10/1(0-30)	S10/2(30-50)	штампарија	
11.	S11/1(0-30)	S11/2(30-50)	Депонија металног отпада	
12.	S12/1(0-10)	S12/2(10-50)	Фабрика за обраду метала-непосредно уз објекат	IV Инђија
13.	S13/1(0-30)	S13/2(30-50)	300 m од фабрике металаи 300 депоније металног отпада	
14.	S14/1(0-10)	S14/2(10-50)	200 m од фабрике метала у урбаној области	
15.	S15/1(0-10)	S15/2(10-50)	Фабрика дувана	
16.	S16/1(0-30)	S16/2(30-50)	Фармацеутска индустрија/ индустрија акумулатора	IV Инђија
17.	S17/1(0-30)	S17/2(30-50)		
18.	S18/1(0-10)	S18/2(10-50)	Фабрика за производњу животињске хране	
19.	S19/1(0-10)	S19/2(10-50)	350 m од фабрике дувана 400 m од фармацеутске/фабрике акумулатора	
20.	S20/1(0-10)	S20/2(10-50)		

Табела 9 б. Локалитети и индустријски објекти

Редни број	Ознака узорка/ Т слој (cm)	Ознака узорка/ Б слој (cm)	Објекти	област
1.	S21/1(0-10)	S21/2(10-50)	Кожна индустрија	
2.	S22/1(0-10)	S22/2(10-50)		
3.	S23/1(0-10)	S23/2(10-50)	Фабрика гуме	V Рума
4.	S24/1(0-30)	S24/2(30-50)		
5.	S25/1(0-30)	S25/2(30-50)		
6.	S26/1(0-10)	S26/2 (10-50)	Фабрика гуме-старо постројење	
7.	S27/1(0-30)	S27/2 (30-50)	Фабрика целулозе	
8.	S28/1(0-10)	S28/2 (10-50)	Урбана област/напуштена кланица	VI Сремска Митровица
9.	S29/1(0-10)	S29/2 (10-50)		
10.	S30/1(0-10)	S30/2 (10-50)	Фабрика папира/шећерана	
11.	S31/1(0-30)	S31/2 (30-50)		
12.	S32/1(0-30)	S32/2 (30-50)		
13.	S33/1(0-30)	S33/2 (30-50)	Фабрика за производњу лепка и боја	
14.	S34/1(0-10)	S34/2 (10-50)		
15.	S35/1(0-30)	S35/2 (30-50)		
16.	S36/1(0-30)	S36/2 (30-50)	Фабрика изолационог материјала	VII Шид
17.	S37/1(0-30)	S37/2 (30-50)		
18.	S38/1(0-30)	S38/2 (30-50)	Уљара	
19.	S39/1(0-30)	S39/2 (30-50)		
20.	S40/1(0-30)	S40/2 (30-50)	штампарија	
21.	S41/1(0-30)	S41/2 (30-50)	Индустрија цемента	VIII Беоцин
22.	S42/1(0-10)	S42/2 (10-50)		
23.	S43/1(0-10)	S43/2 (10-50)		
24.	S44/1(0-30)	S44/2 (30-50)		
25.	S45/1(0-10)	S45/2 (10-50)		

У Табели 10 су представљени елементи који се могу бити ослобођени из потенцијалних извора загађења у испитиваној области, на основу литературних података (Рајић 2010; Цветковић, 2010; Kabata-Pendias, 2011; <http://www.ehso.com/contaminants.htm>)

У непосредној близини поменутих индустријских и осталих објеката су често распрострањене обрадиве површине, па је потенцијални извор загађења и примена агрохемије, агротехнике и наводњавање. Поред тога, могући извори загађења су и саобраћај, активности у оближњим урбаним срединама, као и контаминација услед сагоревања фосилних горива, како у индустријској производњи, тако и из кућних и градских ложишта током јесењег и зимског периода.

Табела 10. Преглед индустријских објеката као извора токсичних елемената

	As	B	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Co	Zn	Hg
Кожна индустрија				x		x				
Цементара				x		x				
Обрада метала			x	x	x	x	x		x	x
Дрвна индустрија/целулозе, папира										x
Заштита дрвета	x			x	x					x
Штампарије/производња мастила			x	x			x		x	
Индустрија акумулатора			x				x			
Фабрика пестицида			x			x	x			x
Производња гуме и пластике										x
Производња боја и лакова			x	x	x		x		x	x

Узорци земљишта (обележени S1-S45) су сакупљани током октобра 2010. године. Узорци су сакупљани ашовима од нерђајућег челика на две дубине - слоја (површински слој- «Т» и подповршински слој-«Б»). Дубине су варирале у зависности од тога да ли је место узорковања била обрадива (дубине 10-30 cm, односно 30-50 cm) или необрадива травната површина (0-10 cm и 10-50 cm). Методологија узорковања усаглашена је са методологијом дефинисаном у GEMAS пројекту. У овом случају, за сваки узорак копано је пет рупа - 4 на ивицама замишљеног правоугаоника величине 20 x 50 m и једна у средини и на тај начин је направљен композитни узорак од по 2 kg за сваки слој. Узорци су ручно дробљени и четвртани, тако да се добије репрезентативни узорак, који је употребљен за гранулометријску анализу. Део тог узорака је за хемијску анализу припремљен тако што је спакован у полиетиленске кесе и замрзнут (-20 °C) до почетка анализе. Минералозна анализа извршена је поделом узорака на фракције изнад и испод 0,063 mm, просејавањем. Фракција изнад 0,063 mm посматрана је под бинокуларном лупом и микроскопом у поларизованој светлости. Процентуални садржај је одређен визуелном проценом. Фракција испод 0,063 mm је анализирана методом рентгенске дифракције праха (XRDP).

4.3. Резултати и дискусија

4.3.1. Минералоски састав земљишта

Тачан минералоски састав земљишта је од великог значаја, с обзиром да даје прецизније информације о геолошким карактеристикама, саставу матичне стене и могућим природним изворима токсичних елемената у испитиваној области. С обзиром да су фракције праха и глине главни носиоци загађујућих компонената - тешких метала, природног и антропогеног порекла (Banat et al., 2005), XRDP техником одређен је семиквантитативни минералоски састав фракције <0,063 mm (Прилог 4. - 4.3) у свим узорцима подповршинског слоја Б и 10 узорака површинског слоја Т, који се донекле разликују по минералоском саставу.

Најдоминантнији минерал у овој фракцији је кварц (који спада у групу примарних минерала) и саставни је део испитиваног земљишта. Изузетак је једино узорак S 41/2, где је калцит доминантнији у односу на кварц.

У највећем броју узорака, у површинском слоју, поред кварца доминирају фелдспати и глине. Од минерала глине најприсутнији су илит - серицитске групе и хлорита док се монтморионит јавља у појединим узорцима (S5/2, S21/2, S43/2 и S45/2). Поред њих, присутни су и доломит и калцит у различитом односу од узорка до узорка. У подповршинском слоју, у неким узорцима (S10/2, S12/2, S14/2, S16/2, S37/2 и S42) уместо фелдспата и глина, доломит или калцит су после кварца најзаступљенији минерали. Такође, детектовано је присуство других минорних минерала (доминантнијих у подповршинском слоју), као што су: амфиболи (S12/2, S13/2, S14/2, S19/2, S21/2, S22/2, S31/2, S33/2, S34/2, S35/2, S36/2, S43/2 и S45/2); хематит (S32/2, S35/2, S41/2); у узорку S 37/2 детектован је гипс. Остали минерали нису детектовани или због одсуства или због присуства у количинама испод границе детекције (2-3%).

Квалитативна и семи-квантитативни састав фракције изнад 0,063 mm представљен је у прилозима (Прилог 4- 4.1, 4.2). Резултати указују да је најдоминантнији минерал кварц (39-93%). Идентификовани су карбонати (калцит, доломит са до 55-56%), фелдспати (до 10%), лискуни (првенствено мусковит, до 10%, ретко биотит) и хлорити. Такође, присутни су и металични минерали (хематит), лимонит (S32/1), цирконијум (S16/1), турмалин (S14/1), амфиболи (S45/1), пироксени (S9/1, S15/1, C41/1), сфен (S44/1), рутил (S24/1, C45/1), стауролит (S44/1), гранати (S45/1) и епидоти (S44/1).

XRPD анализа десет узорака у слоју T (Прилог 4-4.3) и њихових аналога у подповршинском слоју указују на тренд пораста садржаја кварца и глина. С друге стране, у неким узорцима (S10, S14, S23, S29, S41, S43 и S45) садржај фелдспата опада са дубином, док у другим (нпр. S15, S26 и S39) расте. Тренд везан за садржаје амфибола и хематита се не може пратити, највероватније због детекционог лимита методе.

Резултати минералošких анализа указују да су поред кварца присутни и други примарни минерали магматског / метаморфног порекла (доминантни фелдспати, лискуни, хлорити и минорни минерали - пироксени, амфиболи, гранати, турмалини, сфен, рутил, стауролит, епидоти и циркон). Минерали глине су секундарни минерали, који највероватније потичу од претходно наведених примарних минерала. Карбонати детектовани у целој испитиваној области потичу од биогених и доломитисаних кречњака. Добијени резултати и асоцијације минерала су у складу са геолошким јединицама дефинисаним у испитиваној области Срема (Слика 6). Додатно, они указују на присуство геолошког матрикса који потиче од магматских, метаморфних и седиментних стена локализованих на Фрушкој Гори (Димитријевић, 1997).

Такође, познато је да триплет минерала цирконијум-турмалин-рутил (као у узорку S22) указује на висок степен матурираности стена. Наиме, њихово присуство указује да су стене претпрпеле више пута циклус: транспорта – алтерације ("weathering") – седиментације – дијагенезе.

Надаље, минералošки састав указује на природне потенцијалне изворе токсичних метала. Познато је да минерали глине (заједно са карбонатима, органском материјом, оксид-хидроксидима мангана и гвожђа) због велике специфичне адсорпционе површине (посебно монтморионит) чине апсорптивни комплекс земљишта. Додатно, елементи као што су Ni, Co, Cr, Zn, Cu, В и Pb су микроелементи глина, нпр. могу бити присутни у

илиту; Cr и Ni у хлоритима; Cr је присутан и у магнетиту, неким амфиболима. Co, Cd и Pb, могу мењати Ca у карбонатима (Виноградов, 1958; Hawks & Webb, 1962; Huang, 1967; Танчић, 1994; Бабич, 2003; Kabata-Pendias, 2011).

4.3.2. Физичко-хемијске карактеристике земљишта

У Табели 11 су представљене физичко-хемијске карактеристике и гранулометријски састав земљишта у слоју Т и слоју Б.

Табела 11. Физичко-хемијске карактеристике и гранулометријски састав земљишта (%), у слоју Т и Б

	Орг.мат.	CaCO ₃	pH	Песак	Прах	Глина
Т слој						
Средња вр.	4,71	8,35	7,52	5,30	88,1	6,54
Ст. дев.	1,32	4,86	0,35	8,21	8,85	3,99
Медијана	4,90	8,00	7,51	3,40	89,7	6,00
Минимум	2,80	1,50	6,12	0,36	44,8	0,50
Максимум	7,00	23,3	8,81	50,5	97,9	30,0
CV%	28,1	58,2	4,71	155	10,0	61,0
Б слој						
Средња вр.	4,85	10,4	7,53	5,13	87,7	7,14
Ст. дев.	1,35	6,01	0,29	8,00	10,5	6,63
Медијана	5,30	10,6	7,51	3,19	90,7	5,50
Минимум	1,05	1,50	7,11	0,34	44,8	Нд
Максимум	7,16	21,4	8,71	50,2	97,9	5,50
CV%	27,7	57,9	3,85	156	11,9	92,8

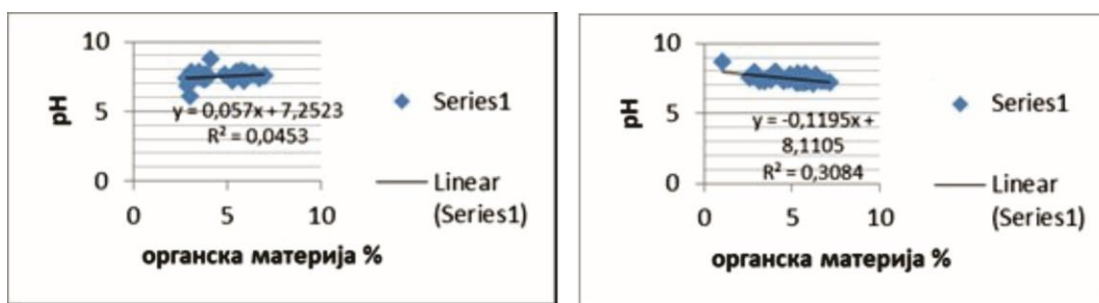
Средње pH вредности и садржај органске материје се не разликују значајно у два испитивана слоја, док је садржај свих врста карбоната (изражен као % CaCO₃) виши у подповршинском слоју.

Средња pH вредност од 7,52 (Табела 11) у оба слоја земљишта испитиваног подручја класификује их као слабо алкална (United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service). У површинском слоју опсег pH од 6,12 - 8,81 указује на присутност слабо киселих до јако алкалних земљишта. У подповршинском слоју pH вредности указују на неутралне до јако алкалне реакције земљишта (pH 7,11 - 8,71). pH вредности неутралних и алкалних земљишта утичу на смањење обogaћивања земљишта металима из природних извора (из правца матичне стене). С обзиром на то, постојећа контаминација земљишта пре може бити последица утицај обogaћивања земљишта из потенцијалних антропогених извора (Krishna & Govil, 2007), посебно у површинском слоју. Највише pH вредности (Табела 11) измерене су на територији Беочина (S42/ 1, S45/2). Беочин је такође карактеристичан по најнижој вредности садржаја органске материје (средње вредности 3,40 и 2,33%), као и највишим вредностима карбоната у површинском слоју. Овај садржај органске материје у комбинацији са минералoшким саставом (Прилог 4) је у складу са максималним вредностима pH. Минимуми pH

вредности детектоване су на простору Шида (S41/1) и Шимановаца (S2/2). Ово су области са најнижим садржајима карбоната.

Према садржају органске материје (% хумуса), који се креће у опсегу 2,08 - 7,00 %, у површинском слоју (средња вредност 4,71 %) и 1,05 - 7,16 % (средња вредност 4,85 %) у подповршинском, испитивано земљиште Срема спада у групу умерено до јако хумозно. Изузетак је земљиште са ознаком S45/2 (слабо хумозно), што га уз присуство карбоната сврстава у тип земљишта близак карбонатном чернозему. Највиша вредност органске материје уочена је у земљишту на територији Пећинаца (површински слој) и С. Митровице (подповршински слој).

Имајући у виду да је процентуално учешће органске материје минимално (до 7 %) у земљишту, може се закључити да је највећи проценат токсичних елемената распоређен у неорганском делу земљишта.

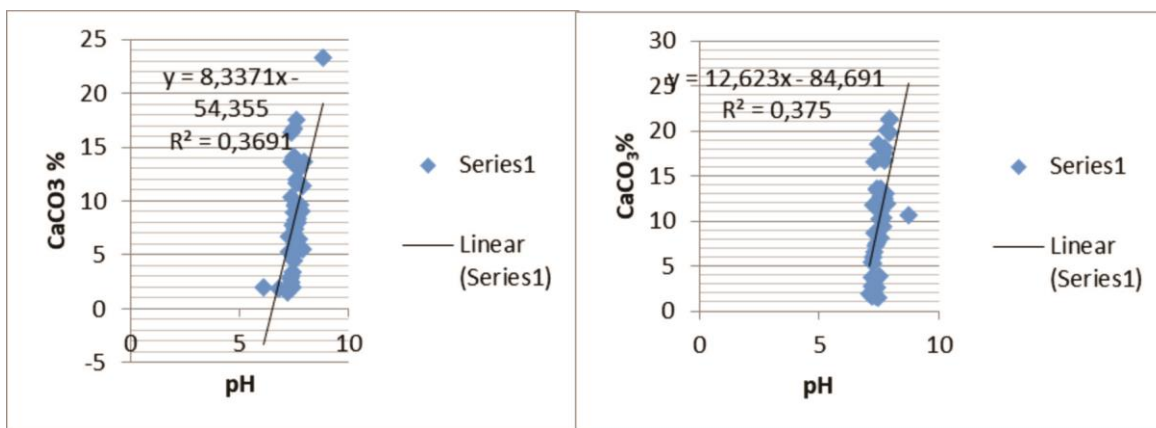


а)

б)

Слика 7. Дијаграм зависности рН и садржаја органске материје (%) у а) слоју Т и б) слоју Б.

Дијаграми зависности рН и органске материје (Слика 7) указују на недостатак или слабу корелацију између ова два параметра. Разлог може бити управо чињеница да рН вредност поред садржаја органске материје, зависи и од низа других фактора, као што су: присуство карбоната (као пуферског система); глина (количине и врсте), јонски састав земљишног раствора (садржај Al^{3+} , Fe^{3+}), вегетације итд. (Танчић, 1994). Позитивна корелација ($r=0,61$) између карбоната и рН вредности, представљена на Слици 8 је евидентна у оба слоја.



а)

б)

Слика 8. Дијаграм зависности садржаја карбоната и рН вредности у а) слоју Т и б) слоју Б

4.3.3. Гранулометријски састав и типови земљишта

Гранулометријским анализама земљишта (Konta, 1973) добијене су процентуалне вредности фракција: песка (0,25 – 0,063 mm), праха (0,063 – 0,005 mm) и глина (>0,005 mm) (Прилог 5-5.1 и 5.2).

На основу процентуалног учешћа фракција у појединачним узорцима, испитивана земљишта могу се сврстати у четири групе (редослед по учесталости): прашкаста земља > глиновито—прашкаста земља (S10, S14, S15 и S29) > песковито глиновито—прашкаста земља (S34 и S40); песковато прашкаста земља (S42 и 43/2) > прашкасто- песковита земља на локалитету (S45). У узорку 43/1 измењен је однос глина-прах–песак у односу на састав подповршинског слоја, па се испитивано земљиште групише у глиновито-песковито-прашкасту земљу. У складу са чињеницом да се загађење из цементаре транспортује ветром на већа растојања, у зависности од брзине ветра и величине честица (Farzadkia et al., 2016), различита текстура земљишта у површинском слоју (највише честица испод 0,005 mm) у односу на подповршински слој, сугерише на могућ утицај цементне прашине на резултате гранулометријске анализе.

Утврђено је да не постоји велика разлика између текстуре земљишта у површинском и подповршинском слоју. Садржај глине је незнатно виши и више варира у подповршинском слоју (CV = 61 % и 93 %). Највише вредности фракција глине су детектоване су у узорку S-29/1 (17,5 %) и S14/2 (30 %). Како су фракција праха и глине главни носиоци токсичних елемената - тешких метала (природног и антропогеног порекла) и других загађујућих компонената (Vanat et al., 2005), могуће је закључити да област у урбаној зони Сремске Митровице, као и локалитет на удаљености 200 m од фабрике за обраду метала, у урбаној области Старе Пазове највише имају афинитета ка концентрисању метала (97% збир фракција праха и глине).

4.3.4. Степен контаминације земљишта

У Табелама 12 и 13, представљен је укупан садржај микро и макроелемената, добијен као збир укупно екстрахованих елемената у пет фаза секвенцијалне екстракције. С обзиром да ни у једној од фаза није дошло до потпуног разарања узорака, структура силиката није у потпуности нарушена и на тај начин добијени резултати представљају „pseudototal” садржај елемената.

Табела 12. Дескриптивна статистика микроелемената у слоју Т и Б (mg kg⁻¹)

	As	B	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Co	Zn	Hg
	Т слој									
Средња в.	6,55	8,50	0,36	49,3	28,0	51,6	21,6	10,8	65,9	0,37
Ст. дев.	3,78	4,44	0,17	39,0	15,6	40,4	14,0	3,99	36,7	0,27
Медијана	6,52	8,03	0,33	36,8	22,8	39,9	18,6	9,97	51,3	0,25
Минимум	1,09	1,43	0,21	21,1	13,6	23,5	6,42	5,31	33,4	0,07
Максимум	21,4	24,5	1,27	247	94,4	230	67,7	24,1	192	0,95
CV%	57,8	52,5	45,8	79,2	55,6	78,4	64,9	37,0	55,6	73,0
	Б слој									
Средња в.	6,48	6,32	0,28	44,8	37,0	49,7	18,2	10,1	55,6	0,23
Ст. дев.	3,16	2,74	0,10	29,1	79,6	44,8	15,6	3,55	24,0	0,12
Медијана	6,77	6,01	0,28	36,9	22,0	36,4	13,5	9,45	52,5	0,22
Минимум	0,40	0,78	0,16	20,1	14,2	21,7	5,34	5,44	27,4	0,05
Максимум	12,6	12,8	0,68	152	553	273	95,4	20,2	154	0,57
CV%	48,5	43,4	32,6	64,9	215	90,2	85,8	35,1	43,1	52,2

Табела 13. Дескриптивна статистика макроелемената у узорцима у слоју Т и Б (mg kg⁻¹)

	Al	Fe	Mn	Ca	Mg	K	Na
	Т слој						
Средња в.	20399	20088	630	28078	18208	1531	229
Ст. дев.	5144	6345	105	16708	14199	721	105
Медијана	20417	21144	629	24062	13805	1614	203
Минимум	10444	11515	455	4734	6061	391	85,6
Максимум	31386	34855	899	68422	85900	3013	460
CV%	25,2	31,6	16,7	127	77,8	47,1	46,0
	Б слој						
Средња в.	20049	19659	647	31162	22435	1528	224
Ст. дев.	5428	6870	404	16603	17650	907	114
Медијана	19115	19309	581	29009	13337	1542	192
Минимум	10035	10609	281	5903	7503	326	72,8
Максимум	30610	33601	3108	69782	75285	5252	512
CV%	27,1	34,9	62,5	108	78,7	59,4	50,7

Према Karim et al. (2014) високи коефицијенти варијације (CV%, Табела 12, 13) за садржај елемената, указују на велику варијабилност у њиховом садржају, односно већу хетерогеност у узорцима, а по неким ауторима (Cai et al., 2015) и значајан антропогени утицај. Међутим, у овом раду, у случају Ni у оба слоја, Cu у подповршинском слоју и Cr у површинском (Табела 12), велика вредност овог коефицијента може бити узрокована

антропогеним активностима и утицајем матичних стена. Поред тога, евидентна је висока вредност Cu олова и Hg у слоју Т, односно Б респективно, што може сугерисати на антропогени утицај. Додатно, постојање сулфидних минерализација живе на територији Фрушке Горе, може бити још један од фактора који су утицали на ову варијабилност у земљишту Срема.

Средње вредности садржаја за Ni , Co , Hg и Cu су више од коригованих граничних вредности (МДКм) у оба слоја. Ове вредности су далеко ниже од модификованих ремедијационих вредности. Међутим, у погледу фонских вредности (BG1) само су Cu , Zn и Pb елементи чији садржај указује на контаминацију антропогеног порекла.

Опсег концентрација никла указује да су све вредности у испитиваном подручју изнад наведених стандардних вредности односно више или ниже од фонских (Табела 12). Опсег концентрација Cr , Co , Zn , Hg и Pb су изнад и испод модификованих (МДКм), МДК и фонских вредности. Наведено важи и услучају бакра, осим у случају екстремно високе вредности, која је изнад и ремедијационе (РВ). Садржај Cd у испитиваном земљишту је испод и изнад МДКм/МДК у површинском слоју, док је испод МДК у подповршинском слоју. Садржај V је испод 50 mg kg^{-1} , али изнад BG вредности у целој испитиваној области. Садржаји As у свим узорцима су испод модификованих МДК (МДКм), изузев максималне вредности на локалитету S41 (поред цементаре). Садржаји ових елемената су испод ремедијационих РВ/РВм.

Резултати сличних студија (Бранков и сарадници, 2006; Јакшић и сарадници, 2012; Максимовић и сарадници 2012; Нинков и сарадници 2012), како је раније напоменуто, указују да је садржај испитиваних елемената испод МДК вредности дефинисаних домаћим правилницима, са неколико изузетака: у области лесних тераса Срема присуство повишеног садржаја Ni , Pb и Cr је објашњено као антропогено, док је у подповршинском објашњено као геогено (Јакшић и сарадници, 2012). У поређењу са резултатима истраживања добијеним у оквиру GEMAS пројекта, може се закључити да су вредности медијане живе ниже у односу на наведене (Табела 4), али унутар опсега детектованог у пољопривредном земљишту Европе (Ottesen et al., 2013). Вредности за садржај Zn , Pb , Cd и As су упоредиве са онима које су презентоване у радовима других истраживача (Reimann et al., 2012; Tarvainen et al., 2013; Ladenberger et al., 2016; Birke et al., 2017). Вредности медијане за Cu , Cr , Co и Ni у пољопривредном земљишту Европе, коју је презентовао Albanese et al. (2015) су ниже. Многе аномалије у садржају елемената су, у овим публикацијама, објашњене како различитим геогеним изворима (минерализација, рудни депозити, типови земљишта или матичне стене), тако и антропогеним изворима, као што су активности у урбаној средини (Hg , Pb и Cd); сагоревање угља (As и Hg), употреба хербицида, ђубрива (Cd) или фунгицида (Cu).

4.3.5. Потенцијални извори загађивања и дистрибуција токсичних и потенцијално токсичних елемената

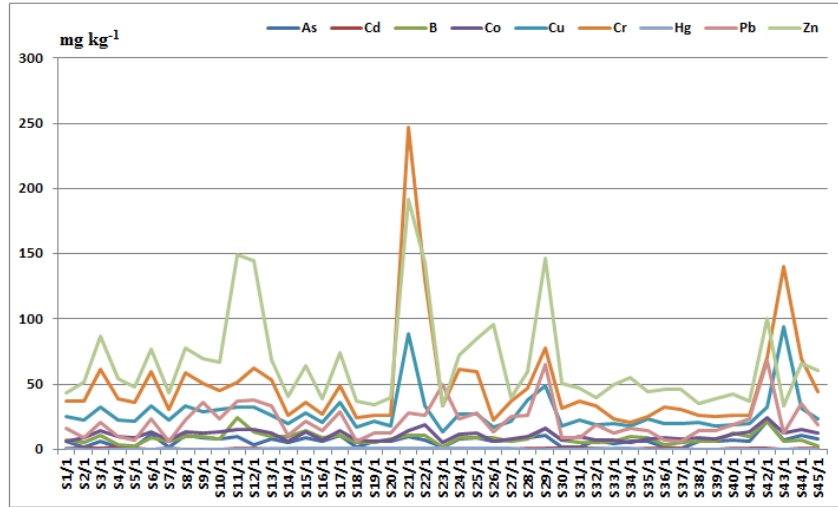
У овом поглављу су разматране две врсте дистрибуције токсичних елемената: а) по слојевима и б) просторна - по градовима и индустријским објектима

4.3.5.1. Дистрибуција садржаја елемената по слојевима

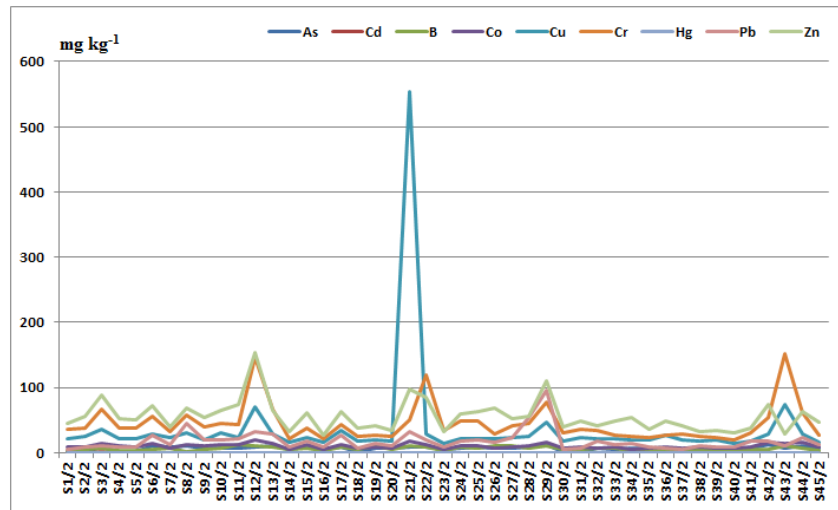
Применом Wilcoxon-ов теста утврђено је да је садржај В, Cd, Ni, Pb, Zn и Hg виши у површинском слоју. За разлику од тога, већи садржај бакра је уочен у подповршинском слоју. Оваква расподела је очекивана, с обзиром да се у литератури (Vinogradov, 1958; Поповић, 1989; Танчић 1994; Богдановић и сарадници, 1997) уопштено може наћи да се елементи као кадмијум и олово који потичу од антропогених активности везују првенствено у површинском слоју. Цинк се због високе енергије адсорпције на честицама колоидног комплекса земљишта тешко испира у дубље слојеве, а биљке томе доприносе. Бор се такође више концентрише у слојевима земљишта него у литосфери, због интензивне акумулације при стварању земљишта, на шта указује и виши садржај овог елемента у површинском слоју. Додатно, биогени елементи као што су Cu и Zn, често су укључени у биогеохемијски циклус. У складу са тим и њихово обогаћивање у површинском слоју није увек антропогеног порекла (Grigar & Popelka, 2016). Жива се у површинском слоју више акумулира, посебно ако је површински слој богатији органским C и S (Kabata - Pendias, 2011), што може бити случај са обрадивим земљиштем.

4.3.5.2. Просторна дистрибуција садржаја елемената

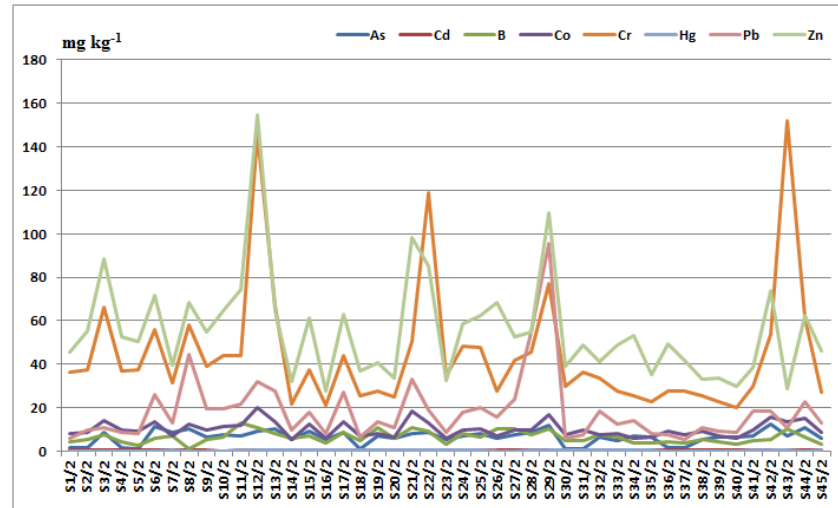
На Слици 9 представљена је расподела садржаја токсичних елемената по локалитетима.



a)



b)



c)

Слика 9. Дистрибуција садржаја елемената по локалитетима а) у слоју Б и б) у слоју Т и в) у слоју Т, без максимума на локалитету S22

Дискусија која следи је конципирана је у складу са средњим вредностима садржаја елемената у земљиштима појединачних области (градова).

Према вредностима садржаја Cr, Ni, Co и Cu, земљишта Руме и Беочина су највише контаминирана овим елементима. Повишен садржај никла на територији Срема, посебно у алувијално-делувијалним земљиштима може се објаснити процесима којим се никл из ултрабазичних стена са Фрушке Горе спушта у ниже подручје (Дозет и сарадници, 2011). Утицај ултрабазита са ове, као и планина са обронака периферне области Панонског басена, где је изражено присуство офиолита (Грба, 2014), може бити један од објашњења високе концентрације Cr, Ni и Co и у другим деловима испитиване области - алувијона Саве (понајвише у случају Сремске Митровице, Стара Пазове и Пећинаца). Наиме, пролувијално-делувијални процеси могу да буду узрок присуства детектованих фрагмената магматских стена у Руми и Беочину. Додатно, асоцијација ова три елемента може да укаже на присуство ултрабазита чије је постојање показано и у другим деловима Србије, како је то приказано је и објашњено у истраживању Albanese et al. (2015). Такође, резултати добијени у пољопривредном земљишту Балкана и Србије су слични презентованим у овом истраживању. Као потврда ове претпоставке о пореклу елемената су и истраживања у којима су повишене вредности и асоцијације елемената Cr, Ni, Co и Mn у земљишту последица "weathering" ултрабазита, посебно богатих серпентинитима, односно присуство хлорита и амфибола (Venturelly et al., 1997; Giuseppe et al., 2014). Овде треба, међутим додати и податак да се у области ултрабазита, односно серпентинита, региструју и појаве повишених садржаја бора (Vinogradov, 1958). У складу са тим, висока вредност овог елемента у узорку S41/1 може бити услед природног обогаћења.

У складу са дистрибуцијом највиших вредности ових елемената по локалитетима (Слика 9), можемо да претпоставимо да поред природног обогаћења, узрок њиховог повећаног садржаја може бити и индустријска активност. Наиме, максимална и високе вредности садржаја никла, регистроване су у оба слоја земљишта узоркованог око цементаре: 400 m од цементаре у урбаном делу Беочина (S43) и непосредно поред цементаре S42/1 (106 mg kg⁻¹); око фабрике коже: на локалитету S22 у површинском слоју (167 mg kg⁻¹), на удаљености 250 m од из напуштеног воћњака и S21 (158 и 148 mg kg⁻¹), непосредно уз фабрику, у урбаном делу Руме. Poročić et al. (2011) је регистровала високе вредности садржаја никла које опадају са растојањем од цементаре.

Максимални садржај Cr је забележен у близини ова два објекта, у узорцима са ознакама S21/1 и S43/2. Високе вредности детектоване су на локалитету S22 у површинском слоју (130 mg/kg) и S43/ 1 (141 mg kg⁻¹). Највиша вредност забележена је у непосредној близини дренажног канала индустријског отпада, због употребе соли Cr (VI) у процесу производње (Tariq et al., 2005) (у периоду када је фабрика била у функцији). Додатно, цементна индустрија може бити извор овог елемента због хабања ротационих пећи за производњу цемента (Bodaghrouh et al., 2012). Поред ових извора, као што је напоменуто, присуство хлорита и амфибола могу бити разлог повећања вредности садржаја елемената у наведеним узорцима. Максимална вредност садржаја кобалта забележена је такође у узорку узетом непосредно уз цементару (S42/1).

Максималне вредности садржаја бакра су такође забележене на удаљености 400 m од цементаре и екстремно висока вредност садржаја бакра је уочена на растојању 250 m од постројења индустрије коже. Међутим, чињеница да је узорак S22 узет у напуштеном воћњаку, те да ни један минерал бакра није детектован у овом земљишту, наводи на

закључак да ова екстремна вредност садржаја бакра није последица индустријских активности. Највероватније је то последица употребе фунгицида типа Бордовске чорбе, који се генерално употребљавају у воћарству и виноградарству у овој области. Нинков са сарадницима (2010) уочила је повећање садржаја никла (геогеног-литолошког порекла) и присуство једињења бакра у виноградима Баната. Примесе у овој врсти фунгицида могу бити и олово и цинк (Орешковић и Гашић, 2005). У складу са резултатима Cu у узорку S43 (Табела 14) и резултатима садржаја Pb, Zn, Cd, As и Hg, цементара може бити један од извора контаминације земљишта Беочина. До истог закључка дошли су Mandal & Voutchkov (2011) у свом истраживању.

Максимална вредност садржаја Cd ($0,63 \text{ mg kg}^{-1}$), заједно са As и Pb у површинском слоју је регистрована у узорку код цементаре S42. Високе концентрације Cu, Zn, Pb, Cd и Hg у земљишту око цементаре су објашњене у другим истраживањима (Banat et al., 2005; Ghorbani et al., 2013). Прецизније, ова група елемената, заједно са хромом може бити присутна у летећем пепелу, после сагоревања фосилних горива која се употребљавају у процесу клинкеровања и калцинације и емитује се уз цементну прашину (Yongming et al., 2006).

Земљиште Руме је контаминирано највише живом и цинком. Највиша вредности су регистроване у узорку слоја Т (S21/1). Максимална и високе вредности садржаја цинка (Слика 9) су уочене на локалитетима S21 (у површинском), на локалитету са ознаком S22 (Табела 14) и оне су изнад МДК и ВГ вредности, сугеришући да су фабрика коже, као и употреба фунгицида највероватније главни извори овог елемента.

Испитивано земљиште са локалитета Стара Пазова је највише контаминирано Zn, Cr, В, Ni, Cu и Co. Највише вредности ових елемената су детектоване у земљишту непосредно уз фабрику за обраду метала (S12) (Табела 14). Ова група метала која је присутна у садржајима изнад ВГ и МДК вредности управо указује на утицај ове фабрике на повећан садржај наведених елемената. С друге стране, присуство хлорита и амфибола указује на постојећи природни утицај на виши садржај Cr, Ni и Co, посебно у површинском слоју. У амфиболима, као и магнетиту, такође може бити присутан и цинк (Табела 1). Посредан утицај ултрабазита може се одразити и на садржаје бора у земљишту ове области.

Надаље, у земљишту око депоније металног отпада (старог гвожђа, S11) очекивано је да дође до повећања вредности садржаја Cd, Pb, Zn, Cr, Ni и Cu. Наиме, садржај ових елемената је био 3 - 10 пута виши у истраживању Sofilić et al. (2013), после директног краткотрајног контакта земљишта са металним отпадом. Међутим, у овом случају, садржаји кобалта ($15,5 \text{ mg kg}^{-1}$), бакра ($32,6 \text{ mg kg}^{-1}$) и цинка (148 mg kg^{-1}) су изнад МДКм, као и ВГ вредности. Додатно, вредности олова ($37,0 \text{ mg kg}^{-1}$), кадмијума ($0,53 \text{ mg kg}^{-1}$) и хрома ($51,1 \text{ mg kg}^{-1}$) су више у односу на ВГ, што све заједно може указати на неки блажи утицај депоније (атмосферска депозиција), узимајући у обзир да је то и пољопривредно земљиште. Садржај В (максимум) на истом локалитету управо може бити последица употребе агрохемије с једне, односно природно обogaћење, са друге стране, како је већ објашњено.

Сремска Митровица је град у коме је детектован највиши садржај Zn, Pb и Hg у испитиваном земљишту. У урбаном делу Сремске Митровице, место удаљено 250 m (са западне стране) од фабрике дрвета и целулозе (S29) је најконтаминираније оловом и цинком (Табела 14). Ова два елемента заједно указују на утицај урбаних активности и саобраћаја на датом локалитету. На овом локалитету су регистроване вредности изнад МДКм, МДК и ВГ и у случају и других елемената, као што су: Ni, Cu, Cr, Co и Hg.

Њихово порекло, са друге стране може бити сагоревање фосилних горива (летећи пепео) у процесу производње дрвета и целулозе. Природан извор елемената Ni, Cr, Co и Zn, могу бити хлорити и амфиболи, детектовани и овде (Прилог 4). Садржаји Ni и Co су готово једнаки и на локалитету на удаљености 400 m (источно) од ове фабрике (S28), док је вредност садржаја других елемената готово два пута нижа. То указује на већи утицај индустријских активности на садржај елемената (осим на Ni и Co), у правцу запада и додатно утицај урбаних активности, посебно у површинском слоју.

Узорак S-27/1 узет непосредно поред индустрије целулозе (Сремска Митровица) са обрадивог земљишта је такође специфичан, јер је том локалитету регистрована максимална вредност садржаја живе (у Т слоју). Један од разлога може бити летећи пепео, као у претходном случају, а додатно и употреба живиних једињења у некадашњој заштити дрвета (Kabata-Pendias, 2011), која би се могла ослобађати у атмосферу, услед индустријског третмана те сировине. Додатно, посматрајући високе вредности садржаја живе (изнад референтних), могуће је закључити да су земљишта Руме и Инђије су најконтаминираније овим елементом. Максимална вредност живе у слоју Б је уочена у узорку узетом са њиве 400 m од шећеране у Пећинцима (S7/2). Опсег вредности садржаја живе од 0,37 - 0,68 mg kg⁻¹ у слоју Т, као и 0,28 - 0,47 mg kg⁻¹ у слоју Б у ова два града је највероватније последица сагоревања фосилних горива са једне, и употребе пестицида са друге стране.

Резултати за средњи садржај елемената у Шимановцима указују да је земљиште овог града најконтаминираније кадмијумом. Највиша вредност овог елемента детектована је у обрадивом земљишту са ознаком локалитета S4, на парцели на којој је гајена шећерна репа (поред фабрике пестицида с једне и грађевинског материјала с друге стране). Повећан садржај кадмијума који је већи од МДК и ВГ вредности на овом локалитету, може бити последица и сагоревања, као и пољопривредних активности.

Табела 14. Садржај токсичних елемената на најконтаминиранијим локалитетима у слоју Т и Б

узорак	слој	Ni	Cu	Cr	Co	Pb	Cd	Zn	Hg	B	As
S12	Т слој	50,6	32,5	62,8	15,0	38,1	0,43	144	0,12	13,1	3,13
	Б слој	165	70,4	146	20,2	32,2	0,40	154	0,22	11,04	8,96
S21	Т слој	158	88,7	247	14,6	27,7	0,42	192	0,95	10,5	9,75
	Б слој	148	28,2	119	18,3	19,04	0,30	85,0	0,24	9,26	8,87
S22	Т слој	167	33,1	130	19,1	26,2	0,36	142	0,86	11,0	6,76
	Б слој	40,3	553	50,3	12,8	33,2	0,36	98,1	0,26	10,6	8,29
S29	Т слој	66,7	49,1	77,6	16,5	65,3	0,45	147	0,19	16,4	11,2
	Б слој	83,0	47,1	77,2	16,8	95,6	0,34	110	0,40	10,4	12,1
S42	Т слој	106	32,3	70,1	24,1	67,7	0,62	100	0,12	21,3	21,4
	Б слој	82,7	28,8	53,7	15,9	18,5	0,42	73,6	0,19	5,30	12,6
S43	Т слој	230	94,4	141	12,3	12,7	0,31	33,6	0,22	6,57	7,03
	Б слој	273	74,5	152	13,5	10,9	0,38	28,4	0,24	10,5	7,12

4.3.5.3. Остали извори загађења у испитиваној области

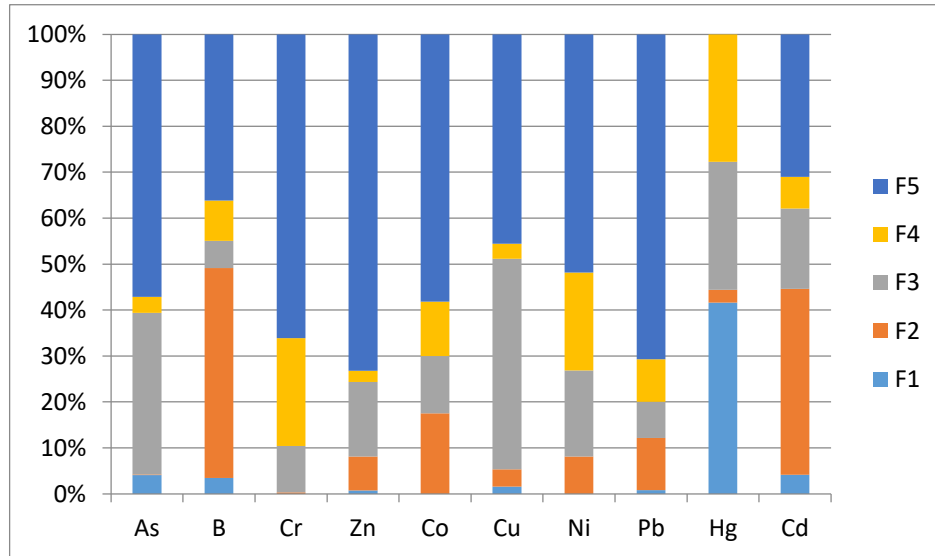
У Табели 14 је представљен укупан садржај елемената у оба слоја на најзагађенијим локалитетима испитиваног подручја. На основу дискусије у претходном поглављу утврђено је да на испитиваном подручју, поред природних извора, на повећан садржај елемената највећи утицај имају индустријски објекти: фабрика коже, цементара и фабрика за обраду метала, као и активности у урбаној средини.

Поред ових објеката, у мањој мери на контаминацију земљишта утицале су и активности штампарије (S3 - Шимановци), поменуте шећеране (S6 и S8 - Пећинци), као и фабрика акумулатора/индустрије лепкова (S17).

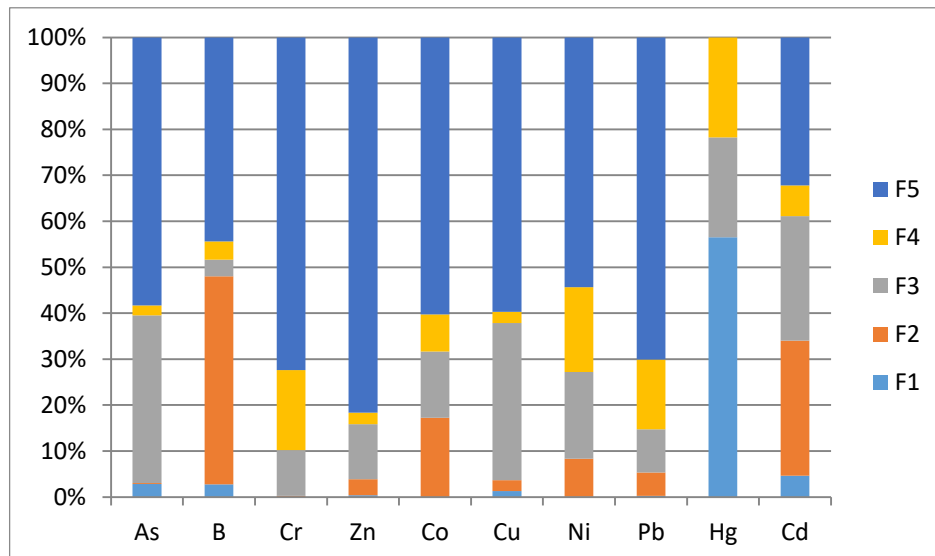
Тако, од три локалитета око шећеране, на два (S6 - непосредно уз објекат и S8 - 400 m западно од објекта вредности As, Cu, Cr, Ni, Co, Pb и Zn су изнад фонских. За разлику од тога, све вредности садржаја ових елемената су ниже од BG1 на локалитету 400 m источно од објекта (S7). Током самог узорковања, евидентно је било простирање густог дима из фабрике у правцу локалитета S8, што је био и главни разлог избора тог места за узорковање. У складу са тим, детектована повећања могу имати везу и са сагоревањем горива у процесу производње. То се може повезати и са пореклом елемената на локалитету S17, уз напомену да су овде присутни и амфиболи, хлорити, као потенцијални извори хрома и никла. Утицај осталих индустријских активности није утврђен као значајан, што због природе контаминаната који настају у процесу производње, што због правца њиховог емитовања, односно избора места узорковања, које вероватно није било репрезентативно.

4.3.6. Геохемијски афинитет токсичних елемената

Применом методе секвенцијалне екстракције, одређена је просечна расподела садржаја метала и металоида по фазама екстракције. Расподела елемената по фракцијама (геохемијским фазама) је приказана у % и представљена је дијаграмима (Слика 10 а) и б)).



a)



б)

Слика 10. Расподела елемената по фракцијама (геохемијским фазама) приказана у % а) у слоју Т и б) слоју Б

На приказаним дијаграмима може се видети расподела елемената по геохемијским фазама. Афинитет елемената према фракцијама и одговарајућим супстратима је на основу процентуалног учешћа представљен следећим редоследом:

Арсен је као сидерофилни елемент у оба слоја највише заступљен у резидуалној фази највероватније везан за минерале гвожђа. Просечна расподела по фазама је уједначена у оба слоја. Значај резидуалне фракције у везивању арсена је показан и у раду Оконкво (2007).

Бакар је, такође као сидерофилни елемент, подједнако заступљен у резидуалној и Fe-Мп-окси-хидроксидима у површинском слоју. У подповршинском слоју земљишта

најзаступљенији је у резидуалној фази (F1 - F4) < F5. Дистрибуција у којој је бакар нешто концентрованији у мобилнијим фазама (F1 - F4) > F5 у слоју Т може сугерисати да је антропогени утицај изразитији у површинском слоју. Додатно, разлог може бити и учешће бакра у биогеохемијском циклусу, који је израженији у површинском слоју.

Цинк има такође различиту расподелу елемената по фракцијама у слоју земљишта Б и Т (Слика 10). Оваква расподела је у складу са резултатима добијеним за седимент Тисе у Војводини (Sakan et al., 2010) у коме је показано и природно и антропогено порекло цинка. Као и бакар, цинк може учествовати у био-геохемијском циклусу због кога постаје мобилнији.

За разлику од бакра и цинка, оваква расподела **олова** као неесенцијалног елемента у површинском слоју, односно померање равнотеже у правцу мобилнијих облика, наводи на закључак само о антропогеном утицају на садржај олова. Наиме, олово по радијусу може да замењује јоне калцијума у карбонатима (Lu et al., 2007), па се често из антропогених извора (нпр. из ваздуха, саобраћаја) концентрује у мобилним фазама, посебно карбонатној (Ghariani et al., 2008). До истих резултата за расподелу између резидуалне и карбонатне фазе, у пољопривредном земљишту, дошли су Khanlari & Jalali (2008).

Хром и **никл** су у оба слоја расподељени по геохемијском афинитету на исти начин. Оваква расподела хрома и никла је слична расподели у седиментима Тисе у Војводини (Sakan et al., 2010) и сугерише на заједничко геогено порекло ових елемената и њихову геохемијску сличност. Дозет са сарадницима (2011) је такође показала низак садржај лако приступачног никла ($1,48 \text{ mg kg}^{-1}$) у земљишту Срема, што упућује на доминантно природно порекло овог елемента.

Расподела Со по фазама и дубини је неселективна и указује на хетерогеност у понашању овог елемента, с обзиром да је Со сидерофилан, халкофилан и литофилан, а у природи је тесно везан за никл и гвожђе.

Мобилност Ni и Со, која виша у односу на Сг у земљиштима која потичу од ултрабазита, услед различитог груписања ових елемената у минералима после "weatheringa", објаснио је Kiercak et al. (2016).

Кадмијум нема исту расподелу у испитиваним слојевима и неселективно је везан у фазама, што указује на хетерогену расподелу и геохемијски афинитет. У првом слоју највећа заступљеност је у карбонатној, док је у подповршинском слоју највише везан у резидуалној фази. Познато је да кадмијум може да гради карбонате у јаким оксидационим условима (Kabata-Pendias, 2011). Везан у лако мобилној фази, представља опасност због токсичности (Sakan et al., 2007), а оваква дистрибуција указује на већи антропогени утицај на садржај овог елемента у површинском слоју.

Жива има врло специфичну расподелу између F1, F3 и F4 фазе у оба слоја. Могуће је претпоставити да су значајни супстрати живе у испитиваном земљишту органска материја и аморфни облици оксида гвожђа и то различитим степеном интеракције - од формирања комплекса до адсорбованих облика. Двовалентна жива се интензивно везује за хуминску материју (Boszke et al., 2008) и она може бити супстрат живе која екстрахована у F4. Михаљев са сарадницима (2008) је испитујући садржај живе у узорцима луцерке са земљишта Војводине уочио да су поједине вредности изнад дозвољеног садржаја за овај елемент. Овај резултат може бити последица велике мобилности и доступности живе биљкама, што је у складу са резултатима добијеним у овом истраживању.

Бор је највише расподељен између карбонатне и резидуалне фазе. Присуство бора у мобилнијим облицима је највероватније последица "weathering" турмалина, који се

преласком у мобилан облик, борну киселину може изгубити спирањем (Nable et al., 1997), а у пуферском систему калцијум-карбоната се неутралише, и тиме у овој фази највероватније остаје у облику калцијум метабората, који је мање растворан. Присуство боросиликата као турмалина је доказано у узорцима земљишта, али не и у референтним узорцима. Приликом интеракције турмалина са 6М HCl делимично се нарушава његова структура, па се тако В појављује и у резидуалној фази (F5) испитиваног земљишта. Додатно, В се може наћи у саставу силиката, како замењује алуминијум и силицијум, те се јавља у минералима глина, лискунима и фелдспатима (Kabata-Pendias, 2011). У случају глина, то могу бити производи распадања ултрабазита пореклом са Фрушке Горе.

За највећи број испитиваних елемената значајна фаза за везивање је резидуална, што указује да су потпуно кристалисани оксиди гвожђа типа магнетита, хематита, као и алумосиликати значајни супстрати елемената, али и указује на доминантно геохемијско порекло већине елемената.

Генерално, доминантно присуство у резидуалној фази сугерише литогено порекло и ниску доступност (Ashraf et al., 2012). Расподела бакра и арсена између фаза F5 и F3, односно оксида гвожђа различитог степена кристализације може бити последица хидратације хематита, магнетита у аморфне или слабо кристалне, као и друге минерале типа лимонита (Nelson, 2014).

Сумирано, процентуално учешће елемената по фазама секвенцијалне екстракције у слоју Т може да се може представити на следећи начин:

F1: најдоминантнији елемент у овој фракцији (у форми јона у земљишном раствору или адсорбованих у адсорпционом комплексу земљишта) је Hg (41,8%), затим по заступљености следи As и Cd (оба 4,12%) > В (3,43%) > Cu (1,46%) > Pb (0,83%) > Zn (0,74%) > Co (0,14%) > Cr (0,06%).

F2: у лако-мобилној фази, приликом промене рН и благог пада редокс потенцијала ослободиће се унајвећем проценту бор (45,7%), за којим следи низ елемената по опадајућим процентуалном учешћу: Cd (40,4%) > Co (17,7%) > Ni (8,17%) > Pb (11,4%) > Zn (7,42%) > Hg (2,90%) > Cu (2,37%) > As (1,83%) > Cr (0,45%).

F3: Приликом растварања аморфних и слабо кристалних облика гвожђа у површинском слоју ослобађају се: Hg (29,1%) > Ni (18,7%) > Cd (17,5 %) > Zn (16,2%) > Co (12,6%) > Cr (10,0%) > Pb (7,84%) > В (5,97%).

F4: Услед оксидације органске материје и сулфида, у највећем проценту се ослобађа жива у (29,1%), док су остали елементи екстраховани у површинском слоју по следећем редоследу: Cr (23,4) > Ni (21,3%) > Co (11,9%) > Pb (9,24%) > В (8,76%) > Cd (6,92%) > Cu (3,46%), As (3,81%) > Zn (2,44%).

F5: У најмање мобилној фази (кристалним облицима гвожђа, алумосиликатима), у површинском слоју, елементи су екстраховани по следећем редоследу: Zn (73,2%) > Pb (70,7%) > Cr (66,0%) > Co (58,1%) > As (55,6%) > Cu (45,5%) > Ni (51,8%) > В (36,2%) > Cd (31,0%). Жива овде није детектована ни у једном слоју.

У слоју Б процентуално учешће елемената може да се представи на следећи начин:

F1: У најмобилнијој фази расподела елемената је слична: Hg (51,9%) > Cd (3,41%) > As (2,93%) > В (2,84 %) > Cu (1,35%) > Zn (0,49%) > Pb (0,33 %) > Co (0,15 %) > Ni (0,10%). Cr није детектован у адсорбованом облику значајном садржају.

F2: В (45,2%) > Cd (24,6%) > Co (17,2%) > Ni (8,27 %) > Pb (5,16 %) > Zn (3,54 %) > Cu (3,78%) > As (1,51%) > Cr (0,29%).

F3: Cd (22,7%) > Hg (20,4%) > Ni (18,8%) > Co (14,4%) > Zn (12,0%) > Cr (9,95%) > Pb (9,45%) > B (3,52%).

F4: Hg (25,7%) > Ni (18,5%) > Cr (17,4 %) > Pb (15,2%) > Co (8,08%) > Cd (5,30%) > B (3,95%) > As (2,70%) > Zn (2,51 %) > Cu (2,40%).

F5: Zn (81,6%) > Cr (72,4%) > Pb (70,0%) > Co (60,1%) > Cu (59,7%) > As (56,8%) > Ni (54,3%) > B (44,7%) > Cd (43,9%).

Из наведеног следи закључак да су најмобилнији елементи Hg, B, Cd и As, с обзиром да су најзаступљенији у најмобилнијим фазама (F1 и F2), док су Zn, Cr и Pb најзаступљенији у најмање мобилној фази (F5).

4.3.7. CIA и секвенцијална екстракција

Током секвенцијалне екстракције се, нарочито у прве три фазе, симулирају процеси при којима долази до промене јонске силе у раствору земљишта, промена рН и Е_h вредности. Процеси који се симулирају употребом реагенаса у резидуалној фази, посебно тотално разлагање је и најмање вероватно да се деси у природи. Међутим, као што је речено раније (Поглавље 2), реакције у киселој средини могу да утичу на нарушавање кристалне решетке силиката, посебно хлорита. Средње вредности CIA коефицијента, у оба слоја је 80,9 % и 80,4 %, што значи да је у узорцима дошло до "weathering"-а постојећих минерала и показују висок степен алтерације, током примене секвенцијалне екстракције.

Како су CIA вредности обрнуто пропорционалне укупним вредностима Са (негативан корелациони коефицијент у оба слоја -0,62 и -0,58 може се закључити да су вредности коефицијената хемијске измене најниже у узорцима са вишим садржајем карбоната.

Тако су и најниже вредности овог коефицијента изражене на територији Беочина (област карбонатног чернозема) - 58,6 % и 59,4 %, док су Шимановци карактеристични по највишим вредностима, односно највишој алтерацији 94,9 % и 96,8 %. Овај коефицијент нема значајну позитивну корелацију са већином елемената. Значајна негативна корелација CIA са елементом As (-0,53) и Pb (-0,56), (за n= 46) указује да ови елементи великим делом не потичу из природних извора -првенствено у површинском слоју (Pb), односно алумосиликата (As).

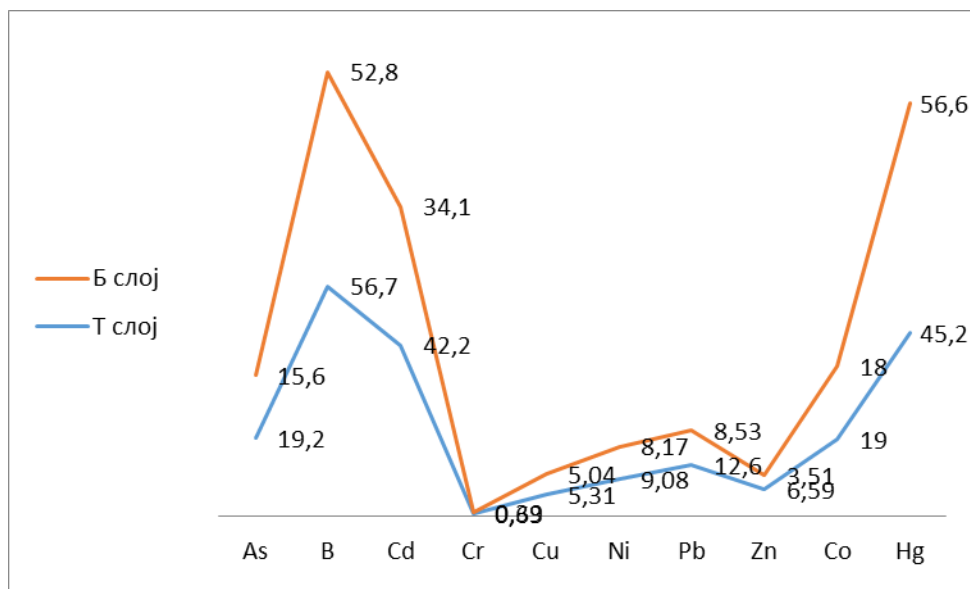
4.3.8. Степен мобилности и процена потенцијалног ризика

4.3.8.1. Фактор мобилности (MF) и коефицијент процене ризика (RAC)

Са циљем процене мобилности испитиваних елемената, у овом истраживању је примењен фактор мобилности (MF), као и коефицијент процене ризика (RAC).

Резултати представљени на дијаграму (Слика 11) указују да је максимална вредност MF фактора у случају бора, а од токсичних елемената, најмобилнији су жива и кадмијум. Вредности MF за остале елементе опадају следећим редом: As > Co > Pb > Ni > Zn > Cu > Cr, у површинском односно у подповршинском слоју Co > As > Pb > Ni > Cu > Zn > Cr. Добијени резултати указују да уколико дође до промене рН, слабије промене Е_h вредности или до повећања јонске активности и садржаја у земљишном раствору, анализирани елементи ће у наведеном проценту постати мобилни и доступни воденој

средини (геодоступни), доступни биљкама (биодоступни), али животињама и људима кроз ланац исхране.



Слика 11. Фактори мобилности (%) елемената у слоју Т и Б

Исти принцип се може користити у дефинисању степена ризика по животну средину, услед присуства токсичних елемената, како је то применио Rodriguez et al (2009). Према вредностима RAC не постоји ризик од контаминације хромом ($RAC_{Cr} < 1$). У групи елемената са ниским ризиком спадају: Cu, Ni и Zn, док у групи са умерено ризиком спадају Pb, Co и As. Групи са високим ризиком припадају Cd и Hg у слоју Т, односно Hg и B у слоју Б.

4.3.8.2. Коефицијент фактора ризика (E_r) и индекс еколошког ризика (RI)

Коефицијент фактора ризика (E_r) тешких метала представљен је у Табели 15. Како за B не постоји фактор токсичног одговора, изостављен је из табеле.

Табела 15. Коефицијент фактора ризика елемената (E_r) и индекс еколошког ризика (RI)

Слој	Ni	Cr	Pb	Zn	Cu	Cd	As	Hg	Co	RI
Т	6,9	2,5	8,8	1,3	10,4	34,1	11,6	38,7	4,3	119
Б	6,7	2,2	7,4	1,1	13,7	28,1	11,4	24,4	4,0	99,0

Све вредности фактора ризика су испод 40, чиме по датом критеријуму присутни елементи у земљишту представљају низак степен ризика. Изузетак представља вредност коефицијента за бакар ($E_r = 205$) где је показан висок ризик на локалитету S22. Највиши степен ризика, међутим представљају Hg и Cd, што потврђује и дистрибуција ова два елемента по фазама секвенцијалне екстракције (најзаступљенији у мобилним фазама), посебно у површинском слоју. Према опадајућим вредностима фактора ризика у

површинском слоју, редослед елемената представљају ризик је следећи: As > Cu > Pb > Ni > Co > Cr > Zn, односно у подповршинском слоју редослед је: Cd > Hg > Cu > As > Pb > Ni > Co > Cr > Zn. Најнижу вредност фактора ризика имају Cr и Zn, што је у складу са процентуалним учешћем ових елемената у најмање мобилној фази (F5).

На неколико локалитета је уочен одређен степен ризика од појединих елемената : кадмијум носи умерени ризик на локалитетима S1, S12, S28, S29, S40, S41 и S42 (површински слој); S3, S25 и S28 (подповршински слој). У узорку означеном са S4 уочен је знатан ризик од присуства кадмијума, где је регистрована и његова максимална вредност садржаја; жива представља умерен ризик на већем броју локалитета у површинском слоју: S1, S14, S16, S17, S23, S25, S33 и S 34 и у оба слоја: S7, S15, S18, S19 и S29. Знатан ризик због присуства живе је регистрован у површинском слоју на локалитетима S13, S21, S22, S24, S26 и S27.

Средњи индекс еколошког ризика је у оба слоја испод 150, чиме је испитивана област генерално у категорији ниског еколошког ризика.

Умерен еколошки ризик RI ($150 \leq RI < 300$) уочен је на наведеним локалитетима (S1, S4, S13, S17, S24, S25 и S27) због већег доприноса ризику који потиче од живе и кадмијума. На локалитетима S21, S22, S42 и S43 у површинском и подповршинском слоју S12 и S43, поред живе и кадмијума, укупном ризику доприносе и никл, бакар и арсен. Такође, на локалитету S29 уочен је значајан допринос олова укупном еколошком ризику. Коначно, ови резултати доводе до закључка да је на локалитетима где је уочен већи ризик од контаминације потребно обратити пажњу на мониторинг квалитета земљишта и то посебно оног који се користи у пољопривредној производњи.

4.3.9. Процена антропогеног утицаја- фактори обогаћења

4.3.9.1. Фактор обогаћења (EF) и одступање од BG вредности

С обзиром да се фактор обогаћења рачуна у односу на референтне вредности које представљају и фонске вредности садржаја испитиваних елемената, разматрање EF вредности, нарочито оних изнад 1 треба да се прати у односу на садржаје елемената на тим локалитетима. У случају кад вредности EF указују на степен обогаћења, а садржај елемента није изнад BG1 вредности (Табела 4), закључак о антропогеном утицају треба да се одбаци. Овакав приступ примењен је и у случају Kspref фактора.

Кобалт

Чињенице као што су: расподела вредности изнад фонског садржаја, начин дистрибуције (просторне, између слојева или фракција земљишта), геохемијски афинитет овог елемента на територији Срема биле су одлучујући фактор избора овог елемента као нормализатора (објашњено у Поглављу 2) у прорачунима EF коефицијената презентованих у даљем тексту.

Хром и никл

Средња вредност фактора обогаћења никла у оба слоја је 1,59, а хрома 1,40, односно 1,33 што указује на мали антропогени утицај на садржај ових елемената ($1 < EF < 3$).

У узорцима S21 и S43 (слој Т), вредности EF за никал су 3,66 и 6,30 (Слика 12), што указује на умерено повећано обогаћење, углавном као последица утицаја индустрије коже и цементаре. На овим локалитетима је EF хрома виши и има вредности > 3 , што указује да је ово земљиште са умереним и умерено повећаним антропогеним утицајем.

Бакар

Средња вредност EF за бакар од 2,48 указује да је површински слој земљишта мало обогаћен овим елементом. Као што се на дијаграмима може видети (Слика 12), изразити скокови вредности EF фактора (5,65, односно 40,05) у узорку S22 указују на изразити антропогени утицај, посебно у подповршинском слоју.

Повећане вредности EF за бакар су уочене и на локалитету S 43 у оба слоја (7,13, и 5,11). Високе вредности фактора обогаћења за Cu у узорку S43 могу бити последица утицаја цементаре, што је показано у раду Ghorbani et al. (2013).

Олово

Према средњој вредности фактора обогаћења за олово (2,04 и 1,76), земљиште испитиване области је мало обогаћено овим елементом.

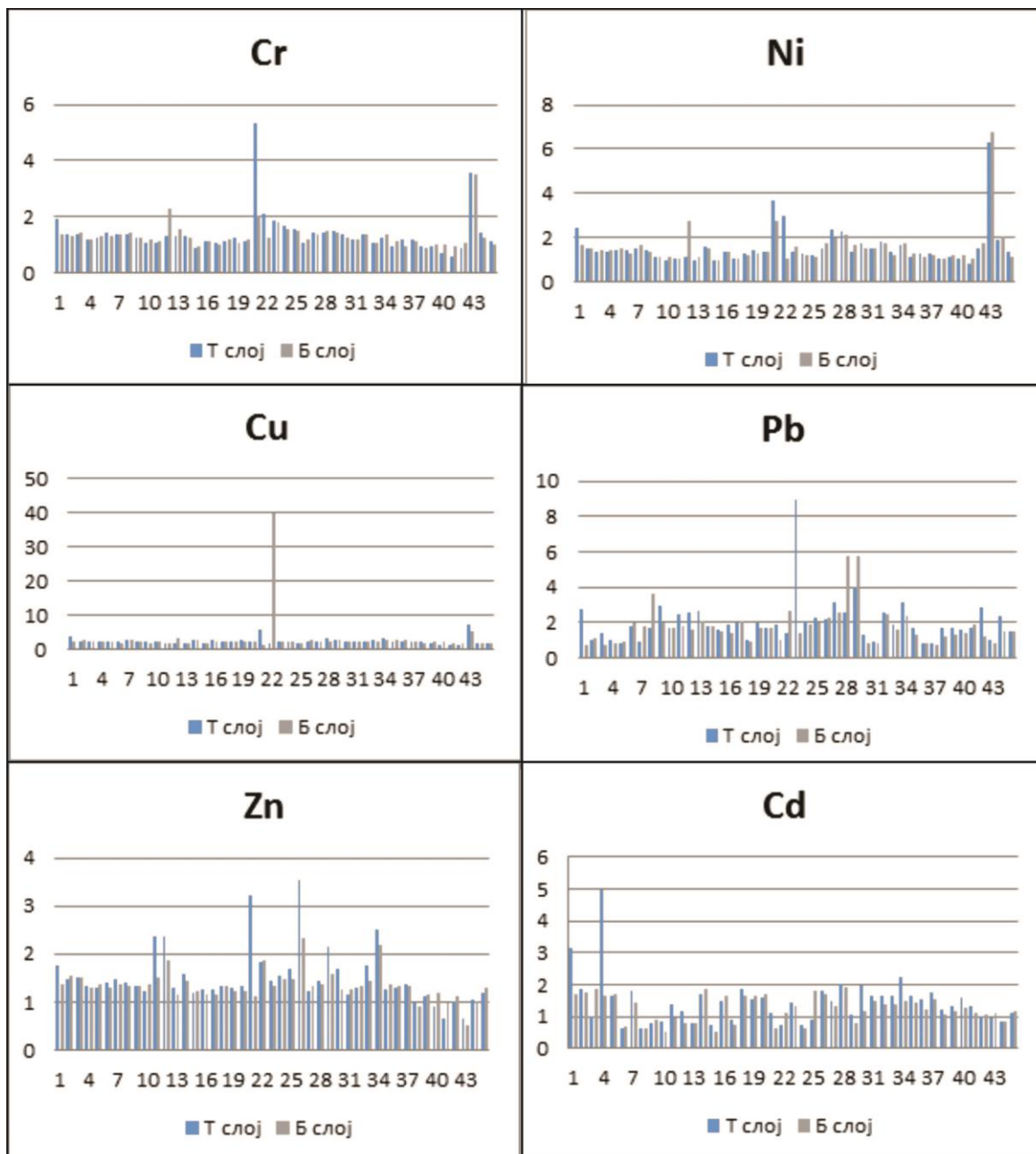
Максималну вредност садржаја олова (S42, Т слој) (Табела 12), прати EF вредност од 2,86. Тиме се ово земљиште класификује као земљиште са малим антропогеним утицајем, а главни извор олова може бити цементара (Popović et al., 2008).

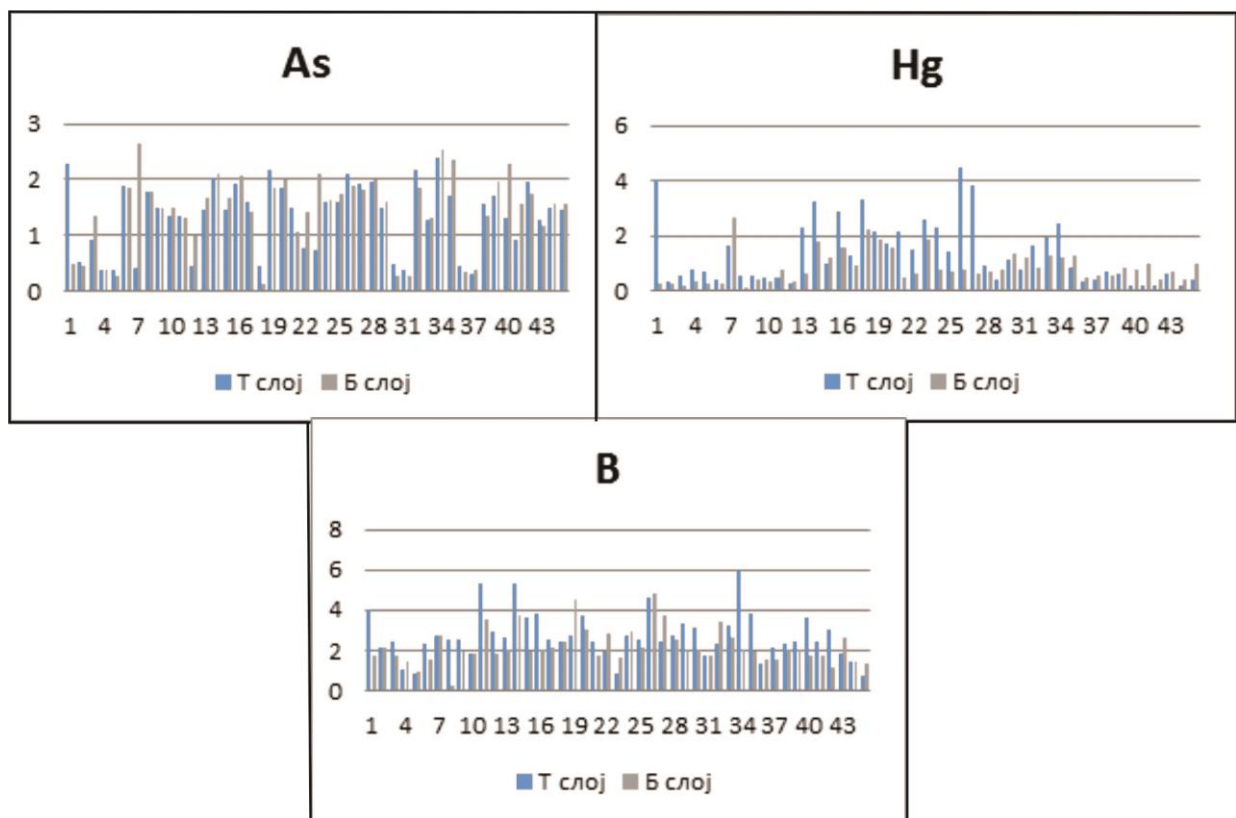
У Сремској Митровици, око фабрике за прераду дрвета и целулозе регистроване су вредности вредности $EF \geq 3$ на локалитетима S29 (EF 4,02 и 5,77), 250 m источно од фабрике и 400 m западно од фабрике S28 (EF 5,71, слој Б). Повећан садржај олова на овим локалитетима може бити последица утицаја урбане средине, близине саобраћајница и сагоревање фосилних горива фабрике целулозе. На оба локалитета оловом је обогаћен подповршински слој, што сугерише на антропогени утицај и у слојевима од 30-50 cm (умерено повећано обогаћење). Повећан садржај олова у подповршинском слоју са доминантним присуством олова у F4 може бити последица транслокације олова у дубље слојеве, уз присуство органске материје и комплексирања олова (Noll et al., 2014).

На дијаграму (Слика 12) евидентна је висока вредност EF 8,92 (умерено повећано обогаћење) у узорку са ознаком S23, локалитет непосредно поред индустрије гуме у Руми. Специфична расподела олова по фазама, са доминантним присуством у органској фази може да укаже на антропогено порекло олова у површинском слоју. Ова расподела, и вредност EF у слоју Т се изразито разликује, у односу на подповршински слој истог локалитета као и локалитете удаљене од производног погона (S24 и S25). Један од разлога могу да буду остаци дотрајалих гума, које су једно време одлагане на том локалитету. Ова претпоставка је у складу са резултатима (Vallete, 2013). Наиме, он је утврдио да уситњени парчићи гума које се користе у игралиштима могу садржати 50- 400 mg kg⁻¹ олова.

Цинк

Просечне вредности EF цинка указују на мали антропогени утицај на садржај овог елемента, док је средња вредност цинка на истражном подручју изнад референтних BG1 вредности. Највише вредности садржаја цинка одређене су на појединим локалитетима: S21, S12, S22, S26 и S29. Међутим, вредности EF (Слика 12) указују да је умерен антропогени утицај изражен у узорцима S21 (3,21) и S26 (3,54) у површинском слоју. Највероватнији извор загађења у овом непољопривредном земљишту може бити сагоревање горива у процесима производње, у постројењима кожне индустрије и производње гуме. Испитивањем садржаја цинка у летећем пепелу који је настао сагоревањем угља и расподеле овог елемента по фазама, утврђено је да се Zn не налази само у резидуалној фази, већ у фракцији растворљивој у slabим киселинама, редуцибилним и оксидабилним фракцијама (Swietlik et al., 2012).





Слика 12. EF фактор елемената по локалитетима у слоју Т и Б

Такође, не треба занемарити неконтролисани атмосферски утицај депозиција честица са цинком и калијумом као последице утицаја сагоревања биомасе из кућних ложишта (Hedberg et al., 2005). Додатно, цинк се додаје као ZnO као катализатор у процесу вулканизације гуме, те је присутан у гуми (Councell et al., 2004). Стога се атмосферском депозицијом услед хабања гума, а такође и депозиција гумених отпадака (код старог постројења) може дати додатни допринос контаминацији испитиваног земљишта цинком. Надаље, дистрибуција цинка из гума у фракцијама земљишта после извесног времена се врши на исти начин као из растворљивих соли цинка (Smolders & Degryse, 2002).

Овде треба напоменути да обогаћивање земљишта есенцијалним елементима као што су цинк и бакар није нужно антропогеног порекла. Као биогени елементи они учествују у биогеохемијском циклусу и могу бити и транслоцирани у земљишном профилу. Овај феномен су објаснили Gryar & Popelka (2016).

Кадмијум

Вредности Cd у области око индустријских објеката земљишта су испод и изнад референтних ВГ вредности за овај елемент. Средњи садржај кадмијума еквивалентан је или нижи од референтне вредности, што је у складу са средњом вредношћу фактора обогаћења (1,45 и 1,24) који указује на мало обогаћење овим елементом.

Највиша вредност фактора обогаћења (EF=4,98) је уочена на локалитету S4, где је одређен и највећи садржај кадмијума (Табела 12), у обрадивом земљишту поред фабрике

пестицида с једне, и фабрике грађевинског материјала с друге стране (Шимановци). Ово умерено обогаћење указује на то да повећан садржај кадмијума може бити последица утицаја агрохемије, као и процеса сагоревања фосилних горива у различитим индустријским процесима.

Арсен

Садржај арсена је у узорцима испитиваног земљишта сличан референтној вредности за садржај овог елемента. Према средњим вредностима ЕФ (1,35 и 1,45), испитивано земљиште спада у мало контаминирано арсеном. Појединачне вредности ЕФ, као што је презентовано дијаграмима (Слика 12) су испод 3. Највиша вредност ЕФ је уочена на локалитету S34 (2,32 и 2,53). С обзиром да је садржај арсена (6 mg kg^{-1}) на овом локалитету на нивоу фонске вредности, могуће је закључити да не постоји значајан антропогени утицај на присуство овог елемента на испитиваном локалитету.

Жива

Опсег вредности садржаја Hg у земљишту око индустријских објеката је веома широк, с обзиром да је садржај живе у интервалу од испод до изнад ВГ вредности за овај елемент. Средње вредности ЕФ у оба слоја (1,35 и 0,86) указују да је уопштено, испитивано земљиште мало загађено живом. Када су у питању појединачни локалитети, највише вредности су регистроване у узорку површинског слоја S21, S27 и узорку S7 (Б слој). Умерено обогаћење овим елементом је уочено на локалитетима S1, S14, S18, S26 и S27, у површинском слоју.

С обзиром да су испитивани узорци земљишта узети поред различитих индустријских објектата, може се доћи до закључка да жива на простору Срема има значајно антропогено порекло, и то као последица примене агрохемије, близине урбане средине, као и сагоревања фосилних горива у индустријским процесима (индустрија гуме, целулозе), односно приликом прераде дрвета из сировине.

Бор

Бор је елемент који се у испитиваној области концентрише углавном у површинским слојевима, што је уобичајено последица акумулирања током процеса формирања земљишта (Танчић, 1994). Са повећањем дубине (у земљишту и бушотинама –ВГ₁/ВГ₂, Табела 4, 12) вредности садржаја бора опадају. Средња вредности ЕФ (2,73 и 2,20) указује на мало обогаћење земљишта овим елементом. Међутим, трећина узорака земљишта у површинском слоју је умерено антропогено обогаћена овим елементом, $3 < \text{EF} < 5$ (Дијаграм, Слика 12). У складу са претходно реченим, тешко је тврдити да је у питању само антропогено обогаћивање. Највећа вредност ЕФ (Слика 12) је у узорку са травнатог земљишта (S34), у урбаној зони града Шида, на удаљености 300 m од фабрике боје и лакова. Разматрањем садржаја бора и вредности ЕФ на другим локалитетима, уочава се велика разноврсност у добијеним вредностима. То даље имплицира на постојање различитих извора контаминације овим елементом: пестициди и ђубрива, сагоревање фосилних горива, као и постојање природних извора бора као што су алумосиликати (типа глина) као последица распадања ултрабазита и боросиликати (турмалини).

Прорачуном литогеног, односно антропогеног порекла (Прилог 6) добијени су резултати који указују да су елементи As, Cr, Ni, Pb, Zn и Cd и природног и антропогеног порекла. Порекло Hg је углавном антропогено, док је у подповршинском слоју више природно порекло. В је у највећем проценту антропоген, преваходно због ВГ вредности које су можда мање адекватне за процену његовог порекла. На овај начин потврђено је и природно и антропогено порекло хрома, никла и бакра на локалитетима око индустрије коже, цемента, као и постројења за обраду метала. Антропогено порекло кадмијума је и овом случају на локалитету S4 потврђено, као и As у близини цементаре. На појединачним локалитетима (S12, S22, S23, S26 и S29), олово и цинк су у већем проценту антропогеног порекла (у урбаној средини Сремске Митровице, близини индустрије гуме), како је раније речено, највероватније услед примене фунгицида и додатно обраде метала у случају цинка.

4.3.9.2. Ksp_{ef} фактор

За рачунање фактора Ksp_{ef} се за разлику од претходно разматраног фактора обogaћења (EF) употребљавају резултати секвенцијалне екстракције. С обзиром да су жива и бор у референтним узорцима највише заступљени у резидуалној фази, Ksp_{ef} фактори нису израчунати за ове елементе.

За највећи број узорака вредности коефицијента су у интервалу $0 < Ksp_{ef} < 3$ (Слика 13), чиме се узорковано земљиште сврстава у групу са одсуством или минорним обogaћењем. Средње вредности Ksp_{ef} за елементе у слоју Т опадају следећим редоследом: Cd (одсуство-јакo) > As (одсуство-умерено) > Zn (минорно-умерено јакo) > Cu (одсуство-умерено) > Pb (одсуство-умерено) > Cr (минорно – умерено) > Ni (одсуство- минорно) > Co (одсуство-минорно) обogaћење; у слоју Б, средње вредности Ksp_{ef} опадају у низу: Cd (одсуство-јакo) > Cu (одсуство-умерено јакo) > As (одсуство- умерено јакo) > Zn (одсуство-умерено) > Pb (одсуство- умерено) > Cr (одсуство-минорно) > Ni (одсуство-минорно) > Co (одсуство-минорно) обogaћење.

Оваква расподела и опсежи Ksp_{ef} вредности у појединим случајевима морају се узимати са резервом. Наиме, вредности коефицијента Ksp_{ef} за већину елемената указују на одсуство или минорну контаминацију на локалитетима чак и са високим садржајима елемената, као и умерено повећану контаминацију у случају садржаја нижих или еквивалентних оним референтним. С друге стране, Ksp_{ef} вредности потврђују антропогени утицај на повишене садржаје елемента. У следећем тексту представљени су неки примери.

У случају хрома земљиште узорковано на локалитету S21 умерено је обogaћено овим елементом (Ksp_{ef} =3,32), што се поклапа са претходним закључцима. Како се у индустрији коже ослобађа Cr (VI), који је детектован у земљишту око кожара највише као Cr(III), услед редукције под утицајем нпр. глина, он се може асосовати са облицима нерастворних кристалних структура (Gitet et al., 2013) и на тај начин комплексирати са органском материјом земљишта у облику димера, тетрамера и полимера на рН>5 (Gustafson et al., 2014). С друге стране Ksp_{ef} вредност Cu у узорку карактеристичном по екстремној вредности бакра (S22), износи 0,29. Од укупне концентрације бакра у подповршинском слоју од 553 mg kg⁻¹, највећи део (455 mg kg⁻¹) је концентрован у резидуалној фази. Повећан садржај овог елемента је највероватније последица употребе фунгицида на бази бакра, који се користи у воћарству и виноградарству, која се догодила

доста раније у односу на узорковање. У површинским слојевима винограда после 50-100 година од примене фунгицида, садржај Cu може бити повећан, при чему је највећи садржај детектован тек после растварања у царској води (Kabata-Pendias, 2011). На локалитету са ознаком S43 је уочено обогаћење бакром ($K_{\text{spref}} = 5,00$, односно 5,40), што може бити последица утицаја близине цементне индустрије.

У случају олова, K_{spref} од 4,71 и 3,36 регистровани су на локалитетима удаљеним 300 m од фабрика целулозе и шећеране S31/1, односно непосредно уз фабрику изолационог материјала S34/2. С обзиром да су ове вредности ниже од вредности дефинисаних у референтном узорку ($16,1 \text{ mg kg}^{-1}$), не може се говорити о значајној контаминацији земљишта.

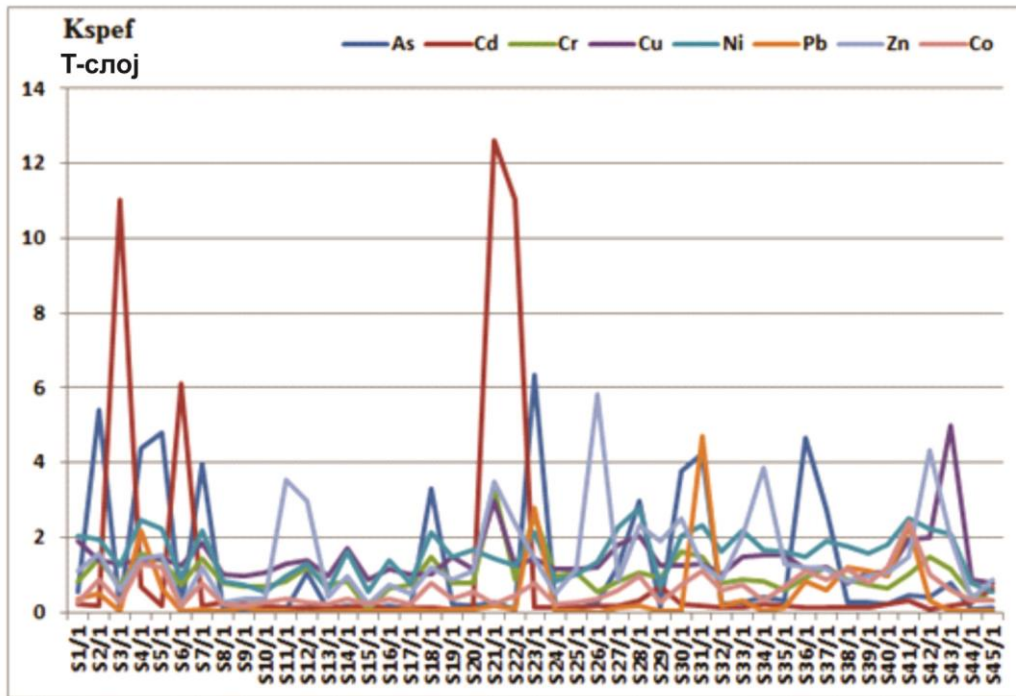
На локалитету у непосредној близини старог постројења за производњу гуме, K_{spref} износи 0,48. Међутим, присуство олова у органској фази од $44,7 \text{ mg kg}^{-1}$ од укупних $49,9 \text{ mg kg}^{-1}$ може указати на антропогени утицај на садржај овог елемента. Један од разлога, како је раније објашњено могу да буду остаци дотрајалих гума, које су у једном периоду били одложени на овом локалитету.

Узорак земљишта са ознаком S26 спада у земљиште с повећаном вредношћу K_{spref} , односно обогаћењем цинка (K_{spref} 5,85 и 4,05). Код узорка S34 у оба слоја постоји обогаћење цинком, док је код S11, S21 и S42 у површинском слоју повећана вредност K_{spref} , што указује на умерено обогаћење. Како је садржај цинка на овим локалитетима изнад граничних и BG1, а највећи проценат елемента је распоређен између мобилнијих фаза (F2 или F3) и резидуалне, могуће је претпоставити да повећан садржај цинка може бити последица утицаја различитих извора контаминације: близине депоније чврстог отпада, пољопривредних активности, близине урбане зоне, као и цементне, кожане и индустрије гуме и процеса сагоревања фосилних горива у тим индустријским процесима.

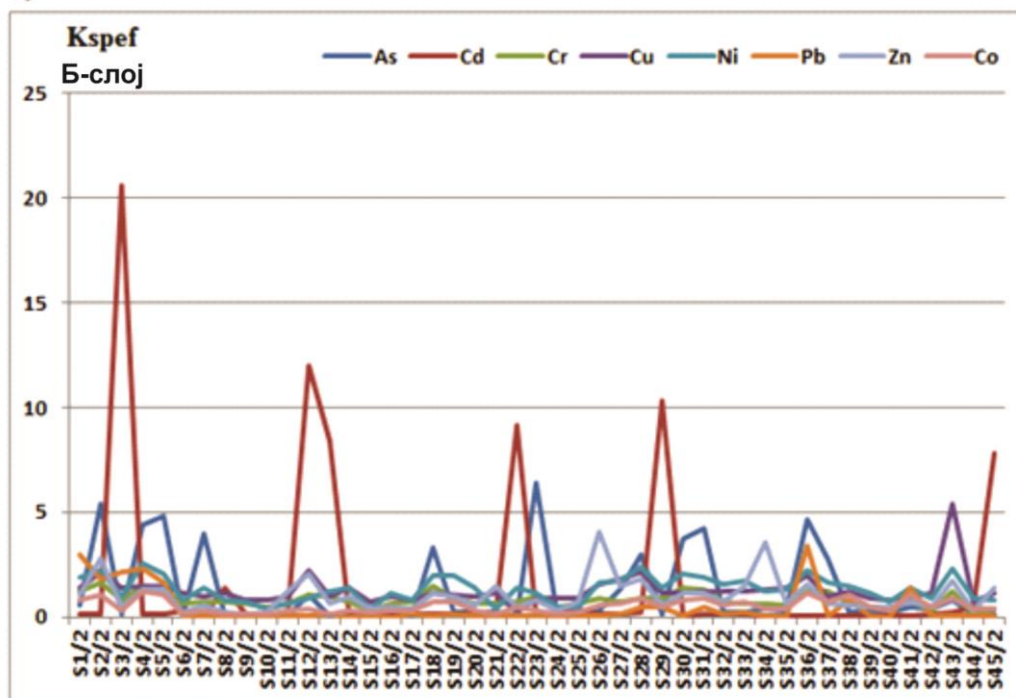
На основу вредности K_{spref} за кадмијум, узорак са ознаком S6/1 се може сврстати у групу земљишта с повећаним обогаћењем ($3 < K_{\text{spref}} < 5$), док је на локалитетима S3 и S22, S21 у површинском слоју знатно израженије обогаћење ($5 < K_{\text{spref}} < 10$), као и у подповршинском слоју на локалитетима S12, S13, S29 и S45. С обзиром да је садржај кадмијума у наведеним узорцима сличан по вредности у референтном узорку (BG1), овај резултат указује на значај мобилнијих фракција у везивању овог елемента.

Слично, у погледу арсена, већи број узорака има вредности K_{spref} у опсегу $3 < K_{\text{spref}} < 5$: S2, S4 и S5 (оба слоја), S7, S18, S30, S31 и S36 у површинском слоју, док је у другом слоју вредност у опсегу $1 < K_{\text{spref}} < 3$. На локалитету који је означен са S28 је уочено да је арсен претежно сконцентрисан у првој фази (вредности K_{spref} су 2,99, односно 5,27). Као и у случају арсена и овде треба назначити да је реч о укупним садржајима (углавном испод 2 mg/kg) и мањим од BG вредности, па се о угрожености постојећим изворима у садашњем тренутку не може говорити. Земљиште са ознаком S42 где је садржај овог елемента изнад граничне и BG вредности ($21,5$ и $12,6 \text{ mg kg}^{-1}$) може бити контаминирано арсеном највероватније због процеса сагоревања горива.

На основу тога може се закључити да употреба овог коефицијента није увек адекватна за процену контаминације токсичним елементима. Разлог томе је што се услед антропогених активности у животну средину ослобађају и производи као носиоци токсичних елемента у којима они тешко постају мобилни или су последица процеса редистрибуције у земљишту услед природног процеса распадања минерала или процеса који следи после контаминације (нпр. комплексирање и оксидо-редукција).



а)



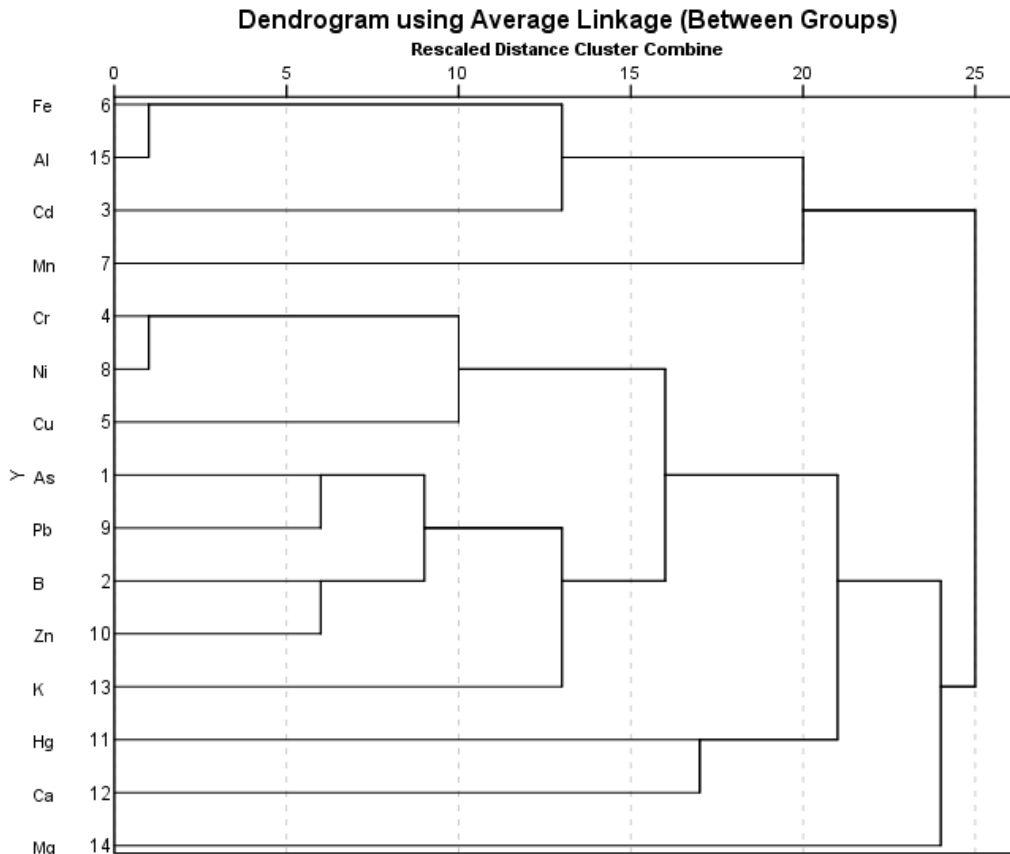
б)

Слика 13. Кспреф вредности на појединачним локалитетима у а) слоју Т и б) слоју

Б

4.3.10. Статистичка анализа и порекло елемената

У анализирању резултата корелационе анализе (Прилог 1), због већег броја узорак ($n=45$), у оба слоја најпре су узети у разматрање Пирсонови коефицијенти чија је вредност већа од 0,80. У површинском слоју значајне корелације утврђене су између Al-Fe, Cr-Ni, Cr-Cu и Ni-Cu (0,88, 0,85, 0,88, и 0,85), односно у подповршинском слоју Fe-Al, Ni-Cr и Cr-Co (0,91, 0,93 и 0,81). Са друге стране, умерена или јака корелација међу елементима је предуслов за PCA и CA анализе, које даље могу бити значајне у дефинисању порекла елемената присутних у земљишту.



Слика 14. Дендрограм кластарске анализе садржаја испитиваних елемената

На Слици 14. представљен је дијаграм са дендрограмом кластерске анализе, где се могу уочити четири кластера: Кластер I -Fe, Al, Cd и Mn; Кластер II који је подељен на два подкластера -2а) елемената који имају исто природно и антропогено порекло: Cr, Ni, Cu и 2б) различито природно и антропогено порекло: As, Pb, B, Zn и K; Кластер III- Hg и Ca и Кластер IV- Mg.

Веза Hg и Ca може бити последица везивања живе за карбонате, с обзиром да је екстрахована у првој фази. Копреципитација или сорпција живе у оквиру фосфата, карбоната, сулфата је већ дискутована у литератури (Renneberg & Dudas, 2001). Асоцијација Ca и Hg може бити објашњена истом мобилношћу оба елемената у земљишном профилу.

Mg је издвојен као посебан кластер, с обзиром да он презентује и карбонате, као и силикате.

Резултати PCA анализе представљени као фактори матрикса после Varimax ротације дати су у Табели 16. Према Kaiser-овом критеријуму ($eigenvalues > 1$) идентификовано је 5 главних компонената (PC):

Табела 16. PCA елемената (n= 45)*

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
As	0,867				
B	0,777				
Pb	0,862				
Zn	0,676				
Al		0,912			
Fe		0,934			
Mg		-0,846			
Cr			0,911		
Ni			0,846		
Cu			0,752		
Hg				0,806	
K	0,605				0,554
Cd				-0,520	
Ca				0,650	
Mn					0,865

* Вредности испод 0,500 нису представљене

PC1 објашњава 21,66% укупне варијансе и обухвата елементе: As, Pb, B, Zn и K. Ово су елементи који су најприсутнији у резидуалној фази (изузев B). Узимајући у обзир наведену чињеницу да елементи који су присутни у резидуалној фази (F5) примарно потичу од матичне стене, могуће је закључити да је доминантније природно него антропогено порекло ових елемената у испитиваном земљишту. С друге стране, оваква групација елемената може указати на два главна извора антропогеног загађења - употреба ђубрива, као и сагоревање фосилних горива. Додатно, атмосферска депозиција због сагоревања биомасе, односно дрвета и горива у возилима може допринети контаминацији земљишта.

PC2 објашњава 20,36 % варијансе и обухвата елементе Al, Fe и Mg (негативан предзнак). Ово је група литогених елемената. Док се Al и Fe (висока вредност коефицијента корелације 0,91) јављају у силикатима и оксихидроксидима, Mg се јавља у Mg-силикатима (хлорити, врсте граната, врсте амфибола), као и карбонатима (доломиту), услед чега овде и постоји негативан предзнак.

Cr, Ni и Cu су повезани са трећим фактором PC3 (17,79 % варијансе). С обзиром на вредности Пирсонових коефицијената корелације, као и постојање њихових заједничких природних извора (амфибола, хлорита фрагмената ултрабазита и глина) могуће је претпоставити да ови елементи имају доминантно литолошко порекло. Позитивна корелација и асоцијација Co, Ni и Cr сугерише на присуство ултрабазита, који су присутни у региону Фрушке Горе.

Такође, постоји могућност да делом овим елементи потичу из заједничких антропогених извора као што су: цементара, индустрија коже, као и употреба фунгицида у воћњаку. Груписање Cr, Ni и Cu је потврђено и кластерском анализом (Слика 14).

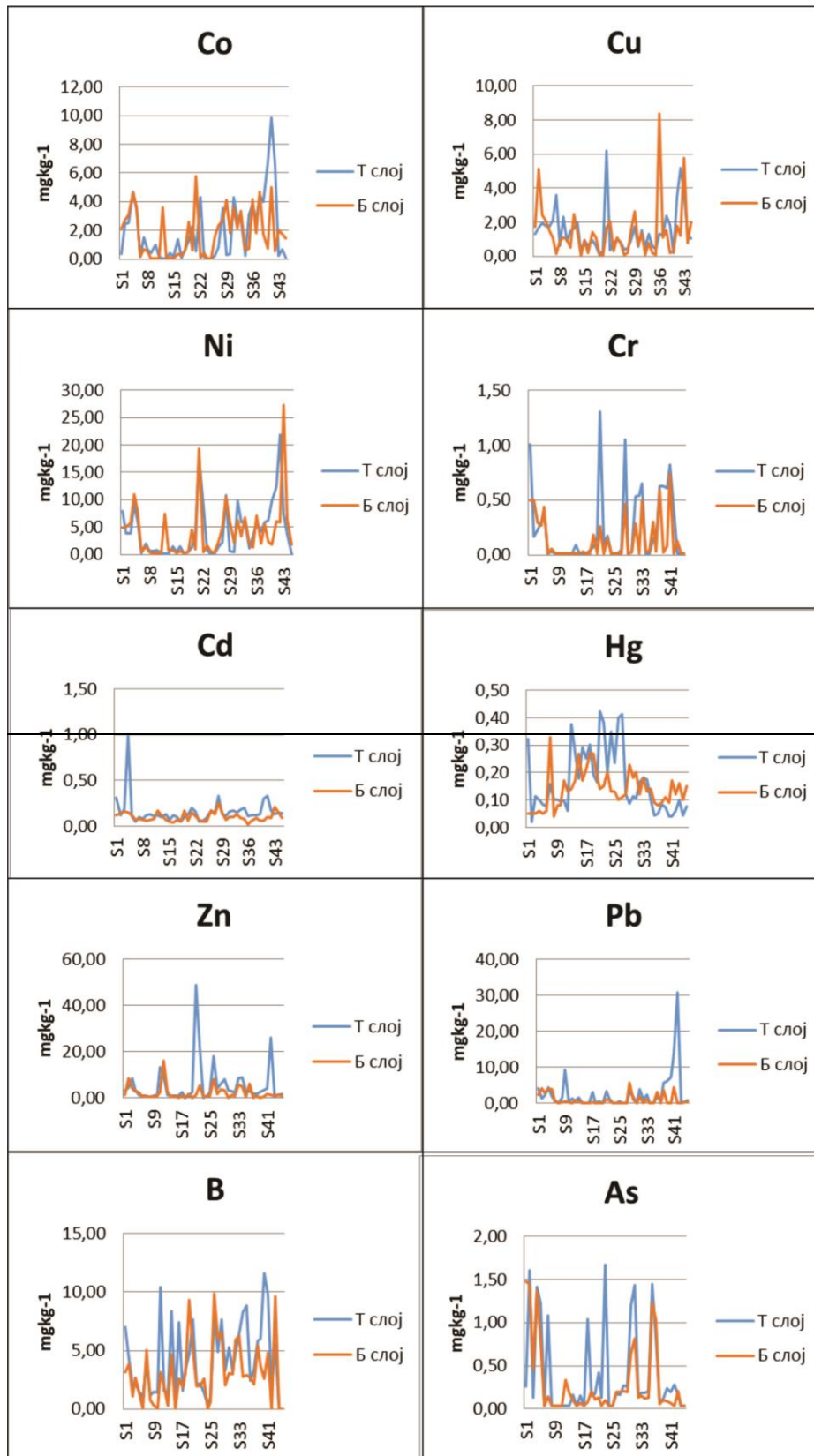
Жива је, заједно са Ca и Cd (негативан предзнак) објашњена посебним фактором PC4, који обухвата 10,06 % укупне варијансе. Негативан предзнак испред Cd указује на то да овај елемент нема сличности са калцијумом и живом. Такође, негативан предзнак постоји као последица везивања Cd за конкурентске супstrate у односу на присутне карбонате. Bermudez et al. (2010) је истакао да рН и концентрација Ca утичу на мобилност елемената Cd, Cu, Pb и Zn услед конкуренције за заузимање адсорпционих места. Ове резултате потврђује и кластерска анализа, у којима је кадмијум везан у структурама у којима се налази са Fe, Mn-кристалним и аморфним облицима, као адсорбован или оклудован, док жива чини кластер са калцијумом. Стога је очигледно да жива и кадмијум немају исто понашање, природно порекло, као ни геохемијску сличност, изузев упоредиве мобилности у земљишном профилу.

PC 5 (8,56 % тоталне варијансе), објашњава такође литогене елементе K и Mn. K је углавном везан у алумосиликатима, детектованим у испитиваној области (доминантно присуство у F5), док је Mn присутан у облику аморфних и слабо кристалисаних оксихидроксида (F2) (Прилог 7). Веза између ова два елемента могу бити асоцијације између минерала глине и мангановог оксихидроксида.

4.3.11. Примена резултата садржаја елемената у најмобилнијим облицима у процени њиховог порекла

С обзиром да је познато да се елементи антропогеног порекла у земљишту концентришу највише у мобилним облицима, односно имају афинитет према лакше растворљивим геохемијским фазама (Lu et al., 2007; Sakan et al., 2010), дистрибуција елемената у првим фазама секвенцијалне екстракције (F1/F2) може бити један од показатеља антропогеног утицаја у одређеном подручју. Додатно, најмобилније форме елемената узете су у разматрање, јер уједно представљају и носиоце највећег ризика од контаминације животне средине и живог света. Да би се утврдио потенцијални антропогени утицај, односно порекло елемента, комбиновани су подаци о расподели садржаја по локалитетима и кластерска анализа.

У даљој дискусији посматрани су максимуми садржаја у најмобилнијим облицима (F1+F2) по локалитетима презентовани на слици (Слика 15). Антропогени утицај је посматран само на локалитетима у којима су укупни садржаји изнад BG1 вредности, односно МДК вредности.



Слика 15. Расподела садржаја елемената у најмобилнијим облицима по локалитетима у два слоја

У случају Co, Ni и Cr, максимуми садржаја су изражени у узорцима око цементаре и индустрије коже (S21, S41, S42 или S43). Поред тога што утицај може бити из ових индустријских процеса, присуство природних извора је такође потврђено посебно за хром, чије је садржај низак (до 1,30 mg kg⁻¹). У узорку S21, присуство триплета минерала (цирконијум-рутил-турмалин, Прилог 4), како је раније речено, управо говори о високом степену "weathering"-а стена, те редистрибуције ових елемената из мање мобилних у више мобилне облике.

Вредности садржаја бакра прате ове елементе на локалитетима S21 и S43 из истог разлога. Скок вредности у обрадивом земљишту на територији Шида (S36) може бити последица редистрибуције бакра услед биохемијског циклуса и кретања у земљишном профилу, као и употребе ђубрива. Очекивани скок садржаја бакра у узорку из напуштеног воћњака изостаје, јер је највероватније дошло до редистрибуције бакра из фунгицида ка мање мобилним облицима, што се није десило са цинком и оловом, као евентуалним примесам у фунгициду. Изразито високе вредности садржаја цинка у S12, S21, S26, посебно у површинском слоју могу потврдити утицај антропогене активности при обради метала, сагоревању горива (при производњи гуме) и обради коже. Максимум садржаја олова у узорку S9 може бити такође последица пољопривредних активности.

Макимум садржаја кадмијума у узорку S4 указује на контаминацију услед примене ђубрива, као што је раније поменуто.

Пикови садржаја As су изражени на већини локалитета, али с обзиром да су вредности укупног садржаја испод BG, не може се говорити о а антропогеном утицају, већ највероватније природној расподели арсена између фракција земљишта. Неселективна расподела максимума по локалитетима независно од врсте земљишта (обрадиво/необрадиво), слоја или близине индустријских објеката указује на то да присуство овог елемента у мобилним облицима није у корелацији са антропогеним активностима. Сличан закључак се може извести и у вези живе.

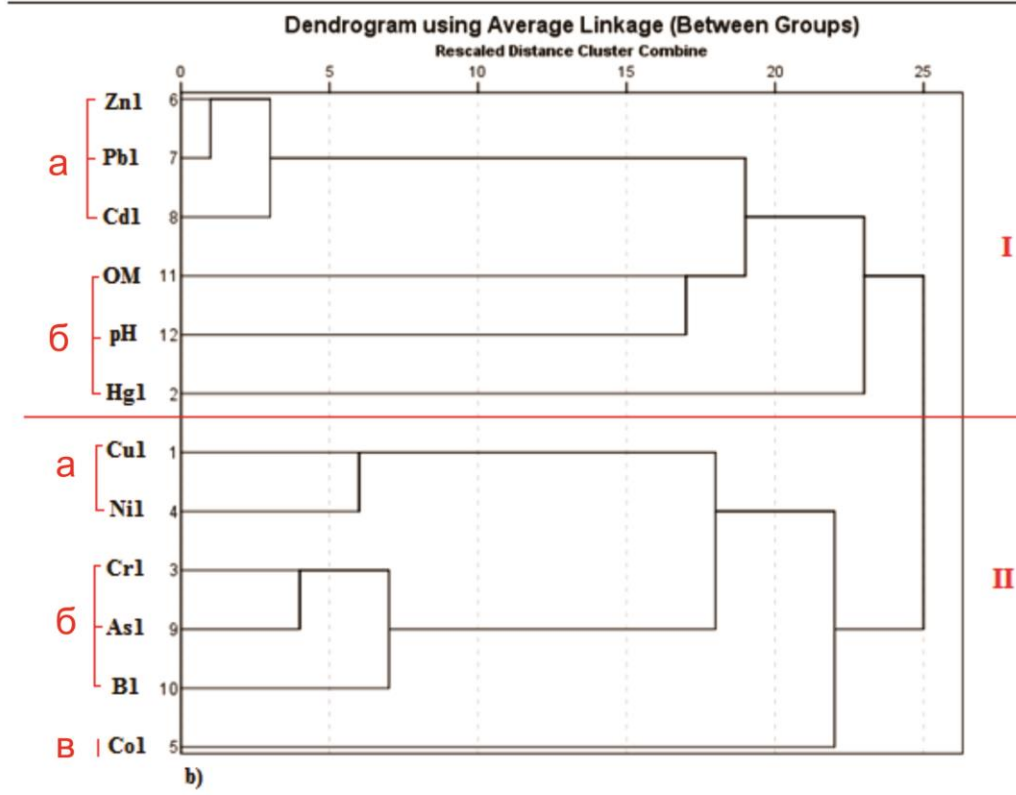
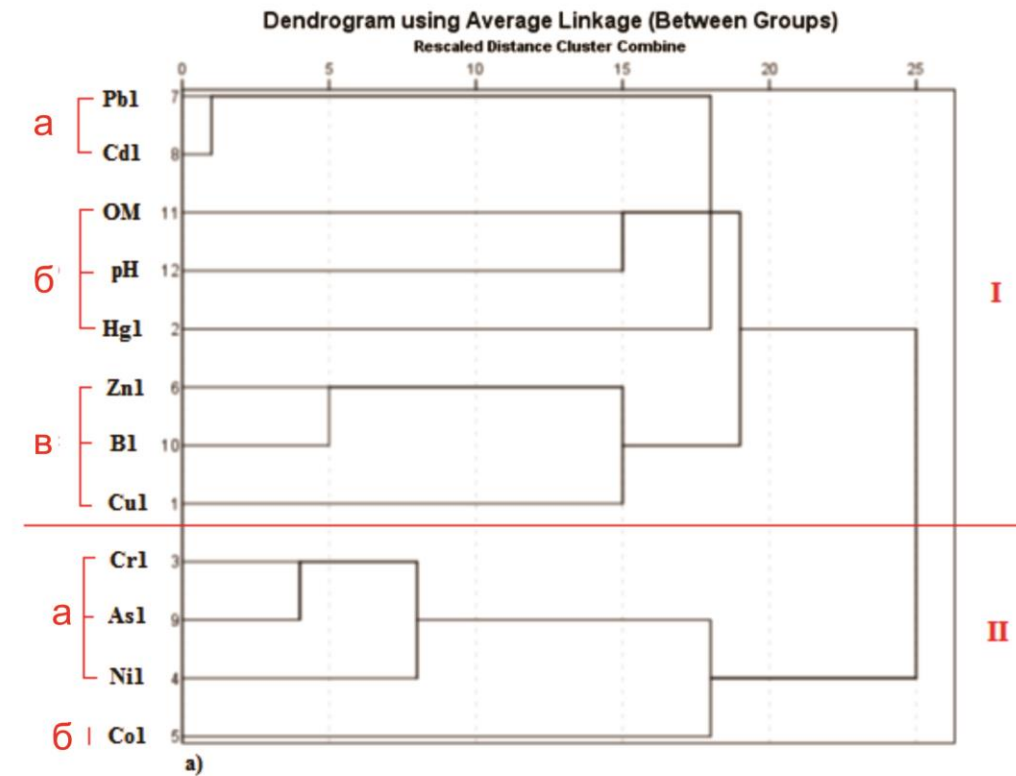
Резултати који су претходно дискутовани су у сагласности са резултатима добијеним применом кластерске анализе.

Кластерска анализа (R mode, Pearson-ов метод) је овде употребљена са циљем груписања елемената екстрахованих у првој фази секвенцијалне екстракције (F1), јер су избором тих података добијени најбољи резултати. Примена кластерске анализе на елементе два испитивана слоја је резултат претпоставке да антропогени извори имају посебан утицај на површински слој земљишта, док је акумулација елемената у дубљим слојевима последица утицаја геолошког матрикса. Резултати кластерске анализе су представљени сличним дијаграмима у слоју Т (Слика 16а) и у слоју Б (Слика 16б). СА дендрограм (Слика 16 а) састоји се од два кластера, подељена у под-кластере.

Кластер I је подељен у под-кластере: I а) садржи Pb и Cd, 1б) садржи OM, pH и Hg и подкластер I в) Zn, V и Cu. Кластер II укључује два под-кластера: II а) који садржи Cr, As и Ni и II б) који садржи само Co. За разлику од кластера II, кластер I садржи елементе који лакше постају мобилни, после употребе CH₃COONH₄. Наиме, у фази F1 примењене секвенцијалне екстракције покренути су елементи у слободном-растворљивом облику, адсорбовани у адсорпционом комплексу земљишта и они који су делимично везани за карбонате. Како је речено раније, сматра се да су елементи детектовани у најмобилнијој фази углавном антропогеног порекла. Међутим, то није увек правило. Тако, у овом случају, груписање Pb и Cd у површинском слоју земљишта указује или на исти антропогени извор ових елемената или исти начин везивања, нпр. за карбонате. Под-

кластер I б) групише заједно OM, рН и Hg. Објашњење може да буде десорпција живе из органске материје (Leleyter et al., 2012), везане Vander Waals-овим силама, које посебно зависе од рН. Zn, В и Cu, највероватније имају исто место појављивања у пољопривредном земљишту. С друге стране, као биогени елементи, они учествују у биохемијском циклусу у активнијим/мобилнијим облицима, те се тако концентрују више у површинском, него у дубљим слојевима земљишта (Gruar & Popelka, 2016). Стога се може закључити – ови елементи су присутни у јонском облику (земљишни раствор), а асоцијација сугерише и сличну мобилност у земљишном профилу.

Кластер II укључује мање мобилне елементе који потичу више из природних извора. Одвајање Co као посебан подкластер 2б) највероватније указује на његово геохемијско порекло; Cr, As и Ni су мање мобилни и њихово порекло може бити као последица "weathering" - а стена, минерала (силикати, минерали гвожђа типа хематита) или минерала глина (на површини или у простору између слојева). Минерали који настају у индустријским процесима, као што су сагоревање фосилних горива) (Popović et al., 2001; Stering & Herble 2003), могу бити присутни у земљишту. У новим структурама елементи могу бити у различитим облицима (Sarkar et al., 2006; Shah et al., 2008; Nelson et al., 2010), услед чега је могућа и дистрибуција елемената када оне доспеју у нову средину (земљиште).



Слика 16. Дендрограм кластерске анализе садржаја елемената у F1 фази секвенцијалне екстракције а) Т слој земљишта б) Б слој земљишта

Посматрајући подповршински слој Б, груписање елемената Zn, Pb и Cd указује на заједнички антропогени извор или транслокацију Zn у земљишном профилу. Овај процес, заједно са расподелом јона између раствора и површине чврсте фазе може бити други разлог оваквог груписања. Cu и V су овде најмање мобилни највероватније из истог разлога. Тако, бакар заједно са никлом (исти под - кластер), В (исти кластер), As и Cr у имају заједнички супстрат. У супротном, порекло може бити исто, као што је објашњено у случају површинског слоја. Исто објашњење може да важи и када је реч о груписању Hg и Co (под-кластер II в и I б, Слика 16 б).

4.4. Закључак

У овом поглављу је вршена процена степена контаминације, потенцијалног ризика, као и биодоступности и порекла токсичних елемената у земљишту Срема (Војводина, Србија). Испитивано земљиште се налази у околини индустријских објеката и значајно се користи у пољопривредној производњи. Примењеним методама дошло се до закључка да су сви елементи уједно и антропогеног и литолошког порекла.

Cr, Ni, Co и Cu су по садржају најприсутнији у области Руме и Беочина, где је изражен утицај кожаре и цементаре. Ови елементи, присутни и у површинском слоју нису само последица антропогеног утицаја, јер се акумулација алохтоног материјала са Фрушке Горе и хемијске алтерације ("weathering"-а) дешавала у оба слоја. Како су највише вредности детектоване у необрадивом земљишту, с изузетком воћњака (повећан садржаја бакра), може се констатовати да пољопривредна активност није значајно утицала на садржаје ових елемената.

Олово и цинк, чије су средње вредности садржаја изнад референтних посебно у површинском слоју, поред присуства у минералима глина, могу потицати од саобраћаја, сагоревања фосилних горива, употребе агрохемије, ђубрива, као и хабања гуме у саобраћају или њеног складиштења. С друге стране, од индустријских процеса, извор може бити производња цемента. Арсен и цинк су елементи који на испитиваном простору највише потичу од сагоревања горива и примене агрохемије, док жива са специфичним начином везивања, поред активности у урбаној средини, саобраћаја, и сагоревања фосилних горива, може потицати од производње целулозе (заштита дрвета), као и цементаре. Геохемијско порекло живе је такође могуће и израженије у подповршинском слоју.

В се највише групише у површинским слојевима и нема правилну просторну расподелу на испитиваном подручју, те поред турмалина и минерала глина, односно присутних ултрабазита Фрушке Горе, као природних извора, може потицати и од пољопривредних активности и сагоревања фосилних горива.

Уочено ја да су В, Cd, Ni, Pb, Zn и Hg, више концентрисани у површинском слоју.

Употребом резултата секвенцијалне екстракције, могуће је закључити да расподела елемената по геохемијским фазама и слојевима представља равнотежу успостављену између процеса редистрибуције елемената доспелих антропогеним утицајем, (As, Cd, Hg и Pb) с једне стране и редистрибуције распадањем минерала из матичног супстрата са друге стране (посебно Cr, Ni, и Co). Различита расподела Pb и Cd по фазама у два слоја земљишта (повећано учешће ових елемената у лако мобилним фракцијама) указује да је у површинском слоју изражен већи антропогени утицај.

За разлику од ова два елемента, расподела бакра и цинка, као есенцијалних елемента у фракцијама земљишта и обогаћивање на појединим локалитетима у површинском слоју, (поред природног процеса распадања минерала и антропогеног утицаја) је и последица редистрибуције услед њиховог учешћа у биогеохемијском циклусу.

У испитиваном земљишту Hg, Cd и V су најмобилнији елементи, а Cr и Ni су најмање мобилни и био-геодоступни. Према вредностима фактора мобилности, Cr спада у групу елемената за које не постоји ризик од контаминације животне средине; у групу ниског ризика спадају Cu, Ni и Zn; Pb, Co и As су у групи средњег ризика, док су елементи високог ризика - Cd и Hg у површинском слоју, и врло високог ризика V и Hg у подповршинском слоју. Ово се делимично потврђује добијеним Eg вредностима. Према њима, Cd и Hg представљају највиши, а Zn и Cr најнижи степен ризика од контаминације животне средине. Средње Eg вредности појединачних елемената указују на низак еколошки ризик. Међутим, на одређеним локалитетима, значајан или умерен еколошки ризик је уочен за бакар у земљишту напуштеног воћњака или олово у урбаној области Старе Пазове, респективно. У знатно мањој мери еколошком ризику доприносе Eg вредности арсена, никла и бакра.

У складу са резултатима EF фактора (средње вредности) и BG вредности испитивано земљиште може бити окарактерисано као мало обогаћено овим елементима. Изузетак су поједини локалитети око индустријских објеката (цементарне, индустрије коже, обраде метала, производње гуме). Ово је потврђено и средњим Kspref вредностима. Међутим, услед антропогених активности, у животну средину се ослобађају и производи као носиоци токсичних елемента у којима они тешко постају мобилни или процеса редистрибуције у земљишту услед природног процеса распадања минерала или процеса који следе после контаминације (нпр. комплексирање и оксидо-редукција). Стога вредности Kspref често не потврђују антропогени утицај дефинисан употребом EF фактора. То се може закључити и одсуством повишених вредности овог коефицијента у најмобилнијим облицима појединих елемената.

Сумирано, изведена истраживања приказују рецентно стање земљишта у околини индустријских објеката у Срему и већих урбаних средина, документујући стање загађености земљишта са аспекта његове могуће употребе у пољопривредној производњи. Добијени резултати су показали постојање утицаја фабрика на контаминацију земљишта у њиховој околини. Због ниског степена мобилности елемената чије јесадржај повишен, добијени резултати не указују на висок степен ризика од контаминације токсичним елементима, осим живе на појединим локалитетима. С обзиром на постојање контаминације, поједина земљишта се могу контролисано користити у пољопривредне сврхе уз потребу сталног праћења стања на испитиваним локалитетима. Методе примењене у овом истражном подручју могу бити препоручене за процену степена загађености земљишта токсичним елементима у зони утицаја значајних антропогених извора.

5. ПОГЛАВЉЕ: ПРОЦЕНА СТЕПЕНА КОНТАМИНАЦИЈЕ,
РИЗИКА И ПОРЕКЛА ТОКСИЧНИХ И ПОТЕНЦИЈАЛНО
ТОКСИЧНИХ МИКРОЕЛЕМЕНАТА У ЗЕМЉИШТУ ПОД
УТИЦАЈЕМ ПОЉОПРИВРЕДНЕ ПРОИЗВОДЊЕ



5.1. Увод

Пољопривредна активност, посебно употреба агрохемикалија - органских и неорганских ђубрива и пестицида, представља начин контаминације земљишта загађујућим материјама које се посебно акумулирају у ораничном слоју. С обзиром да је Војводина типичан пољопривредни регион, висок проценат обрађених површина (67%) указује на интензиван начин коришћења пољопривредног земљишта (Васин и сарадници, 2011).

У групи неорганских ђубрива која се користе у Србији, највећа концентрација тешких метала се налази у фосфатној стени, као сировини фосфатних ђубрива, посебно кадмијума и арсена, чија концентрација у стени варира (Зеремски-Шкорић и сарадници.,2010). Посредством примене ових и других ђубрива, као и агрохемије, земљиште се контаминира и токсичним елементима, као што су Pb, Hg, As и Cr. Поред овога, употребом стајњака земљиште се контаминира Zn, Cd и Cu, услед додавања суплемената у исхрану стоке (Mico et al., 2006; Huang & Jin, 2008; Зеремски-Шкорић, 2010; Cai et al., 2012; Naveedullah et al., 2013; Su et al., 2014; Pinto et al., 2015; Yong et al., 2015). Употребом воде која је контаминирана у сврху иригације, у земљиште се уносе: Fe, Mn, Zn, Pb, Cu и Cr (Shomar et al., 2005; Khan et al., 2010).

Уколико се наводњава водом са повишеним садржајем As и В, може доћи до контаминације земљишта (Vinogradov, 1958; Tarvainen et al., 2013), што може бити случај у овој области. Наиме, у области слатина Баната, детектовани су повишени садржаји В у водама (Судар, 2014), а такође је и познато присуство повишених садржаја As у водама ове области (Jovanović et al., 2011). Употреба муљева, различитог порекла, може бити начин уношења бројних токсичних елемената (Alloway & Jackson, 1991). Применом агротехнике, може доћи до контаминације земљишта и као последица сагоревања дизел горива. При томе, крупније честице које се ослобађају при мањим брзинама постају извор елемената типа Cr, Ni, Pb, Zn (Fe, Ca, Mg, Ba) (Bharathi et al., 2004). Према томе, у овом поглављу вршено је испитивања степена контаминације земљишта токсичним елементима: Cu, Pb, Zn, Cd, Ni, Cr, As и Hg; дефинисан је садржај и других есенцијалних-потенцијално токсичних елемената: Co, Se, Mo и В. Додатно, дате су информација о садржају и пореклу оних токсичних елемената који се, такође, прате при испитивању квалитета пољопривредног земљишта: Sb, V и Be, у складу са актуелним правилником (Службени гласник РС, 88/2010). Подаци о овим елементима су до сада били недоступни или су били недовољно истражени на овом простору. Додатно, с обзиром да је утврђено стање дефицита земљишта у погледу садржаја Fe, Se и Zn (Čuvarđić, 2003; Manojlović & Singh, 2012), у овом поглављу један од циљева је био утврдити који су све есенцијални елементи у дефициту у пољопривредном земљишту овог дела Баната.

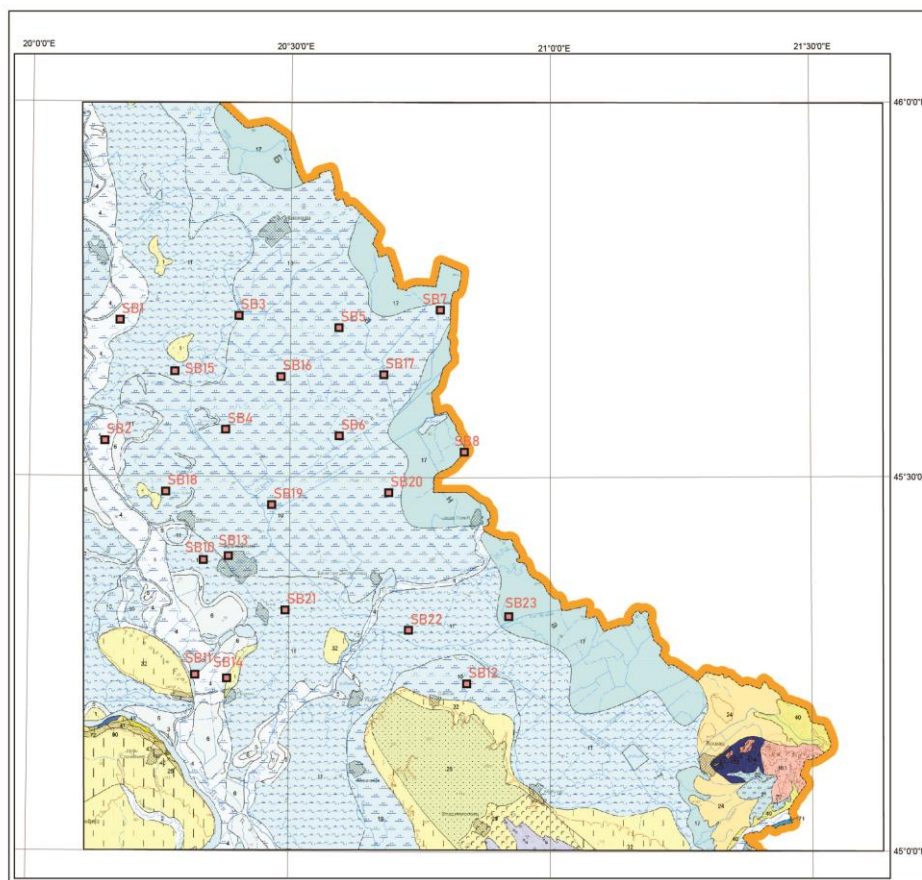
Поред процене степена контаминације и ризика од загађења токсичним елементима, циљ је био применити дату методу, којом се дефинишу геохемијске карактеристике земљишта и диференцира порекла елемената. На тај начин се може утврдити колико су антропогене активности утицале на обогаћивање пољопривредног земљишта у односу на геолошки матрикс, као и каква је потенцијалност земљишта за даљу пољопривредну производњу.

5.2. Испитивана област, потенцијални извори загађења и узорковање

Истражни простор обухвата равничарско подручје средњег Баната са запада омеђено пловном реком Тисом, а са истока државном границом са Румунијом (Слика 17). Поред пољопривредне активности (иригација, употреба ђубрива, агрохемије, механике), потенцијални извор загађења може бити и атмосферска депозиција пореклом из индустријске зоне Зрењанина - Багљаш - Елемир. Надаље, присуство малих индустрија у пољопривредној области (циглана - S3), сагоревање дрвета и угља из кућних ложишта, може бити додатни извор загађења. Поред локалних саобраћајница, истражни простор пресеца и магистрални пут Београд-Зрењанин, што такође може имати утицај на степен контаминације. Истражно подручје је испресецано или ограничено релативно мањим рекама попут Тамиша и Бегеја, воденим каналима (Брзава - SB 23) од којих је значајнији источни крак ДТД канала. Многобројне акцидентне ситуације на територији Румуније, као што су изливање отпада са цијанидима, солима, тешким металима у *Baia Mare* у *Baia Borsa* (*Maramure*) биле су регистроване у последњих неколико декада (Lucas, 2001), што је довело и до контаминације седимената реке Тисе (Sakan et al., 2009; Штрбац, 2014). На истражном простору су локалитети који припадају алувијону реке Тисе (локалитети SB1, SB2, SB 11 и SB14), а који могу бити потенцијална места антропогеног загађења.

Узорковање у пољопривредној области Средњег Баната извршено је по мрежи (на растојању између локалитета од 20 km), током јуна 2012. и 2013. године. Том приликом узети су узорци са 23 локалитета (SB1-SB23) са две дубине које представљају “Т” слој (0-30 cm) и “Б” слој (30-50 cm). Земљиште је обухватало орнице на којима се гаји пшенична култура (16) и ливаде (седам узорака: SB1, SB12, SB14, SB18, SB13, SB22 и SB23). Поред тога, узорак земљишта SB13 је узет у индустријској области, на растојању 200 m од производног погона текстилне индустрије, док се 400 m даље, ка југу налази отпад и погон за прераду металних секундарних сировина (новијег датума) и пунилиште ТНГ гасом. Насупрот томе, узорак SB14, узет је на ободу Царске Баре, познате као природног резервата, која је у значајној мери заштићена од антропогеног загађивања.

Метода узорковања, као што је у претходном поглављу речено, дефинисана је GEMAS пројектом: узорковање је извршено лопатицама од нерђајућег челика на пет блиских подлокација, на међусобном растојању од 10 m. Формиран је композитни узорак од 2 kg из Т и Б слоја земљишта. На територији Војводине дубина орања износи 30-35 cm, те је узоркован читав пољопривредни слој. Узорци су ручно дробљени и четвртани, тако да се добије репрезентативни узорак. Један део композитног узорка за хемијску анализу припремљен је тако што је спакован у полиетиленске кесе и замрзнут (- 20° C) до почетка анализе. Други део је одвојен и за минералошку и гранулометријску анализу. У овом случају XRDP анализа је вршена на целокупном спрашеном узорку. Посматрање под микроскопом “Carl Zeiss” (у пропуштеној светлости) вршено је после одвајања минерала у две фракције: лаку и тешку, употребом CHBr_3 (густине $2,8 \text{ g cm}^{-3}$).



Легенда

- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | 1. Глине пескови и алевролити, холоцен |  | 22. Тераса 150-160: шљункови и пескови; Дунав |
|  | 3. Фација корита, шљункови, пескови, горњи холоцен |  | 25. Пролувијално-делувијални седименти: дробина, шљункови, алеврити; еоплестоцен |
|  | 4. Фација поводња, алеврити и глине, горњи холоцен |  | 28. Еолски песак, морфолошки неуобличен; холоцен; Дунав |
|  | 5. Фација старача: органогене глине и алеврити; горњи и доњи холоцен |  | 32. Лес преко терасе; вирм |
|  | 6. Тераса 3-5 m. рел.висине: алеврити и пескови, доњи холоцен |  | 40. Кластити, пелити са угљем; морски понт; развој западно од Карпата, Панонски басен |
|  | 7. Фација старача: глине,песак и тресет; доњи холоцен |  | 41. Кластити, пелити и карбонати; морски сармат и понт Панонски и Дакијски басен |
|  | 10. Тераса 7-12 (10 - 15 m): фација поводња: алеврити и пескови, и глине; вирм |  | 48. Кластити, пелити и карбонати, са пирокластитима; језерски егер - Алексинач, Трстеник, Боговина, Врање; |
|  | 11. Тераса 7-12 (10 - 15 m): субфације поводањских језера: глине и алеврити; вирм |  | 90. Масивни кречњаци; титон |
|  | 13. Тераса 20-30 (25 - 35 m): пескови и алеврити; рис |  | 171. Кварцофиолити са подређено зеленим шкриљцима и зеленим стенама; горњи протерозоик - камбријум (Лесковик - Рожањ) |
|  | 17. Подсечене плавине: шљункови и пескови; плеистоцен |  | 173. Тракасти гнајсеви, окцасти гнајсеви и мигматити; каледонски (Вршачки брег, западни део, Јухор, Сталаћ) |
|  | 21. Тераса 90-110: шљункови и пескови; гинц |  | 183. Албит-гнајсеви, гнајсмикашисти, биотитски и хлоритски шкриљци; горњи протерозоик (Вршачки брег, источни део, Велики Јастребац) |

Слика 17. Испитивана област Баната са локалитетима (модификовано по Каленићу и сарадницима, 2013)

5.3. Резултати и дискусија

5.3.1. Физичко-хемијске карактеристике и текстура земљишта

Физичко-хемијске особине земљишта као што су рН, садржај органске материје, карбоната и расподела величине честица у земљишту су значајни фактори који утичу на акумулацију, дистрибуцију у земљишним фракцијама и потенцијалну (гео и био) доступност токсичних елемената. У Табели 17, представљена је дескриптивна статистика физичко-хемијских параметара и текстуре земљишта.

Табела 17. Дескриптивна статистика физичко-хемијских и гранулометријских параметара (%) у два слоја

слој		рН	СаСО ₃	Орг. мат.	песак	прах	глина
Т	Средња вр.	7,54	8,85	6,0	7,8	85	7,5
	Ст.дев.	1,04	5,81	1,0	7,7	18	16
	Минимум	5,06	нд*	4,4	1,4	67	1,0
	Максимум	8,65	19,3	7,8	33	96	61
	CV%	14	66	18	99	21	209
Б	Средња.вр.	7,89	11,6	4,7	8,0	84	8,7
	Ст.дев.	0,76	6,56	1,2	7,6	16	14
	Минимум	5,53	0,09	1,2	0,5	37	н.д
	Максимум	8,75	22,2	6,6	27	96	49
	CV%	10	57	26	97	19	167

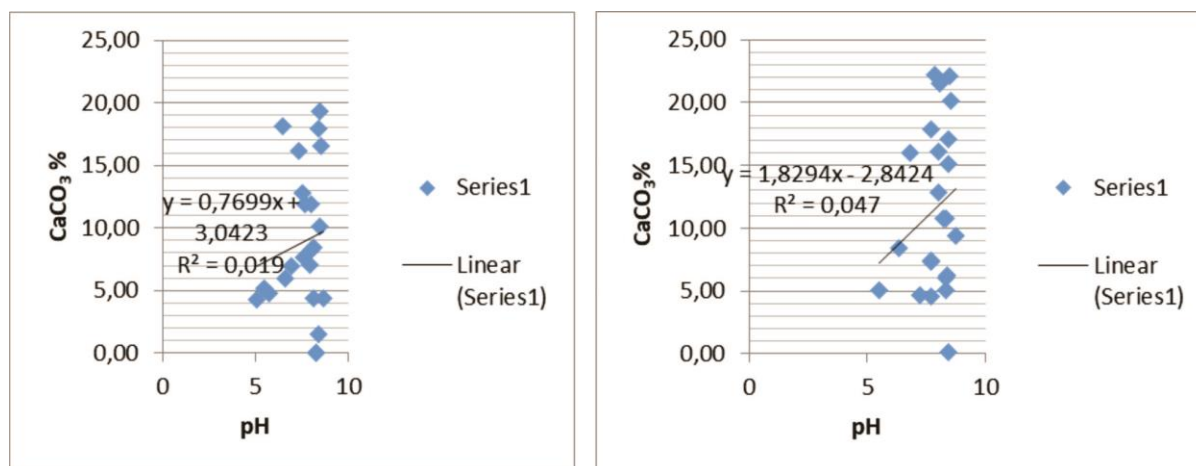
*нд-није детектована

Гранулометријским анализама земљишта добијене су проценатна вредности садржаја фракције песка (0,25–0,063 mm), праха (0,063–0,005 mm) и глине (>0,005 mm) (Konta, 1972). Гранулометријски састав земљишта се не разликује значајно између два испитивана слоја изузев у случају локалитета SB14. Најзаступљенија фракција је фракција праха, са коефицијентом варијације (CV од 21 % и 19 %). Садржај глине је незнатно виши у подповршинском слоју и у великом проценту варира (CV 209, односно 166%). Варирање у погледу садржаја глине, највероватније је последица присуства пеллоидних и слатинастих земљишта, богатијих глином. Максимуми садржаја глине су везани за узорке слатина SB14 и SB18 у оба слоја. На основу процентуалног учешћа фракција, највећи број узорака се може сврстати у групу прашкаста земља. Мањи број узорака, посебно узетих у алувијону Тисе и ободу Царске баре (SB1, SB14- Б слој) припада муљевитој земљи. Групи песковито-прашкаста земља припадају узорци: SB3, SB13, SB8, SB14 - Т слој, док песковито-прашкasto-глиновитој земљи припада узорак SB18.

Према средњој рН вредности у оба слоја, земљишта испитиваног подручја су слабо алкална (Табела 17). Опсег од 5,44 – 8,75 у оба слоја, говори о присутности киселог до јако алкалног земљишта. Познато је да се с повећањем вредности рН највећи број

елемената постаје и мање мобилан. Сходно томе, највећа (гео-био) доступност елемената може бити изражена је у узорку SB15, док најмања доступност елемената је изражена у SB14.

На Слици 18, представљени су дијаграми зависности рН од садржаја карбоната (изражених као CaCO₃ у %)



Слика 18. Зависност карбоната (CaCO₃ %) од рН вредности у а) слоју Т и б) слоју Б

Очигледан недостатак статистички значајне корелације карбоната са рН на овој територији, у складу је са констатацијом Fabiana et al (2014), који претпоставља да је у земљишту Панонског Басена на то утицало више локалних феномена. Одсуство корелације са појединачним параметрима, који могу утицати на рН вредности као што су карбонати и органска материја у овом истраживању, указује да рН не зависи само од њиховог садржаја, већ и од садржаја гвожђа (окси-хидроксида), величине зрна односно садржаја глине и праха (корелациони коефицијенти 0,3-0,6) и састава земљишног раствора. Доступност Ca²⁺ у садржајима изнад 1000 mg kg⁻¹ пуферише земљиште на 7,0-7,6. С друге стране, недовољно Ca²⁺ у земљишном раствору, земљиште са високим садржајем SiO₂ и вишим садржајем песка снижава рН. Садржај органске материје, такође утиче на опадање рН вредности услед интеракције хумусне супстанце са CO₂ из кише (Fabian et al, 2014). Додатно, на рН земљишта утиче појава слатина, како су земљишта типа солоњца и солончека базна, а кисела у случају солоња (Бјелић, 2017).

5.3.2. Минералозна карактеризација земљишта

Најзаступљенији минерал у свим узорцима земљишта у површинском и подповршинском слоју је кварц. Минерали глине су други по заступљености од чега су најзаступљенији минерали монтморионитско-илитско-хлоритско-серицитског састава, а следећи у низу по учесталости су фелдспати (Прилог 4). Оваква расподела најприсутнијих минерала, односно доминација минерала глина над фелдспатима, указује на интензивнију алтерацију ("weathering") минералних компонената земљишта.

У појединим узорцима у оба слоја (SB4, SB5, SB6, SB7, SB9, SB12, SB13, SB20 и SB21), само у Т слоју (SB16) или само у Б слоју (SB3, SB8, SB10, SB11 и SB17) присутни су и

карбонати (калцити или доломит). Стога, поред садржаја карбоната добијених хемијским анализама (Табела 17), и резултати анализа минералошког састава указује да је присуство карбоната незнатно заступљеније у подповршинском слоју. Узорци SB9 (оба слоја) и SB11 (Б слој) су специфични по томе што је калцит после кварца, најдоминантнији минерал. Амфиболи су детектовани у Т слоју узорака SB9, SB13 и SB22, као и у Б слоју узорка SB3, док је у узорцима SB3 (Т слој) и SB22 (В слој) присутан хематит. Родохрозит је детектован само у узорку SB5 (Б слој). Појава родохрозита говори о услови таложења у седиментима. Присуство Mn у карбонатима указује на акумулацију у оксидационим условима (Rubio et al., 2000). Међутим, присуство је регистровано само на локалитету SB5, што сугерише на могући нанос материјала из Румуније, с обзиром да је овај минерал присутан уз орудњења у Металифери планинама. Мање заступљени минерали овде нису детектовани XRPD методом због потпуног одсуства, или су садржаји испод детекционог лимита (испод 2-3 %).

Посматрањем тешких фракција узорка (Прилог 4) под микроскопом у пропуштеној светлости у имерзионој течности утврђено је присуство минерала: хематит, илменит, амфиболи, пироксени, биотит, хлорит, епидот, турмалин, апатит, циркон и рутил. Присутни су одломци стена метаморфита и магматита. Лака фракција се састоји од кварца, одломака стена магматског и метаморфног порекла, фелдспата/плагиокласа, лискуна, односно мусковита и Fe-глиновитих зрна.

Оваква асоцијација умногме указује на места природног налажења микроелемената. Познато је да су елементи Mo, V, Zn, Pb, Cu и Ni присутни у кристалној решетки минерала глина. Берилијум има исту судбину као и Al и обогаћује се у минералима глина, а такође и у K-фелдспатима, плагиокласима, пироксенима и лискунима. Метали Zn и Pb, такође могу бити у лискунима. Ванاديјум и хром су детектован у пироксенима, биотиту, магнетиту. Уопштено, хром као литофилан елемент присутан је у алумосиликатима, замењујући Al и у асоцијацији је са њим и Fe у седиментационом циклусу. Cr, Ni и Co поред ултрабазита налази се у земљишту, као и у производима њиховог распадања. В је литофилни и оксифилан елемент који измеђује Al и Si, те се тако налази у саставу минерала глина, а такође и присутних турмалина, амфибола, хлорита, лискуна и фелдспата као и растворљивих бората (Hawkes & Webb, 1968; Polendinok & Buhl, 2003; Silveira et al., 2006; Kabata – Pendias, 2011; Armiento et al., 2012; Kiertzak et al., 2016). Минерали глина због своје адсорпционе површине, могу бити места везивања катјона, па тако и свих метала. Такође се халкофилни селен и жива адсорбују на површини честица глине, посебно каолинита (Čuvarđić, 2003).

5.3.3. Степен контаминације земљишта и просторна расподела токсичних елемената

Као што је показано у литератури, без сазнања о просторној расподели елемената, као последице геогених фактора није могуће говорити о антропогеном утицају (Reimann et al., 2010; Saaltink et al., 2014), као и без података о локалним BG вредностима.

На испитиваном простору вредности садржаја В и V су изнад BG1 вредности у оба слоја (Т и Б), док је садржај Pb и Hg (Табела 18) незнатно виши у површинском слоју. У односу на МДК вредности дефинисане правилником, ове вредности су више у случају Co и Hg (у Т слоју) и додатно Ni, V, Be, Se, у односу на МДКм.

Додатно, у Табели 20 су дате вредности медијане ових елемената у пољопривредном земљишту презентоване у истраживањима обухваћена GEMAS пројектом (Reimann et al., 2012; Ottesen et al., 2013; Tarvainen et al., 2013; Albanese et al., 2015; Ladenberger et al., 2016; Birke et al., 2017). Овде треба нагласити да приликом поређења резултата садржаја токсичних елемената у земљишту треба увек узети у обзир специфичност геолошког матрикса, методу којом су узорци разлагани, као и начин узорковања.

У сврху поређења резултата добијених применом две методе, узорци земљишта С. Баната су растварани Царском водом. Резултати средњих садржаја представљени су у Табели 20. На основу резултата pairedt-test ($\alpha=0,95$) које смо добили у поређењу средњих вредности Cu, Zn, As, Pb, Cd, Ni и Cr у испитиваним узорцима после разлагања Царском водом и секвенцијалне екстракције утврђено је да не постоји статистички значајна разлика између ових вредности ($t=0,42$, $0,88 < 1,94$). Стога је поређење са датим литературним вредностима елемената у земљишта за подручје јужне Европе добијена GEMAS пројектом сасвим адекватна. Посматрајући вредности медијане испитиваних елемената у односу на вредности за садржај елемената у земљишту јужне Европе добијене у оквиру GEMAS пројекта (Табела 20) приметно је значајно одступање код живе, као и вредности хрома и никла. Међутим, измерене вредности садржаја хрома и никла у земљишту С. Баната улазе у опсег презентован у земљишту јужне Европе (Albanese et al., 2015).

Презентовани резултати у случају елемената - Cu, Zn, Co, As, Pb, Cd, Ni и Cr (Табела 18) су у сагласности са оним које су добили Бранков и сарадници (2006) и Нинков и сарадници (2012), у истраживању степена контаминације пољопривредног и непољопривредног земљишта Баната. С друге стране, поређењем ових резултата са резултатима истраживања земљишта Срема евидентне су више вредности оних елемената који су под већим утицајем офиолита са Фрушке Горе (Cr и Ni), као и близине индустријских објеката (As, Pb и Zn).

5.3.3.1. Расподела садржаја елемената у слојевима земљишта

Ради поређења садржаја елемената у два узоркована слоја и у овом случају, примењен је непараметријски статистички тест (Прилог 8). Применом Wilcoxon-овог теста, утврђено је да не постоји значајна разлика у садржају токсичних елемената у површинском и подповршинском слоју, односно да су садржаји испитиваних елемената равномерно распоређени по слојевима. Разлог томе може бити мешање слојева услед механичке обраде земљишта.

Табела 18. Дескриптивна статистика токсичних микроелемената у Т и Б слоју

елемент	слој	Средња вредност	Стандарда девијација	минимум	максимум	медијана	CV(%)
As	Т	4,28	2,08	1,98	9,67	3,35	48,9
	Б	4,16	2,03	2,16	9,01	3,50	48,9
В	Т	10,3	4,47	1,53	16,6	9,76	43,3
	Б	11,1	4,39	4,36	24,6	10,9	39,4
Cd	Т	0,31	0,12	0,12	0,63	0,31	37,5
	Б	0,28	0,13	0,15	0,65	0,25	45,9
Co	Т	9,69	2,64	5,56	17,0	9,49	27,3
	Б	10,2	3,28	5,67	20,3	9,50	32,2
Cr	Т	31,7	6,99	21,3	44,2	29,4	22,1
	Б	31,3	8,03	20,2	45,9	30,4	25,7
Cu	Т	18,4	5,86	8,48	35,6	17,7	31,9
	Б	18,4	6,76	8,54	38,2	17,9	36,8
Hg	Т	0,43	0,37	0,04	1,61	0,35	86,6
	Б	0,38	0,31	0,03	1,42	0,30	80,9
Ni	Т	29,2	8,25	20,3	51,0	28,4	28,2
	Б	34,5	27,6	11,4	145	23,8	80,0
Pb	Т	16,2	6,49	6,45	31,2	14,8	39,5
	Б	12,9	3,76	5,96	21,9	12,8	29,2
Zn	Т	53,8	16,9	35,3	93,5	50,0	31,4
	Б	52,7	18,9	31,2	97,5	48,8	35,8
Be	Т	0,59	0,24	0,27	1,08	0,51	39,9
	Б	0,58	0,25	0,17	1,14	0,49	42,6
Se	Т	1,08	0,52	0,28	1,78	1,19	48,6
	Б	1,13	0,61	0,27	1,89	1,37	54,2
V	Т	40,9	12,5	25,6	65,4	39,4	30,5
	Б	39,9	13,8	22,8	66,2	44,2	34,5
Mo	Т	0,50	0,32	0,04	1,29	0,56	63,0
	Б	0,58	0,44	0,10	2,26	0,60	75,9
Sb	Т	0,23	0,17	0,14	0,76	0,14	71,8
	Б	0,42	0,99	0,14	4,97	0,17	236

Табела 19. Дескриптивна статистика макроелемената у Т и Б слоју

елемент	слој	Средња вредност	Стандардна девијација	минимум	максимум	медијана	CV(%)
Al	T	29256	10646	15709	52023	30771	36,4
	B	28311	11434	14416	50030	25775	40,4
Fe	T	32396	13054	16419	54969	33575	40,4
	B	32505	14010	13916	54715	35057	43,1
Mn	T	508	163	154	770	553	32,1
	B	465	145	144	668	463	31,1
K	T	5370	2061	2595	9029	5059	38,4
	B	5038	2158	1802	8942	4529	42,8
Na	T	541	793	64,2	3997	384	147
	B	624	1014	70,1	5085	411	163
Ca	T	17178	11763	3694	52953	18082	68,5
	B	23843	18648	4858	78267	22629	78,2
Mg	T	12616	5736	4529	24040	13133	45,5
	B	12459	5685	3809	22435	12066	45,6

Табела 20. Садржај елемената (после растварања Царском водом, ААС) и вредности медијане земљишта јужне Европе (GEMAS)

елемент	слој	Ср. вред. ±ст. дев.	медијана	МЕД* ¹
As	T	3,17±1,09	3,11	5,69
	B	3,36 ±1,16	3,28	
Cd	T	<0,30	- ^{*2}	0,22
	B	<0,30		
Co	T	-	-	10,0
	B			
Cr	T	20,8±2,52	21,2	20,2
	B	21,8±2,83	21,9	
Cu	T	25,0±6,17	22,9	14,5
	B	22,2±5,43	21,6	
Hg	T	0,43±0,44	0,35	0,027
	B	0,35±0,95	0,11	
Ni	T	25,6±3,43	24,5	14,7
	B	26,3±6,69	25,0	
Pb	T	18,5±16,7	15,3	20,0
	B	15,0±6,31	12,8	
Zn	T	54,4±11,1	57,2	45,0
	B	53,3±11,1	51,5	

*¹вредности медијане у земљишту јужне Европе (GEMAS): Pb (Reimann et al, 2012) As (Birke et al, 2017); Cd (Tarvainen et al, 2013); Cr, Ni, Co, Cu (Albanese et al, 2015), Hg (Ottesen et al, 2013); Zn (Ladenberger et al, 2016); *² нема податак

5.3.3.2. Просторна расподела садржаја елемената и коефицијент варијације (CV)

На истражном простору у оквиру кога су узимани узорци, значајне су три геоморфолошке области (Слика 17):

област 1 - на западу терена је развијен алувијон реке Тисе са рецентним поводањским површима (локалитети SB1, SB2, SB11 и SB14) који према западу прелази у надплавну терасу, одакле је узиман и највећи број узорака (S3, S4, S5, S6, S9, S10, S12, S13, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21 и S22); док је на истоку – област плавина и рецентних плављења - локалитети уз румунску границу (SB7, SB8 и SB23). Као потенцијална места загађења, независно од оних под утицајем пољопривредне активности или атмосферске депозиције из оближње индустријске области (S13), могу бити на првом месту локалитети алувиона Тисе, на западу и област рецентних плављења терена, на истоку. Према садржају елемената, односно највишим вредностима, које су веће од BG1, односно МДКм вредности, у целој испитиваној области, најконтаминиранији локалитети су: SB1, SB3, SB13 и SB23.

На локалитету SB1 у непољопривредном земљишту обраслог трском регистрована је максимална вредност Cu и Ni (Т слој) (Табела 18), док је садржај Zn изразито изнад BG вредности, односно изнад МДКм, у слоју Б (81,6 и 93,7 mg kg⁻¹). Повишене вредности Cu и Zn у узорцима плитких седимената Тисе, посебно ближе Мађарској граници регистроване су као последица антропогених активности, док је Ni концентрован углавном услед ерозије седимената (Sakan et al., 2009). Слично, у узорцима SB2 и SB11, удаљенијим од поменутог извора контаминације (SB1) и Мађарске границе (Слика 17), садржаји елемената Cu и Zn су изнад BG1. Ове вредности су доста ниже од вредности које је детектовала Sakan et al. (2009) у плитким седиментима Тисе. С друге стране, вредности живе на ова три локалитета од 0,65, 0,52 и 0,63 mg kg⁻¹, у површинском слоју су више од детектованих у плитким седиментима Тисе (Sakan et al., 2012), посебно оним ближим Мађарској граници. Додатно, Ninkov et al. (2017) утврдила је највише вредности Hg (максималне до 0,974 mg kg⁻¹), као и CV у области алувијона на територији Војводине, што је уочљиво и у области Тисе, као последица антропогеног утицаја.

Скок вредности садржаја Cd (0,65 mg kg⁻¹) изнад BG1 у SB2 може указати на утицај пољопривредних активности, јер се ради о пољопривредном земљишту. Sakan et al. (2016) је истакла значајан антропогени утицај на садржај Cd седименту Тисе.

Вредности испитиваних елемената које су добијене после тоталног разлагања узорака плитких седимената Тисе (Sakan et al., 2011; Štrbac et al., 2014, 2017), указују на присуство ових елемената и у геолошком матриксу.

На Локацији обода Царске баре (SB 14), као заштићеног природног резервата Царска Бара –Бегеј, где не очекујемо директан антропогени утицај, вредности токсичних елемената су на нивоу фонских вредности. Међутим, скок вредности садржаја олова (24,8 mg kg⁻¹ у Т слоју) и бакра (22,7 mg kg⁻¹, у слоју Б) указују на обогаћење, што може бити последица воденог наноса из канала Бегеј и реке Тисе. У прилог томе могу говорити и истраживања земљишта Баната аутора Бранков са сарадницима (2015), као и резултата садржаја олова (36,6 и 65,1 mg kg⁻¹), бакра (31,9 и 54,3 mg kg⁻¹) и цинка (89,1 и 155 mg kg⁻¹) на два локалитета овог природног резервата. Овај закључак може бити поткрепљен чињеницом да је квалитет воде и седимената Бегеја значајно деградиран због употребе хемикалија, пољопривредних активности, грађевинских машина и сточарства (и узводно и низводно

од реке Темишвара у Румунији). Такође, депоновани муљ у седиментима садржи токсичне супстанце (феноле, пестициде, тешке метале и радионуклиде) (Beilicci & Veilicci, 2012). Као последица наведеног, муљ у додиру са воденим током се испира или покреће и контаминира даље воду у каналима и седиментима у Банату.

Рецентно плављење у околини Тисе у Мађарској, допринело је концентровању ових елемената у слоју зоне корена биљака у вишим садржајима, него што је то показано у овом истраживању (Szabo et al., 2008, 2010). Претходна разматрања указују да елементи Pb, Zn, Cu и Hg имају значајно антропогено порекло, услед дуготрајне контаминације седимената, највероватније као последицу акцидентних ситуација у прошлости и садашњих антропогених активности.

Узорак SB 3 припада обрадивом земљишту на коме је засејана пшеница, а парцела је удаљена 10 m од саобраћајнице мање фреквентности, у близини циглане. Карактеристичан је по максималним садржајима Ni и Zn, (Табела 18), као и повишеном вредношћу садржаја бакра ($38,2 \text{ mg kg}^{-1}$), у слоју Б. Додатно, вредност садржаја живе у Т слоју ($0,55 \text{ mg kg}^{-1}$) и Cd у оба слоја ($0,53$ и $0,56 \text{ mg kg}^{-1}$) одступају од BG1 вредности, односно у случају живе и од МДКм вредности. Иако су вредности садржаја глине и органске материје нешто више у површинском слоју, а други параметри (pH, окси-хидроксида, садржај карбоната) уједначени, уочено је једино обогаћење живом у том слоју. Ова комбинација елемената може сугерисати на неки од антропогених утицаја као што је употреба ђубрива типа компоста, отпадних муљева или сл. С друге стране, порекло може бити и природно. Посебно је неочекиван садржај никла, чија вредност сугерише на контаминацију локалног карактера. Међутим, однос Ni/Co=15,8 указује и на геогено порекло никла. Наиме, однос Ni/Co од 10-20 у земљишту може указати на утицај ултрабазита, док вредности близу 4 представљају утицај биосфере (Vinogradov, 1958). Додатно, у слоју Б детектовано је присуство амфибола, а садржај хрома и Со је овде незнатно виши у односу на површински слој. У њима такође може бити и присутан Zn.

У узорку непољопривредног земљишта **SB 13**, у близини пумпе, који је у индустријској зони, регистрована је максимална вредност садржаја Cr, Mo, Pb, Sb и Zn (у површинском слоју) (Табела 18), и вредности изнад BG1 у случају Cu, V и Ni у подповршинском слоју. Повишене вредности садржаја Pb и Zn у близини пумпе последица су антропогеног утицаја, (издувни гасови, хабање гума, непажљиво претакање горива, кочење...) (Dauda & Odoh, 2012). Додатно, повишени садржаји Zn, Cr, Ni и Cu могу бити последица обраде метала (Dheeba & Sampathkumar, 2012; Panagopoulos et al., 2015). Sb и Cr се користе у индустрији текстила, те уз елементе Cu, As, Hg и Ni могу бити ослобођени у атмосферу, с обзиром како се у процесу производње текстила уводе кроз адитиве у разним фазама (Лазивић и Поповић, 2009). Kaschem и Singh (1996) су утврдили да је концентрација ових елемената повишена у земљишту око штавнице и текстилне индустрије и да садржаји опадају са растојањем од њих. Без обзира на потенцијалне антропогене изворе метала хрома, присуство амфибола у површинском слоју овог земљишта указује на његово могуће природно порекло. Такође, овај минерал може бити извор и никла, као и ванадијума и цинка.

Локалитет **SB23** је специфичан по свом положају, у области историјских плавина уз Румунску границу, а уз канал Брзава. Карактеристичан је по максималним вредностима садржаја Ве и Hg у оба слоја и скоком вредности Мо у Б слоју (Табела 18). Додатно, Cu ($23,8 \text{ mg kg}^{-1}$ и $19,6 \text{ mg kg}^{-1}$) у оба слоја и Zn ($54,3 \text{ mg kg}^{-1}$) и Pb ($22,1 \text{ mg kg}^{-1}$) у површинском слоју су изнад BG1 вредности. Иако последње наведене вредности нису

значајно повишене у односу на опсеге дате у земљишту (Kabata-Pendias, 2011), присуство ових елемената, изузев берилијума у области плавина, сугерише на утицај рударења у Румунији и да су елементи транспортовани каналом или током поплава.

Наиме, после акцидентне ситуације и поплава у Средњем Банату 2005. године, у подземним водама области Јаше Томић (источни Банат), било је приметно присуство Fe ($0,091-0,203 \text{ mg l}^{-1}$) и Zn ($0,014-0,529 \text{ mg l}^{-1}$), док су у водама дренажних канала детектовани и Cu, Ni и Pb (Poznanović et al., 2005). Са друге стране, од овог локалитета (S23), канал Брзава се протеже у југозападни део Румуније, у областима које је позната као област комплекса полиметаличних руда, односно процесима експлоатације олова и бакра. У овој области детектоване су повишене вредности метала, посебно Cu и Pb у земљишту, а такође и Zn, Cu, Cd и Pb у биљкама (Harmanescu et al., 2011). Групу елемената у коју спада и Cu, Pb, Zn и Mo детектовао је Šajn et al. (2011) у Панонској области, као последицу историјског рударења оловно-цинкане руде или топионица. Такође, испитујући утицај орогена Карпата на садржај елемената As, Cu, Hg, Pb и Zn у земљишту Панонског Басена, Ivanišević и Malvić (2015) су дошли до истог закључка. Стога, претпостављамо да је повећан садржај наведених елемената, заједно са Hg и Mo на локалитету S23 последица њиховог акумулирања на оба начина - преко система канала и услед поплава. Очекивано је и то да ће вредности бити ниже него оне које су утврђене у истраживању Harmanescu et al. (2011).

Још два локалитета могу бити под утицајем плављења и наноса материјала из румунских области (SB7 и SB8). Вредности садржаја Cu ($17,7 \text{ mg kg}^{-1}$), (Pb $24,0 \text{ mg kg}^{-1}$), V ($65,3 \text{ mg kg}^{-1}$) и Zn ($67,9 \text{ mg kg}^{-1}$) нешто више у односу на BG1 (али ниже у односу на МДКм) у узорку SB7 у Т слоју. У узорку SB8, се то односи на вредности за Zn ($77,7 \text{ mg kg}^{-1}$) и Cu ($19,7 \text{ mg kg}^{-1}$). У овој области, а географски на територији Румуније у пољопривредном земљишту регистроване су вредности испод МДК дефинисаних румунским стандардом (20 mg kg^{-1} , у случају бакра и олова; 100 mg kg^{-1} , у случају Zn и $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$, у случају Hg). Високи садржаји, посебно Pb, Cu и Hg изнад наведених МДК вредности дефинисаних правилницима Румуније ипак су изражени у областима историјске контаминације „non-ferrous“ индустрије током дугог периода као што су Maramures, Sibiu, Baia Mare... (Lacatusu & Lacatusu, 2008; Moldoveanu, 2014), одакле сматрамо да потиче главно загађење седимената Тисе, посебно на локалитетима који су најближи Мађарској граници на северу (SB1).

Коефицијенти варијације (CV, Табела 18), указују на умерену варијабилност-хетерогеност (21-51%) просторне расподеле већине елемената у оба слоја. Високу варијабилност (у складу са класификацијом Karim et al., 2014) или значајно висока варијабилност изражена је у случају Са и Na, што може указати на хетерогеност у узорцима, као и антропогени утицај (Cai et al., 2015). У овом раду последње може бити у случају елемената Ni, Hg, Mo и Sb. Присуство карбоната у појединим узорцима (Прилог 5-5.1, 5.2) утиче на високу варијабилност садржаја Са (висок CV), док веома висока варијабилност садржаја Na и вредности CV (Табела 19) су последица присуства земљишта типа слатина. Оба елемента имају првенствено природну хетерогеност.

5.3.3.3. Процена утицаја пољопривредне производње на степен контаминације

У Табели 21, дате су вредности садржаја елемената у пољопривредном, односно непољопривредном земљишту.

Табела 21. Средњи садржај елемената у обрадивом и необрадивом земљишту у два слоја

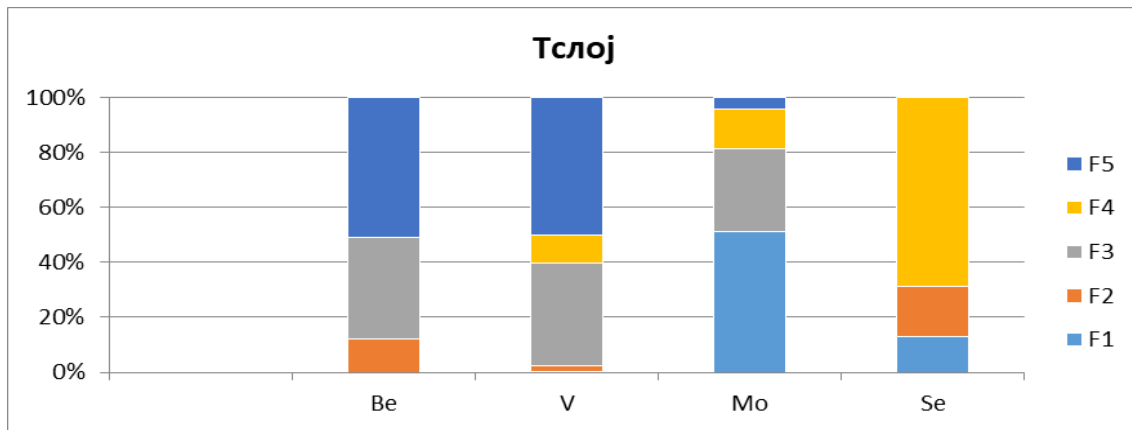
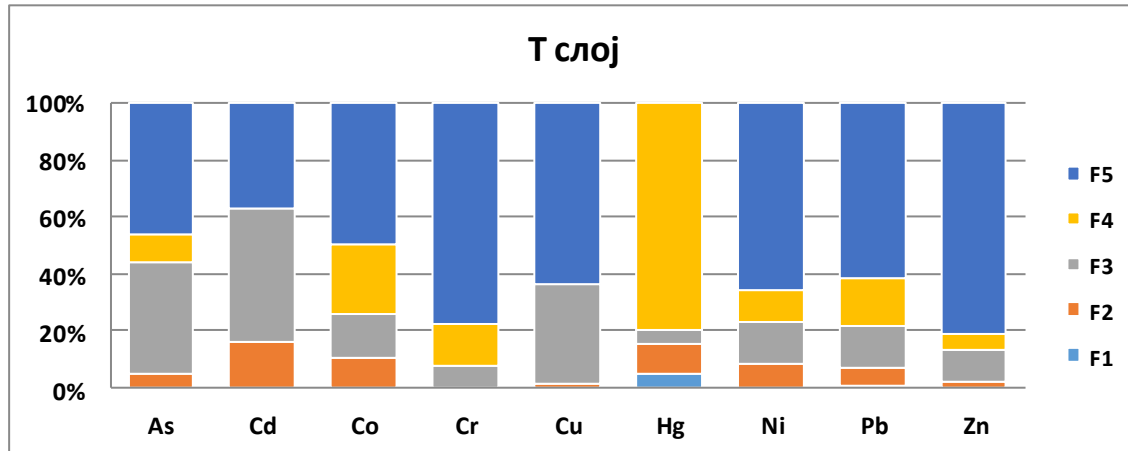
елемент	Обрадиво земљиште		Необрадиво земљиште	
	Т слој	Б слој	Т слој	Б слој
As	4,34	3,98	4,1	4,58
B	9,98	10,4	11,1	12,8
Cd	0,33	0,29	0,27	0,25
Co	10,2	10,7	8,58	8,84
Cr	31,1	29,2	32,9	35,8
Cu	16,9	16,9	21,7	21,8
Hg	0,32	0,36	0,69	0,44
Ni	28,7	32,7	30,3	38,8
Pb	14,9	11,4	19,9	16,4
Zn	51,5	49,5	58,9	60,2
Be	0,58	0,52	0,62	0,71
Sb	0,23	0,23	0,24	0,87
V	42	39,7	38,5	40,4
Se	1,06	1,13	1,12	1,13
Mo	0,47	0,48	0,57	0,58

Резултати ANOVA („one tail”) - једнофакторског теста поређења варијанси (Прилог 9), указују да не постоји статистички значајна разлика између садржаја елемената у обрадивом и необрадивом земљишту (у оба) испитивана слоја. То даље имплицира да пољопривредне активности нису значајно утицале на степен контаминације токсичним и потенцијално токсичним елементима. Незнатно повишене вредности садржаја елемената Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, Be, Sb и B у необрадивом земљишту сугеришу на утицај других антропогених и природних фактора. Имајући у виду који узорци земљишта, на истражном простору средњег Баната, представљају необрадиво земљиште, евидентно је да ти извори могу бити: присуство слатина, ерозије и "weathering" стена, као и рударења и наноса антропогеног материјала. Насупрот томе, незнатно повећан садржај Co у обрадивом земљишту може бити последица употребе ђубрива, као и обогаћивања земљишта овим елементом услед учешћа у биогеохемијском циклусу.

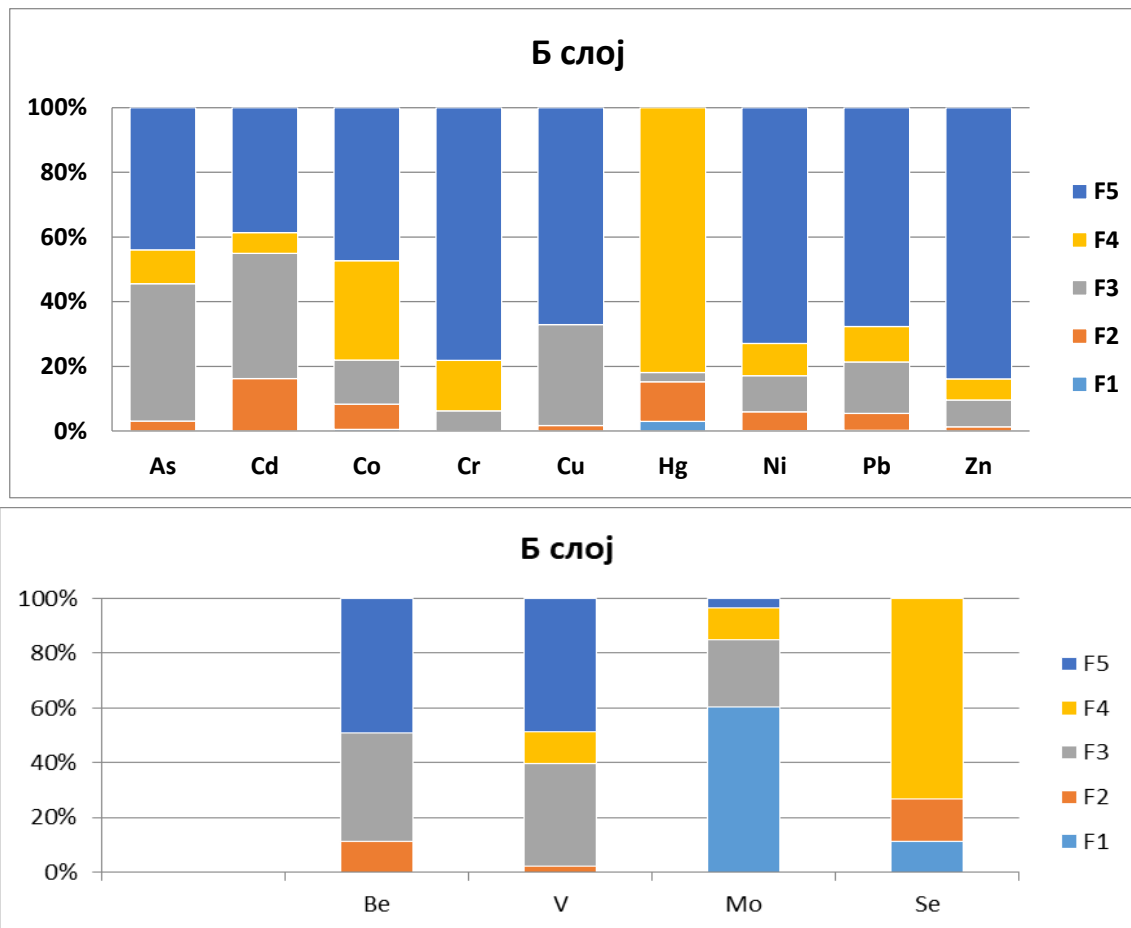
5.3.4. Геохемијски афинитет токсичних микроелемената

Степен мобилности / еколошког ризика, као и редистрибуција, делом је последица геохемијских карактеристика елемената у матичним стенама земљишта испитиване

области, односно геохемијског афинитета. На ове податке указује дистрибуција елемената по фазама секвенцијалне екстракције (Слика 19).



a)



б)

Слика 19. Процентуално учешће елемената у фазама секвенцијалне екстракције: а) Т слоју и б) Б слоју

Елементи који имају исти начин фракционисања, односно геохемијски афинитет у испитиваном земљишту су As, Pb, Zn, Ni и V, (Al, Fe, Прилог 7), у оба слоја. Они су најзаступљенији у кристалним решеткама минерала резидуалне фазе, као најимобилнијој фази, а најмање су заступљени као адсорбовани у адсорпционом комплексу земљишта. Овакав афинитет је очекиван, с обзиром да се елементи Pb, Zn, Ni и V могу наћи везани за кристалне решетке алумосиликата. Приликом распадања примарних минерала, гвожђе не улази у састав глина, већ се таложи као лимонит (Hawks & Webb, 1962), односно као аморфни еквивалент Fe-оксихидроксида. С друге стране, познато је да многи елементи имају афинитет хелатизације са органском материјом. Ванадијум има афинитет према оксидима гвожђа, органској материји, као и минералима глина, а поред адсорбовања на Fe-оксидима, он може супституисати Fe (Polendinok & Buhl, 2013; Pinto, 2015). С друге стране, Ni, Cr, Co, As и Zn се у земљишту могу наћи у лимониту. У седиментним стенама, позната је геохемијска асоцијација Fe оксида са As, Co, Ni и Se; Mn - оксида са As, Ba, Co, Mo, Ni, V и Zn (Hawks & Webb, 1962). На тај начин, може доћи и до редистрибуције елемената, приликом хемијске алтерације између минерала глина, хидроксида

гвожђа/мангана и органске материје. Услед тог природног процеса долази и до преласка елемената из немобилних (F5) у потенцијално мобилније облике.

С обзиром да иста дистрибуција може указати на слично геохемијско порекло елемената и геохемијску сличност, As као халкофилан и сидерофилан елемент има исти афинитет по фазама, али се у испитиваном земљишту највероватније иста расподела може објаснити везом кристалне – аморфне структуре оксида гвожђа/мангана у F5/F3. Додатно, појава међусобне интеракције органске материје, окси-хидроксида гвожђа са силикатима може бити узрок овакве расподеле. Такође, као што је речено, биљке могу такође утицати да се мобилност арсена повећа (садржај у фази F1).

Расподела Co по фазама секвенцијалне екстракције, на две дубине, је неселективна и указује на његову природну хетерогеност, с обзиром је Co сидерофилан, халкофилан и литофилан, а такође се и комплексира са органском материјом. Насупрот томе, хром није екстрахован у најмобилнијим фазама. С обзиром да је он литофилан елемент, ова природна расподела је очекивана.

Бакар је елемент који има висок афинитет према органској материји (Kabata-Pendias, 2011). Стога је очекивано да поред других фаза буде присутан и у фази F4, што ипак није уочено у свим узорцима слоја Т и Б. Такође, није детектован ни у адсорбованом / растворљивом облику. Ово се може објаснити на исти начин на који је представио *Silveira et al* (2006) у свом истраживању. Он је дошао до закључка да је Cu у присуству високог садржаја укупног Fe, односно у присуству реактивне компоненте - Fe оксида мање присутан у адсорбованом облику, и да се мање комплексира са органском материјом. Расподела између фазе F2, F3 и F5 указује на евентуарни "weathering" ултрабазита, те редистрибуције између глина, између аморних облика Fe и Mn. С друге стране, антропогени утицај и таложење Cu као Cu(OH)₂ већ на pH 4,50 (*Vinogradov, 1958*), на локалитетима где је утврђено присуство овог елемента у најмобилнијим фазама (Слика 21) може допринети оваквој расподели.

Генерално, мобилност претходно описане групе елемената у испитиваном земљишту, контролисана је присутним окси-хидроксидима Al, Fe, односно оксидима гвожђа различитог степена кристализације и алумосиликатима. Додатно, није занемарљива међусобна интеракција ових неорганских компонената у земљишту са органском материјом. Резултати дистрибуције по фазама секвенцијалне екстракције одступају од наведеног у случају следећих елемената:

Бор је детектован у резидуалној фази у већини узорака. Расподела између карбонатне и резидуалне фазе регистрована је у Т слоју у мањем броју узорака њива (SB15, SB19 и SB21) на територији Баната. Као и у земљишту Срема, присуство у мобилнијој фази F2 може бити последица распадања турмалина. Изузетно, у узорку са ливаде S18 која представља земљиште слатине, В је у оба слоја присутан у фазама F1 и F2. Концентравање В у глинама слатина, а такође и појава растворног облика В и у дубљим слојевима земљишта (*Vinogradov, 1958*), објашњава присуство овог елемента у фазама F5 и F2 / F1 секвенцијалне екстракције. Још један аспект који може да се посматра овде је и антропогени утицај на садржај овог елемента у обрадивом земљишту. Повишени садржаји одређених елемената често могу бити последица наводњавања земљишта загађеним техничким водама. Уколико се наводњавање врши из канала Бегеј, реке Тамиш, као и мањих водотока и канала који су загађени углавном због индустрије у Румунији, а из којих путем канала загађење доспева доспева и у Војводину, земљиште се може контаминирати овим елементом и на тај начин.

Кадмијум има специфичну расподелу која се разликује у Т и Б слоју, с обзиром да је у површинском слоју највећи процентуални удео елемента у F3 фази, односно кадмијум је највише везан за аморфне облике оксида гвожђа.

Молибден има такође специфичну расподелу пошто је једини елемент који је значајно присутан у адсорбованом облику. У једном од истраживања, Goldberg et al. (1996) је дошла до закључка да су места адсорпције молибдена у земљишту више на адсорпционим површинама оксида Al и Fe, него у кристалним облицима, а адсорбује се и на површинама глина, док према калциту није изражен афинитет везивања. Иммобилност овог елемента, који се у земљишту често јавља као MoO_4^{2-} се повећава у базним земљиштима, и у присуству сесквиоксида, као и органске материје (Vinogradov, 1958).

Антимон је у оба слоја слоју везан у Fe-оксидној фази, и јавља се само у узорцима SB 21 и SB 23 у адсорбованом облику.

Дистрибуција **селена** између органске, карбонатне и јон-изменљиве фракције, чини овај елемент потенцијално доступним (Слика 19, 21). Оваква дистрибуција је очекивана, с обзиром на то да је ово елемент који није литофилне природе. Селен има афинитет према органској материји како се налази у протеинима, фулво киселинама и органским материјама са азотом (Čuvarđić, 2003) и адсорбује се на минералима глине.

Жива је у 50 % узорака земљишта Баната на сличан начин дистрибуирана као и у земљишту Срема, при чему се претпоставља да су карбонати, органска материја и адсорпциона површина аморфних структура оксида место адсорпције овог елемента. Овакав начин везивања, посебно са органском материјом, највероватније и јесте омогућио обогаћивање земљишта живом до измерених вредности које су представљене у овом истраживању.

5.4. Процена степена геоеколошког ризика

5.4.1. Фактор мобилности (MF) и процена ризика (RAC)

На Слици 20 је представљен Фактор мобилности (MF), који је и овде израчунат као однос збира садржаја елемента екстрахованог у овом случају у прве две фазе (F1+F2) у односу на укупан збир и изражен у %.

Према степену мобилности – гео (био)доступности, односно % учешћу у мобилним фракцијама, мобилност елемената опада по следећем редоследу:

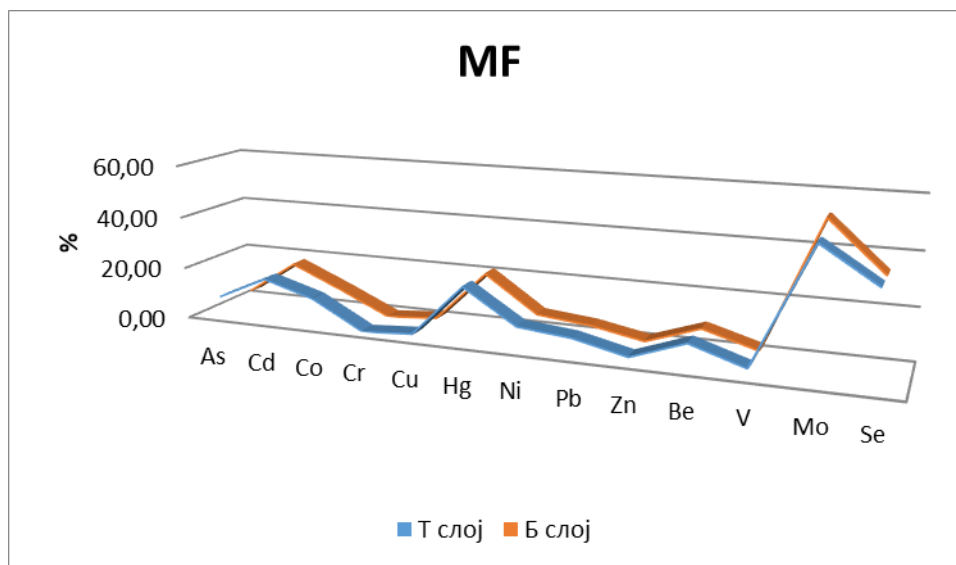
У површинском слоју (Т):

Mo (48,0%) > Se (35,0%) > Hg (21,5%) > Cd (16,7%) > Co (10,7%) > Be (9,42 %) > Ni (8,65 %) > As (7,69 %) > Pb (6,66 %) > V (2,81 %) > Zn (2,01 %) > Cu (1,41 %)

У подповршинском слоју (Б):

Mo (52,1 %) > Se (33,7 %) > Hg (21,2 %) > Cd (17,6 %) > Co (9,12%) > Be (8,49%) > Ni (7,30%) > Pb (5,29 %) > As (4,80 %) > V (2,57 %) > Zn (2,01 %) > Cu (1,59 %).

Cr није детектован у мобилним фазама ни у једном узорку, док је Hg детектована у 50 % узорака у оба слоја. В и Sb су детектовани само у неколико узорака, што ће даље бити дискутовано.



Слика 20. Средња вредност MF фактора елемената у слоју Т и Б

Према томе, Cr је најмање мобилан елемент и спада у групу елемената са најнижим ризиком транспорта – геодоступности и биодоступности ($MF < 1$); у групу с ниским степеном мобилности-геодоступности, односно еколошког ризика $1 < MF < 10$ спадају елементи: As, Co, Cu, Ni, Pb, Zn, Be и V; у групу средње мобилних елемената ($10 < MF < 30$) спадају токсични елементи Cd и Hg, затим Se, док у групу високо мобилних ($30 < MF < 50$) спада најмобилнији елемент - Mo. На исти начин се могу груписати испитивани елементи и према степену ризика од контаминације животне средине (RAC коефицијент).

Оваква дистрибуција елемената у фракцијама земљишта није повољна када су упитању есенцијални елементи Zn, Cu, Co, и B, (изузев Mo), услед њиховог дефицита у пољопривредном земљишту, а врло повољна када се разматра токсичност ових елемената. Постојећи дефицит есенцијалних елемената Se и Zn на територији Србије и Војводине (Čuvarđić 2003; Manojlović & Singh, 2012) потврђен је и у овом истраживању, с обзиром да вредности садржаја потенцијално мобилних/фитодоступних облика испод оних критичних од 5 и 1 mg kg^{-1} , респективно. С друге стране, низак степен мобилности у случају берилијума указује да променом рН и Eh вредности он може постати мобилан и доступан биљкама/животној средини на испитиваном локалитету у просеку од $0,05 \text{ mgkg}^{-1}$ Be, чиме је ризик од контаминације сведен на минимум.

5.4.2. Фактор ризика E^t и индекс еколошког ризика RI

У Табели 22 представљене су вредности коефицијената процене еколошког ризика за чији се прорачун (за разлику од претходног) користе вредности укупног садржаја елемената.

Табела 22. Средње вредности коефицијената еколошког ризика елемената (E_{ir}) и узорака (RI)

	Ni	Cr	Pb	Zn	Cu	Cd	As	Hg	Co	RI
Т слој	3,1	1,4	5,1	1,1	5,5	25,7	7,4	57,6	3,9	110,8
Б слој	3,7	1,4	4,0	1,1	5,5	23,2	7,2	50,9	4,1	101,0

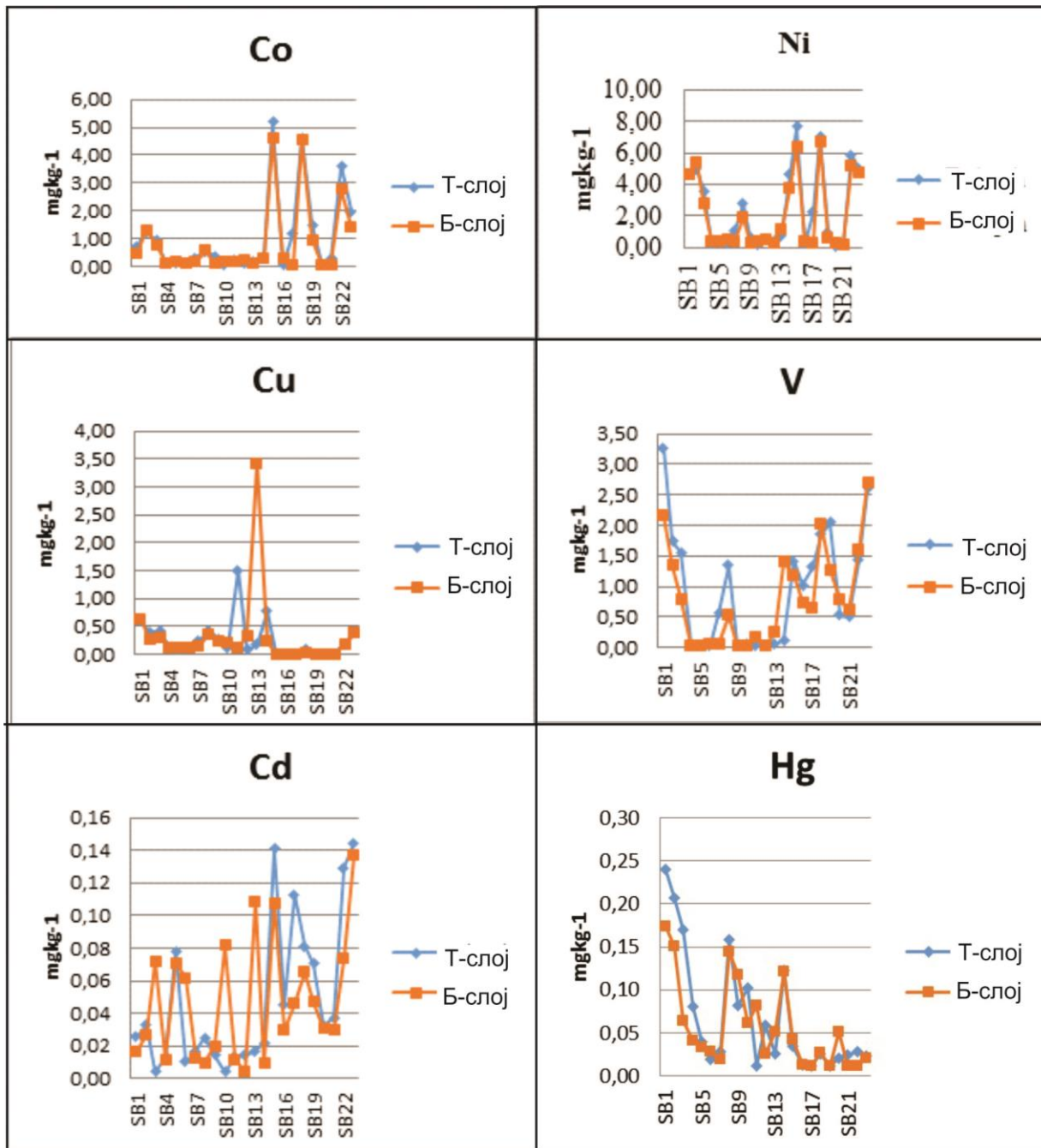
Вредности E_{ir} фактора за неведене елементе, као и њихов збир, RI, указују на низак степен еколошког ризика ($E_{ir} < 40$, $RI < 150$). Изузетак је жива, чије E_{ir} вредности у оба слоја сугеришу на постојање умереног еколошког ризика. Редослед по опадању E_{ir} вредности је: $Hg > Cd > As > Cu > Pb > Co > Ni > Cr > Zn$ сугерише да највећи еколошки ризик представљају Hg и Cd, а најнижи Cr и Zn. Ове вредности су у сагласности са резултатима добијеним секвенцијалном екстракцијом и средњим RAC/MF вредностима. Појединачне E_{ir} вредности свих елемената осим кадмијума и живе, по локалитетима такође не указују на контаминацију која представља еколошки ризик. Вредности фактора RI су незнатно више у површинском слоју. На локалитетима на којима је регистрован умерен степен ризика RI (150 - 300) - S 23 и S19 у Т и Б слоју, највећи допринос укупном еколошком ризику је од живе (високи степен еколошког ризика). Међутим, неусаглашеност између ових и RAC/MF вредности је очигледна, с обзиром да је на наведеним локалитетима жива највећим делом комплексирана са органском материјом. Разлог томе јесте управо чињеница да се у овим факторима калкулише са коначним вредностима и факторима као константама, не узимајући у разматрање степен лабилности веза елемената у земљишном матриксу.

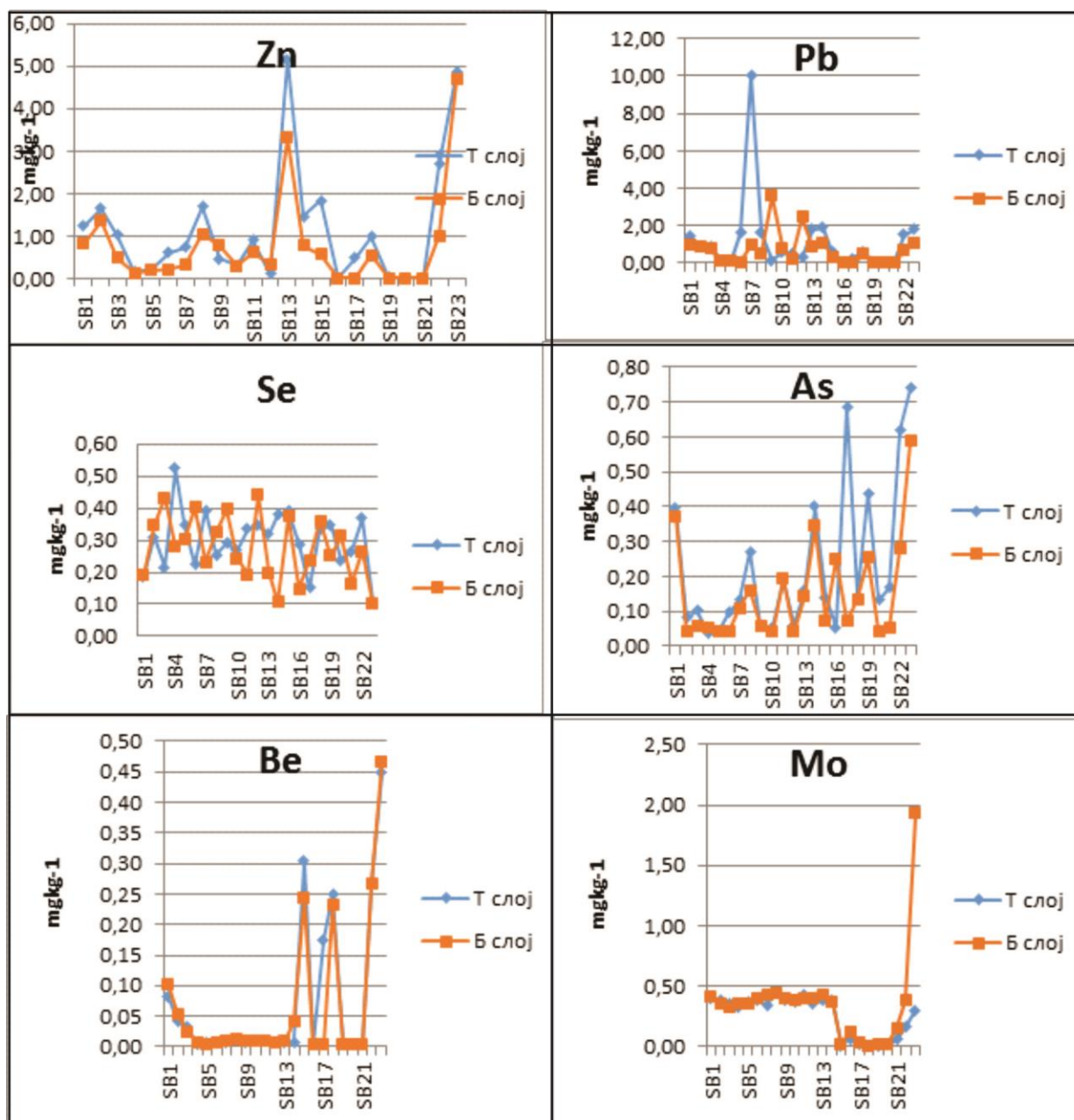
5.5. Порекло елемената

5.5.1. Примена вредности садржаја елемената у најмобилнијим фракцијама

Полазећи од основне хипотезе да вредности садржаја изнад BG указују на антропогени утицај, те да се услед тога утицаја токсичним елементима обогаћују најпре оне фракције контаминираног земљишта, у којима они постају најслабије везани (Kabata-Pendias, 2011) у даљој дискусији посматрани су само они локалитети на којима су псеудототалне вредности изнад BG1. Слика 21 представља дијаграме садржаја елемената у најмобилнијим фазама (F1+F2) по локалитетима.

Тако, у већ описаном узорку SB23 уочени су максимуми садржаја следећих елемената: Mo, Pb, Zn, Be и Cu; SB 8: Zn, V и Cu; SB 1: Hg, Cu и V; SB 2: Zn, V и Hg; SB 13: Cu, Zn и Pb, што може да укаже на постојање значајног антропогеног утицаја на садржај Cu, Pb, Zn и Mo, на наведеним локалитетима.





Слика 21. Распореда садржаја елемената у најмобилнијем облику (F1+F2) по локалитетима у слоју Б и Т

Додатно, упечатљива појава максималних вредности садржаја елемената Ni и Co у најмобилнијим фазама на истим локалитетима (SB2, SB15, SB18, SB22 и SB23) у случају Ni и Co сугерише да је њихово заједничко порекло на овим локалитетима првенствено природно. Дијаграм расподеле садржаја хрома у најмобилнијим фазама по локалитетима је изостављен, с обзиром овај елемент није детектован ни у једном узорку у овим фазама. Појаву да степен мобилности Co, Ni и Cr у земљиштима која потичу из ултрабазита зависи у великој мери прво од типа минерала за које су они везани, присутних после "weathering"-

а објаснио је Kierczak et al. (2016). Додатно, Pedziwiatr et al. (2018) је утврдио постојећу фитодоступности ових елемената.

Такође, на дијаграму (Слика 21) уочљива је појава максимума најмобилнијих облика Ве у истим узорцима. Берилијум није елемент којим се земљиште обогаћује услед "weathering"-а ултрабазита. Његово порекло може бити последица распадања гранита и пегматита (Armiento et al., 2012), односно мождр потицати из К фелдспата, као производа распадања. Стога, ова појава може објаснити доминантно екстраховање у истој фракцији секвенцијалне екстракције сва три елемента, карбонтој, односно Мп - оксидхидроксидној. Коначно, ова фракција не мора да указује на исто генетско порекло ова три елемената. За разлику од њега, олово које може потицати такође из истих природних извора (К фелдспата), на локалитету где је уочен његов максимални садржај, порекло овог елемента може бити повезано са антропогеним утицајем, услед наноса материјала или примене агротехничких мера.

Максимум садржаја молибдена у најмобилнијој фази у узорку SB 23 јасно указује на антропогени утицај. Биодоступност елемената у неактивним јаловиштима порфириних депозита Мо проучавао је Xu et al. (2010), указавши да је редослед елемената у земљишту после рударења у сулфидним налазиштима према доступности (у биодоступним фракцијама): $Mo \gg Fe \sim Cu \sim Zn$, посебно при рН 7,3-8,4, што је случај у подповршинском слоју овог локалитета. Уједно, овај начин расподеле елемената у фракцијама земљишта може дати објашњење зашто су наведени елементи мање присутни (Zn) или одсутни (Cu) у најмобилнијим фракцијама. Varan et al. (2017) је, такође утврдио да је, у испитиваном земљишту провинције Malopolska (Пољска) – области металургије и експлоатације оловно-цинкане руде, Zn присутан у најмобилнијим облицима.

Se, Cd и As су елементи за које је у овом истраживању уочљив недостатак правилности у расподели садржаја потенцијално доступних облика у односу на испитиване локалитете. Биљке имају способност да један део арсена преводе у раствор, јер је везан за хумусни хоризонт (Hawks & Webb, 1962). Биљке се обогаћују Se као и S углавном током "weathering"-а, када се елементи концентришу у колоидним честицама, као и деловима земљишта богатим органском материјом (Saaltink et al., 2014).

С обзиром да је Cd унесен једним делом у пољопривредно земљиште преко фосфатног ђубрива у коме су и детектоване више вредности овог елемента (локалитети SB2, SB3 и SB4), очекивано је да су повишене вредности садржаја овог елемента у фази F2 секвенцијалне екстракције, што овде изостаје. То се може објаснити закључком Bogdanović et al., (1999) која је истакла да употреба фосфатних ђубрива није утицала значајно на повишење садржаја Cd у земљишту. Овај закључак је у складу са проценом количине овог елемента, који се по хектару, путем ђубрива уноси у земљиште на годишњем нивоу. За разлику од тога, на појединим локалитетима Срема детектовани су повећани садржаји овог елемента вероватно као последица употребе ђубрива.

Расподела садржаја потенцијално мобилних облика ванадијума по локалитетима је такође неспецифична. То даље указује да као и у случају Se, Cd и As на природну расподелу и уочену појаву услед "weathering"-а стенског материјала.

Максимуми садржаја мобилних облика Hg (локалитети SB1, SB 2, SB 3 и SB 14) могу сугерисати на антропогени утицај. Међутим, на локалитету S23, жива је највише комплексирана са органском материјом (F4), те максимуми садржаја у фракцијама F1+F2 нису уочени.

Генерално, како ће се токсични елементи, емитовани из антропогенних извора, везивати у фракцијама земљишта, зависи како од облика у којим су ослобођени, њихове природе и геохемијског афинитета, тако и од структуре земљишних фракција, физичких и хемијских карактеристика земљишта. Стога, нису увек стечени услови да се елементи који су антропогеног порекла дистрибуирају само у фракцијама у којима су и потенцијално најмобилнији, посебно после дужег времена које је протекло од тренутка контаминације. Такође, на то може да утиче и растојање које загађивач прелази од места загађивања, посебно ношен воденим токовима.

5.5.2. Употреба CIA коефицијента

Дискусија у претходном тексту је подразумевала испитивање хипотезе да се дистрибуција елемената антропогеног порекла најпре врши између најмобилнијих фракција земљишта (најдоступнији облици). У даљем тексту испитује се хипотеза да ли супротан процес успостављања равнотеже, односно редистрибуција елемената из природних извора (мање доступних облика) ка мобилнијим облицима може да се уочи и опише применом CIA вредности. Средња вредност наведених коефицијената чије су вредности у испитиваним узорцима од 77,6 (Т слој) и 76,4 (Б слој), указују на средњи степен хемијске алтерације минерала у узорцима. Како су CIA вредности обрнуто пропорционалне укупним вредностима Са и карбонатима (негативан корелациони коефицијент (Прилог 1-1.2) може се закључити да су вредности коефицијената хемијске измене најниже у узорцима са вишим садржајем карбоната. Овај коефицијент има позитивну корелацију (0,3-0,6) са елементима Al, Cr, Cd, Mo, Fe, Zn, и V који су даље груписани у исти кластер (Слика 26), што сугерише на места у силикатима (глинама) различитог геолошког порекла (базичне и фелсичне). На тај начин доведена је у везу индучована хемијска алтерација алумосиликата са природним пореклом ових елемената. Значајна корелације CIA са елементом Со од (-0,67), може указати на то да се хемијска измена његових изворних силикатних минерала и редистрибуција кобалта десила много пре узорковања и анализирања, те да постоје и други алохтони извори Со, типа карбоната услед калцификације земљишта или ђубрења стајњаком. С друге стране, Со није корелисан ни са једним од наведених елемената који су корелисани са CIA коефицијентом. Вредности коефицијената корелације за остале елементе са CIA коефицијентом крећу се од 0,30 до 0,60 (Прилог 1-1.2). Како у фази F5 не долази само до алтерације силиката, већ и растварања неких од минерала као нпр. Fe-оксида, не очекује се ни искључива веза само са силикатима, на шта указују и значајне корелације са појединим елементима (Прилог 1-1.2.). Такође, постојећа корелација CIA са Fe може указати, у мањој мери и на везивање Fe у силикатима.

5.5.3. Процена антропогеног утицаја- фактори обогаћења

5.5.3.1. Фактор обогаћења (EF)

У претходној дискусији разматрани су подаци о садржајима елемената у потенцијално најмобилнијим облицима, на специфичним локалитетима који могу бити посредно и непосредно под утицајем антропогенних загађивача. Надаље, у тексту, дефинисање

геогеног и антропогеног утицаја ће бити везано за употребу коефицијената и статистичке анализе.

Да би се потврдило у којој мери су пољопривредна активности, као и други потенцијални извори утицали на загађење земљишта, у овом поглављу употребљен је EF фактор обогаћења.

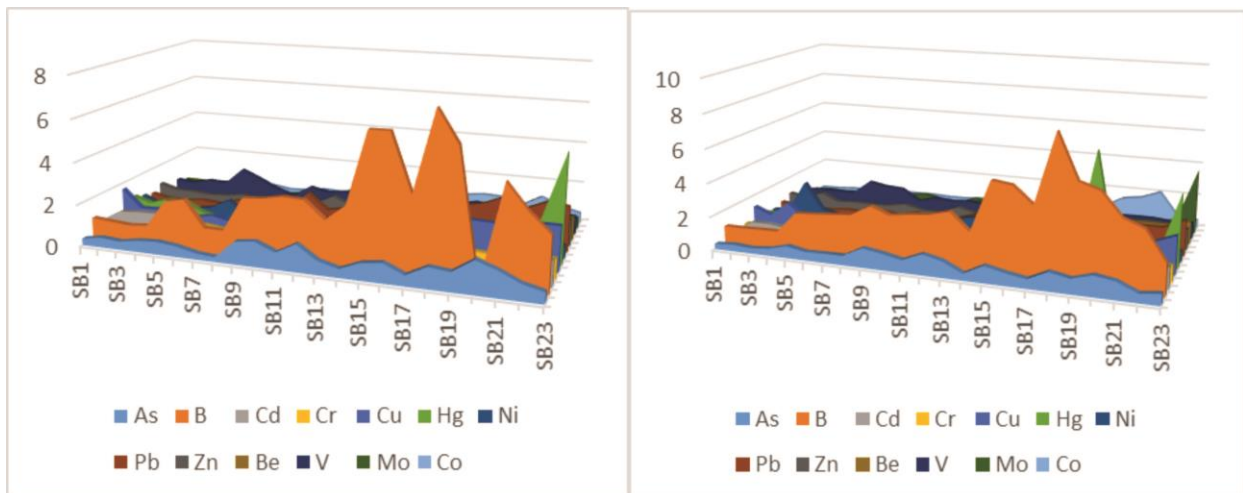
Према опсегу EF вредности за бор које се крећу од 0,8 до 7,45 у слоју Т и 1,04 - 8,22 у слоју Б, може се закључити су узорци минорно до умерено контаминирани овим елементом. С друге стране, на свим локалитетима садржаји бора су већи од BG вредности што може да укаже на контаминацију земљишта испитиване области овим елементом. С обзиром да је контаминација као и обогаћивање бором неспецифична и неселективна (изузев максимума у слатинастим земљиштима S18), без обзира о каквом типу земљишта или локалитета је реч, као и слоју, то пре сугерише на неадекватност одабране BG1 вредности. До оваквог закључка се долази и при истраживању бора у земљишту Срема. Оно што разликује ова два истражна подручја је присуство слатина и пелоидног земљишта, те и могућности да садржај бора буде виши.

Вредности Sb и Se не могу се израчунати, с обзиром да у референтном узорку антимоно није детектован, док за селен нема података.

EF вредности за Cd, As, Co, Cu, Ni, Pb, Zn, Be и V (Слика 22) указују на одсуство до минорног обогаћења - контаминације земљишта овим елементима. Вредности EF за живу варирају од $0,1 < EF < 6,3$ чиме се указује на одсуство до умереног обогаћења овим елементом. EF вредности за Мо указују на одсуство до минорног обогаћења у површинском Т слоју, док је у Б слоју утврђено одсуство до умерене контаминације овим елементом. Појединачне вредности EF вредности хрома ($EF < 1$) у оба слоја указују на одсуство обогаћења-контаминације.

Посматрајући EF вредности на најконтаминиранијим локалитетима (Слика 22), уочљиво је минорно обогаћење никлом $EF=2,45$ Б слоја, на локалитету SB3. Такође, на овом локалитету поменути скок садржаја Hg у слоју Т и Cu, Zn и V у Б слоју указују на минорно антропогено обогаћење овим елементима. Када су у питању олово и цинк, локалитет SB 13 је минорно контаминиран овим елементима. Једини изузетак је локалитет SB 23, с обзиром да је умерено обогаћен живом и молибденом.

На основу вредности добијених прорачунима за литогеног и антропогеног порекла (Прилог б), по локалитетима, може се закључити да су испитивани елементи, првенствено, литогеног порекла. Антропогени утицај на садржај Co, Be, Hg, Cu и Hg је локалног карактера и уочен је присутан у незнатном броју узорака. Мо је антропогеног порекла у SB 23, док је у случају В, у већем броју испитиваних узорака доминантнији антропогени утицај на садржај овог елемента.

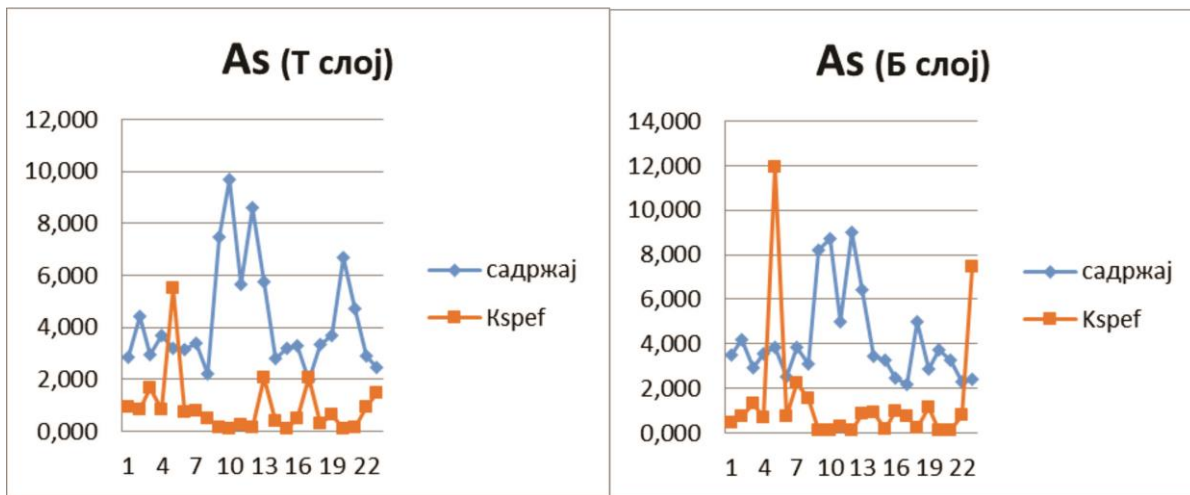


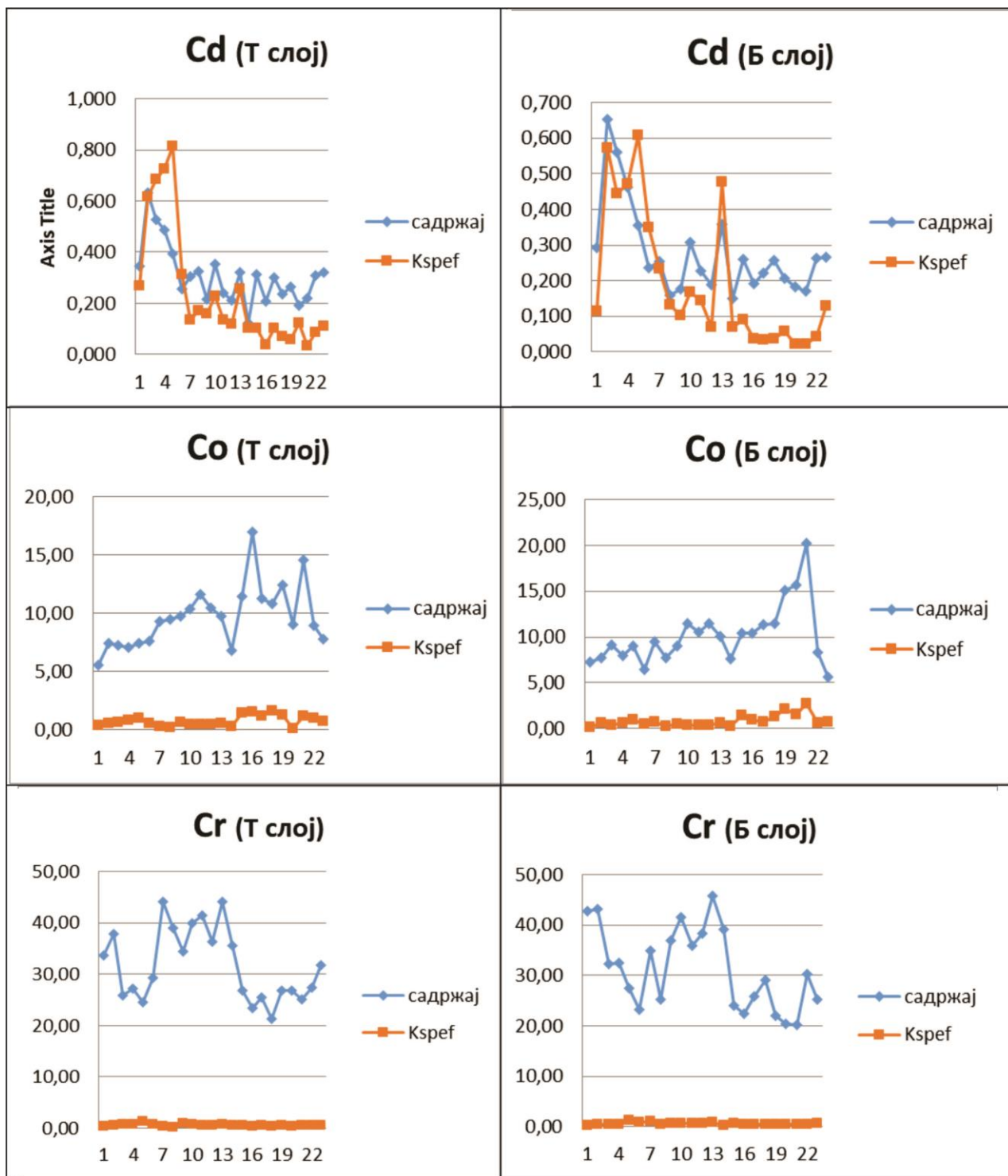
Слика 22. EF фактор елемената на испитиваним локалитетима у а) слоју Т; б) слоју Б

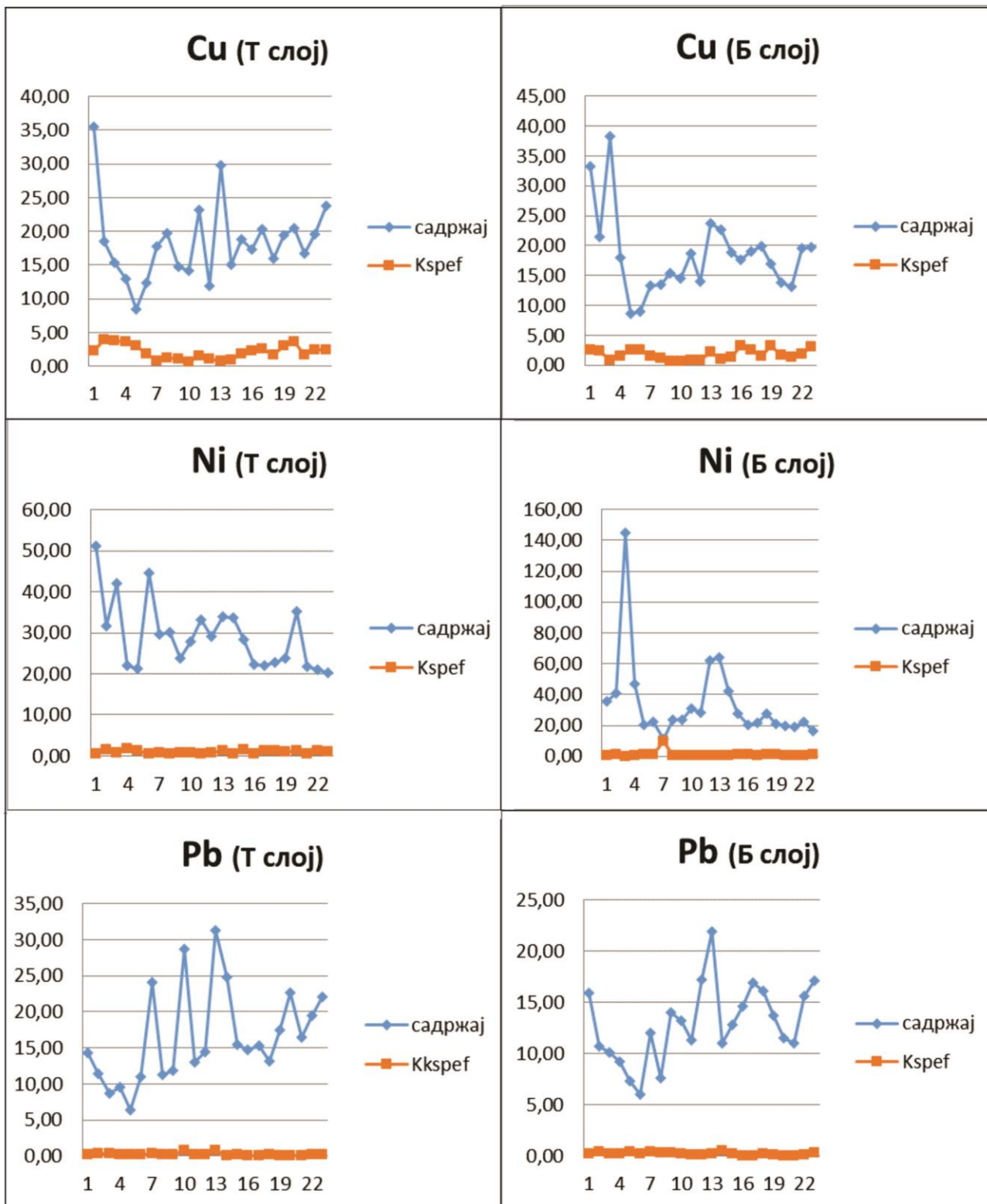
5.5.3.2. Kspеf фактор обогаћења

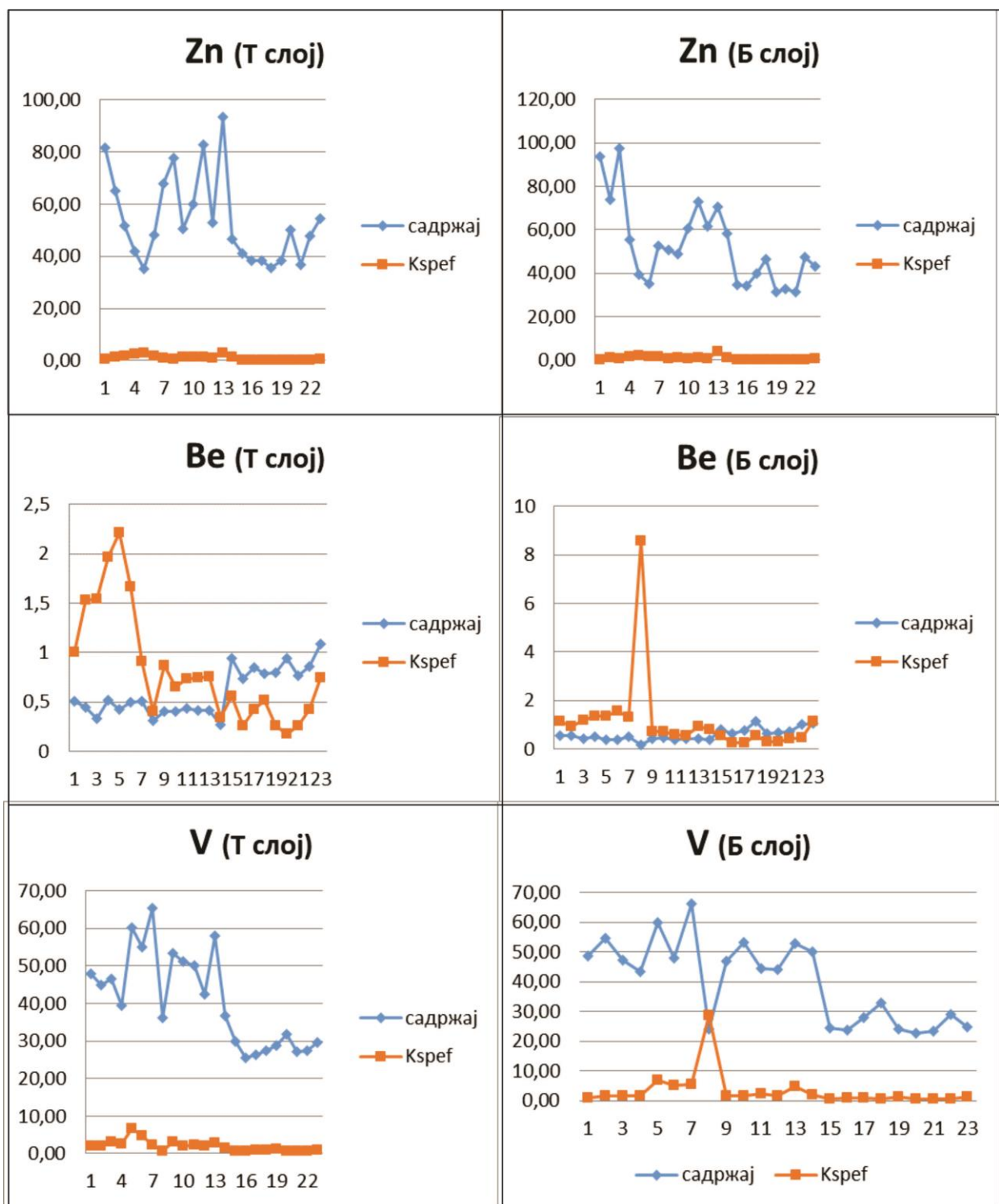
За разлику од претходно описаног фактора обогаћења, у прорачуну за Kspеf фактор користе се подаци који су добијени секвенцијалном екстракцијом. Употребом овог коефицијента може се доћи до закључка о антропогеном утицају, као и пореклу елемената и природној редистрибуцији између фракција земљишта и земљишног профила.

Да би се пратила расподела и корелација максималних и минималних вредности Kspеf фактора и садржаја елемената на дијаграмима (Слика 23), представљене су њихове вредности по локалитетима у два испитивана слоја.









Слика 23. Kspcf фактор и садржаји елемената по локалитетима у слоју Т и Б

Средње вредности Kspcf фактора за арсен од 0,91 и 1,46 указују на одсуство, односно минорно обогаћење овим елементом. Међутим, опсеги од 0,07-5,51 у површинском слоју и 0,09-12,0 у подповршинском слоју, указују на одсуство, односно умерено до умерено јако

обогаћење земљишта овим елементом, респективно. Максималне вредности у оба слоја су регистроване у узорку SB5, у коме су садржаји арсена испод BG1 вредности 3,18 и 3,83 mg kg⁻¹. Додатно, уочљив је негативан корелациони коефицијент As - Ksp_{ef} (- 0,33) у првом слоју и недостатак корелације у другом, односно несклад између максимума и минимума садржаја и вредности Ksp_{ef} фактора у оба слоја (Слика 23). С друге стране, вредност Ksp_{ef} фактора на локалитетима SB9, SB10 и SB12 (садржај изнад фонских вредности) указују на одсуство обогаћења овим елементом. На основу тога може се закључити да је арсен овде углавном природног порекла.

Средње вредности Ksp_{ef} фактора (0,24 и 0,19), као и опсежи (0,03-0,81 и 0,02-0,61) за кадмијум указују на одсуство обогаћења, односно одсуство антропогеног утицаја. Максимум Ksp_{ef} фактора је такође уочен у SB5. Корелациони коефицијенти Cd - Ksp_{ef} (0,79 и 0,80) и расподела максимума по локалитетима (Слика 23) указују на повећан садржај елемента у мобилним фракцијама са порастом укупног садржаја.

Садржаји хрома са Ksp_{ef} фактором нису корелисани. Додатно, максималне вредности у оба слоја регистроване су у узорку SB5, који има ниске садржаје хрома (испод фонске вредности). Стога се и на овај начин може закључити да је хром природног порекла у земљишту испитиване области.

Директна пропорционалност садржаја Со и Ksp_{ef} фактора (Слика 23), као и корелациони коефицијенти (0,58 и 0,83), посебно у подповршинском слоју Б, могу указати и на антропогени утицај овог елемента. Он се међутим односи на мањи број локалитета, с обзиром да максимална вредност Ksp_{ef} фактора израчуната у узорку слатине S18 (1,59) у слоју Т и узорку њиве S21 (2,65) указује на минорно обогаћење овим елементом.

Средње Ksp_{ef} вредности од 0,91 и 1,14 указују на одсуство до минорног обогаћења никлом. Максималне Ksp_{ef} вредности 1,77 и 9,94 доводе до закључка да је земљиште на локалитетима SB4 и SB7 минорно, односно умерено контаминирано никлом. У овим узорцима, нарочито у SB7 регистрована је минимална вредност садржаја никла (Слика 23). У узорку где је уочена максимална вредност садржаја никла (SB3), Ksp_{ef} вредност је 0,13. Стога се може закључити да се у земљишту испитиване области дешавала редистрибуција никла ка мобилнијим облицима и обогаћивање мобилнијих фракција земљишта из геолошког матрикса.

Средње Ksp_{ef} вредности за Рб од 0,24 и 0,19, као и опсег ових вредности у оба слоја указују на одсуство обогаћења на свим локалитетима. С друге стране, позитивна корелација Ksp_{ef} и садржаја олова (0,48) указују да је са повећањем садржаја олова веће обогаћење мобилнијих фракција, односно већи је антропогени утицај у површинском слоју. Такође, регистровано је и одсуство значајне корелације у подповршинском слоју. Како су максималне вредности олова у узорцима њива SB7 и SB10 и узорку SB13, ту су и максималне Ksp_{ef} вредности, али испод 1.

Вредности Ksp_{ef} и садржаја бакра и цинка нису добро корелисани ни у једном слоју. Средња вредност садржаја бакра указује на минорно обогаћење овим елементом (2,10 и 1,78), док на појединим локалитетима (SB2, SB3, SB4, SB5 и SB20, у слоју Т; SB16 и SB19 у оба слоја и SB23 у слоју Б), вредности указују на умерено обогаћење: 3 < Ksp_{ef} < 5 (Слика 23). У узорцима SB2, SB19 и SB20 је уочено да је садржај бакра изнад фонских вредности, као и да је повећан садржај овог елемента у мобилнијим фракцијама. На локалитетима са већ утврђеном повишеном вредношћу Cu (SB 1, SB7, SB8, SB23 у Т слоју и SB13 Б слоју) уочено је минорно обогаћење овим елементом. Овакав однос параметара наводи на закључак да је узрок обогаћивања мобилнијих фракција бакром и

редистрибуција услед "weathering"-а и дистрибуција услед антропогеног утицаја, највише изражено у површинском слоју. Максимална вредност садржаја цинка у SB13 узорку указује на антропогено загађење (2,79 и 3,92). Међутим, у слоју Б Ksp_{ef} вредност од 0,63 у узорку SB3 не указује на антропогени утицај. Претходна дискусија сугерише на још један ефекат који може утицати на редистрибуцију бакра и цинка ка мобилнијим облицима, посебно у површинском слоју - учешће у био-геохемијском циклусу. Тај процес може да утиче и на вредности Ksp_{ef} есенцијалних елемената у испитиваном земљишту.

Обрнута пропорционалност Ksp_{ef} и садржаја Ве сугеришу на природно порекло овог елемента. Наиме, поједине вредности указују на умерену контаминацију овим елементом, па тако и у узорку SB 8, где је евидентан минималан садржај Ве (Слика 23), услед чега се не може говорити о антропогеном утицају.

Ванадијум је специфичан елемент када су у питању Ksp_{ef} вредности и корелације са садржајима у земљишту. Док у површинском слоју постоји директна веза између ова два параметра (висок корелациони коефицијент од 0,78), у подповршинском слоју она изостаје. Тако, у слоју Т, средњи коефицијент указује на минорну контаминацију, док у Б слоју постоји умерена контаминација. Међутим, у површинском слоју највише вредности V у узорку SB5 одговарају умереном обогаћењу мобилнијих фракција, док у подповршинском слоју чак озбиљна контаминација (Ksp_{ef}=28,7) регистрована је у узорку у коме је вредност испод референтних (SB8) (Слика 23). На основу оваквих резултата можемо закључити да је обогаћивање пре последица природног процеса.

На крају, евидентно је да су Ksp_{ef} вредности Cu, As, Cd и Cr највише у узорку SB5 у коме су њихови садржаји испод фонских вредности, изузев ванадијума. У овом узорку највећа концентрација ванадијума детектована је у F3 фази, па затим у F5. Уз базну средину, оксидационе услове, доказане присуством родохрозита (Прилог 4), очекиване форме ванадијума су анјонске форме. Такође, после "weathering"-а стена, његова мобилност зависи од рН-E_h, а коначно се инкорпорира у минерале глине и хидроксида гвожђа (Kabata-Pendias, 2011). На основу тога, долази се до закључка да су природни процеси "weathering"-а утицали на редистрибуцију ових елемената ка мобилнијим фазама на датом локалитету.

5.5.4. Употреба статистичка анализе у процени порекла

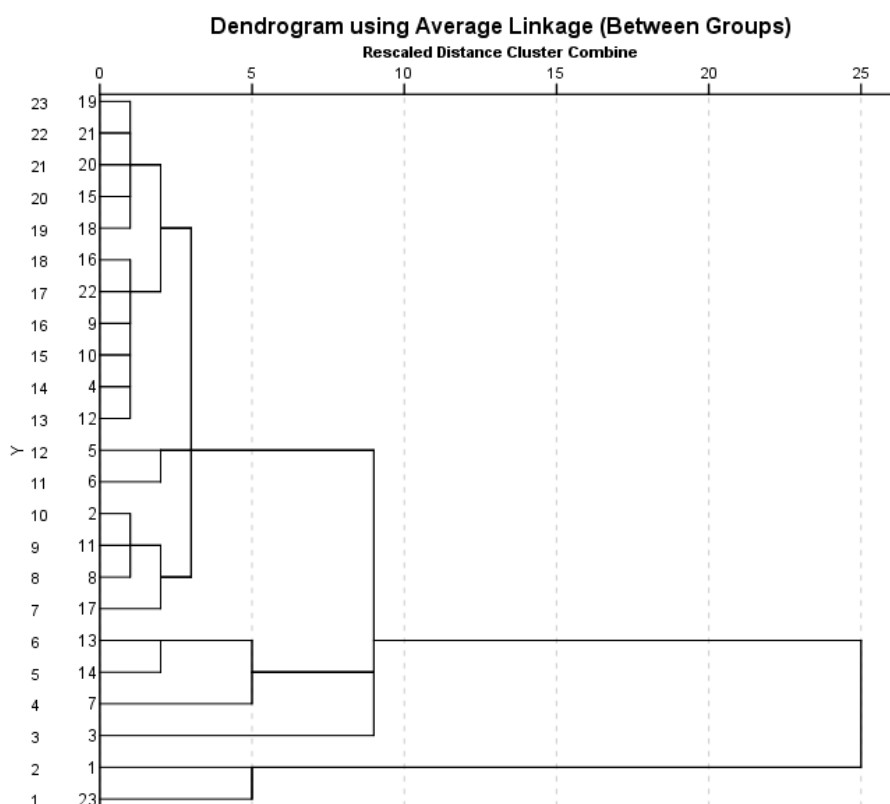
5.5.4.1. Пирсонови коефицијенти

Са циљем одређивања могуће корелације између испитиваних елемената, израчунати су Пирсонови коефицијенти, који могу указати на заједничке изворе или сличан начин понашања елемената у земљишту (Прилог 1). Због већег броја узорака (n=46), најпогодније је узети као значајне корелационе коефицијенте оне који су $\geq 0,70$, а то су корелације између елемената: Al и Cr, Zn, V, Se, Fe, K; Cr и Zn, Fe, K; Fe и V, Se, Mg, Ве-негативан коефицијент; Zn и Cu, Fe; Se и V, Mg. Корелације представљене високим корелационим коефицијентима (0,6 - 1,0) често указују на геохемијску сличност или заједничко порекло елемената. Тако је Giuseppe et al. (2014) везу K, V, Al и Fe објаснио њиховом асоцијацијом са минералима глине и окси-хидроксидима Fe. Додатно, високи корелациони коефицијент K и Al сугерише на присуство других алумосиликата (поред глине) са K, па тако и фелдспате K - типа, које су у испитиваној области могу бити различитог порекла. K – фелдспати, као последица петрогених процеса гранитних

пегматита могу садржати Ве и Рb као и елемената ретких земаља (Neiva, 1995; Larsen et al., 2002). У неким случајевима вредности коефицијената од 0,3-0,6 могу сугерисати на везу између параметара, као што смо дискутовали у претходном поднаслову 5.5.2., у случају коефицијента CIA.

5.5.4.2. Кластерска анализа и контаминација локалитета

Како би се што потпуније показао утицај пољопривредних активности на степен контаминације и степен ризика, применом кластерске анализе добијен је дендрограм (Слика 24) на коме се могу уочити четири кластера. Кластер I састоји се од елемената (SB)19-17. Кластер II се састоји од узорака SB13, SB14 и SB 7; Кластер III садржи узорак SB 3. Кластер IV садржи два узорака: SB1 и SB23. У сваком од кластера груписани су узорци и обрадивог и необрадивог земљишта.



Слика 24. Кластерска анализа узорака

Овакво груписање указује да не постоји знатна разлика између узорака који представљају обрадиво и необрадиво земљиште с аспекта дистрибуције токсичних елемената, односно утицаја пољопривредних активности на степен контаминације. Овај закључак показује да постоје додатни извори антропогеног загађења токсичним елементима, поред пољопривредних активности. Локалитети алувијона Тисе SB1 и области плавине SB23 представљају најконтаминираније локалитете испитиваним елементима као последица индиректног загађења путем речних наноса. Такође, локалитет SB13, заједно са SB14 и SB7 (Кластер II) груписани су као контаминирани највероватније због утицаја

индустријских активности / саобраћаја (атмосферском депозицијом) или воденим наносима. Локалитет SB3 највероватније је под утицајем других извора загађења (наводњавање, употреба компоста, као и из геолошког матрикса).

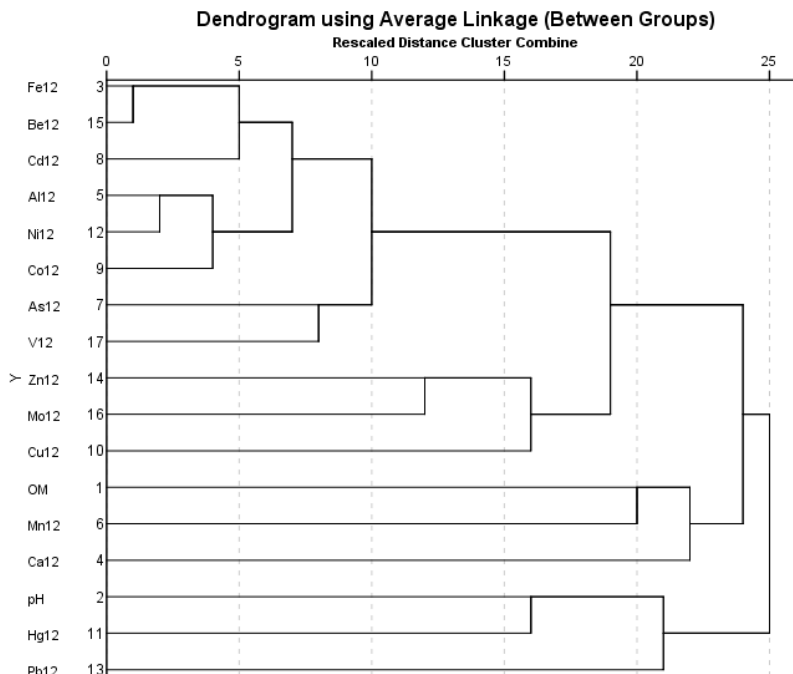
У свом истраживању Šajp et al. (2011) је утврдио да су садржаји елемената највиши у области рецентних плављења и опадају по следећем реду: у алувијалним наносима (равница алувијона) > историјским или рецентно плављена подручја (делови алувијона и плављена рецентна тераса > старије речне терасе, као последица начина депоновања крупних и финих честица и периода депоновања (пре/после индустрије). У случају Баната, област око Бегеја и Тамиша обухвата алувијалну рецентну терасу до прве старије терасе (Слика 17). Поплаве се на овом простору дешавају на прелазу доминантно песковитог ка доминантно муљевитом терену (од истока према западу). Стога, најситније честице су депоноване на локалитетима SB1 и SB14. Узимајући у разматрање најконтаминираније локалитете у овој области, највећа контаминација је у области алувијона Тисе (SB1) и рецентних плављења уз Румунску границу (SB23), док су у области старије лесне терасе Тисе најниже вредности токсичних елемената у земљишту С. Баната. Ово је потврђено кластерским груписањем узорака (Слика 24).

5.5.4.3. Веза кластерске анализе и секвенцијалне екстракције

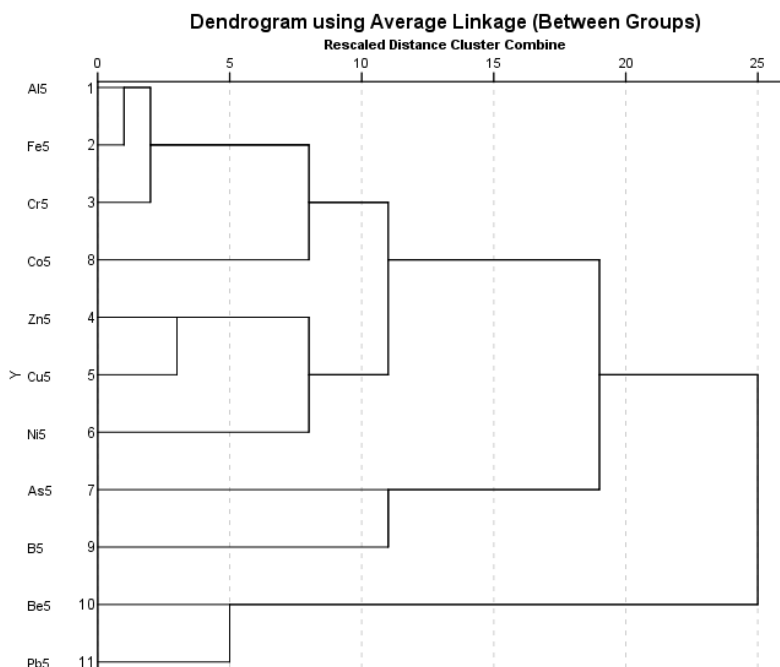
Применом кластерске анализе на резултате секвенцијалне екстракције, односно садржаје елемената у најмобилнијим облицима (F1+F2), као и најмобилнијем облику, у F5 фази, добијени су дендрограми (Слика а) и б).

Дендрограм, представљен на Слици 25 а), састоји се од три кластера. Кластер I обухвата два под-кластера: I а) Fe, Be, Cd, Al, Ni, Co, As и V и под-кластера I б) Zn, Cu и Mo; Кластер II се састоји од органске материје, Ca и Mn; кластер III обухвата рН, Hg и Pb. Овакво груписање може да укаже на начин везивања елемената у најмобилнијим фракцијама земљишта, као и узрок таквог везивања. Као што је објашњено и раније, реагенси који се употребљавају у прве две фазе секвенцијалне екстракције утичу на растварање, десорбовање, разлагање карбоната, аморфних структура окси-хидроксида мангана и делимично гвожђа, као и у мањој мери силиката. Тако, различит степен мобилности одваја елементе Кластера I у под-кластере. Zn, Cu и Mo су у најмобилнијим облицима (адсорбованом и растворном облику) услед биогеохемијског циклуса, распадања минерала и антропогеног утицаја. Група елемената Fe, Be, Cd, Al, Ni, Co, As и V, указује на везу са алумосиликатима у интеракцији са оксидима Fe. Како после распада минерала, Fe се издваја ван структура силиката и груписања елемената и адсорпије зависе од геохемијског афинитета и облика. Овде се може запазити да су As и V елементи који се у земљишту јављају као анјони. Као анјон, As се адсорбује на површини честица окси-хидроксида мангана.

У Кластеру II груписане су компоненте на начин који сугерише везу између карбоната, органске материје и окси-хидроксида мангана.



a)



б)

Слика 25. Хијерархијски дендрограми испитиваних елемената у а) (F1+F2) и б) F5 фази

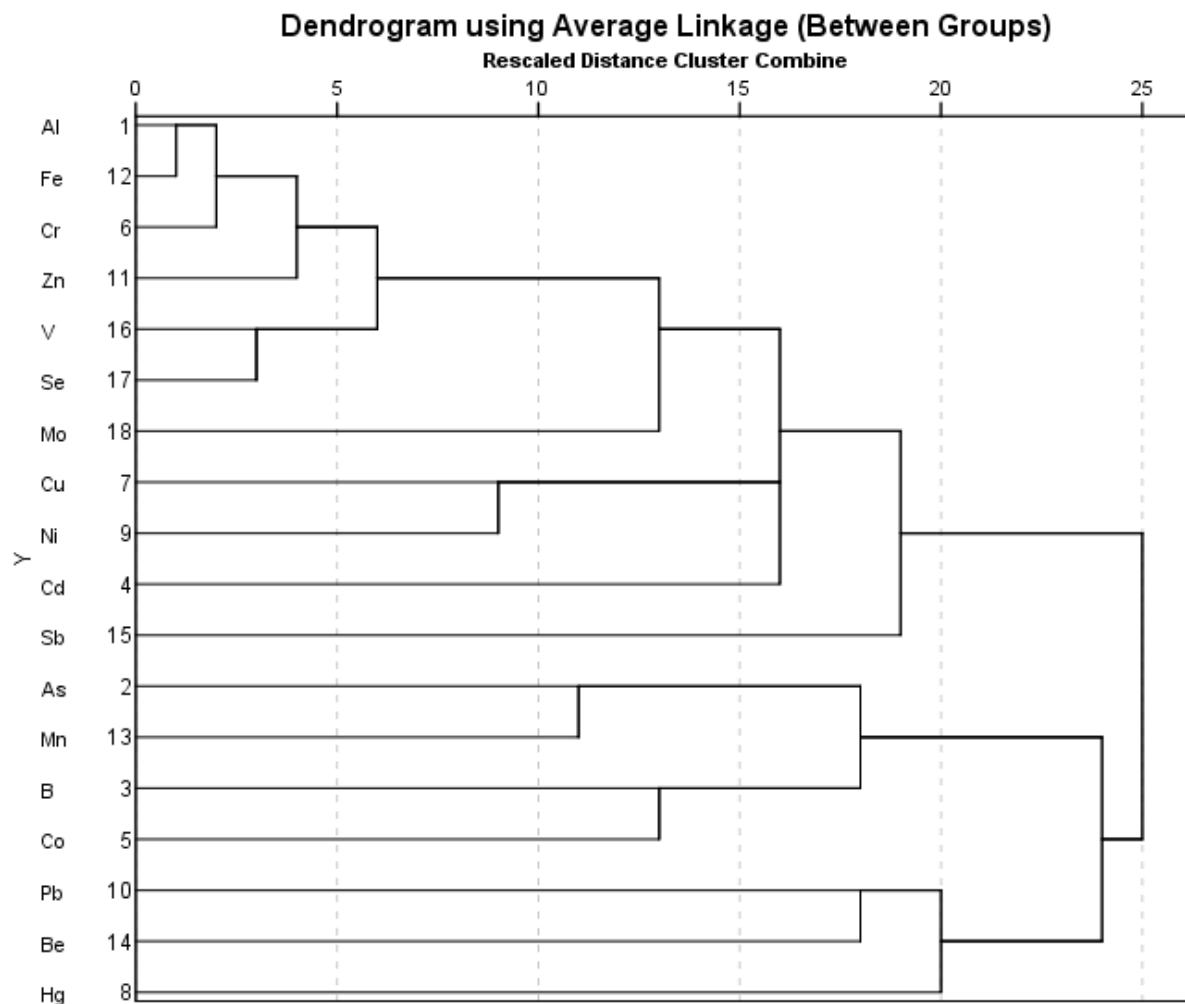
Кластер III представља елементе чија повезаност је условљена вредношћу рН. Као и у земљишту Срема, везу између рН и Hg је могуће објаснити на основу везе Hg са адсорпционим комплексом земљишта, нарочито са органском материјом, која је зависна

од рН. Такође, олово је везано у фракцијама земљишта зависним од истог параметра (карбонати, органска материја, оксиди-хидроксиди мангана).

Кластерска анализа резултата у F5 фази секвенцијалне екстракције (Слика 25 б) указује на начин везивања елемената у најмање мобилној фази. Реагенс који се користи у овој фази (6М HCl) утицаће је на делимишно разарање структуре секундарних минерала алумосиликата (првенствено минерала глина и хлорита), као и распадање фелдспата, минерала гвожђа. Такође, могуће је разарање и оних структура које су биле недоступне реагенсима у претходним фазама услед интеракције - оклудовања органском материјом. Кластер I се састоји од два подкластера: I а) Al, Fe, Cr и Co и I б) Zn, Cu и Ni; Кластер II обухвата As и V, док кластер III обухвата Pb и Be. Корелација елемената са Al говори о вези елемента са поменутиим алумосиликатима, док асоцијација са Fe сугерише и на силикату (типа пироксена, амфибола) и минерале типа магнетита и хематита. Груписање елемената у под-кластер б) сугерише да се Zn, Cu и Ni, појављују заједно у секундарним минералима, као производима (распадања минерала / стена). Додатно, истоветно груписање као у PC2 (Табела 23) елемената, говори да се они заједно појављују на одеђеним локалитетима на којима је уочено да на њихов садржај, поред природних процеса утичу и антропогене активности.

Pb и Be су највероватније везани у фелдспатима, док је веза V и As највероватније последица њиховог везивања за минерале глина, посебно у пелоидном земљишту, услед присуства бора област слатина и арсена у подземним водама области Средњег Баната.

Резултати кластерске анализа садржаја тешких метала (n=46) су приказани на Слици 26. као денрограм, на коме може да се уочи седам кластера: Кластер I -Al, Fe, Cr, Zn, V, Se, Mo, Cu, Ni, и Cd, који је најближи Кластеру II - Sb; Кластер III се састоји од As, Mn коме је близак кластер IV V и Co. Кластери V - Pb и Кластер VI- Be су блиски са Кластером VII, коме припада један елемент - Hg; Кластер I састоји се од елемената који су већином литогеног порекла. Кластери II, V, VI и VII се састоје од елемента који су специфични по пореклу. As, Mn, V и Co су елементи који су повезани и имају вероватно слично порекло.



Слика 26. Резултат Кластерске анализе елемената

Матрица PCA фактора после Varimax ротације (PCA анализе) представљена је у Табели 22. PCA анализа групише елементе у пет различитих компонената: PC 1, дефинисан 33,56% укупне варијансе, PC2 (15,94 %), PC3 (9,67 %), PC 4 (9,67 %), PC5 (8,81%). Том приликом је за избор PCA компонената узет Кајзеров критеријум неодређености ("eigen" вредности > 1).

Табела 23. PCA елемената (n=46)

елементи	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Al	0,819				
Fe	0,930				
Cr	0,780				
Zn	0,601	0,737			
V	0,862				
Se	0,956				
Mo	0,540				0,513
Cu		0,922			
Ni		0,750			
Cd			-0,546		
As			0,584		
Mn				0,933	
B			0,737		
Co					
Pb			0,720		
Be	-0,819				
Hg					0,803

Напомена: вредности испод 0,500 нису представљене

Микроелементи у Кластеру I груписани су са литогеним елементима Al и Fe и међу садржајима ових елемената постоје значајне корелације ($p \geq 0.70$). На основу њих, као и дистрибуције елемената по фазама, може се закључити да су ови елементи углавном природног порекла и у вези са алумосиликатима пореклом од распадања киселих и базних стена као што су: K-фелдспати, глине, амфиболи, хлорити, минерали гвожђа. Подкластер кластера I - (од Al до Se) представља типичну групацију елемената која се јавља у базним стенама-базитима/ултрабазитима. Овакво груписање потврђено је и PC 1 компонентом PCA анализе. Веза Se са литофилним елементима може се објаснити чињеницом да тамо где су глине богате гвожђем, обично су богате и селеном, као сидерофилним елементом (Vinogradov, 1958). У испитиваном земљишту постоји веза глине, аморфних структура окси-хидроксида Mn и органске материје, што се може видети на дендрограму кластерске анализе (Слика 26). Стога груписање Se и Mo са другим елементима може бити објашњено како њиховим најзначајнијим супстратима, тако и асоцијацијама и интеракцијом ових компонената земљишта.

PC 2 чине цинк, бакар и никл што указује на заједничко порекло ова три елемента. Цинк је позитивно корелисан и са PC 1, што је последица везивања овог елемента за алумосиликате.

Кластерско груписање Mn са As указује на адсорбовање овог елемента на адсорпционој површини окси-хидроксида мангана (уз окси-хидроксиде гвожђа и минерале глине). Дистрибуција мангана према фазама секвенцијалне екстракције указује на његово доминантно присуство у облику аморфних Mn окси-хидроксида (Sanchez et al., 2005). Недостатак корелација с другим елементима указује на различито геохемијско порекло

овог елемента. Ово потврђује и РСА анализа и груписање овог елемента уз РС 4 компоненту.

У кластеру IV, В груписан са Со не мора указати на истоветно генетско порекло ова два елемента, с обзиром да се кобалт после распадања највероватније из ултрабазита дистрибуира у различите фракције земљишта. Спој ова два елемента може бити пре везан за слатине на ливадама и у њивама, и кобалта у биогеном материјалу стоке и ђубриву. Наиме, слатинама се као изузетно некавалитетном тлу за пољопривредну производњу поспешује квалитет између осталог ђубрењем (природним органским и минералним ђубривима) или обогаћује карбонатима ради калцификације (Бјелић, 2017). У оба случаја Со је присутан и то у релативно мобилним фазама (F2 секвенцијалне екстракције). С друге стране, В има тенденцију заостајања у глинама, сесквиоксидима и везан за органску материју.

Специфично антропогено порекло антимоно потврђено је и кластерским груписањем и специфичном дистрибуцијом у фракцијама земљишта. Један од антропогених извора на испитиваном простору може бити текстилна индустрија, с обзиром да се једињења Sb користе у процесу производње као катализатори (Wu & Chen, 2017).

Олово је у кластерској анализи посебно издвојено и спада у групу елемената који је и природног и разноврсног антропогеног порекла (рударење, саобраћај, сагоревање горива). Близкост са кластером VI и Ве може сугерисати и на заједничко природно порекло ових елемената, највероватније из К-фелдспата који потичу из гранита - пегматита (Neiva, 1995). В, As и Pb су позитивно корелисани са РС3, док Cd има негативан предзнак са РС3, што значи и другачије порекло у односу на ова три елемента. Веза ова три елемента може бити управо услед везивања у минералима глина, како из подземних вода тако и отпадних вода из дренажних канала (посебно после поплава)

Коначо, жива је елемент који је овде и геохемијског порекла (Ninkov et al., 2017), а такође потиче и из антропогених извора (како је речено - миграција после експлоатације руда, за којим следи комплексирање у земљишном матриксу). Молибден је позитивно корелисан са РС 5 у ком се још налази Hg, што указује на то да ова два елемента јесу у некој вези, која се вероватно односи на исто место налажења услед антропогених активности, као нанос материјала воденим токовима.

5.6. Закључак

У овом поглављу применили смо исти скуп статистичких, аналитичких метода и прорачуна у дефинисању геохемијског статуса, порекла, степена контаминације и еколошког ризика, услед присуства токсичних и потенцијално токсичних елемената у земљишту пољопривредне области Средњег Баната. На основу тога може се закључити следеће:

Средњи садржај Ni, Co, Be, V, Se и Hg је изнад граничне вредности прописане стандардима Србије, док је средња вредност садржај елемената Hg, В и V изнад и Pb еквивалентна у односу на утврђене BG1 вредности концентрација. С обзиром да је садржај

Ni, Co и (Cr) у земљишту Србије повишен углавном као последица специфичног геолошког матрикса, препорука је да поређења и процену степена контаминације треба базирати на локалним ВГ вредностима. Оне нису, међутим адекватне за В. Због неспецифичне расподеле на испитиваном простору, не може се говорити само о антропогеном утицају, већ више природном, првенствено због присуства слатина, алумосиликата са В, типа глина и у мањој мери турмалина.

Више вредности садржаја Cu, Zn, Mo, Cd, Hg и Sb на појединим локалитетима у односу на локалне референтне ВГ1 вредности указују, пре на појаву минорне контаминације услед антропогених активности. Највећи утицај на повишени садржај елемената имају индиректни утицаји саобраћаја, близина индустријског комплекса и рударење у суседној Румунији (Mo, Hg, Pb, Cu, Zn и Sb) у области Апузена и јужних Карпата (Розија монтана, Чертеј итд.), односно као последица разлика у геолошкој средини алувијалних плавина и барских депоната; на контакту две средине се „процеђују“ подземне и донекле површинске воде. Са друге стране, добар део отпадних вода из јужног дела Апузена и Карпата северно од Деве у Румунији (посебно при процесу издвајања злата помоћу живе) загађује се токсичним елементима, који доспевају у реку Муреш, па у Тису, одакле се опет акумулирају на местима опадања снаге тока и депоновања поводањских финозрних седимената, као што је близу Царске Баре. Утицај пољопривредне производње на овом простору није значајан у погледу контаминације токсичним елементима земљишта и може се везати за поједине локалитете евентуално у случају Co, Cu, Zn, Cd и Hg.

Садржаји елемената у најмобилнијим фазама су ниски, што их чини мање доступним како за биљке, тако и водене системе. Потенцијална мобилност и геодоступност изражена преко садржаја у најмобилнијим фазама опада следећем редом: Ni ($2,52 \text{ mg kg}^{-1}$) > V ($1,08 \text{ mg kg}^{-1}$), Zn ($1,07 \text{ mg kg}^{-1}$) > Co ($0,98 \text{ mg kg}^{-1}$) > Pb ($0,88 \text{ mg kg}^{-1}$) > Se ($0,38 \text{ mg kg}^{-1}$) > ($0,27 \text{ mg kg}^{-1}$), Mo ($0,25 \text{ mg kg}^{-1}$), As ($0,25 \text{ mg kg}^{-1}$) > Hg ($0,09 \text{ mg kg}^{-1}$) > Cd ($0,06 \text{ mg kg}^{-1}$) > Be ($0,05 \text{ mg kg}^{-1}$), док Cr није детектован у мобилним формама. Тиме је потврђено да су елементи типа Se и Zn у дефициту у испитиваној области. С друге стране, однос концентрација токсичних елемената типа Be, Hg и Cd у земљишту и степена мобилности одговара ниском степену еколошког ризика.

Доминантно присуство елемената Ni, Pb, Zn, V, Cu, Co, Cr и В у резидуалној фази која је и најмање мобилна, сугерише да су концентрације и облици ових елемената контролисани геохемијским саставом земљишта, односно садржајем алумосиликата - минералима глина, хлорита, фелдспатима, амфиболима, што делимично потврђују и CIA вредности када су у питању Cr, Cd, Mo, Fe, Zn и V. Поред тога, кристални и аморфни облици Fe - оксида имају у томе улогу, посебно код сидерофилих елемената или оних који измеђују Fe у кристалним решеткама. На тај начин се указује на њихово доминантно литогено (природно) порекло. Минералoшки састав, геохемијски статус и кластерско груписање елемената указују на присуство елемената у оним минералима који су настали распадањем и киселих и базичних стена или метаморфита насталих од ових стена. Део стена са Вршачког брега и Банатских планина је киселог (фелсичног) порекла, док су у Апузенима и на Фрушкој Гори распрострањене и стене базичног до ултрабазичног порекла. Поред

тога, миоценски до квартарни (суб)вулканити истих области у Румунији, али и суседној Мађарској или на Фрушкој Гори су по саставу киселе, интермедијарне до базичне стене. У површинском као и у подповршинском слоју средње вредности EF свих елемената осим Мо, Hg и Pb су веће од 1 и указују на минорно обогаћење и на одсуство контаминације и антропогеног утицаја. Међутим, локална контаминација услед антропогених активности детектована је у случају свих елемената осим В, Ni, Se, Cr и V. Просторна расподела садржаја елемената у најмобилнијим фазама указала је на антропогени утицај на садржај бакра, цинка, живе и молибдена на одређеним локалитетима. Изричита правилност не постоји, с обзиром да редистрибуција елемената у седиментима и земљишту зависи од низа фактора од којих је природа елемената, извори елемената, као и карактеристике земљишта и разноврсност оксидационих стања које елементи могу имати (npr. V, Mo, Se, Sb).

Секвенцијална екстракција може да се користи у геохемијској проспекцији и дефинисању порекла елемената и без тоталног разлагања узорака, а у комбинација са индексом хемијске измене могу се извести значајни закључци о пореклу елемената.

6. ПОГЛАВЉЕ: ПРОЦЕНА СТЕПЕНА КОНТАМИНАЦИЈЕ, РИЗИКА И ПОРЕКЛА ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА У ЗЕМЉИШТУ ПОД УТИЦАЈЕМ САОБРАЋАЈА НА ПРИМЕРУ АУТОПУТА Е-75 (БАЧКА)



https://www.google.com/search?rlz=1C1GCEB_enRS870RS870&biw=1431&bih=845&tbm=isch&sa=1&ei=Ebf4Xf2RMLrCgwf03Kn4BA&q=%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0+%D0%B0%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%83%D1%82+%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D1%80+10&oq=%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0+%D0%B0%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%83%D1%82+%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D1%80+10&gs_l=img.3...114885.117947..18459...0.0.0.249.2248.2j7j4.....0....1..gws-wiz-img.bhXLkplHeek&ved=0ahUKEwi93qy7xbzmAhU64eAKHXRUcK8Q4dUDCAc&uact=5#imgrc=ofL20klWNvcpgM;

6.1. Увод

Земљиште поред путева и саобраћајница често је контаминирано многобројним тешким металима, посебно оловом. Токсични и потенцијално токсични елементи могу бити емитовани из саобраћаја на више начина:

1. Услед сагоревања горива из самих издувних гасова возила

У Републици Србији, оловни бензин се употребљавао до 2010. године, па су до тада атмосфера и земљиште контаминирани овим елементом. Присуство олова у земљишту и седиментима се може детектовати и данас, поред путева старих чак и преко 100 година, јер се ради о врло стабилном елементу у овом матриксу (Turer & Maynard, 2003). Повећан садржај Mn у у земљишту око пута углавном је последица употребе ММТ (Methylcyclopentadienil-Mn-tricarbonil) као адитива безоловном бензину у Србији (Gržetić & Ghariani, 2008). Цинк и баријум се додају преко лумбриканата горивима као антиоксиданс (цинк сулфонат, цинк –карбоксилат), односно инхибитор корозије у дизел моторима и другим моторима са унутрашњим сагоревањем (Miguel et al., 1997).

2. Хабањем аутомобила (Ni, Cr, Mn, Fe, Zn и Cu) и система за грејање (Cu) (јер су ови елементи састојци легура); хабањем гума - Zn, Pb и Cd. Zn се додаје као катализатор у процесу вулканизације као ZnO; хабањем кочница, с обзиром да су делови у кочионом систему од легура које садрже Cu, Cr, Ni... Уместо азбеста се у једном периоду употребљавао Sb_2S_3 , те се Sb ослобађао у атмосферу (Hjortenkrans et al., 2007).
3. Поред ових главних извора, на контаминацију земљишта могу утицати и активности око одржавање коловоза и хабања асфалтног пута (Табела 24)
4. Сударима, транспортом разноврсног материјала, као што је грађевински, ђубрива... (Bohemen & Van der Laak, 2003), као и хабањем банкина и објеката сигнализације нпр. Zn, Cd - услед галванизације метала цинком с примесама Cd (Kluge & Wasolek, 2012) или истакањем горива (Dauda & Odoh, 2012).

Додатно, неке врсте горива имају Hg и As, те су Christoforidis & Stamatis (2009) доказали у узорцима прашине из саобраћаја, поред Pb и присуство ових елемената, као последицу сагоревања горива.

У Табели 24, наведени су подаци, обједињени из литературе (Yu et al., 2016; Grace et al., 2019) о потенцијалним изворима испитиваних елемената на аутопутевима, магистралама, саобраћајницама и обрадивим површинама у њиховој непосредној близини.

Табела 24. Потенцијални извори елемената на испитиваном подручју (Yu et al., 2016; Grace et al., 2019)

Потенцијални извори	Ba	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	Al	Fe	Ca	Hg	Mg	As	Mn	Co
Кочиони систем	x	x	x	x	x	x	x		x				x	x	
Хабање аутомобила			x	x		x		x	x			x			
Хабање гума		x			x		x	x		x					x
Абразија пута			x			x									
Боје за сигнализацију	x		x		x					x					
Издувни гасови/гориво	x	x	x	x	x	x	x			x		x		x	
Пестициди и ђубриво	x	x		x	x		x		x	x	x		x		x

Утицај саобраћаја на контаминацију токсичним и потенцијално токсичним елементима услед емитовања честица PM 10 и PM 2,5 у атмосферу после чега долази до депозиције и ресуспензије (AbuAllaban et al., 2003) је давно познат. Депозиција, која зависи од величине честица, се врши услед деловања гравитације, водом или путем ветра и преноси на веће раздаљине. Контаминирање околног земљишта путем воде подразумева испирања коловоза услед кише бујицама и дренарањем, распрскавањем, те инфилтрацијом у дубље слојеве земљишта (Bohemien & Van de Laak, 2003). Захваљујући томе, утицај овог извора загађивања на степен контаминације биће изражен и на различитим растојањима од ивице коловоза, као и на различитим дубинама. Досадашња истраживања су показала да са повећањем растојања од ивице коловоза, концентрације најчешће проучаваних елемената Zn, Cu, Pb и Cd опадају са растојањем експоненцијално или нагло. У складу са тим, утврђено је смањење тог утицаја већ после 2, 10, 50 или 100 метара (Daniel et al., 1997; Turer & Maynard, 2003; Pagotto et al., 2010; Kluge & Wessolek, 2012). Поред ових елемената (Zn, Cu, Pb и Cd), још 90 тих година прошлог века, па до данас проучаван је утицај саобраћаја на садржаје Cd, Mn, Fe, Cr и Ni (Garcia & Milan, 1994; Lee et al., 1997; Lee & Touray, 1997, 1998; Lee et al., 2005; Yonming et al., 2006; Slezakova et al 2007; Dauda & Odoh, 2012; Isen et al., 2013; Grace et al., 2019). Turer и Maynard (2003) су, у свом истраживању, истакли и потребу да се у разматрање укључи и елемент Ba. Разлог томе је што његово присуство у земљишту око путева, може бити индикатор контаминације дериватима нафте. Додатно, испитиван је садржај Sb и Mo у урбаној прашини, која потиче углавном из саобраћаја (Yu et al., 2016). У новије време у земљишту поред саобраћајница, испитује се садржај и других елемената, као што су Pt група метала, који се користе као материјали у катализаторима мотора (Alamcija et al., 2015), као и Mo и Co, с

обзиром да они могу такође потицати из саобраћаја, а модерне технологије мотора могу довести до пораста емисије ових елемената у будућности (Grace et al., 2019).

На степен контаминације, односно степен мобилности утиче низ фактора, као што су: фреквентност саобраћаја, вегетација, облици у којима се ови елементи ослобађају, конфигурација терена, правац ветра, као и карактеристике земљишта (гранулометријски састав, рН, катјонски капацитет, садржај глина, карбоната, органске материје). De Silva et al. (2016) су дошли до закључка да је веома значајна и старост путева. Наиме, повећан садржај олова типичан је за путеве старије генерације са високом фреквентношћу, односно Cd, Mo и Ni са ниском фреквентношћу саобраћаја; уз старе путеве могу се наћи и виши садржаји Cr и Zn. Повећан садржај Cu и Zn је типичан и за земљиште поред путева средње генерације са умереном фреквентношћу. Mn, Sb и Pd се могу детектовати у земљиштима око путева средње и новије генерације.

У испитиваној области у околини аутопута земљиште је махом обрадиво. Исти елементи (Табела 24) могу бити емитовани услед употребе агрохемије, ђубрива, итд. О утицају пољопривредне активности на садржај и врсту елемената присутних у земљишту је раније било речи. На основу свега наведеног, у овом поглављу, одабрана је следећа група елемената: Ba, V, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni, Co, Cu, As и Hg. Мо је разматран, јер и он такође може да потиче од загађења из саобраћаја (De Miguel et al., 1996). Додатно, као и у претходним поглављима, разматран је и елемент В.

Главни циљеви истраживања у овом поглављу су: а) испитивање утицаја саобраћаја на контаминацију земљишта наведеним елементима са повећањем удаљености од, као и дуж аутопута - Е75 северни крак (Београд-Суботица) и процена степена ризика од загађења; б) утврђивање колики је удео имао саобраћај на присуство токсичних елемената у односу на друге потенцијалне природне и антропогене (пољопривредне активности, транспорт контаминаната алувијалним наносима и сл.) изворе контаминације и након тога раздвајање тих утицаја и процена порекла. Методологија која је примењена у овом сегменту, употребљена је и у претходним истраживањима у оквиру ове дисертације, а везано за контаминацију индустријским (Срем) и пољопривредним активностима (Средњи Банат). При томе су узимане у разматрање друге фонске вредности елемената (BG2), карактеристичне за ову испитивану област (Табела 4), као и подаци о њеним геолошким карактеристикама. Такође, ово истраживање и презентовани подаци, могу бити наставак истраживања која су реализована на јужном краку коридора Е75-Београд-Прешево (Pivić et al., 2013, 2014).

6.2. Испитивана област, потенцијални извори контаминације и узорковање

Коридор X (Аутопут Е75) пролази кроз земље на потезу од Аустрије до Грчке. Део који пролази кроз Србију, дугачак је 588 km и простире се од Хоргоша на северу (Мађарска граница) до Прешева на југу. Његова изградња је почела још 1971, а реконструисан је 2013. Северни крак Коридора X, који је обухваћен овим истраживањем, представља деоницу од Београда (Батајница) до Суботице и износи 172 km. Простире се већином на територији Бачке, а једним делом пролази кроз област Срема (Инђија и Стара Пазова).

Узорковање земљишта (K1-K15) дуж аутопута извршено је уочи реконструкције 2012. године, док су узорци бушотина (B1-B8) узети током 2014. године. Узорци земљишта су узети са једне (K1-K10) на међусобном растојању од 20 km и друге стране аутопута, на међусобном растојању од 4 km (K11-K15).

На Слици 27 су представљени локалитети узорковања и геолошке карактеристике терена.

Земљишта на траси коридора Београд - Нови Сад - Суботица развијена су преко веома хетерогених геолошких подлога, ствараних током различитих периода времена у различитим геолошким срединама, што је могло да утиче да узорци земљишта дуж аутопута имају различите карактеристике (гранулометрија, садржај минерала, сусцептибилност према токсичним елементима итд.).

Као што је речено у поглављу о геолошким карактеристикама испитиване области, најстарије стене - палеозојски метаморфити, мезозојски седименти, магмати (базичног и ултрабазичног састава), метаморфити, као и терцијарни кластити, карбонати и ређи вулканити откривени су у метаморфном језгру и на ободу планине Фрушке Горе. Локалитети K1, K2, K3, K4 K14 и K15 су најближи овом комплексу. Источно од Фрушке Горе се налази тачка K3 и K14 у муљевитом земљишту, развијеном на изразито муљевитим седиментима поводањске фације - глинама и алевритима субфације поводањских језера старије, "варошке" терасе 7-12 m (одн. 10-15 m) вирмске старости (Ракић, 2013). Ови седименти сачувани су у унутрашњем појасу јединице, где су дуже егзистовала поводањска језера; при погодним условима земљишта развијена на њима могу накнадно да се понашају као "колектор" елемената разношених воденим током. Утицај на садржај елемената могао би да буде везан за карактеристичну пренеогену подлогу Фрушке горе. Поред тога, земљиште удаљеног локалитета – K4 и K5 је, такође, развијено на истој подлози.

Узорци K1 и K2 су узорковани из земљишта формираног на лесним творевинама Срема са донекле типичним израженим присуством илита и хлорита (Nenadić et al., 2010). Из земљишта развијеног на лесном платоу узорковани су узорци K7, K8, K12 и K13. На северу, Бачку лесну зараван прекривају холоценски еолски пескови обода Суботичке пешчаре. У овој области прикупљени узорци земљишта K9 и K11.

Узорак K6 представља земљиште формирано на подлози насталој делувијалним процесима уз присуство еолских лесоидних депоната, типа алеврита и пескова.

Узорци K14 и K15 се налазе ближе срединама са разноврсним утицајима од којих је једна алувијална равна, односно рецентна тераса Дунава, као и спирање пролувијално-делувијалних седимената са виших нивоа (Фрушке Горе).

На граници старије терасе и алувијалне равни Тисе, у доста песковитом земљишту је узет узорак K10.



- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Глине, пескови и алеврити; холоцен 4. Фација поводња: алеврити и глине; горњи холоцен 10. Тераса 7-12 (10-15 m): фација поводња: алеврити, пескови и глине; вирм 11. Тераса 7-12 (10-15 m): субфације поводањских језера: глине и алеврити; вирм 24. Еолско-делувијални седименти: лесовидни алеврити и алевритични пескови; млађи плеистоцен 28. Еолски песак, морфолошки неуобличен; холоцен 32. Лес преко терасе 20-30 m; Вирм 33. Лес преко подине старије од вирма; рис и вирм | <ul style="list-style-type: none"> ● Бушотине ● Раскопи |
|---|---|

Слика 27. Геолошка карта истражне области дуж Коридора X (северни крак), модификовано према Каленићу и сарадницима, 2013.

Методологија узорковања представља модификацију методологије дефинисане GEMAS пројектом. Узорковање је вршено на 15 локалитета и то на растојању од ивице коловоза од: 1 m, 5 m, 10 m и 100 m. На растојању од 5 m, узорковање је вршено у два слоја: површински слој Т (0 - 10 cm) и слој Б (30 - 50 cm). Количина почетног узорка од 5 kg је даље четвртана до репрезентативног узорка, који је подељен за хемијску, гранулометријску и минералoшку анализу. Узорци за хемијску анализу су замрзнути до почетка анализе.

Узорци земљишта на растојању од 10 m и 100 m од ивице коловоза, на већини локалитета, су узети са обрадивих површина. На растојању од 5 m налази се шанац у који се слива вода, услед спирања коловоза, док се на растојању од 1 m може наћи и насут песковити материјал који је коришћен као подлога за изградњу пута.

Као што је раније наглашено, поред саобраћаја, извор контаминације на испитиваном простору може бити пољопривредна производња, односно употреба ђубрива, агрохемије, иригација и примена агротехнике. Применом агротехнике може доћи до контаминације земљишта на исти начин као и у саобраћају на путу (услед хабање гума, возила, употребе кочионог система, сагоревања горива и сл). Додатно, дизел гориво (које се употребљава у том случају) при мањим брзинама даје крупније честице које су извор елемената: Cr, Ni, Pb, Zn (Fe, Ca, Mg и Ba) (Bharathi et al., 2004)

6.3. Резултати и дискусија

6.3.1. Физичко-хемијске карактеристике и гранулометријски састав земљишта

У Табели 25, представљена је дескриптивна статистика физичко-хемијских параметара и текстуре земљишта у узорцима груписаним према различитом растојању од аутопута од 1 m, 5 m (Т и Б слој), 10 m и 100 m.

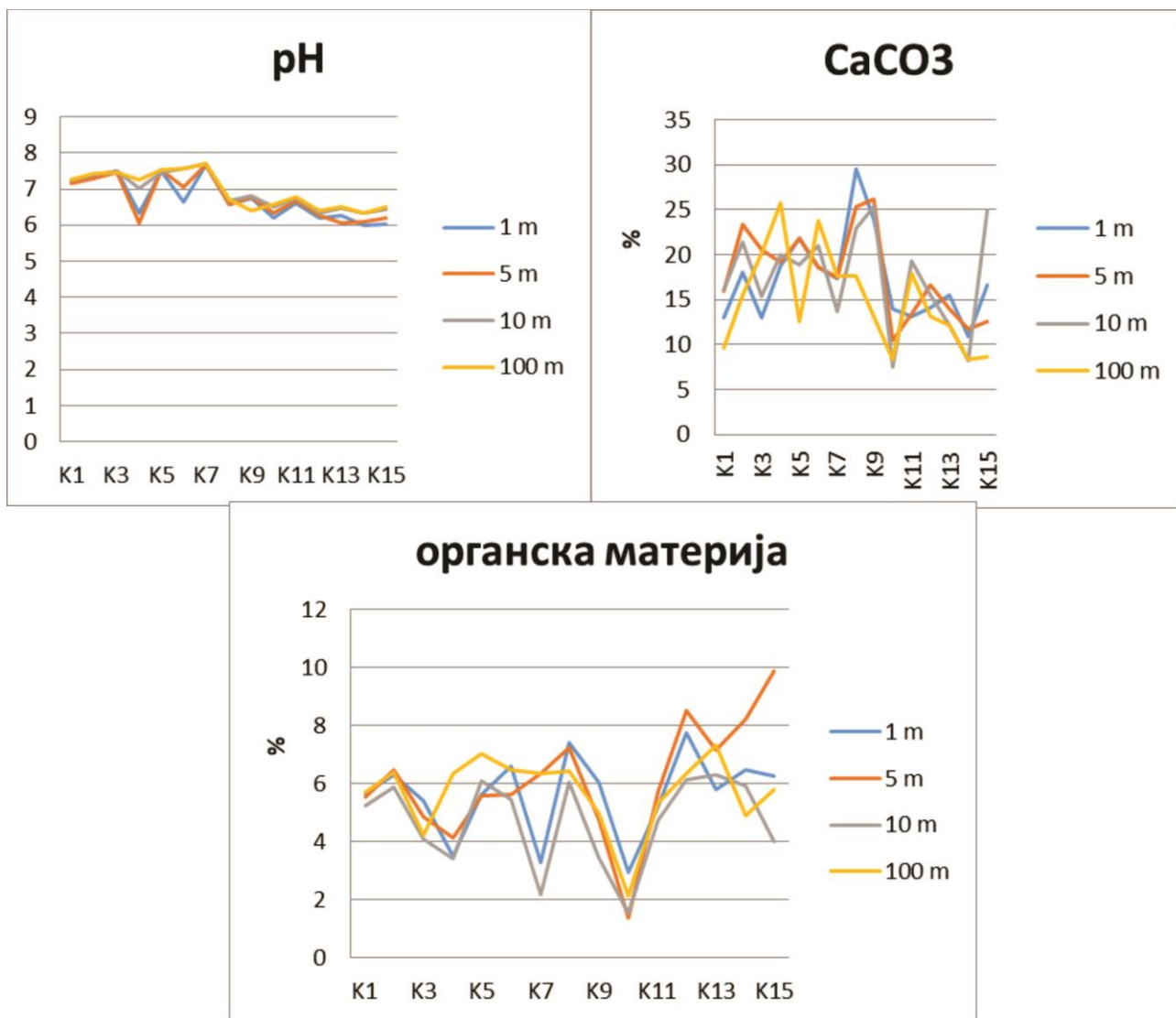
Према средњој рН вредности земљиште испитиваног подручја на свим растојањима припада слабо киселом, док опсег рН вредности од 6,00-7,69 говори о присутности слабо киселог до слабо алкалног земљишта. Као и у случају земљишта С. Баната, корелација са органском материјом (ОМ) изостаје. С обзиром на умерено позитивну корелацију ($r = 0,3-0,6$) рН са CaCO_3 - %) уочену у узорцима узетим на растојању од 5 m ($r = 0,45$, Т слој, и $r = 0,57$, Б слој, $\alpha=0,05$) и на растојању од 100 m ($r = 0,57$), показано је да присуство карбоната на овим растојањима утиче на рН вредност. Одсуство значајне позитивне корелације може бити последица присуства рецентне фауне, односно љуштура пужева (карбонатног типа), чије је постојање детектовано у испитиваном земљишту, посебно на растојању од 1 m.

Садржај карбоната (изражен као CaCO_3 - %) са порастом дубине (5 m) расте. С обзиром да је садржај органске материје често виши у површинском слоју (Танчић, 1994) и у случају узорка у слојевима Т и Б, садржај органске материје очекивано опада са порастом дубине.

Табела 25. Физичко-хемијски параметри и гранулометријски састав земљишта (%) на растојању од 1 m, 5 m (Т и Б слој), 10 m и 100 m

	pH	CaCO ₃	Орг. мат	Песак	Прах	Глина
			1 m			
Средња вр	6,73	17,22	5,62	25,14	68,42	6,44
Ст. дев	0,58	4,90	1,41	19,17	19,43	7,46
Минимум	6,00	10,91	2,95	4,34	44,97	1,00
Максимум	7,68	29,50	7,77	54,02	94,16	31,50
CV%	8,59	28,5	25,1	76,3	28,4	116
			5 m Т			
Средња	6,75	17,82	6,10	22,43	73,18	4,40
Ст. дев	0,57	4,93	2,03	21,74	21,32	3,22
Минимум	6,06	10,52	1,36	4,34	10,91	0,00
Максимум	7,66	26,16	9,86	87,59	95,05	12,00
CV%	8,47	27,7	33,29	96,9	29,1	73,3
			5 m Б			
Средња вр	6,89	23,87	3,82	18,72	76,86	4,39
Ст. дев	0,50	8,61	1,58	21,48	20,38	5,80
Минимум	6,25	10,02	0,96	3,29	20,19	0,00
Максимум	7,60	36,25	6,17	79,80	93,70	25,00
CV%	7,33	36,1	41,24	115	26,5	132
			10 m			
Средња вр	6,95	17,52	4,70	19,97	76,55	3,48
Ст. дев	0,49	5,50	1,52	25,86	24,76	2,58
Минимум	6,32	7,59	1,55	1,27	17,12	0,50
Максимум	7,70	25,39	6,29	82,38	92,92	9,00
CV%	7,04	31,4	32,28	129	32,3	74,0
			100 m			
Средња вр	6,96	14,97	5,73	12,94	84,01	2,91
Ст. дев	0,51	5,48	1,29	20,38	19,57	2,59
Минимум	6,35	8,34	2,16	2,07	15,79	0,00
Максимум	7,69	25,80	7,32	84,20	93,93	10,00
CV%	7,28	36,6	22,5	157	23,3	88,9

Такође, вредности ових параметара не мењају се значајно са повећањем растојања од аутопута (Слика 28), што показује примена једнофакторског ANOVA теста (Прилог 9). Овакав закључак није у складу са резултатима других истраживања у којима је абразија коловоза, карбонатна прашина, утицала на повећање pH вредности, односно садржаја карбоната на најближој дистанци од ивице коловоза (Werthenkin et al., 2014; De Silva et al., 2016). То даље имплицира да овакав утицај саобраћаја на земљиште у близини аутопута E75 није доказан.



Слика 28. Расподела pH вредности, садржаја карбоната и органске материје (%) по локалитетима, на растојањима од 1 m, 5 m, 10 m и 100 m

Гранулометријским анализама земљишта добијене су проценатуалне вредности учешћа фракција: песка (0,25—0,063 mm), праха (0,063—0,005 mm) и глине (>0,005 mm) (Konta, 1972). Најзаступљенија фракција је фракција праха, са ниским коефицијентом варијације (CV 23,3 % - 32,2%).

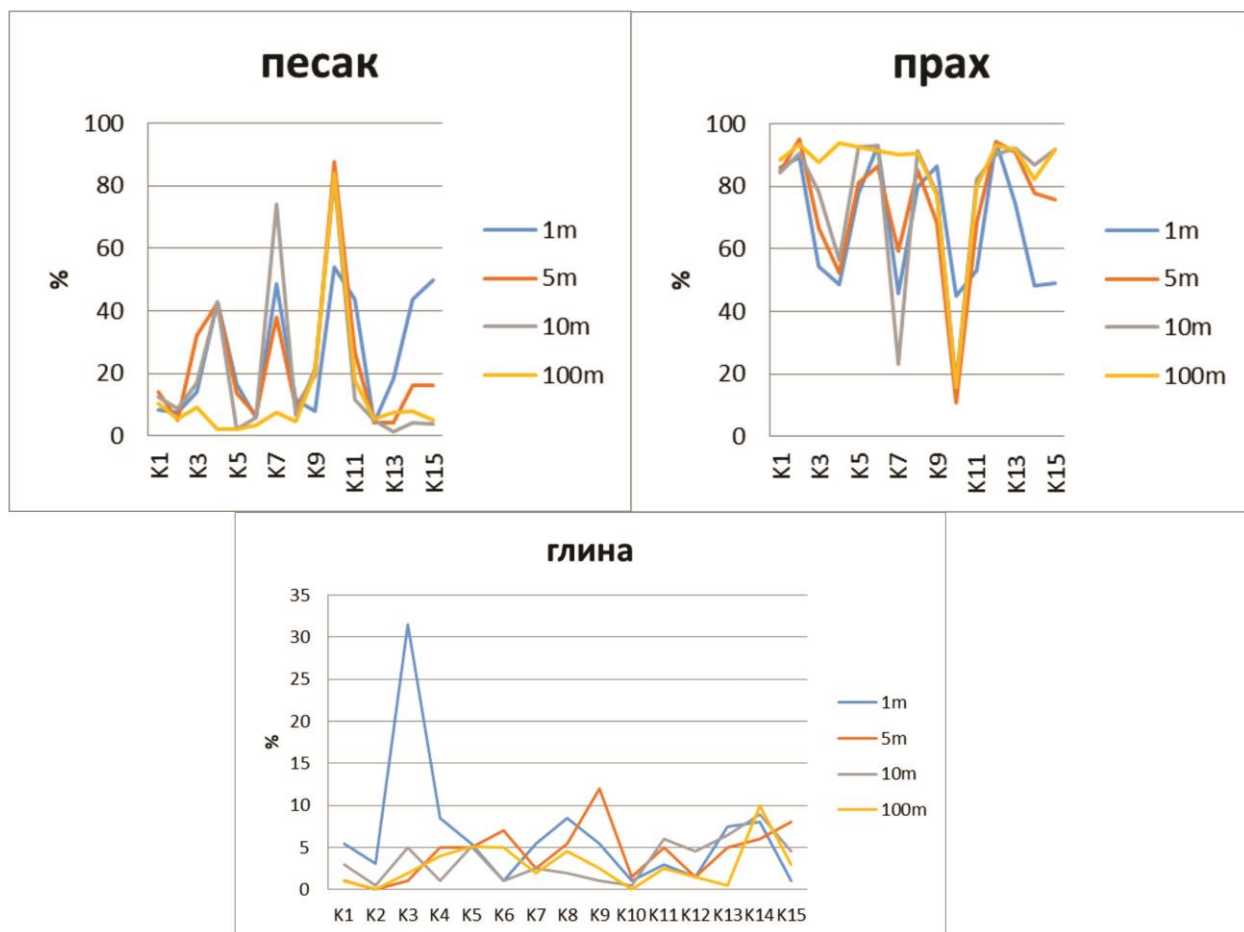
Садржај глиновите и песковите фракције у узорцима груписаним према растојању у великом проценту варира (CV 74,0 - 132 %, односно 76,3 -157 %). По минералошком саставу фракција песка може бити кварцна, фелдспатска, кречњачка - карбонатна, лискунска итд. (Танчић, 1994). Ови минерали могу бити присутни и у другим фракцијама, те је јако тешко повезати текстуру са минералошким саставом испитиваног земљишта.

Гранулометријски састав земљишта незнато се мења са променом растојања у погледу благог опадања садржаја песковите и глиновите фракције, односно благог повећања алевритичних компонената у земљишту (% праха). Са порастом дубине незнатно варирају садржаји фракције праха и песка, док је процентуално учешће фракције глине исто. Гранулометријски састав, односно већи садржај песка и крупнијих зрна, а мањи глиновите фракције, прецизније минерала глине, утиче на бољу проходност воде која се дренира са аутопута и инфилтрира у дубље слојеве у овом случају на растојању од 5 m.

На основу процентуалног учешћа појединих фракција, највећи број узорака се може сврстати у групу прашкаста земља (K2, K6, K8, K12 - на свим растојањима), затим песковито-прашкастој земљи (K11 на свим растојањима). На осталим локалитетима гранулометријски састав земљишта варира са променом растојања од аутопута и то најчешће у садржају песковите фракције (Слика 29), те тип земљишта најчешће прелази из песковито-прашкастог у прашкасто. То се донекле може повезати и са заостацима наношеног алохтоног материјала као подлоге за изградњу.

Поред ова два типа земљишта, постоје изузеци и то: локалитет K10, где на свим растојањима земљиште може бити класификовано као прашкасто-песковито и на локалитетима K3 и K13 (на растојању од 1 m) као песковито- муљевито.

Минималне вредности процентуалног учешћа фракције праха и глине, а максималне фракције песка на локалитету K10 (Слика 29) последица су различите геолошке подлоге, односно јединог локалитета смештеног у алувијону реке Тисе. Додатно, овакав гранулометријски састав узорка могао је имати утицаја на резултате хемијских анализа, о чему ће бити говора у даљем тексту.



Слика 29. Распореда садржаја песковите, прашкасте и глиновите фракције (%) по локалитетима на растојањима од 1 m, 5 m, 10 m и 100 m од аутопута

6.3.2. Минералозна карактеризација земљишта

6.3.2.1. Рентгенска анализа праха (XRD)

Најзаступљенији минерал у свим узорцима земљишта у површинском и подповршинском слоју је кварц. У већини узорака минерали глине су други по заступљености, а следећи у низу по учесталости су фелдспати и карбонати (доломит и калцит). Најзаступљенији минерали глине су углавном илитско – серицитског - хлоритског – састава (Прилог 4). Доминација минерала глина над фелдспатима, указује на интензивније распадање ("weathering") минералних компонента земљишта, што се уклапа са CIA вредностима (Прилог 10). Присуство фелдспата у односу на минерале глина доминантније је у узорцима: K7 (1 m, 10 m), K10, K11, K12 (1 m, 5 m Б), K2 (10 m, 100 m), K4 (5 m Б), K8 (10 m), K9 (100 m), K13 (1 m), K14 (1 m, 5 m). Такође, у појединим узорцима после кварца, доминантно је учешће карбоната и то у узорцима: K1 (1 m), K2 (5 m, 100 m), K5 (1 m), K6 (5 m Б), K7 (5 m), K8 (5 m, 10 m), K9 (без 100 m), K11 (1 m, 5 m), K15 (10 m). Карбонати представљају групу секундарних минерала, који могу настати хидролизом алумосиликата, као нпр. фелдспата (Димитријевић, 1988; Танчић, 1994) и додатно лако подлежу даљем хемијском "weathering"-у.

Амфиболи су детектовани у појединим узорцима и то на свим растојањима: 1 m - K4, K11, K12, 5 m - K7 (Б слој), K8 (Б слој), K10 (оба слоја), K11 (Т слој), K13 (Б слој); 10 m - K1, K2; 100 m - K6, K8. Присуство других минерала (мимо наведених) није детектовано XRPD методом или због њиховог потпуног одсуства или су њихови садржаји испод детекционог лимита (2 – 3 %).

6.3.2.2. Микроскопска анализа минералшког састава

Посматрањем различитих фракција узорака земљишта под микроскопом у пропуштеној светлости (у имерзионој течности) може се регистровати присуство минерала у облику зрна, што значи у оним садржајима који се не могу детектовати XRD методом. Материјал који је анализиран овде, као и у претходним случајевима се сматра педолошким слојем, те је релативно сиромашан минералима.

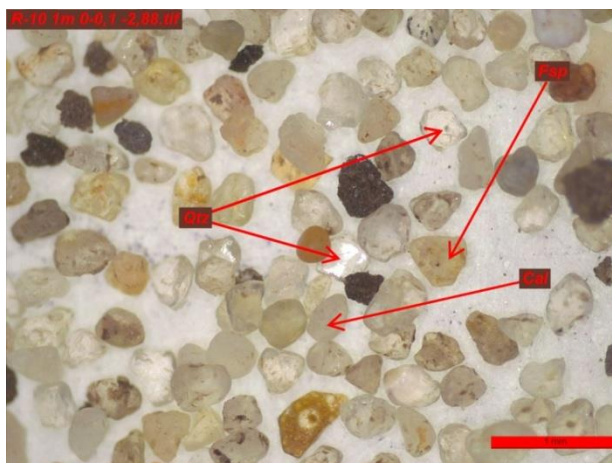
Посматрањем лаке фракције узорака (испод $2,80 \text{ g cm}^{-3}$) установљено је присуство кварца, фелдспата, лискуна и органске материје. У тешкој фракцији се често налазе и зрна кварца који припада лакој фракцији (специфична тежина му се креће од 2,21 до $2,65 \text{ g cm}^{-3}$, што зависи од модификације), али металичне инклузије му повећавају специфичну тежину. У неким од узорака преовлађује калцит. Он потиче једним делом из карбонатних стена, а другим потиче од рецентних фосила (пужева). Бојени минерали (гранати, епидот, сфен, стауролит, турмалин) се јављају у врло малим концентрацијама (од присуства усамљених зрна - 1 %). То су стабилни минерали који се врло ретко метаморфишу и то само под одређеним условима. Због тога трпе дугачак транспорт и чести су састојци седимената. Лискуни (хлорит, мусковит и биотит) су веома заступљени у испитиваним узорцима. Од лискуна је једино мусковит врло резистентан минерал и не метаморфише се лако. Због тога се јавља као алотигени састојак песковито-глиновитих седимената. Када у одређеним условима ипак дође до метаморфозе, он губи калијум и прелази у хидромусковит односно минерал глине - илит. Лиске биотита су често у испитиваним узорцима златно жуте боје, што указује на претходно испирање алкалија под утицајем хидротермалних раствора. Алтерацијом биотит прелази у хлорит.

Према асоцијацији минерала тешке фракције, посматрани узорци са различитих растојања од коловоза, могу се поделити на више група (Прилог 4) и то:

1. На удаљености од 1 m узорци се могу поделити у три групе:

а) У узорцима прве групе се јављају првенствено калцит (фауна) и лискуни (мусковит, биотит и хлорит), а затим одломци стена, металични минерали, гранати, сфен, стауролит. Овој групи припадају узорци K1, K2, K3, K4 и K5.

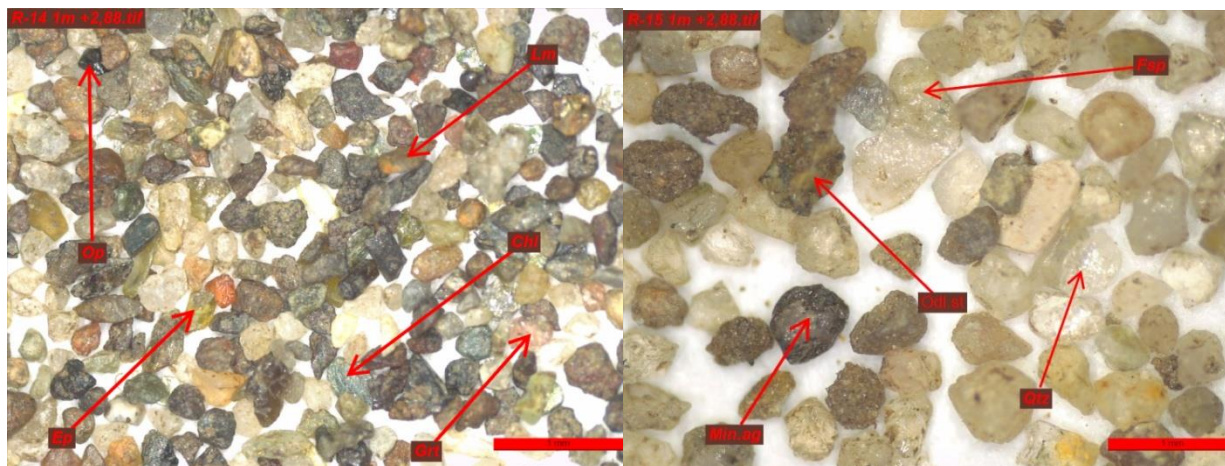
б) У ову групу спадају узорци у којима преовлађује калцит (фауна-рецентни пужеви, 37-96 %) и то у: K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12 и K13. На Слици 30 представљен је минералшки састав узорка K10.



Слика 30. Минералoшки састав узорка K10 (1 m) - кварц (Qtz), фелдспати (Fsp), калцит (Cal)

С обзиром да је у наведеним групама узорака евидентно присуство фауне - рецентних пужева, сасвим је могуће да је материјал који је анализиран једним делом алохтон, те представља остатке нанешене подлоге за изградњу аутопута.

в) У овим узорцима доминирају одломци стена и минерални агрегати. Овде припадају узорци K14 и K15 (Слика 31)

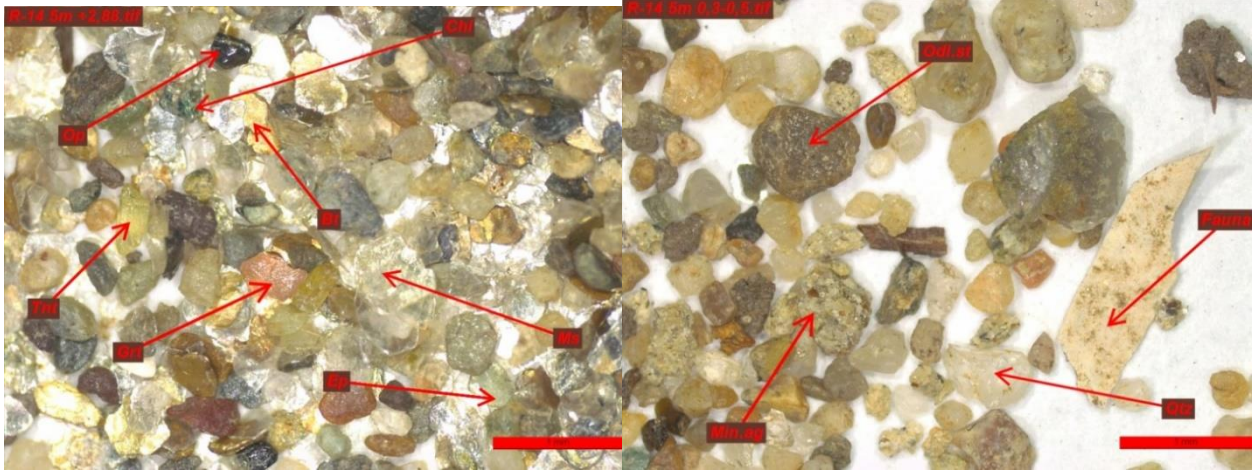


Слика 31. Минералoшки састав а) узорка K14 (1 m) - епидот (Ep), гранат (Grt) , хлорит (Chl), лимонитисана зрна (Lm), металични минерали (Op) б) узорка K15 - одломци стена (Odl.st.), фелдспат (Fsp), кварц (Qtz), минерални агрегати (Min.ag.)

2. На удаљености од 5 m узорци површинског слоја (Т) се могу поделити у четири групе:

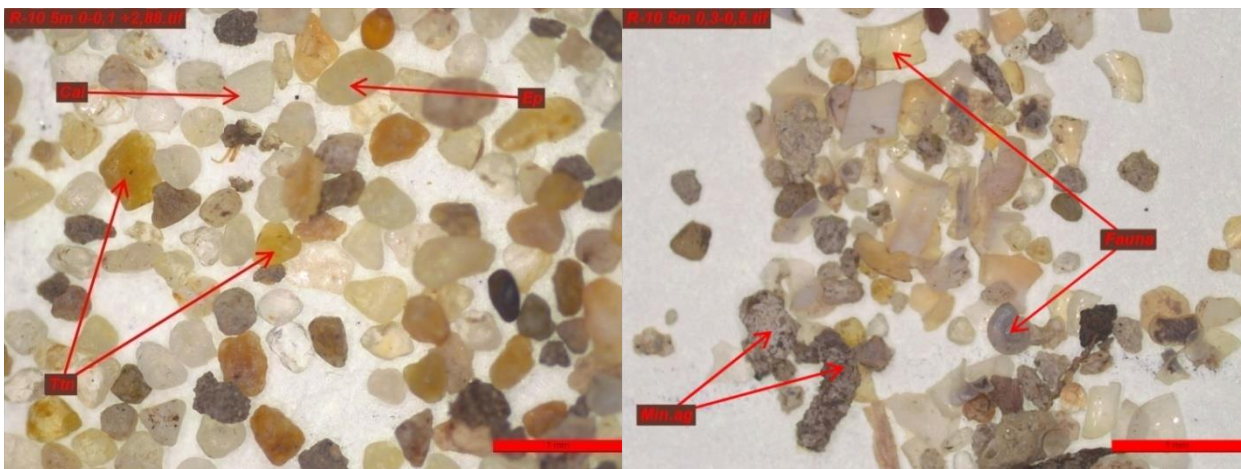
а) У овој групи узорака преовлађује калцит (58-91%), али се појављује и значајнија концентрација одломака стена (3 – 12 %) и металичних минерала (1 – 30 %). Овој групи припадају узорци: K1, K2, K6, K7, K8, K9, K13 и K15.

б) У узорцима К3, К4, К5 и К14 преовлађују лискуни - хлорит, мусковит, биотит (25 - 82 %), а појављују се и одломци стена 4 - 22 %. На Слици 32 представљен је минералoшки састав узорка К14 а) у слоју Т и б) слоју Б.



а) б)
Слика 32. Минералoшки састав а) узорка К14 (5m, слој Т) - епидот (Ep), гранат (Grt), хлорит (Chl), биотит (Bt), металични минерали (Op), турмалин (Tnt), мусковит (Ms); б) узорка К14 (5m, слој Б) - одломци стена (Odl.st.), фауна (Fauna), кварц (Qtz), минерални агрегати (Min.ag.)

в) У ову групу спада само узорак К-10 (Слика 33). Овај узорак се разликује од осталих, јер садржи одломке стена и кварц, док је г) узорак К11 представник 4. групе, јер у њему преовлађују одломци стена и металични минерали. Због недостатка довољне количине узорка К12 за припрему тешке фракције и опсервацију, подаци о минералoшком саставу недостају.



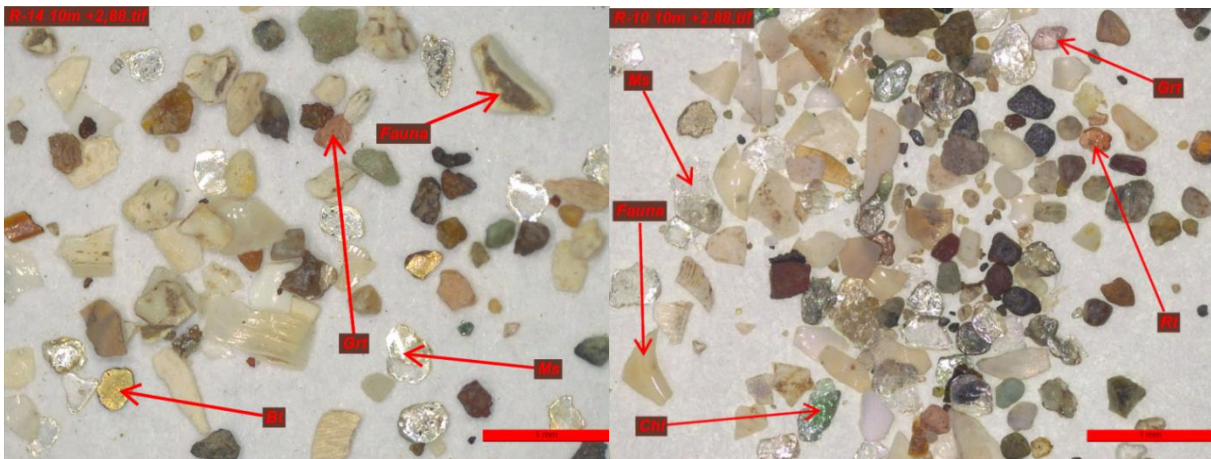
а) б)
Слика 33. Минералoшки састав а) узорка К10 (5m, слој Т) - епидот (Ep), турмалин (Tnt), калцит (Cal) б) узорак К10 (5m, слој Б)- фауна (Fauna), минерални агрегати (Min.ag.)

Узорци подповршинског слоја (Б) се могу поделити у три групе:

- а) групи у којој доминирају лискуни (77 – 98 %) припадају узорци К1, К4, К5 и К14.
- б) Ово је група у којој је калцит доминантни минерал (55 – 99 %). Њој припадају узорци К2, К3, К6, К7, К8, К9, К10, К11, К12 и К13. На Слици 33 б) представљен је минералoшки састав узорка К10.
- б) У ову групу спада само узорак К15, у ком доминирају металични минерали (60%), а остатак су одломци стена са кварцом и фелдспатима.

3. Узорци на удаљености од 10 m се деле, такође, у три групе:

- а) У првој групи су узорци карактеристични по томе што се калцит јавља у концентрацији преко 50 %. Ту спадају узорци К2, К5, К6, К7, К8, К9, К11, К12, К13, К14 и К15.



а)

б)

Слика 34. Минералoшки састав а) узорка К14 (10m) - фауна (Fauna), мусковит (Ms), биотит (Bt), гранат (Grt); б) узорка К10 - фауна (Fauna), мусковит (Ms), гранат (Grt), хлорит (Chl), рутил (Rt)

б) Узорци К3, К4 и К10 се састоје претежно од лискуна (51 - 88 %). На Слици 34 представљен је минералoшки састав узорака и то: а) К10 и б) К14.

в) Трећој групи, код које је земљиште изграђено од одломака стена и алтерисаних зрна (50 %) припада само узорак К1. Остатак представља минерал калцит и лискуни.

4. На удаљености од 100 m узорци се деле на пет група

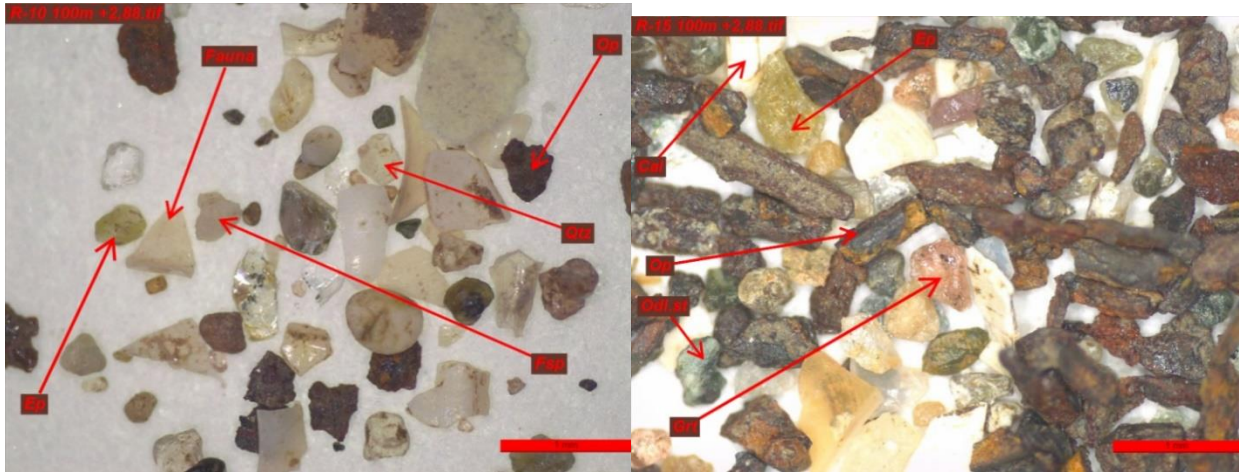
а) Првој групи припадају узорци у којима доминира калцит (66 - 99 %) и то: К5, К6, К7, К8, К12, К13 и К14

б) Ова група узорака је изграђена од мусковита (43 – 54 %) и калцита (35 - 46 %) и њој припадају узорци: К2, К3 и К4

в) Узорци К1, К9 и К10 се састоје од одломака стена (25 – 64 %) и калцита (30 – 35 %). На Слици 35 а) представљен је минералошки састав узорка К10.

г) Узорак К11 се састоји од одломака стена (69 %) и металичних минерала (22%).

д) Петој групи припада само узорак К15 (Слика 35б), који је изграђен од металичних минерала (29 %), калцита (22 %), одломака стена (20 %) и мусковита (17 %).



Слика 35. Минералошки састав а) узорка К10 (100 m) - фауна (Fauna), епидот (Ep), металични минерали (Op), кварц (Qtz), фелдспат (Fsp); б) узорка К15 (100 m) -гранат (Grt), епидот (Ep), калцит (Cal), металични минерали (Op), одломци стена (Odl.st.)

Наведени подаци сугеришу да постоји разлика између узорка узетим на различитим локалитетима дуж аутопута. Постоје узорци у којима првенствено доминирају лискуни на свим растојањима (К3 и К4) или се смеђује учешће лискуна са калцитом (К1, К2 и К5). Као што је речено, К5 је северније од Фрушке Горе, док су К1 и К2 смештени на јужном делу истражне области. Поред њих, најближи Фрушкој Гори су и узорци у којима доминирају одломци стена/металичних минерала (К14 и К15), односно на неким растојањима је доминантно учешће заједно калцита и одломака стена. Наведени узорци се евидентно разликују у односу на узорке (К6 - К13), који су локализовани на потезу северније од Фрушке Горе и локалитета К5, до крајњег севера истражног подручја. Минералошки састав је карактеристичан по доминантном учешћу калцита (како геогеног, тако и биогеног). Одломци стена регистровани су само на 5 и 100 m локалитета К10 и К11.

Додатно, амфиболи, као носиоци микроелемената типа Cr и Ni присутни су у узорцима К3 и К9 (1 m), К2 и К7 (10 m) и К8 (5 m, оба слоја и 10 m). Турмалини као минерали бора, присутни су у узорцима К 10 и К 14 (5 m).

6.3.3. Садржај токсичних елемената у земљишту

6.3.3.1. Процена степена контаминације употребом референтних вредности

Геолошке карактеристике терена и минералогски састав умногоме су утицали на резултате хемијских анализа испитиваних узорака. У Табелама 26а, 26б, 26в и Табели 27 представљена је дескриптивна статистика садржаја испитиваних елемената на растојању од 1 m, 5 m (Т и Б слој), 10 m и 100 m.

Табела 26а. Садржај микроелемената (mg kg^{-1}) у узорцима на растојањима 1 m, 5 m (слој Т и Б), 10 m, 100 m

елемент	растојање	1m	5m (Т)	5m(Б)	10m	100m
As	Средња	6,12	7,32	6,81	6,02	7,81
	Ст. дев	1,35	2,38	2,84	1,82	2,33
	Минимум	3,64	2,11	1,85	1,98	2,72
	Максимум	7,95	11,2	13,4	8,82	12,4
	Медијана	6,20	7,30	6,61	6,10	7,49
	CV%	22,0	32,5	41,7	30,2	29,8
В	Средња	0,15	4,15	2,97	0,39	2,46
	Ст. дев	0,26	1,21	0,91	0,96	2,39
	Минимум	0,05	2,89	0,05	0,05	0,05
	Максимум	1,01	6,95	4,16	3,72	7,23
	Медијана	0,05	3,81	3,12	0,05	2,53
	CV%	168	29,1	30,6	246	97,2
Cd	Средња	0,86	0,90	0,73	0,81	1,15
	Ст. дев	0,23	0,29	0,24	0,25	0,32
	Минимум	0,37	0,20	0,14	0,20	0,41
	Максимум	1,23	1,39	1,14	1,16	1,66
	Медијана	0,91	0,97	0,74	0,87	1,07
	CV%	26,3	31,8	33,0	30,4	28,3
Co	Средња	9,11	7,04	6,36	8,63	9,03
	Ст. дев	2,14	2,22	2,11	2,55	3,11
	Минимум	4,33	1,17	1,49	2,25	1,59
	Максимум	12,7	9,55	10,2	11,0	13,2
	Медијана	9,57	7,51	6,30	9,71	10,13
	CV%	23,4	31,5	33,1	29,5	34,5
Cr	Средња	32,2	24,9	21,5	25,1	29,4
	Ст. дев	17,9	7,79	7,31	8,57	8,97
	Минимум	10,3	6,42	5,74	4,97	7,20
	Максимум	86,6	37,0	37,5	35,8	40,4
	Медијана	30,6	27,4	20,7	28,0	29,6
	CV%	55,5	31,2	34,0	34,1	30,5

Табела 266. Садржај микроелемената (mg kg^{-1}) у узорцима на растојањима 1 m, 5 m (слој Т и Б), 10 m, 100 m

елемент	растојање	1m	5m (Т)	5m (Б)	10 m	100 m
Cu	Средња вр	24,0	20,9	14,4	20,3	23,8
	Ст. дев	13,4	9,97	5,78	9,74	7,43
	Минимум	11,6	3,56	4,37	6,64	14,7
	Максимум	57,1	41,5	25,4	46,7	46,6
	Медијана	19,8	18,8	14,1	20,3	22,3
	CV%	55,8	47,7	40,0	48,0	31,2
Hg	Средња вр	0,10	0,40	0,25	0,18	0,19
	Ст. дев	0,05	0,20	0,12	0,17	0,11
	Минимум	0,05	0,08	0,05	0,05	0,06
	Максимум	0,25	0,91	0,52	0,60	0,34
	Медијана	0,07	0,37	0,22	0,10	0,25
	CV%	55,4	49,5	49,5	95,2	60,4
Mo	Средња вр	0,51	0,52	0,31	0,43	0,52
	Ст. дев	0,20	0,21	0,16	0,15	0,19
	Минимум	0,17	0,10	0,05	0,09	0,12
	Максимум	0,97	0,87	0,64	0,61	0,81
	Медијана	0,50	0,55	0,27	0,46	0,59
	CV%	38,9	39,5	53,2	33,5	37,3
Ni	Средња вр	27,8	27,4	23,1	25,0	29,0
	Ст. дев	13,3	10,5	9,71	9,37	9,13
	Минимум	7,81	4,50	5,13	5,51	5,81
	Максимум	64,5	48,0	46,1	38,0	42,9
	Медијана	26,1	28,4	21,9	27,6	31,4
	CV%	47,7	38,3	42,1	37,4	31,4
Pb	Средња вр	50,0	27,3	14,5	22,4	22,8
	Ст. дев	68,4	26,3	5,75	7,05	6,71
	Минимум	8,48	4,42	5,05	6,28	7,65
	Максимум	217	113	28,4	31,2	36,7
	Медијана	24,0	19,6	14,5	24,6	22,5
	CV%	137	96,3	39,7	31,5	29,4

Табела 26в. Садржај микроелемената (mg kg^{-1}) у узорцима на растојањима 1 m, 5 m (слој Т и Б), 10 m, 100 m

елемент	растојање	1 m	5 m (Т)	5 m (Б)	10 m	100 m
Mo	Средња вр	0,51	0,52	0,31	0,43	0,52
	Ст. дев	0,20	0,21	0,16	0,15	0,19
	Минимум	0,17	0,10	0,05	0,09	0,12
	Максимум	0,97	0,87	0,64	0,61	0,81
	Медијана	0,50	0,55	0,27	0,46	0,59
	CV%	38,9	39,5	53,2	33,5	37,3
Sb	Средња вр	0,47	0,86	0,33	0,23	0,78
	Ст. дев	0,48	0,35	0,21	0,08	0,50
	Минимум	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
	Максимум	1,81	1,34	0,82	0,43	1,59
	Медијана	0,30	0,92	0,22	0,21	0,81
	CV%	102	40,6	65,8	36,3	64,3
V	Средња вр	27,2	29,7	25,9	27,2	25,9
	Ст. дев	8,08	7,59	8,25	8,08	8,25
	Минимум	6,83	8,37	7,69	6,83	7,69
	Максимум	35,0	37,4	41,8	35,0	41,8
	Медијана	30,5	29,8	26,1	30,5	26,1
	CV%	29,7	25,6	31,9	29,7	31,9
Zn	Средња	66,3	56,7	39,0	53,7	64,1
	Ст. дев	42,6	32,5	12,6	22,6	36,2
	Минимум	18,1	9,65	11,5	14,7	19,9
	Максимум	179	136	60,4	108	171
	Медијана	54,4	50,6	38,1	56,4	52,4
	CV%	64,3	57,3	32,3	42,1	56,4
Ba	Средња	84,8	75,4	61,0	102	97,4
	Ст. дев	26,9	24,3	25,3	33,6	30,6
	Минимум	46,8	13,7	22,7	22,3	20,0
	Максимум	131	101	105	140	153
	Медијана	83,1	82,9	58,4	118	100
	CV%	31,8	32,3	41,4	32,9	31,4

Табела 27. Садржај макроелемената (mg kg^{-1}) у узорцима на растојањима 1 m, 5 m (слој Т и Б), 10 m, 100 m

елемент	растојање	1 m	5 m (Т)	5 m (Б)	10 m	100 m
Al	Средња вр	16879	16586	13900	17267	20078
	Ст.дев.	4892	4719	5379	5590	5538
	Минимум	7199	3957	4793	4052	4645
	Максимум	25082	22412	25206	23631	26273
	Медијана	15896	16860	13465	18629	22060
	CV %	29,0	28,4	38,7	32,4	27,6
K	Средња вр	2519	2642	1726	2676	3221
	Ст.дев.	1022	1007	752	1294	1056
	Минимум	884	439	602	604	780
	Максимум	4732	4070	3055	5835	5744
	Медијана	2263	2690	1681	2809	3329
	CV %	40,6	38,1	43,6	48,4	32,8
Mg	Средња вр	14600	12887	14652	13009	12175
	Ст.дев.	6568	3221	4101	3766	3630
	Минимум	9511	5572	5173	3913	4218
	Максимум	35502	18228	20910	17964	19160
	Медијана	12177	12944	14225	12857	12370
	CV %	45,0	25,0	28,0	29,0	29,8
Ca	Средња вр	54320	47441	65243	51949	38157
	Ст.дев.	17311	13242	23579	19423	16206
	Минимум	27371	23990	31147	13584	16749
	Максимум	86967	65516	102330	88357	66963
	Медијана	54145	45211	55779	48964	33481
	CV %	31,9	27,9	36,1	37,4	42,5
Fe	Средња вр	21234	19365	17667	21765	22419
	Ст.дев.	4985	5032	4822	8738	6324
	Минимум	9635	5379	5838	5271	5719
	Максимум	28201	25989	26808	44889	31300
	Медијана	23073	21255	17957	22862	23207
	CV %	23,5	26,0	27,3	40,2	28,2
Mn	Средња вр	533	545	459	525	638
	Ст.дев.	117	155	150	161	156
	Минимум	251	158	217	164	212
	Максимум	714	729	792	754	821
	Медијана	537	569	457	541	652
	CV %	22,0	28,5	32,7	30,7	24,4

Средње вредности садржаја елемената су у случају As, В, Cr, Мо, Pb, Sb и Zn испод МДКм или МДК, што узимајући овај критеријум у разматрање, сугерише на одсуство контаминације овим елементима. С друге стране, контаминација Cd, Co, Ni и V је присутна на свим растојањима од аутопута. Услучају Hg, земљиште на растојању од 1 m од аутопута није контаминирано овим елементом.

Међутим, поредећи средње вредности садржаја елемената по локалитетима са BG2 вредностима (Табела 4), може се закључити да је на свим растојањима садржај Zn, Ba, Sb, Pb, Cd, Co и Cu виши, односно Cr, Ni и V незнатно више од ових референтних вредности. Са друге стране, поредећи ове средње вредности са BG1 вредностима (употребљеним у претходним разматрањима), може се закључити да оне испод BG1, осим у случају Cd, Cu, Pb и Zn на свим растојањима површинског слоја, односно Hg и В (на растојању од 5 m). BG2 вредности, у случају Ba и Sb, нису утврђене. Сходно томе, поређење са BG вредностима је, само делимично, у складу са употребом МДК вредности. С обзиром да се у овом истраживању акценат ставља на утицај геолошког матрикса на садржај елемената, поред утицаја потенцијалних загађивача, критеријум који је меродавнији за поређење јесу BG вредности. Када је реч о већ утврђеном присуству Cr, Ni, Co и V у геолошком матриксу, BG1 вредности, као више су, чини се, овде адекватније за поређење. Оне указују да испитивано земљиште, генерално, није контаминирано овим елементима (Cr, Ni, Co и V), односно јесте елементима као што су: Cd, Cu, Pb и Zn.

С обзиром да су садржаји Cd, Cu, Pb, Zn, Hg и В изнад фонских вредности (BG1) и Ba и Sb изнад BG2 на растојању од 5 m (Т слој), то указује да на овом растојању може постојати извор контаминације, односно концентровање ових елемената у слоју Т. С друге стране, на истом растојању постоји могућност контаминације подповршинског слоја елементима типа Ba и Sb, највероватније услед филтрације воде и миграције елемената у дубље слојеве. Вредности садржаја As, Cd, Hg, В, Co, Cr, Zn, Мо, Cu и V у подповршинском слоју Б су еквивалентне или испод фонских вредности (BG1/2). Стога се може закључити да у подповршинском слоју земљишта на растојању од 5 m, не постоји контаминација овим елементима. Такође је и евидентно да у површинском слоју, земљиште није контаминирано молибденом и арсеном, односно да је њихово порекло највероватније геогено. До истог закључка о пореклу последња два елемента дошли су и други аутори истражујући утицај саобраћајница на квалитет земљишта (Chen et al., 2010; Yu et al., 2016). У испитивањима утицаја близине аутопута 75 (јужни крак) на контаминацију земљишта елементима Pb, Cu, As и Hg добијене средње вредности су сличне (осим Hg у узорцима на растојању 5 m) презентованим у Табелама 26 а, 26 б, док је вредност садржаја Ni двоструко већа (Pivić et al., 2013, 2014). Разлог томе може бити интензивнији утицај геолошког матрикса на садржаје овог елемента у долини Мораве, у односу на утицај у овој области. Од наведених елемената само је у случају Pb контаминација потиче из саобраћаја.

Коефицијенти варијације (CV - %), представљени у Табелама 25-28, могу указати на антропогено порекло елемената, као и на хетерогеност геолошког матрикса у коме су ови елементи природно расподељени. Тако је умерен степен варирања ($20 \% \leq CV \leq 50 \%$)

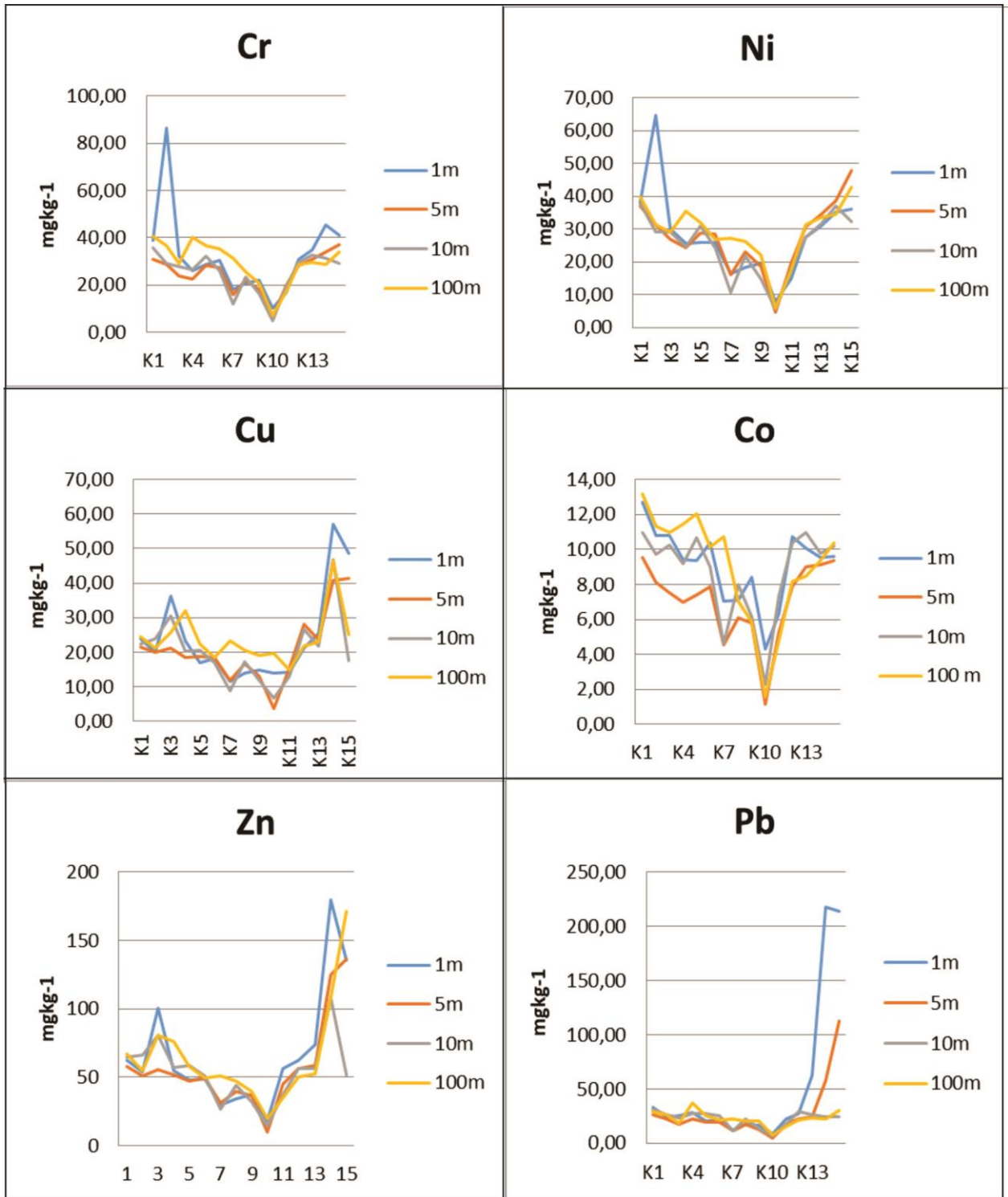
карактеристичан за Cd, Co, Mn, Fe, Ba, As, Mo, Ni и V. Високе вредности CV ($51 \% \leq CV \leq 100$) на 1. метру од ивице коловоза изражене су код Zn, Cr, Cu, Hg и Sb, као и Zn на удаљености од 5 m и 100 m, а Hg и Sb на 10 m. Додатно, изузетно високе вредности садржаја олова (и $CV \geq 100 \%$) регистроване су у узорцима на најмањим удаљеностима од аутопута. Високи и изузетно високи коефицијенти варијације могу указати на антропогени утицај на варијабилност садржаја ових елемената, док у случају бора може указати и на природну хетерогеност узорка на удаљености од 1 m.

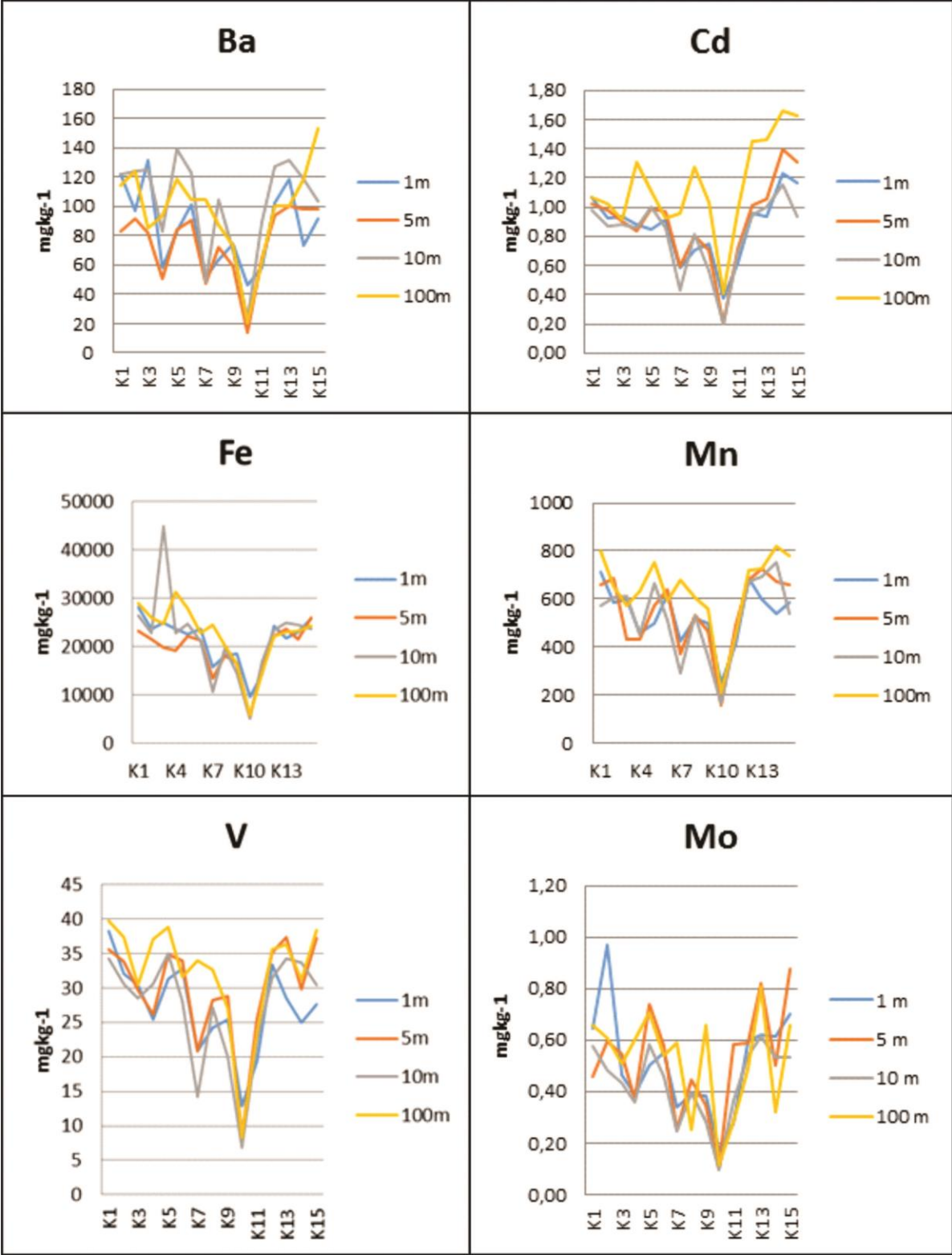
6.3.3.2. Расподела елемената по локалитетима дуж аутопута

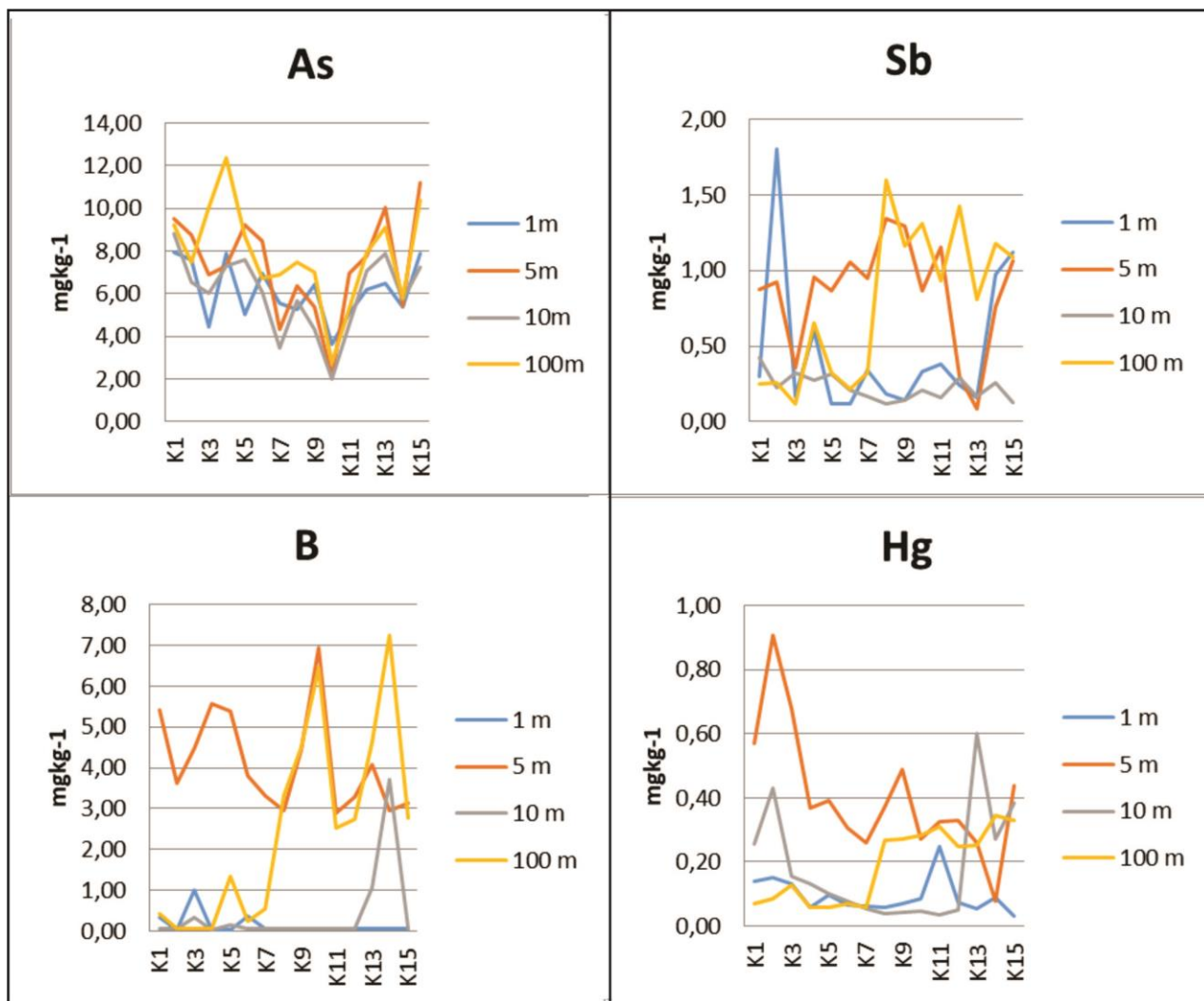
На Слици 36, представљена је расподела садржаја испитиваних елемената по локалитетима дуж пута на свим растојањима.

Посматрајући презентоване дијаграме, уочава се изузетна правилност у погледу расподеле минималних (изразито на локалитету K10) и максималних вредности (од K1-K4 и K14-K15) груписаних по локалитетима, скоро свих елемената (изузев В, Sb и Hg). Разлог што су садржаји већине елемената на локалитету K10 испод фонских, може бити управо последица песковитије геолошке подлоге на којој је земљиште развијено. То се свакако одразило на гранулометријски састав узорака на локалитету K10 и физичко-хемијске карактеристике, које су дефинисане у претходном поглављу (Слика 29). С друге стране, правилност просторне расподеле садржаја елемената указује на геохемијску сличност већине елемената, посебно Fe и Mn и оних који могу бити у природној асоцијацији са њима - V, Cr, Ni, Mo и Co. Додатно, последња три елемента - В, Sb и Hg (Слика 36) одступају од уочене правилности расподеле садржаја елемената по локалитетима дуж аутопута. То даље указује на хетерогеност у пореклу и понашању ових елемената у односу на остале испитиване елементе.

Максимуми и минимуми садржаја Cr, Co и Ni се поклапају на већини локалитета (посебно K1, K14 и K15), указујући на заједничко порекло и то првенствено природно (највероватније као последица распадања ултрабазита са Фрушке Горе). Узимајући у разматрање и BG1 вредности које су употребљаване у сврху процене контаминације на територији Срема (Табела 4), може се закључити да су вредности ова три елемента испод њих на свим растојањима, односно локалитетима. Једина вредност садржаја Ni и Cr која од њих одступа је регистрована на локалитету K2, и то на растојању од 1 m, што може сугерисати и на антропогену контаминацију, односно утицај саобраћаја.







Слика 36. Расподела садржаја елемената (mg kg^{-1}) по локалитетима на растојањима од 1 m, 5 m, 10 m и 100m

Олово и цинк, такође, имају врло сличне расподеле минималних и максималних вредности по локалитетима, на свим растојањима. Упечатљиви максимуми садржаја олова на растојању од 1 m, на локалитетима K14 (217 mg kg^{-1}) и K15 (214 mg kg^{-1}), као и цинка 179 mg kg^{-1} и 136 mg kg^{-1} , респективно, указују да саобраћај може бити извор контаминације овим елементима на најмањем растојању од аутопута. Наведене максималне вредности садржаја олова су скоро идентичне оним које су Pivić et al (2013) одредили у земљишту поред аутопута E75 (јужни крак). Додатно, ефекат контаминације је евидентан и на растојању од 5 m када је у питању олово (113 mg kg^{-1} и $57,4 \text{ mg kg}^{-1}$) и цинк на даљим растојањима, 10 m (108 mg kg^{-1}) и 100 m (108 mg kg^{-1} и 171 mg kg^{-1}). Врло сличне максималне вредности садржаја цинка ($111\text{-}126 \text{ mg kg}^{-1}$) на локалитету, смештеном

на улазу на аутопут (и растојању до 3 m) добили су Anhelache et al. (2016). При томе, идентично као и у узорцима K1-K6 и K11-K15 садржај олова и цинка у овом земљишту поред аутопута у Румунији, ни на једном растојању не пада на ниво 12,6 односно 42,6 mg kg⁻¹ (BG2). Оно што у узорцима груписаним у близини Фрушке Горе може бити додатни утицај на повишене вредности ових елемената су и присутне полиметаличне формације Pb и Zn, између осталих. Геолошка подлога узорака K3, K4 и K5 као "колектора" елемената разношених воденим током, погодује концентровању елемената. У узорцима са локалитета K7 - K9 вредности расту или опадају у односу на фонску вредност, независно од растојања, што указује на антропогени утицај из више различитих извора. Исто то се може закључити и у погледу садржаја бакра.

Сумарно, према максималним садржајима (изнад BG2 вредности) испитиваних елемената најупечатљивији су локалитети су K1, K3, K14 и K15, док су најмање контаминирани K7, K10 и K11. Овакав резултат сугерише на различит геолошки матрикс северног и јужног дела испитиване области, с обзиром да је прва група узорака узимана у близини Фрушке Горе, односно алувијону Дунава. О утицају стенског састава Фрушке горе на садржаје појединих елемената у земљишту (Срема) је већ раније било речи. Овакав закључак је у сагласности са резултатима АНОВА анализе. Наиме, да би се утврдила разлика у садржају елемената односно испитао утицај више фактора - разлике у геолошком утицају и потенцијалном антропогеном утицају, примењена је двофакторска анализа АНОВА (Прилог 9). Резултати ANOVA анализе указују да постоје три групе елемената: 1. групу представља: As, Cd, Co, Cr, Zn, V, и Ba, код којих постоји значајна разлика у садржају елемената између узорака са различитих локалитета (дуж аутопута) и узорака на различитом растојању од аутопута; 2. групу представљају Cu, Ni, Mo, Pb и Fe код којих постоји значајна разлика у садржају по локалитетима, али не и по растојању. 3. Група - Sb, Mn и Hg су елементи код којих не постоји значајна разлика у садржају међу локалитетима, али постоји у узорцима на различитом растојању од аутопута. Стога, могуће је закључити да на садржај елемената As, Cd, Co, Cr, Zn, V, Ba, Cu, Ni, Mo, Pb и Fe на испитиваном локалитету значајно утиче састав и порекло геолошког матрикса дуж аутопута, као и степен алтерације ("weathering"-а). За порекло Cu, Ni, Mo, Pb и Fe је показано да може бити антропогено или геогено (подједнако на свим растојањима), односно када су у питању As, Cd, Co, Cr, Zn, V и Ba, ти утицаји варирају на растојању од 1 – 100 m. Коначно, 3. групу чине елементи на чији садржај природа геолошко матрикса не утиче много, али могућ је антропогени утицај (Sb, Mn и Hg).

Овде се треба осврнути на утицај различите геолошке подлоге земљишта на садржај елемената. С обзиром на то да је геолошка подлога, поред вегетације, климатских услова и хидролошких прилика, један од основних чинилаца стварања земљишта Војводине, овај значајан фактор би могао утицати и на садржај токсичних микроелемената. Међутим, због недовољног броја узорака земљишта који као подлогу имају лес (6), еолске седименте (3) односно алувијалне седименте (6) овакав утицај је тешко утврдити.

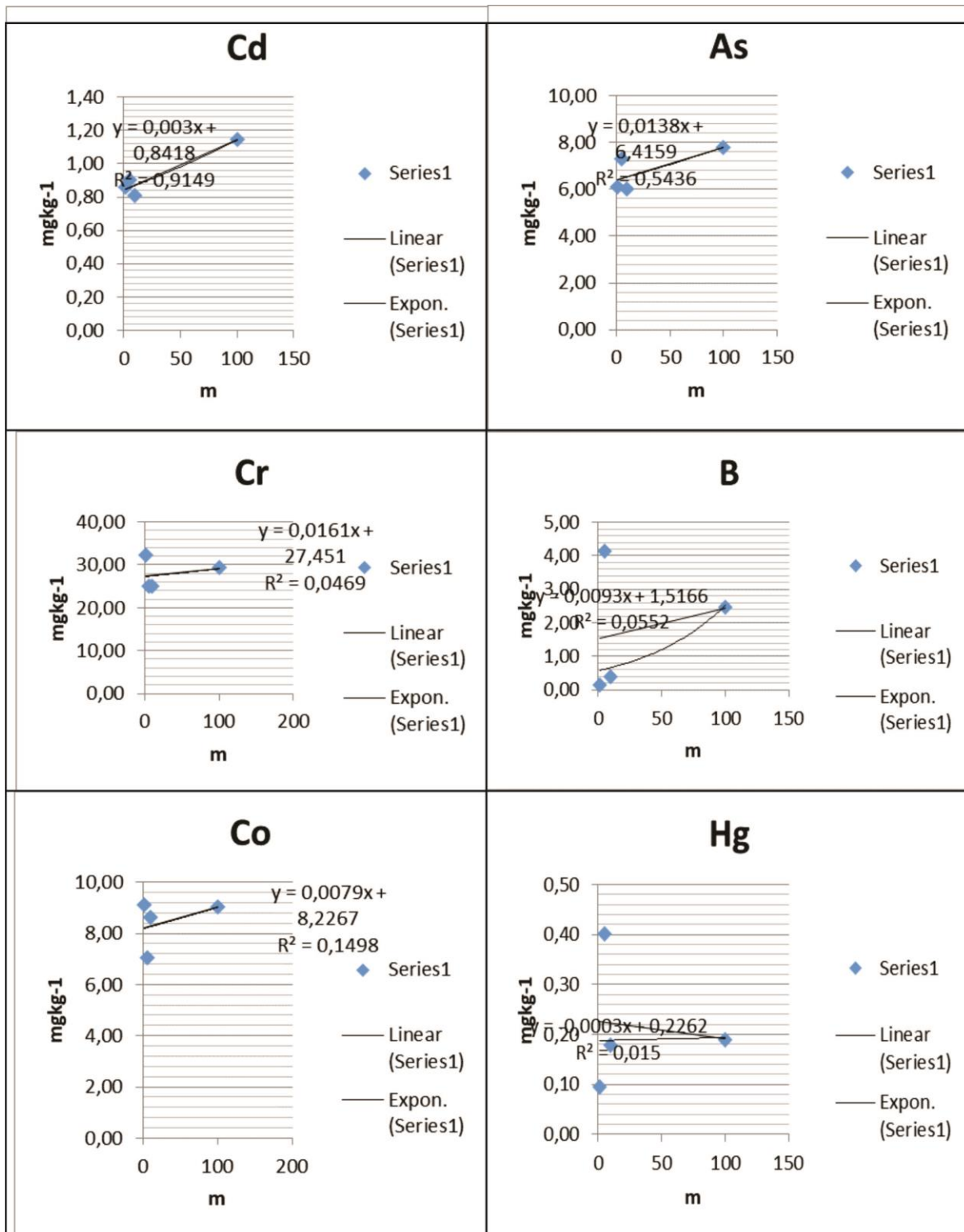
6.3.3.3. Утицај повећања растојања од ивице коловоза на садржај елемената у околном земљишту

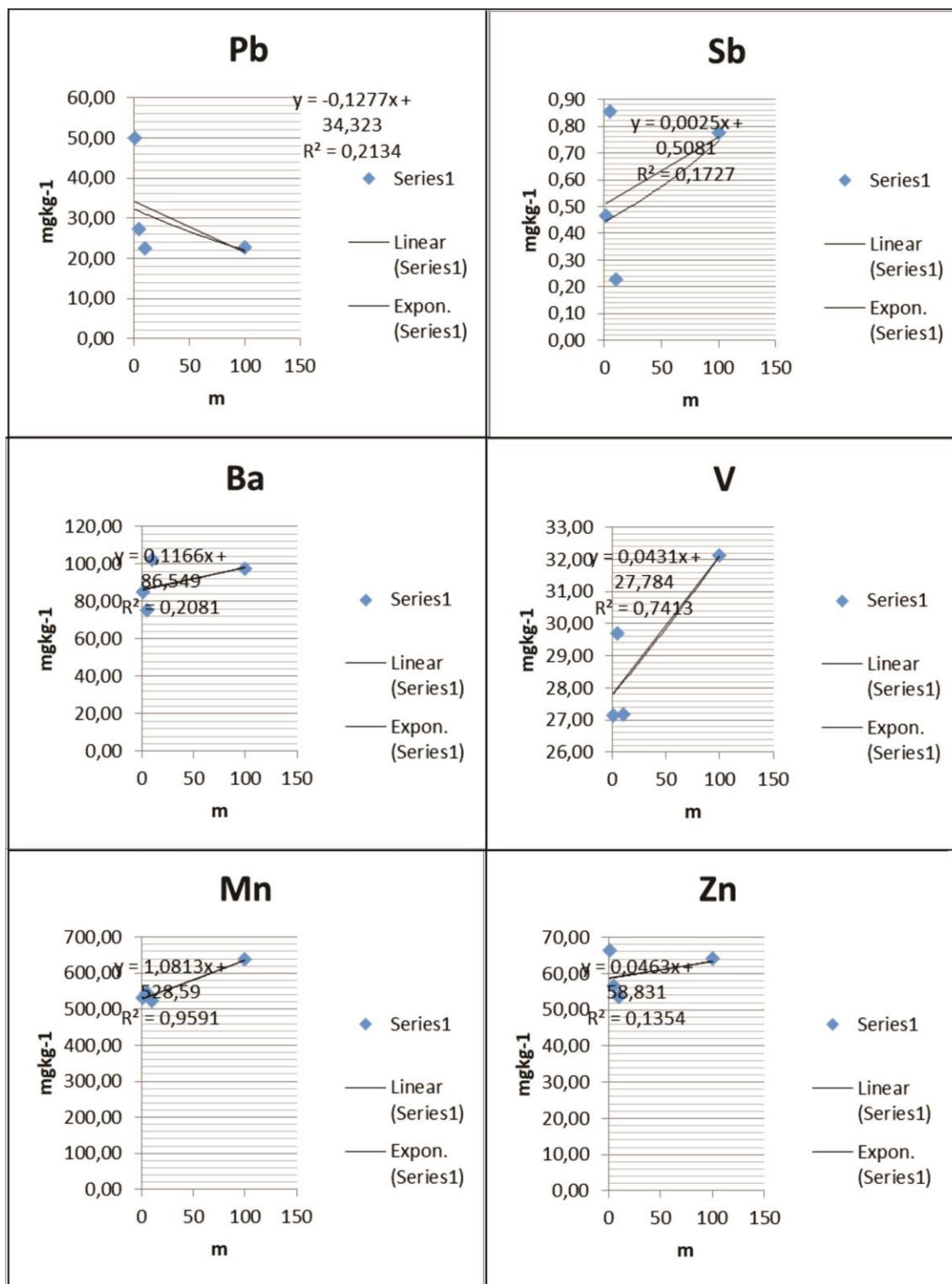
С обзиром на презентоване резултате ANOVA анализе потребно је испитати да ли постоји уопштена правилност у променама садржаја елемената As, Cd, Co, Cr, Zn, V, Ba, Sb, Mn и Hg у земљишту са удаљавањем од ивице коловоза. На Слици 37, представљена је линеарна / експоненцијална зависност средњег садржаја наведених елемената као и Pb са растојањем. Зависност садржаја Pb од растојања је узета у разматрање због претходних индикација да постоји утицај саобраћаја на повећан садржај.

Посматрањем линеарне / експоненцијалне зависности може се закључити да једино садржај олова незнатно опада удаљавањем од ивице коловоза од 1 - 100 m (кофицијент линеарности $R = 0,46$). Треба истаћи да само средња вредност садржаја олова на удаљености од 1 m има скок у садржају у односу на остале вредности, док су вредности на удаљености од 5 m, 10 m и 100 m релативно блиске (Табела 26 б). Овакав резултат је делимично у сагласности са резултатима неких истраживања, с обзиром да садржај олова експоненцијално опада са растојањем од аутопута (Saeedi et al., 2009) указујући на јасну контаминацију оловом услед емисије издувних гасова.

Промена растојања нема никакав утицај на садржај елемената Hg, Cr, V и Co. Значајна линеарна зависност (позитиван коефицијент линеарности $R > 0,60$, $\alpha = 0,05$) постоји у случају As, Cd, Mn и V, док у случају осталих елемената постоји умерена позитивна корелација (вредност R је између 0,30-0,60). Chen et al. (2010) је у свом истраживању дошао до закључка да, за разлику од Cd, Cu, Pb и Zn, садржај As, Cr и Ni се не мења са растојањем, сугеришући при том да одсуство зависности може бити последица промена правца ветра или да на садржај утичу други независни извори елемената.

На дијаграмима (Слика 37) се може видети да вредности садржаја испитиваних елемената на растојању од 100 m најчешће одступају од вредности узетих на растојању од 1 - 5 m од аутопута. Наиме, на овом растојању се вредности Cd, V, и As (Mn) повећавају у односу на вредности регистроване на 1 m, док у случају B, Cr, Co, Cu, Sb и Ba расту у односу на вредности регистроване на растојањима од 5 m и 10 m. Ове чињенице заједно указују на два главна закључка: 1) да је саобраћај потенцијални антропогени извор елемената који могу да контаминирају земљиште, првенствено олова, као и да саобраћај може имати утицај на садржај елемената и на већим растојањима од 1 m; када су у питању елементи: Hg, Cr, V, Co, As, Cd, Mn и V, близина аутопута и саобраћај као потенцијални извор елемената нема значајан утицај и 2) да постоје и други антропогени (пољопривредна активност-примена агрохемије, агротехнике и др.) и геогени извори ових елемената, што је највише уочено на растојању од 100 m.

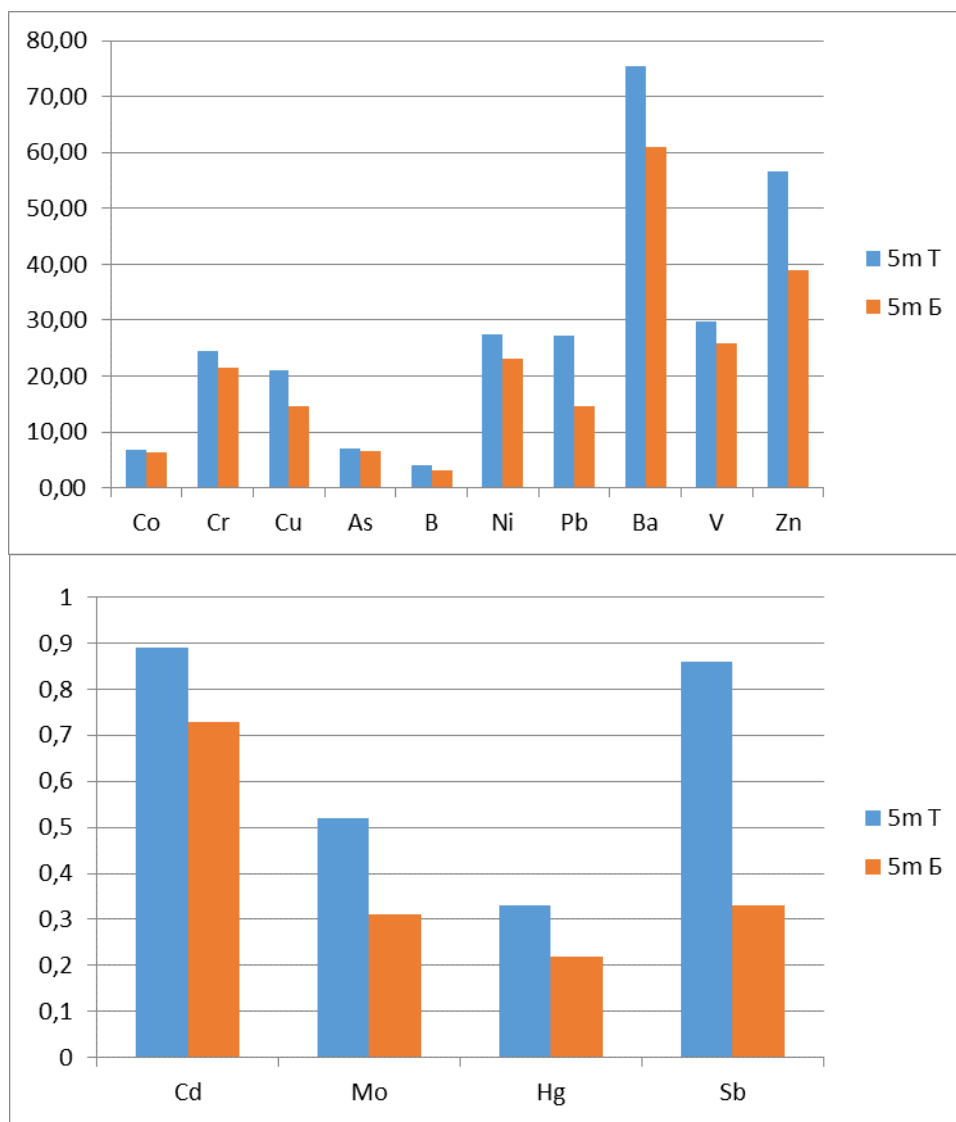




Слика 37. Дијаграми линеарне зависности средње вредности садржаја елемената од растојања

6.3.3.4. Утицај повећања дубине на садржај елемената у земљишту на растојању од 5 m од коловоза

На Слици 38 представљена је расподела садржаја елемената у површинском и подповршинском слоју земљишта на растојању 5 m од ивице коловоза.



Слика 38. Расподела средњег садржаја елемената у Т и Б слоју земљишта, на растојању 5 m од ивице коловоза

Као што се може закључити, садржај свих елемената је незнатно виши у површинском слоју земљишта. Изузетно, вредности садржаја Sb и Pb у површинском слоју је троструко, односно двоструко виша. Wilkoxsonов („two-tail“) тест (Прилог 8) указује да поред Sb и Pb, постоји статистички значајна разлика између вредности садржаја микроелемената: As, B, Mo, Cr, Cu, V и Zn у два испитивана слоја, што указује да је већ поменути антропогени

утицај (у случају Pb, Sb, Zn и Cu), односно обогаћивање израженије у површинском слоју земљишта, на растојању 5 m од ивице аутопута.

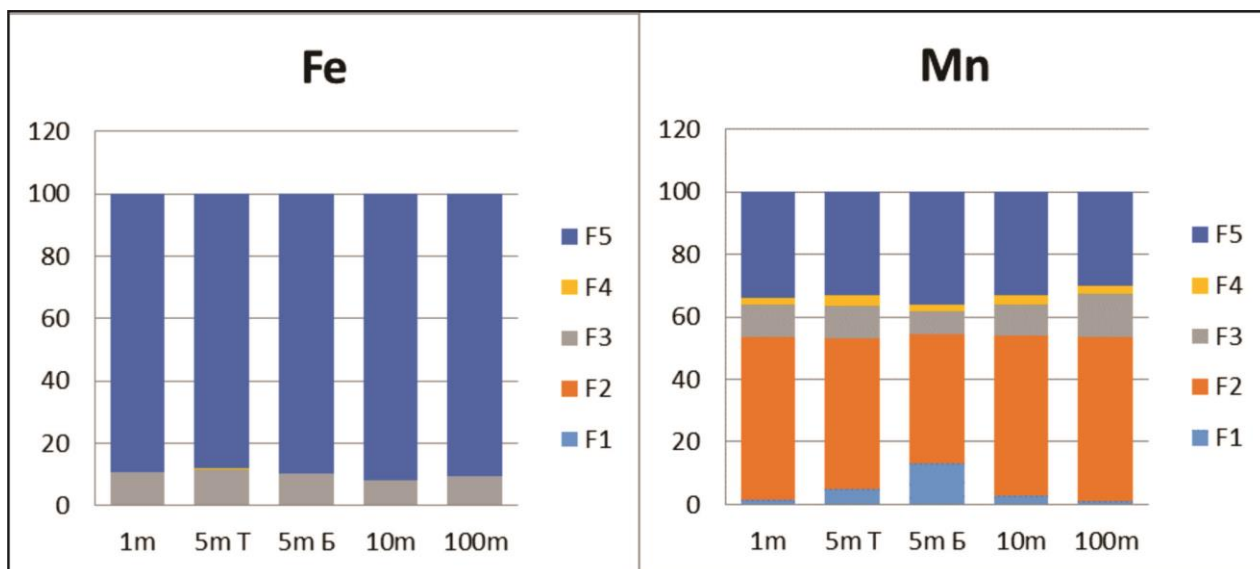
6.3.4. Геохемијски афинитет испитиваних елемената

6.3.4.1. Дистрибуција главних компонената земљишта по фазама секвенцијалне екстракције

Да би се у потпуности дефинисао начин везивања микрокомпонената у фракцијама земљишта, поред садржаја микрокомпонената, у свакој фази секвенцијалне екстракције праћени су и садржаји макрокомпонената. Дијаграми расподеле макрокомпонената по фазама секвенцијалне екстракције у земљишту Срема, С. Баната, као и око аутопута представљени су у Прилогу 7.

У даљем тексту, дат је осврт на њихову расподелу у земљишту поред аутопута. Као и у претходним случајевима, и овде је могуће уочити да је алуминијум на свим растојањима доминантно присутан у форми алумосиликата и Fe (Al) оксихидроксида (Слика 3, Прилог 7). Са је очекивано најприсутнији у карбонатима, адсорбованом облику и делимично у силикатима. Mg је присутан у свим фазама ($F5 > F3 > F4 > F2 > F1$ на растојањима 5m и 10 m и $F5 > F3 > F2 > F4 > F1$ на растојањима 1 m и 100 m од аутопута). Оваква расподела указује да су у узорцима земљишта присутни Mg-алумосиликати који могу бити у вези са Fe-окси-хидроксидима, а такође и карбонатима (доломит). Доминантно присуство калијума у резидуалној фази говори о присуству и алумосиликата са K, који је поред тога присутан у адсорбованом / јонском облику. Присуство K у мобилнијој фази може бити последица распадања биотита. Расподела натријума по фазама се мења са променом растојања. На растојању од 1 m и 5 m (оба слоја), најдоминантније је присуство овог елемената у растворном / адсорбованом облику ($F1 \gg F2 > F5 > F4, F3-0$); $F1 \gg F5 > F2 > F3 > F4$), док је већ на 10 m и 100 m доминантно присуство у резидуалној фази ($F5 \gg F2 > F1 > F4 > F3$). Оваква различитост указује на доминацију антропогених фактора на садржај већине елемената обзиром да антропогени фактори имају највећи утицај управо на најмањим растојањима од ивице коловоза. Првенствено то подразумева спирање и инфилтрацију воде у зимском периоду, после употребе натријум-хлорида (Bohemien & Vander Laak, 2003).

Расподела гвожђа $F5 > F3 \gg F2$ (Слика 39) указује на присуство кристалних и аморфних облика Fe-оксида (који су почели да се растварају већ са Mn-окси-хидроксидима) и алумосиликата. Манган је присутан у свим фракцијама, а очекивано најдоминантнији је у облику Mn-оксихидроксида (Слика 39) ($F2 > F5 > F3 > F4 > F1$ на растојањима од 1m и 100m, и $F2 > F5 > F3 > F1 > F4$ на растојањима 5m и 10m од аутопута). Веза са фазом F5 може да говори о комплекснијем оклудовању оксихидроксида мангана са органском материјом и алумосиликатима и везу са оксидима гвожђа.



Слика 39. Дистрибуција Fe и Mn по фазама секвенцијалне екстракције на растојањима 1m, 5m (слој Б и Т), 10 m и 100 m.

6.3.4.2. Дистрибуција микрокомпонената по фракцијама земљишта

На Слици 40, представљени су дијаграми дистрибуције микроелемената по фракцијама земљишта после секвенцијалне екстракције на свим растојањима (1m, 5 m (слој Т и Б), 10 m и 100 m).

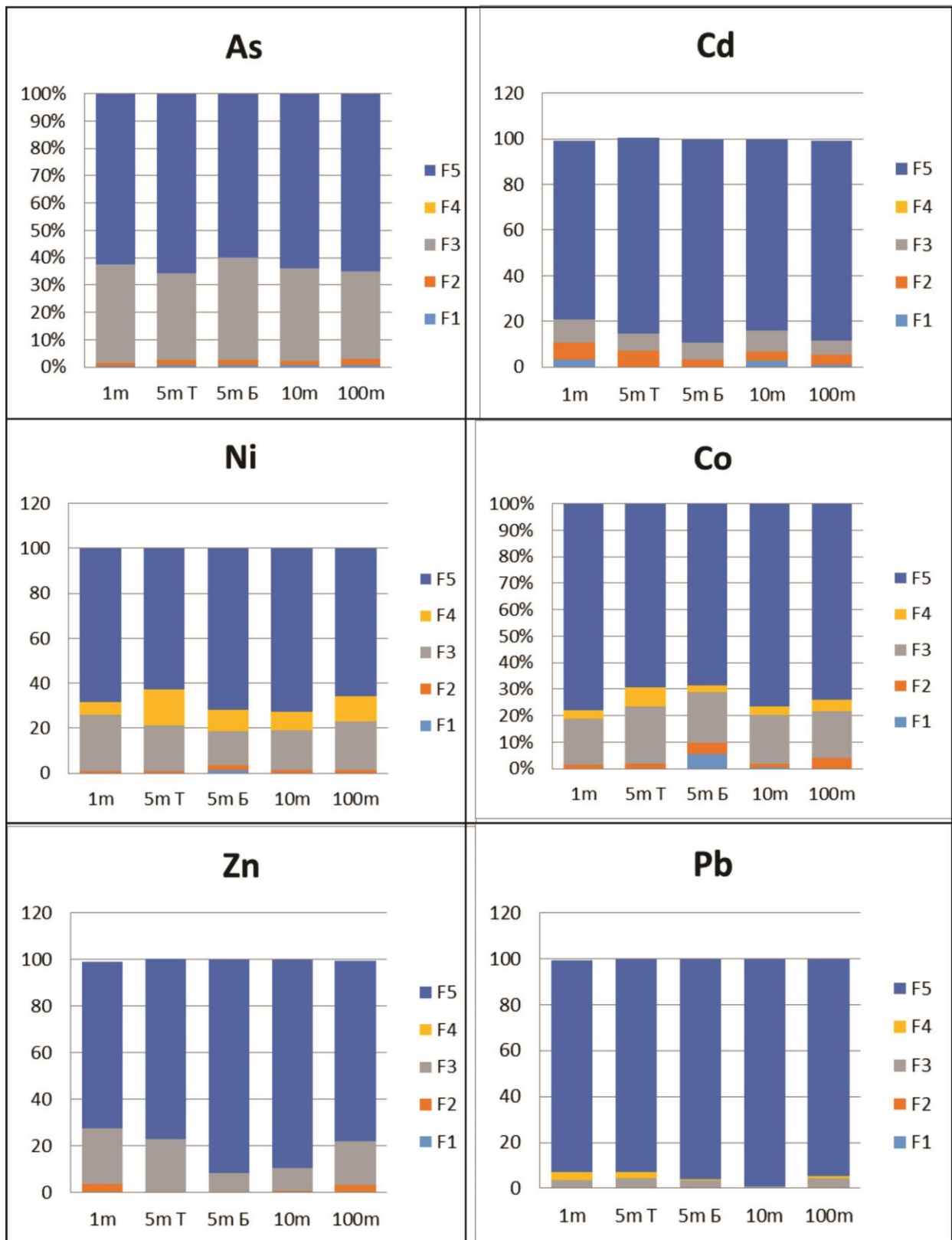
На основу ових резултата, добија се увид у начин везивања елемената, односно њиховог геохемијског афинитета и степена мобилности и може се закључити следеће:

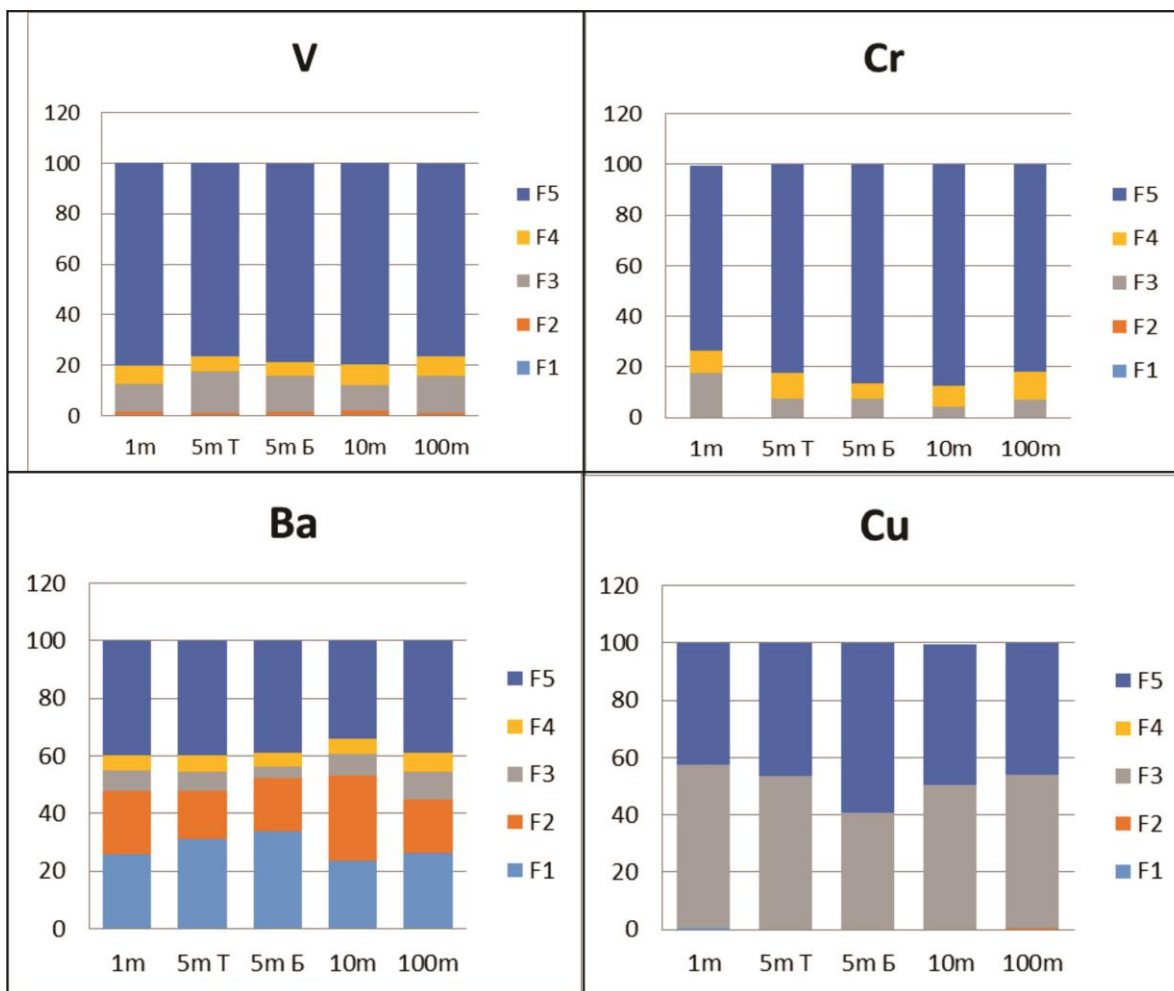
Арсен

Средња расподела арсена између две главне фазе F5 и F3 (Слика 40) на свим растојањима је иста. Као и у случају земљишта Баната и Срема, оваква расподела може бити последица хемијске алтерације минерала првенствено гвожђа (F5) до аморфних облика-оксиднохидроксида (F3)

Кадмијум

Кадмијум је елемент који је најприсутнији у резидуалној фази (Слика 40), као и у случају испитиваног земљишта Срема и С. Баната (посебно у подповршинском слоју). То даље указује на његово доминантно природно порекло у земљишту Војводине. Међутим, његово присуство у F1 фази, посебно на растојању од 1 m, 10 m и 100 m сугерише и на антропогени утицај, највероватније као последица утицаја саобраћаја с једне стране и пољопривредних активности с друге. У прилог томе говори и доминантно присуство кадмијума у фази F5 и одсуство у F1 у узорцима подповршинског слоја на удаљености од 5 m од ивице коловоза. Додатно, резултати испитивања узорака на растојању 1 m од пута Lee et al. (1997) указали су да је кадмијум највише присутан у прве три фазе секвенцијалне екстракције, чиме је доказан утицај саобраћаја на контаминацију овим елементом.





Слика 40. Дистрибуција микроелемената по фазама секвенцијалне екстракције на растојањима 1 m, 5 m (слој Б и Т), 10 m и 100 m

Цинк

Као и у претходним случајевима, расподела цинка између F5/F3 фракција (Слика 40) сугерише на природно порекло овог елемента, а појава у мобилнијим облицима посебно на растојању 1 m, 10 m и 100 m на највероватнији утицај антропогених активности и то саобраћаја с једне и пољопривредних активности, с друге стране. Истраживања која су Smolders & Degryse (2002) вршили испитујући утицај цинка који се емитује у околну средину услед хабања гума, показала су да се после годину дана цинк трансформише и понаша у земљишту на исти начин као и Zn^{2+} свеже додат у облику соли.

Олово

У многим истраживањима саобраћај у градовима, односно транспорт између градова друмским саобраћајем (магистралним путевима, аутопутевима), потврђен је као значајан извор олова у земљишту у њиховој непосредној близини. Међутим, расподела садржаја олова после секвенцијалних екстракција $F5 > F3 > F4$ (Слика 40) генерално, указује на

првенствено природно порекло овог елемента у испитиваном земљишту. Овај закључак је у складу са резултатима истраживања у оквиру GEMAS пројекта и просторне расподеле и порекла олова у земљишту Европе (Reinmann et al., 2012). У складу са резултатима приказаним у раду Saeedi et al. (2009), у саобраћају се олово после сагоревања ТМО конвертује до PbO и PbO_2 , а затим трансформише у испарљиве $PbClBr$, $PbCl_2$ и $PbBr_2$ (услед присутних дихлор-дибромметана). Поред тога, у атмосферу се олово ослобађа као метиловано, а у прадини с улица и путева најдоминантнији облик олова је $PbSO_4$ (Lee et al 1997). Такође, у земљишту поред аутопута, утврђена је и корелација садржаја олова са органском материјом (ОМ) у земљишту (Lee et al., 1996). У неким истраживањима (Turer & Maunard, 2003) приказана је корелација олова са ОМ која је заостала као производ непотпуног сагоревања горива и из које се не може, у потпуности, екстраховати олово реагенсима у F5 секвенцијалне екстракције. Истраживања која су вршена у време када је оловни бензин био у значајној употреби указују да се олово расподељује између фракција у којима је и најмобилнији (окси-хидроксида гвожђа и мангана, карбонатне и органске фазе (Lee et al., 1997). Стога, је очекивано да олово после емитовања и у контакту са земљиштем буде дистрибуирано у јонском и адсорбованом облику, као и комплексирано са органском материјом и такође оклидовано непотпуно оксидованом органском материјом. Међутим, како је од употребе безоловног бензина прошло извесно време, сасвим очекивана је и редистрибуција олова у земљишту ка мање мобилним фазама.

Бакар

За разлику од претходно добијених резултата за земљишта Срема и Баната у којима је бакар присутан и у најмобилнијим облицима, у земљишту у околини аутопута је уочена расподела бакра између F3 и F5 фазе (Слика 40), што указује на доминантно природно порекло овог елемента. Расподела ових облика се смењује са дубином. У подповршинском слоју, доминантнији облик везивања бакра је у глинама или минералима гвожђа, док је веза бакра са аморфним облицима оксида гвожђа израженија у површинском слоју, посебно на растојању од 1 m и 5 m. Померање равнотеже ка мобилнијим облицима може се делимично објаснити и антропогеним утицајем, поред природног обогаћења овим елементом као последица распадања минерала.

Хром, никл и кобалт

Хром је елемент који је у испитиваном земљишту Војводине заступљен у мање мобилним фракцијама, те и у овом случају није значајно присутан у адсорбованом, растворном облику или везан са карбонатима и Mn окси-хидроксидима (Слика 40). На тај начин, природно порекло овог елемента је потврђено у узорцима на свим растојањима од аутопута. Услед мањег садржаја органске материје у подповршинском слоју (на растојању 5 m), мањи садржај хрома детектован је у F4 фази секвенцијалне екстракције. За разлику од хрома, никл и кобалт имају сличну расподелу, односно геохемијски афинитет. Поред доминантног везивања у резидуалној и органској фази, као и са окси-хидроксидима гвожђа, они се јављају и у мобилним фазама, посебно у подповршинском слоју на растојању 5 m од аутопута. Разлика у понашању ова три елемента при распадању минерала њихових носилаца (типа серпентинита, односно стена ултрабазита) је већ објашњена у претходним

поглављима. Њихово могуће заједничко место јесу минерали глине и хлорити као производи распадања ових стена - минерала, те су доминантни садржаји регистровани у резидуалној F5 фази.

Ванадијум

Дистрибуција ванадијума указује на сличан геохемијски афинитет и порекло као и у случају никла. Ванадијум је присутан у свим фазама, а највише у F5 и F3 (Слика 40). Овај елемент прати гвожђе, а такође и елементе Cr, Ni и Co у ултрабазитима (Hawks and Webb, 1962).

Баријум

Ово је елемент који је присутан у свим до сада наведеним формама, а најдоминантније у резидуалној фази (F5) и адсорбованом/јонском облику, односно у узорцима на растојању од 10 m је у вези са карбонатима и Mn-окси-хидроксидима (F2) (Слика 40). Оваква расподела сугерише да нема значајног антропогеног утицаја на присуство овог елемента у земљишту на различитим растојањима од аутопута. Као литофилан елемент, Ва прати калијум, па се тако може наћи у силикатима (К-фелдспати, амфиболи-хорбленда...). Такође, измеђујући К јавља се међу слојевима решетке биотита, који је саставни део карбонитита употребљаваног као ђубриво, те се може екстраховати/излуживати из ових извора (Otero et al., 2005; Myrvang et al., 2016). Поред тога, сирћетном киселином се лако излужује из хидро-лискуна. У земљишту се налази у облику хидрогенкарбоната и диспергованих карбоната и сулфата (Vinogradov, 1958; Hawks & Webb, 1962; Kabata-Pendias, 2011; Myrvang et al., 2016).

На основу презентованих резултата секвенцијалне екстракције, може се закључити да наведени елементи (изузев Ва) имају највећи геохемијски афинитет према алумосиликатима, односно кристалним и аморфним облицима оксида гвожђа. Органска материја је матрикс који је важан за комплексирање елемената као што су то Cr, Ni, V, Co и Ва, као место њиховог везивања услед распадања ("weathering"-а) матичних стена. Порекло наведених елемента (Cr, Ni, V и Co) може бити заједничко. С друге стране, органска материја је и место везивања и олова, које може бити и антропогеног порекла.

Бор, антимон, молибден и жива

За разлику од претходно описаних, наведени елементи су дистрибуирани углавном између две фазе, али само на појединим растојањима.

У испитиваног земљишту дуж аутопута, начин дистрибуције бора се разликује у односу на онај који је дефинисан у земљишту Срема и С. Баната. У узорцима на растојању од 1 m, 10 m, и 5 m (слој Б), бор је искључиво присутан у резидуалној фази, што указује на његову везу са силикатима. На растојању од 5 m (слој Т), В се јавља и у органској фази и F3 (само у узорцима K2 и K4). У узорцима на 100-ом метру, поред F5, В је присутан и у F4 фази (K9, K10, K13, K14).

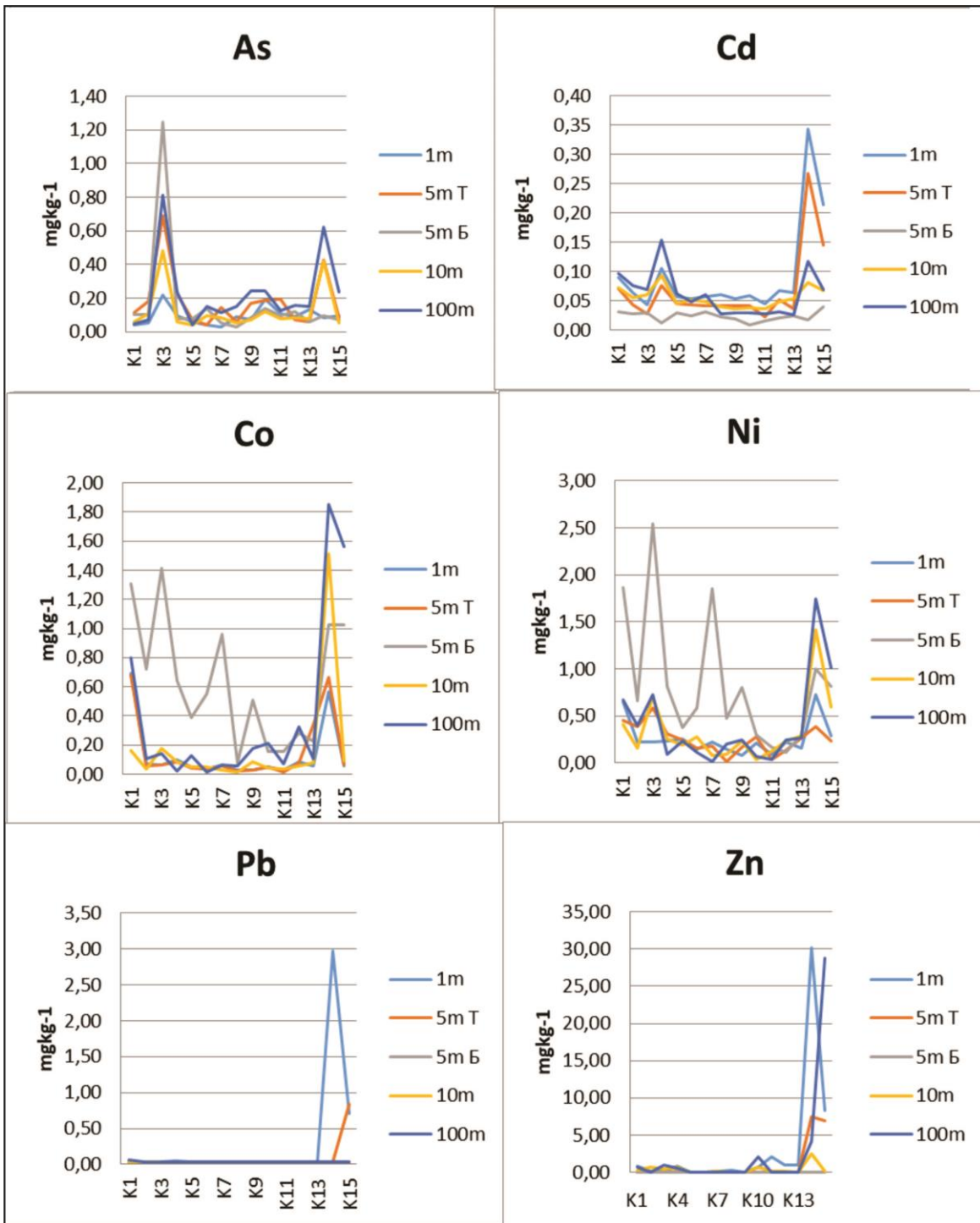
Антимон је у већини узорака на 1 m, 10 m, 5 m, (слој Б) и 100 m концентрисан у органској фази осим: присуства у адсорбованом облику на 1 m (узорци K11, K13) и у F3 (K2, K4, K14, K15), на 10 m у F3 (K3, K4) и 100 m у F3 (K4). Расподела између F4 >> F1 на растојању од 5 m (површински слој) сугерише на значајан антропогени утицај на садржај овог елемента.

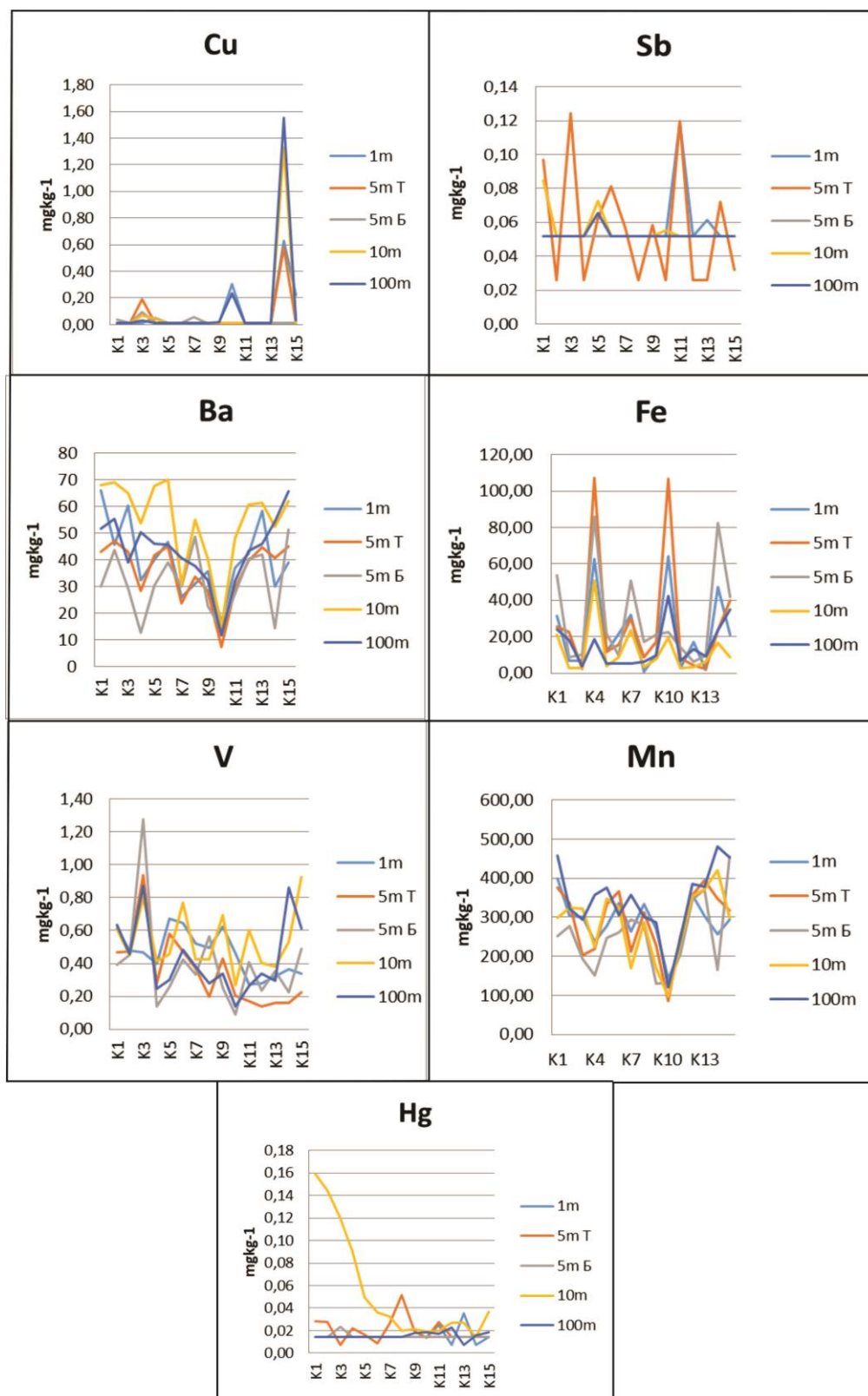
Молибден је највише везан у резидуалној фази, осим у узорцима на растојању од 1 m од аутопута где је регистровано његово присуство и у F3 (K2, K13, K14, K15); на растојању од 10 m у F3 (K13, K14) и на растојању од 100 m: у F3 (K4, K5, K6) и у F4 (око 50 % узорака). С друге стране, на растојању од 5 m у оба слоја овај елемент је везан и за алумосиликате, минерале гвожђа и комплексирани са органском материјом.

Жива је највише заступљена у резидуалној фази у земљишту на 1 m удаљености од аутопута, осим F2 (K11, K13), F3 (K1, K2, K3, K11), 5 m (Т слој) у F2 (K1, K2, K4, K7, K8, K9, K11), 5 m (Б слој) и F1 (K3). На растојању од 10 m у узорцима обрадивог земљишта се екстрахована жива расподељује углавном између F5 и F1, при чему је много већи садржај екстрахован у F5 фази, док је на неким локалитетима одређен садржај екстрахован и у F2 и F3 (K13, K15). Доминантно присуство живе у резидуалној фази показала је и Sakan et al. (2012) у седиментима Тисе. По овој ауторки, висок проценат екстрахованог елемента (који није литофилан) у F5 фази секвенцијалне екстракције може бити последица високог адсорпционог капацитета оксида Fe, као и растварање цинабарита у 6M HCl. Добијени резултати делимично сугеришу на геохемијско порекло живе. С друге стране, присуство мобилнијих облика овог елемента у испитиваном земљишту указује и на антропогене утицаје на његов садржај (на пр. примена ђубрива).

6.3.5. Употреба секвенцијалне екстракције за процену антропогеног утицаја

Дијаграми расподеле садржаја по локалитетима оних елемената који су присутни у најмобилнијим облицима (F1+F2) представљени су на Слици 41. Сходно томе, дијаграми за Mo, V и Cr нису приказани. Надаље, као потенцијални локалитети са значајним антропогеним утицајем, узети су у разматрање само они узорци земљишта где су максимуми садржаја изнад BG2 вредности





Слика 41. Распoдeлa cадржajа нajмoбилниjих oбликa eлeмeнтa (F1+F2) пo лoкaлитeтимa, нa рaстojajимa oд 1 m, 5 m (слoј Т и Б), 10 m и 100 m

На дијаграмима се могу уочити правилности у погледу расподеле максимума и минимума садржаја никла и кобалта на свим растојањима. Посебно је то изражено у узорцима подповршинског слоја (на растојању 5 m од аутопута). Уједно, на овом растојању, регистроване су и највише средње вредности садржаја лако доступних облика Ni и Co. Максимални садржај V и As у узорку K3, на свим растојањима (где су укупни садржаји еквивалентни фонској вредности), указује на природно порекло ова два елемента. Сумарно, померање равнотеже ка мобилним облицима елемената Ni и Co на већини локалитета, односно As и V на појединим локалитетима, пре свега је последица природних процеса распадања минерала, а потом потенцијалног антропогеног утицаја.

Максимуми садржаја **олова и цинка** на растојању од 1 m од аутопута у узорцима K14 и K15 су највероватније последица утицаја саобраћаја. Тај утицај је изражен и на већем растојању од 5 m (површински слој), посебно на локалитету K14. Максимум садржаја цинка на растојању од 100 m указује на антропогени утицај (највероватније услед пољопривредних активности).

Максимум садржаја бакра у најмобилнијим облицима уочен је на локалитету K14 (на свим растојањима у површинском слоју). На овом локалитету је регистрован, такође и максимум укупног садржаја **бакра** у слоју T. Како је у подповршинском слоју његов садржај на нивоу фонских вредности, то може бити главни показатељ контаминације површинског слоја земљишта.

Површински слој земљишта на локалитету K14 на свим растојањима од аутопута је карактеристичан и у погледу максималне вредности садржаја кадмијума. У подповршинском слоју (5 m), **кадмијум** није присутан у мобилним облицима, што сугерише на могућ утицај антропогених активности (саобраћаја с једне, а са друге стране пољопривредне) на садржај овог елемента у површинском слоју земљишта.

Антимон је присутан у мобилним формама на 5 m од аутопута и то у узорцима K1, K3, K6, K11 и K14, док у подповршинском слоју није детектован. У складу са тим, може се претпоставити да постоји антропогени утицај на садржај овог елемента као последица близине саобраћајнице и евентуално некадашње атмосферске депозиције честица насталих кочењем (De Silva et al., 2016). Максимуми садржаја **живе** у земљишту на 10 m од аутопута су изражени у свим узорцима, али су те вредности ниже од фонских, те их не узимамо у разматрање са аспекта значајне контаминације. Изузетак је земљиште на локалитету K2, где постоји могућност утицаја примене агрохемије на повећање садржаја у односу на фонску вредност и присутност овог елемента у мање мобилним облицима.

Неправилност расподеле баријума и ванадијума по растојању и локалитетима не наводи на могућност дефинисања антропогеног утицаја. Слично, **гвожђе** и **манган** су елементи заступљени у земљишту као макрокомпоненте које су саставни део земљишта и због тога је тешко утврдити евентуални утицај саобраћаја, односно близине аутопута и пољопривредних активности на њихов садржај.

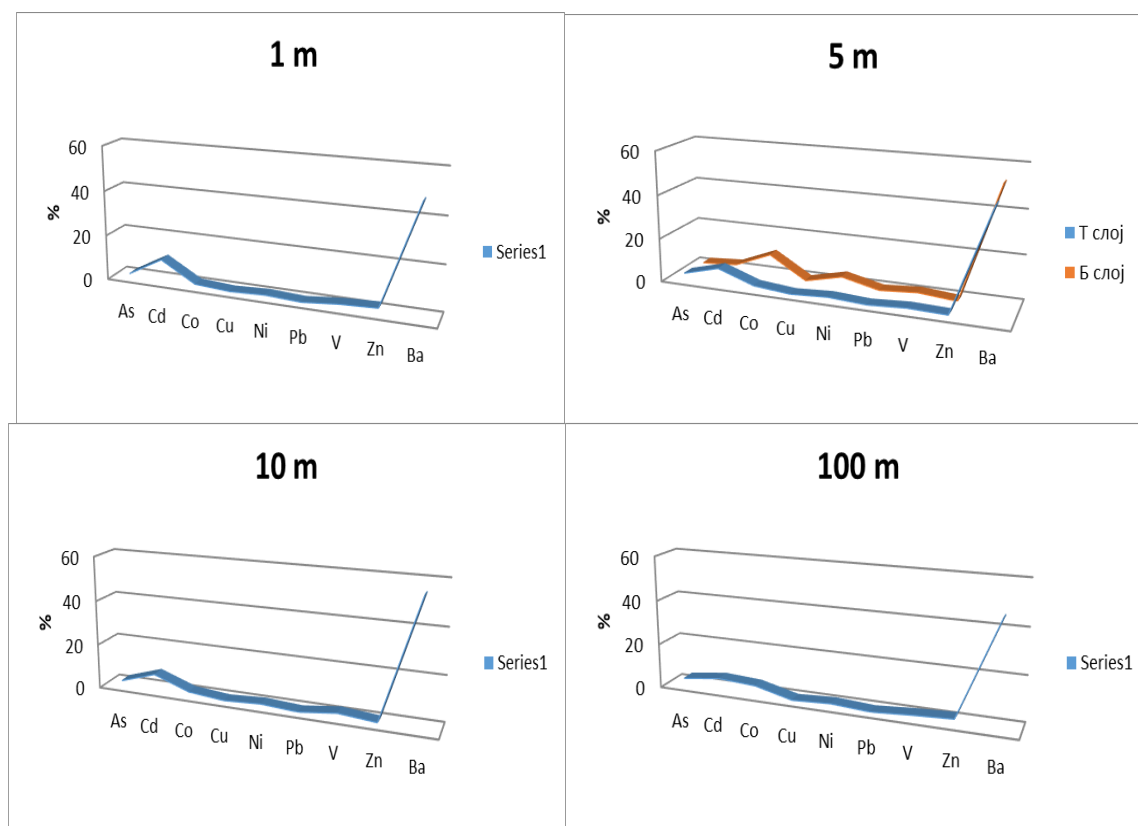
Добијени резултати указују на могућ утицај саобраћаја на аутопуту Коридора X на најмањим растојањима на садржај Pb и Sb, саобраћаја и пољопривредних активности на

садржај Zn, Cd и Cu, односно пољопривредних активности када је у питању Hg. С друге стране, асоцијација елемената Zn, Cd, Cu, Pb и Sb указује на могућност постојања и значајних природних извора ових елемената, односно полиметаличних асоцијација детектованих на Фрушкој Гори на локалитету K14. У случају Мо, В, V, Cr, Ni, и Со презентовани резултати доводе до закључка да на њихов садржај нису имали значајан утицај наведени извори загађења.

6.3.6. Процена степена геоеколошког ризика

6.3.6.1. Фактор мобилности (MF) и процена ризика (RAC)

На основу резултата секвенцијалне екстракције, поред геохемијског афинитета и начина везивања елемената у фракцијама земљишта, може се дефинисати степен мобилности и проценити потенцијалан ризик од контаминације животне средине и биљног/животињског света (гео/биодоступност). На Слици 42, представљен је Фактор мобилности (MF), који је израчунат као однос садржаја елемената у прве две фазе (F1+F2) и укупно екстрахованог садржаја елемената и изражен у %.



Слика 42. Фактор мобилности (средња вредност) елемената на растојањима од 1 m, 5 m (слој Т и Б), 10 m, 100 m

Како је у претходном поглављу речено, Мо, В и Сг нису присутни у најмобилнијим формама, док су антимоно и жива присутни, али само на појединим локалитетима, те за њих прорачуни средње вредности MF / RAC коефицијента нису приказани. Сходно томе, Мо, В и Сг спадају у групу елемената који не доприносе значајно ризику од контаминације животне средине.

С обзиром да је у испитиваној области посматран степен мобилности елемената у земљишту на различитим растојањима од ивице коловоза, генерално се у случају растојања од 1 m и 5 m првенствено, може посматрати степен геодоступности. То се односи на потенцијалну контаминацију подземних вода, услед инфилтрације водених наноса којим се контаминанти спирају са површине коловоза и земљишта у дубље слојеве. На растојању од 10 m и 100 m у обрадивом земљишту значајнији је аспект биодоступности, односно расположивост токсичних / есенцијалних елемената биљкама. Према вредностима степена мобилности (MF - %) – геодоступност/биодоступност елемената опада по растућем редоследу:

На растојању од 1 m:

Va (47,9 %) >> Cd (10,2%) > Zn (2,53 %) > V, As (1,80%) > Co (1,31%) > Ni (1,03%). Cu и Pb се појављују у мобилним облицима само на појединим локалитетима. Максимум укупног и (F1+F2) садржаја Pb и Cu на локалитету K14 (Слика 36, 41), указује на умерен степену ризика (1,37 и 1,10).

На растојању од 5 m:

у површинском слоју: Va (48,5 %) >> Cd (7,58%) > As (3,13%) > Co (1,75%) > V, Ni (1,25 %). Фактор мобилности цинка, бакра и олова указује на умерен степен мобилности у узорцима K14 (6,01) и K15 (5,06) и случају бакра K14 (1,42), односно низак за олово у K15 (0,74).

у подповршинском слоју: Va (52,9%) >> Co (10,3%) > Ni (4,18%) > Cd (3,49%) > As (2,32 %) > V (1,27 %). Цинк и олово нису детектовани у мобилним облицима, а на локалитету K3 израчунат је низак степен ризика од бакра (0,60). Овде треба напоменути да је највиша средња вредност MF степена мобилности Co и Ni израчуната у узорцима подповршинског слоја (на растојању од 5 m). С обзиром да је на истим локалитетима (првенствено K1, K14, и K15), утврђен умерен до средњи степен мобилности ова два елемента, то је још једна потврда да су природни процеси ("weathering") утицали на померања равнотеже, односно редистрибуцију Co и Ni ка мобилнијим облицима. Овај процес је интензивнији у подповршинском слоју земљишта.

На растојању од 10 m

Va (55,0 %) >> Cd (7,60 %) > As (2,44 %) > V (2,20 %) > Co (1,83 %) > Ni (1,22 %). Pb није присутан у мобилним облицима у узорцима на овом растојању. Умерени степен мобилности бакра и цинка израчунат је на локалитету K14. С обзиром да су у питању есенцијални елементи, податак о биодоступности Cu и Zn погодан је за пољопривредну производњу на датом локалитету.

На растојању од 100 m

Ba (45,7 %) >> Cd (5,58 %) > Co (4,58 %) > As (3,39 %) > Zn (2,30 %) > V (1,39 %) > Ni (1,28 %). Вредност MF за Cu на локалитету K14 указује на умерени степен мобилности (3,33) бабра у пољопривредном земљишту (3,33).

Сходно приказаним резултатима за земљиште у близини аутопута, највећу могућност мобилизације имају елементи Ba и Cd, а најмању Ni и V. Као што је речено, олово, бакар и цинк (осим у узорцима са растојању од 1 m) нису присутни у мобилном облику у већини узорака, те према средњој MF вредности спадају у групу елемената са ниским степеном мобилности – геодоступности и биодоступности ($MF < 1$); у групу са умереним степеном мобилности, односно еколошког ризика $1 < MF < 10$ спадају елементи: As, Cd, Co, Ni, Zn и V, док у групу високомобилних ($30 < MF < 50$) спада најмобилнији елемент - Ba.

Када је реч о степену мобилности и ризика од елемената који се у мобилном облику појављују у малом броју узорака на свим растојањима, као што су антимон и жива, MF вредности се могу разматрати само селективно. Тако, на локалитетима с максимумима садржаја антимона (растојање од 5 m, Слика 36) изражен је умерен до средњи степен ризика (7,69-11,1). MF вредност живе (33,4) на локалитету K2 (удаљеност од 10 m), указује на висок степен ризика, док на појединим локалитетима (на 5 m): K1 (5,03), K2 (3,08), K4 (6,04), K5 (4,17), K8 (13,9), K9 (3,93) и K11 (8,58) је евидентан умерени до средњи степен мобилности, односно ризика од контаминације животне средине.

6.3.6.2. Фактор ризика E^i_r и индекс еколошког ризика RI

У Табели 28 су представљене средње вредности коефицијената за процену еколошког ризика у узорцима на растојањима 1 m, 5 m (Т и Б слој), 10 m и 100 m. С обзиром да се у прорачуну E^i_r вредности користе укупни садржај и фонске вредности елемената, те коефицијенти као табеларне вредности од 1 - 40 (који у случају Ba, Sb, V и Мо не постоје), очекује се могућа неусклађеност са претходним начином процене степена ризика.

Табела 28. Средње вредности коефицијената еколошког ризика елемената (E^i_r) и узорака (RI) на растојањима 1m, 5 m (Т и Б слој), 10 m и 100 m.

	Ni	Cr	Pb	Zn	Cu	Cd	As	Hg	Co	RI
1m	6,3	2,9	19,8	5,3	9,1	34,8	8,7	13,5	6,0	106,5
5 m (Б)	6,2	1,9	10,8	1,3	7,9	36,5	10,4	57,5	4,5	137,7
5 m (Т)	5,3	1,9	5,8	0,9	5,5	29,4	9,7	35,7	4,2	98,4
10 m	5,7	2,2	8,9	1,3	7,7	32,9	8,6	25,5	5,7	98,5
100 m	6,6	2,6	9,0	1,5	9,0	46,5	11,1	27,0	6,0	119,4

Вредности E_r фактора за све елементе, као и њихов збир (RI) указују на низак степен еколошког ризика ($E_r < 40$, $RI < 150$). Као и у случају земљишта Баната, највећи еколошки ризик у земљишту око аутопута потиче од Hg и Cd, а најнижи од Cr и Zn, на свим растојањима од ивице коловоза, осим на најмањем. На овом растојању највећи ризик

потиче од Hg и Pb. Ове вредности нису у потпуности сагласне са резултатима добијеним секвенцијалном екстракцијом и средњим RAC/MF вредностима, јер у случају живе и олова, само је на појединим локалитетима уочен умерен степен ризика, како је претходно речено. Треба истаћи да се код прорачуна фактора ризика и индекса геолошког ризика укључује и токсичност одређених елемената, док је код секвенцијалне екстракције главни резултат процена мобилности. Са друге стране, одсуство хрома у свим, односно цинка на растојањима од 5 и 10 m потврђује њихов низак степен еколошког ризика од загађења датим елементима.

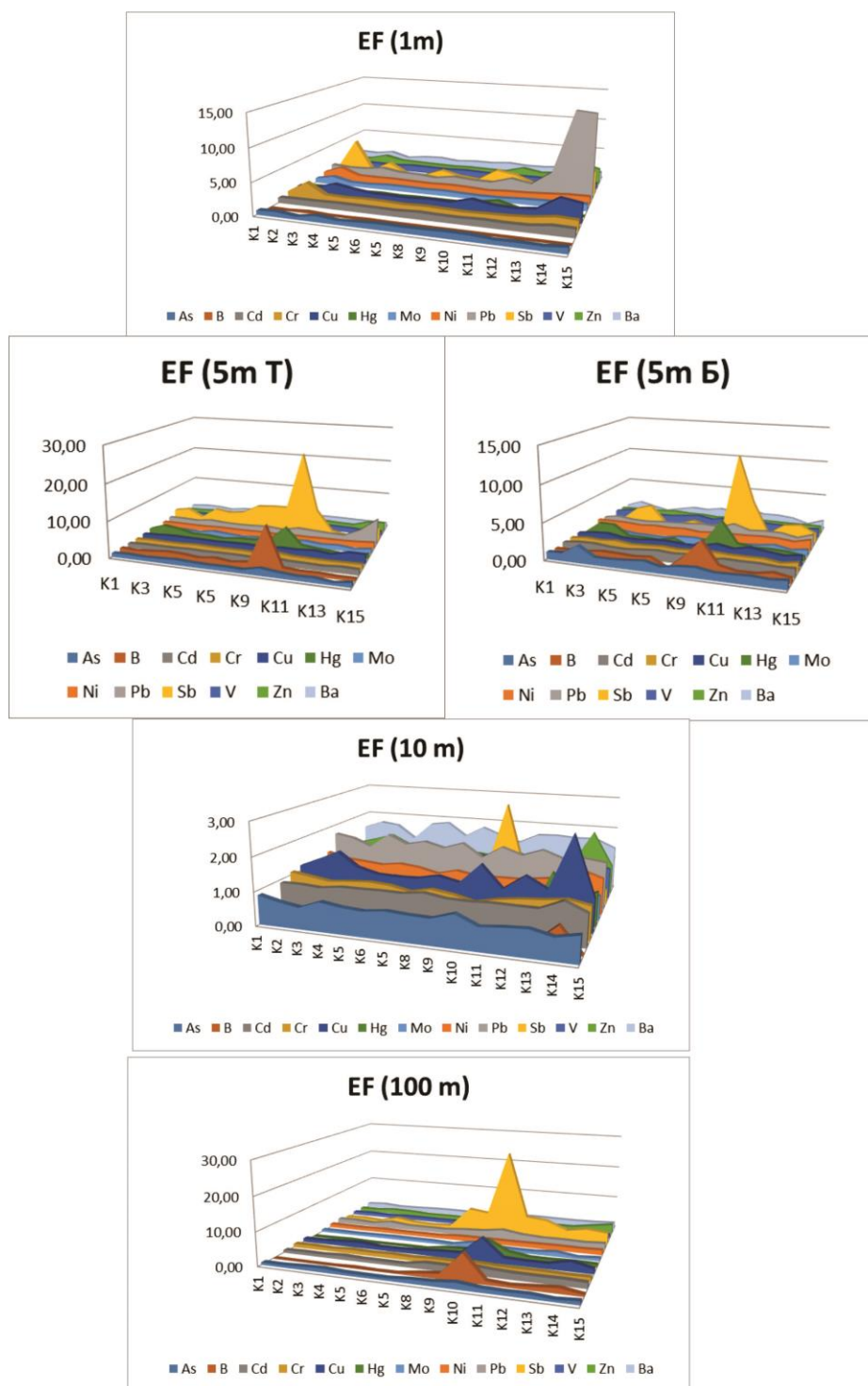
Појединачне Eg вредности свих елемената осим кадмијума, живе и олова по локалитетима такође, не указују на контаминацију која представља еколошки ризик. На локалитетима на којима је регистрован умерен степен ризика RI (150 - 300) су K14 и K15 на 1 m, а највећи допринос имају Eg вредности кадмијума и олова (високи степен еколошког ризика ова два елемента). На осталим локалитетима највећи допринос укупном ризику потиче од живе и кадмијума, и то: на 5 m (Т слој) у узорцима K1, K2, K3 и K14; на 10 m у узорку K13 и на 100 m у узорцима: K14 и K15. Дискусија и резултати у претходним поднасловима 6.3.5., 6.4.1., указују на то да није карактеристичан висок степен мобилности ових елемената на свим наведеним локалитетима. Степен еколошког ризика је у већем складу са високим садржајем ових елемената (изнад фонских), не рачунајући начин расподеле по фракцијама земљишта.

Испитивањем могућности постојања корелација између средње MC/RAC за Ni, Co, As, Zn, Cu, Pb и Cd са средњим вредностима Eg, на различитим растојањима, добијени су следећи коефицијенти линеарне зависности: r ($\alpha=0,05$): 0,37, 0,33, 0,91, 0,69, 0,78,-0,73, респективно. Овакав резултат указује на обрнуту пропорционалност коефицијената ризика када је у питању Cd. С друге стране, евидентна је директна пропорционалност и усклађеност упоређиваних коефицијената у случају Co, As, Zn, Cu и Pb.

6.3.7. Процена антропогеног утицаја – коефицијенти обогаћивања

6.3.7.1. Фактор обогаћивања - EF

Да би се потврдило у којој мери су аутопут, односно саобраћај, као потенцијални извор загађења и пољопривредна активности утицали на контаминацију земљишта токсичним елементима, у овом поглављу примењен је фактор обогаћења - EF. С обзиром да је у испитиваном земљишту број значајних корелација између елемената и алуминијума, односно кобалта приближно једнак, као и да су израчунате EF_{Co} и EF_{Al} вредности скоро еквивалентне, овде је употребљен Co као елемент нормализације. EF вредности по локалитетима на растојањима 1 m, 5 m, 10 m и 100 m представљене су на Слици 43. Приликом употребе и тумачења EF вредности, увек је потребно разматрати и садржаје елемената на датом локалитету, што је узето у обзир и у овом поглављу.



Слика 43. EF фактор елемената на испитиваним локалитетима на растојањима 1 m, 5m (слој Т и Б), 10 m, 100 m

Табела 29. Средње вредности EF фактора елемената на растојањима 1 m, 5 m (слој Т и Б), 10 m, 100 m

Раст. (m)	As	B	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	V	Zn	Ba
1	0,74	0,03	0,96	1,15	1,50	0,31	0,76	1,01	3,18	1,64	0,94	1,27	1,25
5 (Т)	1,17	1,23	1,33	1,22	1,67	1,85	1,04	1,32	2,19	5,24	1,40	1,39	1,46
5 (Б)	1,17	0,93	1,16	1,14	1,30	1,26	0,63	1,22	1,38	2,22	1,31	1,10	1,33
10	0,82	0,07	0,96	0,96	1,34	0,52	0,69	0,98	1,56	0,94	0,94	1,09	1,58
100	1,01	0,73	1,45	1,12	1,87	0,90	0,84	1,14	1,63	4,47	1,20	1,32	1,51

Арсен

Средње вредности EF на различитим растојањима (Табела 29) указују на одсуство до минорног обогаћења овим елементом. Максималне EF вредности на 5 m (слој Т), 10 m и 100 m су израчунате за локалитет К10, где су минималне вредности садржаја (испод фонских) As. На основу тога може се закључити да антропогени утицај, нарочито под утицајем саобраћаја није изражен. Изузетак је максимум EF (и максимум садржаја изнад фонске вредности) у подповршинском слоју у узорку К3 (Слика 43) на удаљености 5 m од пута. Ова вредност указује на минорно обогаћење овим елементом. Међутим, оно не мора бити антропогеног порекла.

Бор

За разлику од вредности EF фактора који на територији Срема и Баната, указују на висок степен обогаћења бором, у овој испитиваној области EF вредности указују на одсуство односно минорно обогаћење у површинском слоју на растојању од 5 m. Максималне вредности EF у оба слоја, као и на удаљености 100 m одговарају повећаном/умереном обогаћењу и то на истом локалитету К10. С обзиром да је садржај бора на том локалитету на нивоу или нешто изнад фонских не може се говорити о утицају ова два испитивана извора контаминације на његов садржај. У прилог томе говори и чињеница да је овде детектовано присуство турмалина.

Кадмијум

Средња вредност EF кадмијума указује на одсуство обогаћења нарочито на растојању од 1 m и 10 m, односно минорно обогаћење на 5 m и 100 m. С обзиром да се максималне вредности EF < 1,8 јављају на свим растојањима када су у питању локалитети К14 и К15 у којима су регистровани и максимални садржаји кадмијума (изнад фонских вредности), то указује да више извора заједно утичу на повишене садржаје, односно контаминацију/обогаћење. Додатно, максимум на локалитету К10 (EF=2,61) (Слика 43) уочен је и у случају минималног садржаја Cd на 100 m.

Олово

EF вредности представљене у Табели 29, јасно указују да је највеће обогаћење овим елементом на најмањим растојањима (1 m и 5 m) од ивице коловоза и да вредност опада

од умереног ка минорном са повећањем растојања. Максимални садржаји олова (локалитети K14 и K15) на овим растојањима се поклапају са максималним EF вредностима, односно повећаним (13,6 и 13,3) и умерено / умерено повећаним (3,80 и 6,45) обогаћењем. Одсуство, односно минорно обогаћење у узорцима подповршинског слоја на овим локалитетима и постојање обогаћења површинских слојева овим елементима још једном може да потврди постојање контаминације.

Молибден

На основу добијених средњих EF вредности и појединачних EF по локалитетима може се закључити да земљиште није обогаћено овим елементом, те се потврђује да главна два извора контаминације на испитиваном локалитету не утичу на садржај овог елемента.

Никл и хром

Средње, као и појединачне EF вредности Ni/Cr указују на минорно обогаћење овим елементима. Највеће вредности (до 1,55) уочене су у узорцима K14 и K15. Такође, на локалитету K2 (1 m), EF вредности су 2,06, односно 2,69 респективно. Узевши у обзир појаву значајног скока садржаја никла и хрома на локалитету K2, ове EF вредности могу бити индикатор антропогеног утицаја на најмањем растојању од ивице коловоза.

Цинк

Контаминација земљишта цинком у испитиваним узорцима је генерално минорна. Вредност EF која указује на умерену контаминацију на локалитету K14 (Слика 43), одговара максималној концентрацији цинка, на најмањем растојању од ивице коловоза. Као и у случају олова, то указује на директан утицај саобраћаја, највероватније услед хабања гума, као и корозије банкина које у себи садрже и цинк и кадмијум. Такође, на свим растојањима у површинском слоју, максималне вредности EF фактора су у узорцима K14 и K15 и еквивалентне су највишим вредностима садржаја цинка. На овим локалитетима садржај цинка у подповршинском слоју на 5 m, је на нивоу фонске вредности, а $EF = 1,1$, што указује на обогаћење површинског слоја земљишта и антропогени утицај. Додатно у слоју Б (K10), несклад између EF (1,36) вредности и минималног садржаја цинка (Табела 26 в) показује да се овде не може говорити ни о минорном степену контаминацији земљишта цинком.

Бакар

Према EF вредностима за бакар, испитивано земљиште је минорно обогаћено. Умерено обогаћење је, као и у случају цинка, изражено у узорку K14 на најмањем растојању, што би значило да ова два елемента имају заједнички извор обогаћења. Максималне EF вредности на растојањима 5 и 10 m такође су регистроване на локалитету K14, а затим на K15. На растојању од 100 m, максимални садржај цинка је праћен умерено повећаним обогаћењем у узорку K10. С обзиром да је ово локалитет алувијона Тисе, повећани садржај бакра може бити последица других утицаја услед алувијалних наноса, о чему је већ било речи.

Ванадијум

Израчунате EF вредности за ванадијум (Табела 29) указују на одсуство, односно минорно обогаћење земљишта овим елементом. Узорци, посебно они на растојању од 1 и 10 m од пута нису контаминирани ванадијумом. Као и у претходним случајевима, и овде највећа EF вредност је уочена у узорцима на локалитету K10, док су садржаји испод фонских вредности, те се не може говорити о антропогеној контаминацији.

Баријум

Средње вредности EF указују на минорно обогаћење овим елементом. Максимална вредност је уочена на локалитету K10 (2,06) и регистрована у случају ниског садржаја Ва. Добијени резултати указују да је порекло овог елемента највише природно.

Антимон

За разлику од претходно наведених елемената, EF вредности за Sb (Табела 29) указују на одсуства контаминације (10 m) до умерено повећане контаминације (5 m) овим елементом на свим овим растојањима, при чему је максимална вредност на локалитету K10. У овом случају, све вредности су изнад фонске. Расподела EF вредности по локалитетима као и садржаји овог елемента сугеришу на контаминацију из више извора.

Жива

У случају земљишта у близини аутопута, одсуство обогаћења/контаминације је регистровано у узорцима узетим на растојањима 1 m и 10 m, док је на 5 и 100 m обогаћење минорно. Максималне EF вредности (до 3) на појединим локалитетима на растојању 5 m (K2 оба слоја, K3 и K9), су повезане са повећаним садржајима овог елемента и указују на контаминацију земљишта живом. Умерено – умерено повећано обогаћење у узорцима са локалитета K10 не указује на контаминацију, обзиром да су вредности садржаја једнаке или испод фонске вредности.

Генерално, обогаћивање које се региструје на локалитету K10 за Hg, B, Cd, Zn, V, Cu и Ba (осим на 100 m) ($1 < EF < 3$) при њиховим ниским садржајима (испод BG2) указује на два проблема: да постоји несклад у добијеним резултатима као последица прорачуна и правилног избора фонског садржаја, као и да постоји недоумица око избора минималне вредности EF може бити индикатор антропогеног обогаћивања. Оба ова проблема се често наводе и у литератури. Такође, како је напоменуто на почетку, при процени вредности овог коефицијента, мора се разматрати и садржај елемената на појединачним локалитетима. Антропогени утицај на овом локалитету јесте могућ, али под утицајем контаминације као последице наношења материјала реком Тисом. По гранулометријском и минералашком саставу ово земљиште није добар медијум за акумулирање токсичних елемената.

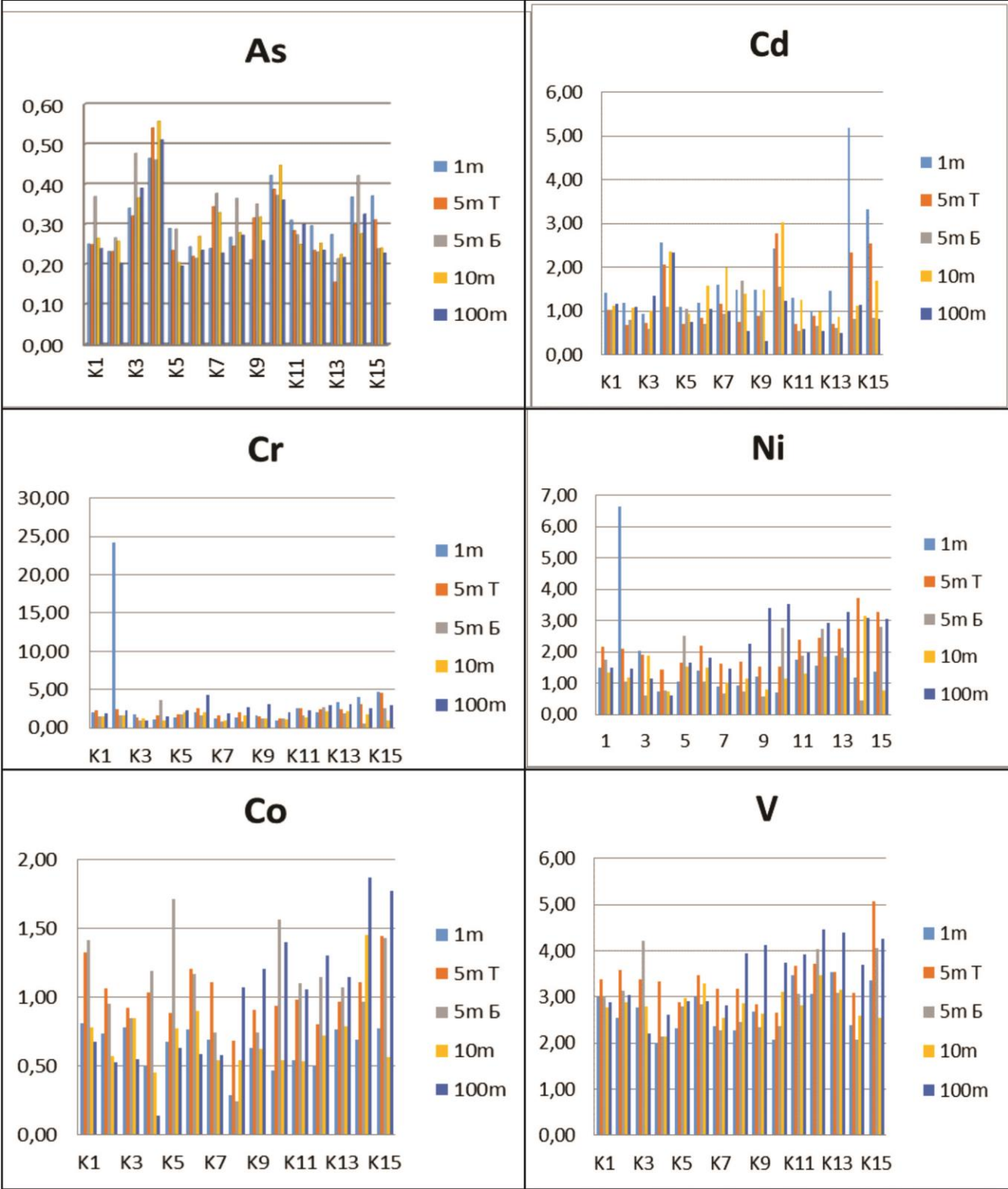
Прорачуни који су примењени за процену да ли су елементи литогеног и антропогеног порекла (Прилог 6) за испитиване елементе указују да је у највећем проценту узорака на свим растојањима њихово порекло природно и да је највећи антропогени утицај

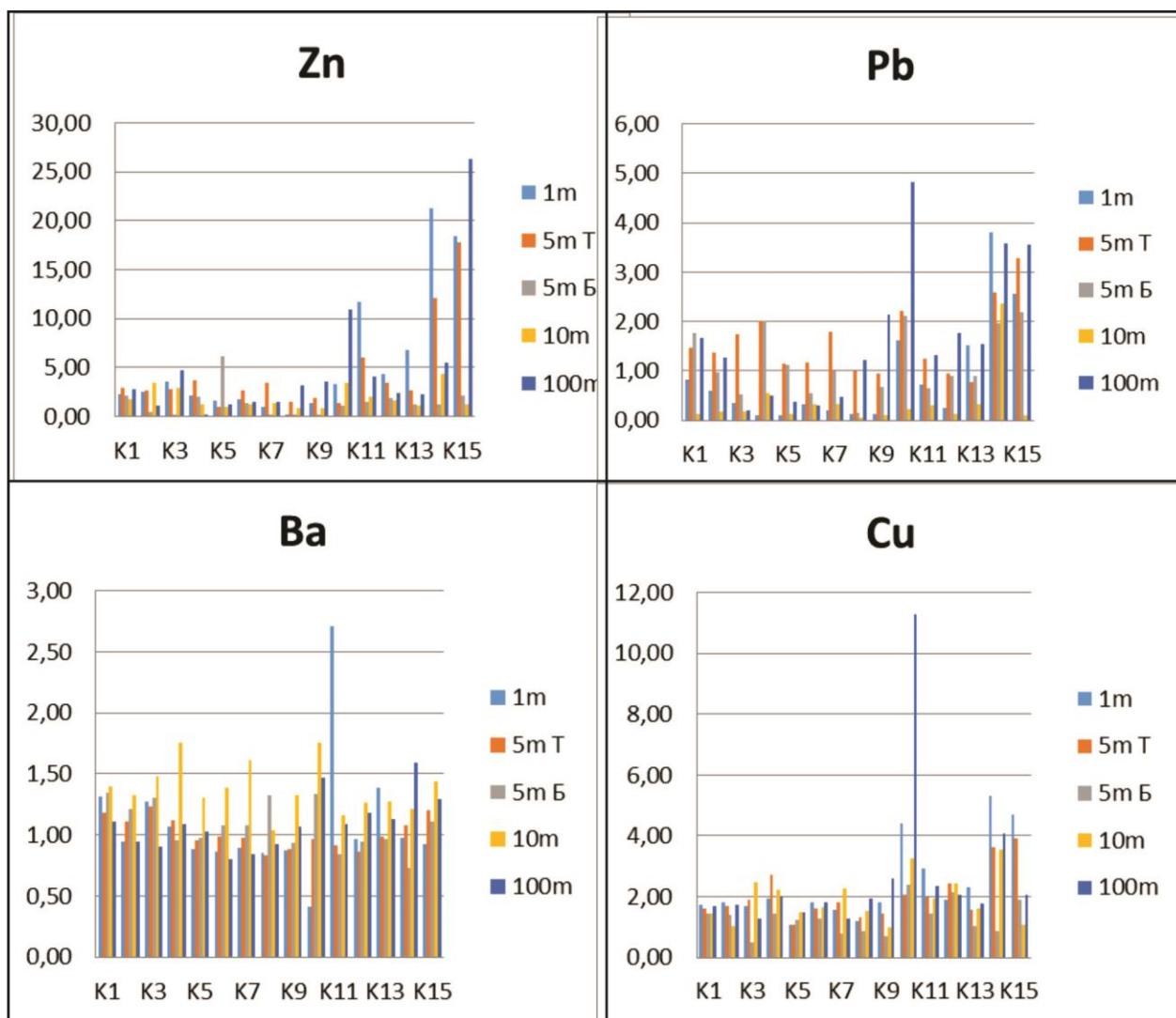
изражен у узорцима локалитета (K7-K11). Међутим, на основу претходних закључака, на овим локалитетима су уочене најниже вредности датих елемената, посебно на локалитету K10. С друге стране, на локалитетима на којима је уочен скок вредности садржаја олова, цинка или кадмијума далеко изнад фонских или изнад просечних вредности садржаја у земљишту (Berkman, 1995), овим прорачунима се не потврђује антропогени утицај. Сходно томе, у процени порекла елемената у земљишту у близини аутопута, ови фактори нису адекватни. Вероватни разлог за то, поред већ претходно наведених, јесте и то што овде није уочен значајан степен контаминације и нису високе вредности израчунатих фактора, па се у тим случајевима може очекивати мања прецизност.

6.3.7.2. Ksp_{ef} фактор

Као и у претходним поглављима и овде је посматран Ksp_{ef} фактор који може указати на обогаћивање првенствено мобилнијих фракција земљишта токсичним елементима. Обогаћивање фракција које су најосетљивије према променама рН/Еh вредности, не мора бити последица антропогеног утицаја, већ и природних процеса распадања компоненета геолошког матрикса, о чему је било раније речи.

На Слици 44 представљени су дијаграми Ksp_{ef} елемената по локалитетима. Прорачуни Ksp_{ef} вредности у случају Hg, Sb, В и Мо су изостављени, с обзиром на то да су у највећем броју узорака ови елементи или само у резидуалној фази или изостају у резидуалној фази (Sb).





Слика 44. Раподела K_{spref} вредности по локалитетима на растојањима од 1 m, 5 m (слој Т и Б), 10 m и 100 m

Елементи чије су средње K_{spref} вредности у интервалу од 1 - 3 (одсуство - минорно обогаћење) на свим растојањима су: As, Co, Cd, Cu, Ni, Pb, и Ba. Такође, у овом интервалу су и појединачне K_{spref} вредности As, Co, и Ba, по локалитетима. Максимум K_{spref} вредности Ba на локалитету K11 (Слика 44) регистрован је узорку у коме је садржај Ba на нивоу природног фона, те се овде може говорити о природној расподели и померању равнотеже ка мобилнијим облицима.

С друге стране, средња K_{spref} вредност хрома и цинка на растојању од 1 m излази ван поменутог опсега (3,64; 5,45), а на растојању 5 m и 100 m ванадијума и цинка (3,40; 4,38 и (3,46 и 4,74), што групише ово земљиште у умерено обогаћено наведеним елементима. Разлог због кога хром одступа од ове вредности јесте K_{spref} вредност на локалитету K2 (1 m), Слика 44. Ово значајно обогаћење хромом, заједно са повећаним обогаћењем земљишта никлом, антимоном и молибденом може бити последица контаминације због

саобраћаја. С обзиром да је на овом локалитету регистрована неспецифична расподела никла и хрома, као и Мо и Sb, односно доминантно присуство у фази F3, извор ових елемената, поред хабања кочница може бити и корозија металних делова аутомобила, као и гума. Van Bohemen и Van de Laak (2003) су израчунали да се путем издувних гасова, цурењем горива, хабањем гума/кочница и услед кретања возила емитује у околину 4,83, односно 4,66 t/години хрома и никла, респективно.

На другим локалитетима, посебно K14 и K15, Ksp_{ef} вредности за Cr и Ni (4,5 и 3,5), уз податак о садржајима ових елемената (Слика 36) пре указују на њихову природну расподелу услед процеса распадања геолошког матрикса, него антропогену контаминацију. Исти закључак се може донети и када је у питању ванадијум. Највише Ksp_{ef} вредности ванадијума регистроване су у узорцима узетим на растојању од 5 m и 100 m, док су његови садржаји блиски фонским или незнатно изнад фонских. С обзиром да је V елемент који је у асоцијацији са Cr и Ni у ултрабазитима, те су зони коре распадања присутни заједно, максимуми вредности на локалитетима K14 и K15 су очекивани.

Коначно, испитивањем степена линеарне зависности садржаја елемената и Ksp_{ef} вредности, може се закључити да је значајна позитивна корелација остварена на свим растојањима у случају Cr. Коефицијенти линеарне зависности (R) за Cr су 0,56; 0,90; 0,76; 0,46, и Zn су 0,46; 0,87; 0,50; 0,69; на растојањима од 1-10 m за Ni су 0,48; 0,82; 0,45 и Cu су 0,36; 0,66; 0,73. То уједно може да укаже да се са повећањем концентрација ових елемената, повећава и обогаћивање оних фракција у којима су они мобилнији. У случају наведених елемената, то највише сугерише да су процеси обогаћивања највероватније последица распадања компонената геолошког матрикса (Cr и Ni), односно биогеохемијског циклуса есенцијалних елемената (различитог порекла).

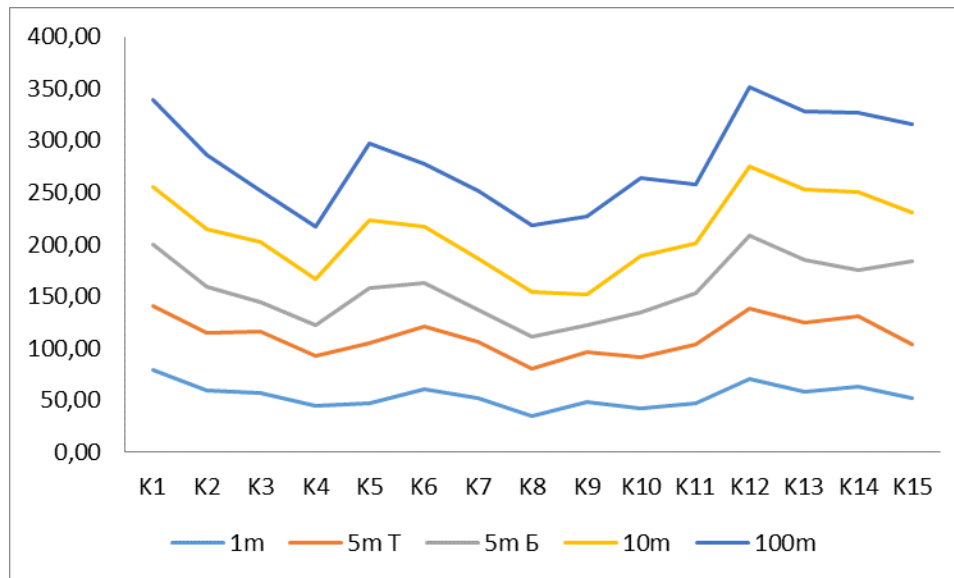
Највеће Ksp_{ef} вредности за Zn на свим растојањима изражене су, такође на локалитетима K14 и K15 (Слика 44). С обзиром на чињеницу да на најмањим растојањима (до 5 m), ове вредности класификују локалитете у земљиште са знатно повећаним обогаћењем (Ksp_{ef} > 10), а да је оно у подповршинском слоју минорно, то може значити да постоји утицај овог извора (ауто пута) на контаминацију земљишта. С друге стране, Ksp_{ef} > 10 на растојању од 100 m указује на антропогени утицај, односно обогаћење најмобилнијих фракција земљишта и на овом растојању. Сличан закључак се може извести разматрањем Ksp_{ef} за олово. Без обзира што су на растојању од 1 m садржаји виши у односу на остала растојања, умерено обогаћивање најмобилнијих фракција земљишта овим елементом се јавља и на већим растојањима, посебно на 100 m. Максимум Ksp_{ef} вредности на првом метру је повезан са некадашњом употреба оловног бензина. Ksp_{ef} вредности за кадмијум на истим локалитетима (K14 и K15), указују на повећано обогаћење и умерено обогаћење кадмијумом, што одговара максималним вредностима садржаја Cd. Додатно, у подповршинском слоју 5. метра, није доказано обогаћење овим елементом (Ksp_{ef} < 1). Сумарно, ове чињенице указују да на растојању 1 m и 5 m (слој T) постоји утицај саобраћаја на контаминацију земљишта елементима Pb, Zn и Cd.

Максимална K_{spref} вредност бакра (11,7) је уочена на локалитету са минималним садржајем бакра (незнатно вишој од фонске) на локалитету K10. Сходно томе, обогаћење оксихидоксида гвожђа у овом узорку земљишта најпре је природан процес редистрибуције из мање мобилних облика ка мобилнијим облицима бакра. Умерено обогаћење земљишта баком на истим локалитетима K14 и K15 (као цинком и кадмијумом) на свим растојањима, може указати на антропогени утицај из више различитих извора. Додатно, као и у случају досадашњег истраживања и овде обогаћивање мобилнијих фракција обрадивог земљишта може бити последица био-геохемијског циклуса есенцијалних елемената, на 10 m и 100 m. Циклуси који се понављају - сејање култура, раст биљака, гајење - сакупљање летине може утицати на промену равнотеже расподеле цинка и бакра у фракцијама земљишта, као и на садржај и степен обогаћивања.

6.3.8. CIA коефицијент

У поређењу са средњим вредностима CIA на територији Срема (висок степен хемијске алтерације) и Баната (средњи степен алтерације), вредности CIA прорачунате у узорцима земљишта око аутопута (Прилог 10) указују на низак степен хемијске алтерације ("weathering"-a).

Највећа средња CIA вредност израчуната је за земљиште на растојању од 100 m, док је најнижа у узорцима подповршинског слоја на растојању од 5 m. Уједно, то се поклапа и са садржајем карбоната (Табела 24), с обзиром да су ова два параметра су у обрнутој пропорционалности. Овакав резултат добијен је и у истраживању Моћга (2016) који је дошао до закључка да се са повећањем степена хемијске алтерације смањује и садржај карбоната у седиментним стенама, јер карбонати спадају у минерале подложније "weathering"-у. С друге стране, као и у случају земљишта Срема и Баната, што је већи садржај Са (карбоната), мање је процентуално учешће минерала алумосиликата, па су тиме и ниже CIA вредности.



Слика 45. Дијаграм расподеле CIA вредности по локалитетима на растојањима 1 m, 5 m (слој Т и Б), 10 m и 100 m.

Разлика између појединачних CIA вредности у узорцима дуж аутопута (Слика 45), мора се разматрати уз гранулометријски и минералошки састав узорака. Познато је да доминантно присуство минерала глина указује на повећан степен "weathering"-а силикатних компонената геолошког матрикса. Добијене CIA вредности су у сагласности са минералошким саставом узорака (Прилог 4). Тако, у узорцима у којима су после кварца минерали глине најдоминантнији како је раније објашњено, највише су и CIA вредности, док тамо где су доминантни фелдспати и карбонати, оне су најниже. То даље имплицира, да су елементи који су ослобођени после F5 секвенцијалне екстракције најпре потичу из минерала глина и хлорита. Наиме, у тим узорцима, како се може видети на дијаграмима (Слика 45) евидентни су и скокови вредности садржаја већине елемената, што је једна од потврда да елементи као што су Cr, Ni, V, Mo, Cu, Zn, Cd, Ba и Pb потичу и од природних извора (посебно у подповршинском слоју). Овде је потребно истаћи да корелација процентуалног учешћа фракције глина са CIA вредностима изостаје, осим у узорцима на растојању од 10 m. Разлог томе је управо то што фракција глине (са величином зрна > 0,005 mm) није састављена искључиво од минерала глина.

Генерално, истраживања у оквиру ове докторске дисертације су показала да, почевши од земљишта Срема, преко земљишта Баната и Бачке, што је мања вредност CIA коефицијента, то је значајна позитивна корелација уочена са већим бројем елемената. Уочени образац може се објаснити на следећи начин: што су компоненте геолошког матрикса претрпеле интензивнију хемијску алтерацију, то је секвенцијалном екстракцијом у испитиваним узорцима она довршена у мањој мери. Тако, у случају земљишта у близини аутопута, највећи број значајних позитивних корелација (степен значајности $\alpha=0,05$ и $\alpha=0,01$, Прилог 1) CIA коефицијента са садржајем елемената може се уочити управо у узорцима подповршинског слоја на растојању од 5 m, а најмање на растојању од 100 m.

На растојању од 1 m, значајна корелација остварена је између CIA – Cd, Co, Mo, Fe, Mn; умерена корелација - Cr, Cu, Ni, V, Ba, и OM. У узорцима земљишта површинског слоја на растојању од 5 m уочена је негативна корелација између CIA и Sb и Ba; умерени корелациони коефицијент - Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Ni, V, Zn, и OM. Висок корелациони коефицијент (0,6 - 1,0) у узорцима подповршинског слоја израчунат је у случају - Cr, Ni, V, Mo, Cu, Zn, Cd, Ba, Pb, Fe и Mn; умерени корелациони коефицијент (0,3-0,6) - Mg (негативан предзнак), OM. На растојању од 10 m, значајан степен корелације остварен је између CIA - V, Mn, Mo, Cd, Co, Cr, As, Ba, OM, Ni, Pb, Zn, и Cu, док на 100 m умерени корелациони коефицијент постоји између Cd, и Cu (негативан предзнак), Mo, Ni, Zn, Mn (Прилог 1). Веза CIA вредности са OM, Fe, Mn, и K указује да постоји интеракција између органске материје, окси- хидроксида Fe и Mn. Такође, корелација са органском материјом указује да је са дуготрајним периодом "weathering"-а дошло и до акумулирања органске материје (Mohr, 2016), као и то да постоји веза органске материје са минералима глине. Додатно, указује и на присуство и силиката са K што може бити од K-фелдспата, односно присуства глине које су настале распадањем K - фелдспата. Негативан предзнак у случају Cu, Ca, Sb, и Mg сугерише да ови елементи не потичу из алумосиликата (Mg и Ca), односно могу потицати из антропогених извора (Cu и Sb).

6.3.9. Употреба статистичке анализе у процени порекла

У свом истраживању Zhang је са сарадницима (2015) предложио да се у процени елемената који су пореклом из саобраћаја, користе три значајна критеријума:

- 1) Високе вредности CV
- 2) Статистички значајне негативне корелације са елементима који важе за природне
- 3) Другачије груписање у мултикомпонентним анализама у односу на природне елементе

О коефицијенту варијације је било речи у поглављу 6.3.3.1., а у даљем тексту, разматраће се преостали критеријуми.

6.3.9.1. Пирсонови коефицијенти

У претходном поглављу 6.3.8., Пирсонови коефицијенти су употребљени у утврђивању везе између хемијске алтерације минерала и садржаја елемената. Они се често користе, јер указују на заједничко порекло или слично понашање елемената у испитиваном матриксу. Због мањег броја узорака ($n=15$), као значајни корелациони коефицијенти могу се узети они који су $\geq 0,60$. То се односи на корелације између већине елемената, посебно у подповршинском слоју земљишта, на растојању од 5 m (Прилог 1). Одступања су изражена за Sb, Hg, и V. Употреба ових вредности у процени природног порекла је у сагласности са закључцима изнешеним у претходним поглављима. Тако, бројне значајне међусобне корелације сугеришу већином на природно порекло Ni, Co, V, Ba, Cr, As, Mo, а на одређеним растојањима и Cd, Cu, Zn, и Pb.

Најмањи број високих коефицијената корелације између елемената (Пирсонови коефицијенти у интервалу од 0,6 - 1,0) остварен је у узорцима на растојању од 1 m. Значајније корелације у разматрању су: Pb са Zn, Cd, Cu и Sb са Cr и Ni. Овде је уочљив изостанак добре позитивне корелације Pb, Zn, Sb, Cr, Ni са Al, што већ сугерише на атропогени утицај на присуство ових елемената на најмањем растојању од ивице коловоза. Al је међутим у доброј корелацији са Fe, Co, K, Mn, Mo, V и Ba, док је Fe - са Al, As, Cd, Co, Mn, Mo, Ni и Ba. Сумарно, овакви резултати су највероватније последица истоветног порекла Pb, Zn, Cd, Cu, Sb, Cr и Ni из саобраћаја услед хабања возила, галванизације метала Zn, Cd, кочења и издувних гасова. С друге стране, Cd, Co и Ni су у узорцима на растојању од 1 m и природног порекла.

Веза између Al, Fe, Mn, OM и K је у складу са претпоставком да постоји веза између алумосиликата, Fe/Mn окси-хидроксида и органске материје. Додатно, ови елементи су присутни и у кристалним решеткама алумосиликата типа глина и К-фелдспата. Висока вредност корелационог коефицијента између Са и Mg или умерена корелација између Al и Mg (на растојањима 5 m, 10 m, 100 m), доводи у везу Mg са карбонатима и силикатима.

6.3.9.2. Кластерска и PCA анализа

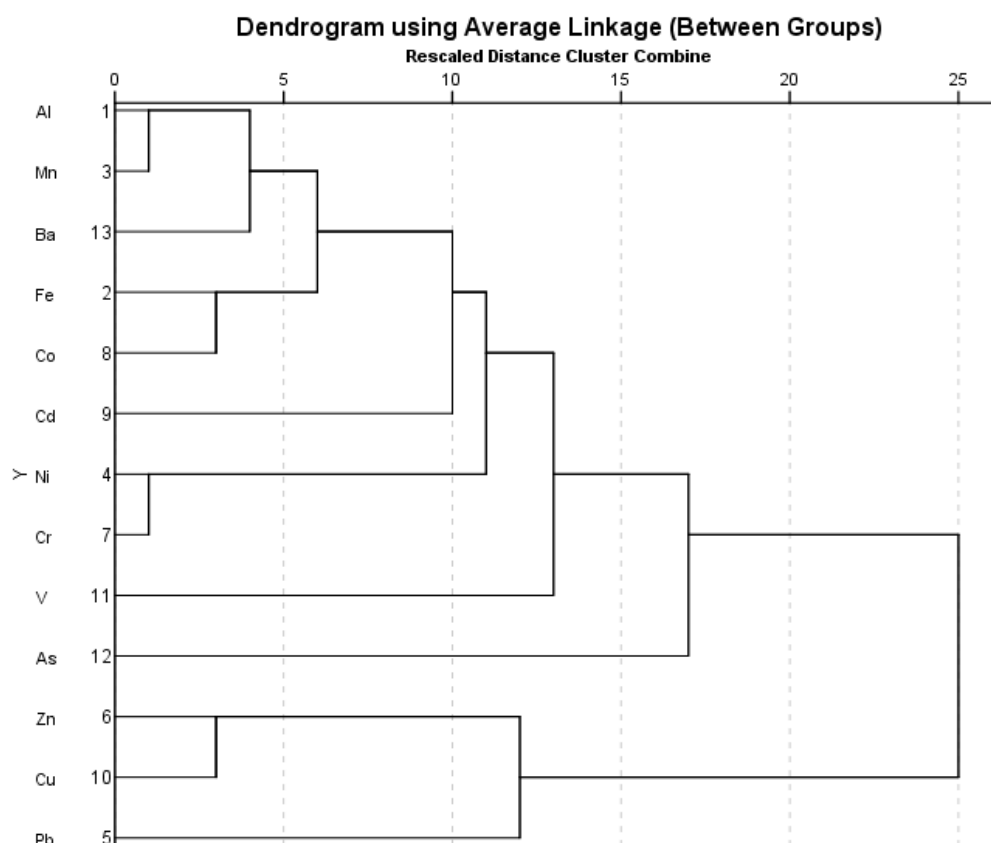
Претходне претпоставке, донете на основу корелационих коефицијената, потврђују и резултати осталих статистичких анализа. За разлику од Пирсонових коефицијената, који су израчунати при разматрању резултата по растојањима (по 15 узорака), за потребе ових статистичких анализа основна база података представља одабране параметре (14) у свих 75 узорака (са свих растојања и два слоја). Елементи су груписани на исти начин Кластерском и мултикомпонентном PCA анализом (Табела 30, Слика 46).

Табела 30. PCA анализа (n=75)

елемент	PC1	PC2
Al	0,960	
Fe	0,871	
Mn	0,902	
Ca		-0,553
Ni	0,836	
Pb		0,854
Zn		0,843
Cr	0,756	
Co	0,901	
Cd	0,762	
Cu		0,846
V	0,768	
As	0,862	

Напомена: вредности испод 0,500 нису представљене

PCA анализа uz Kaјзеров принцип неодређености даје као резултат две главне компоненте PC1 (52,71 % варијансе) и PC2 (24,59 % варијансе, Табела 30). PC1 обухвата Al, Fe, Mn, Ni, Cr, Co, Cd, V и As, елементе који су претежно природног порекла. Pb, Zn, Cu и Ca (негативан предзнак) су дефинисани компонентом PC2, као елементи који нису само геогеног већ и антропогеног порекла. Негативан предзнак Ca указује да овај елемент не потиче из истог извора, као остали елементи који су углавном пореклом из саобраћаја (хабање коловоза, гума, боје, издувних гасова) или употребе пестицида/ђубрива, Табела 24), односно ови елементи нису везани за карбонате. Како је раније утврђено, један део карбоната није ни антропогеног, ни геогеног, већ биогеног порекла, те се ово издвајање Ca може објаснити и на тај начин. Груписање проистекло из мултикомпонентне статистичке анализе прецизније је дефинисано кластерском анализом. На Слици 46 су уочљива два главна кластера. Кластер I састоји се од десет елемената - од Al до As. Кластер II обухвата три елемента: Zn, Cu и Pb.

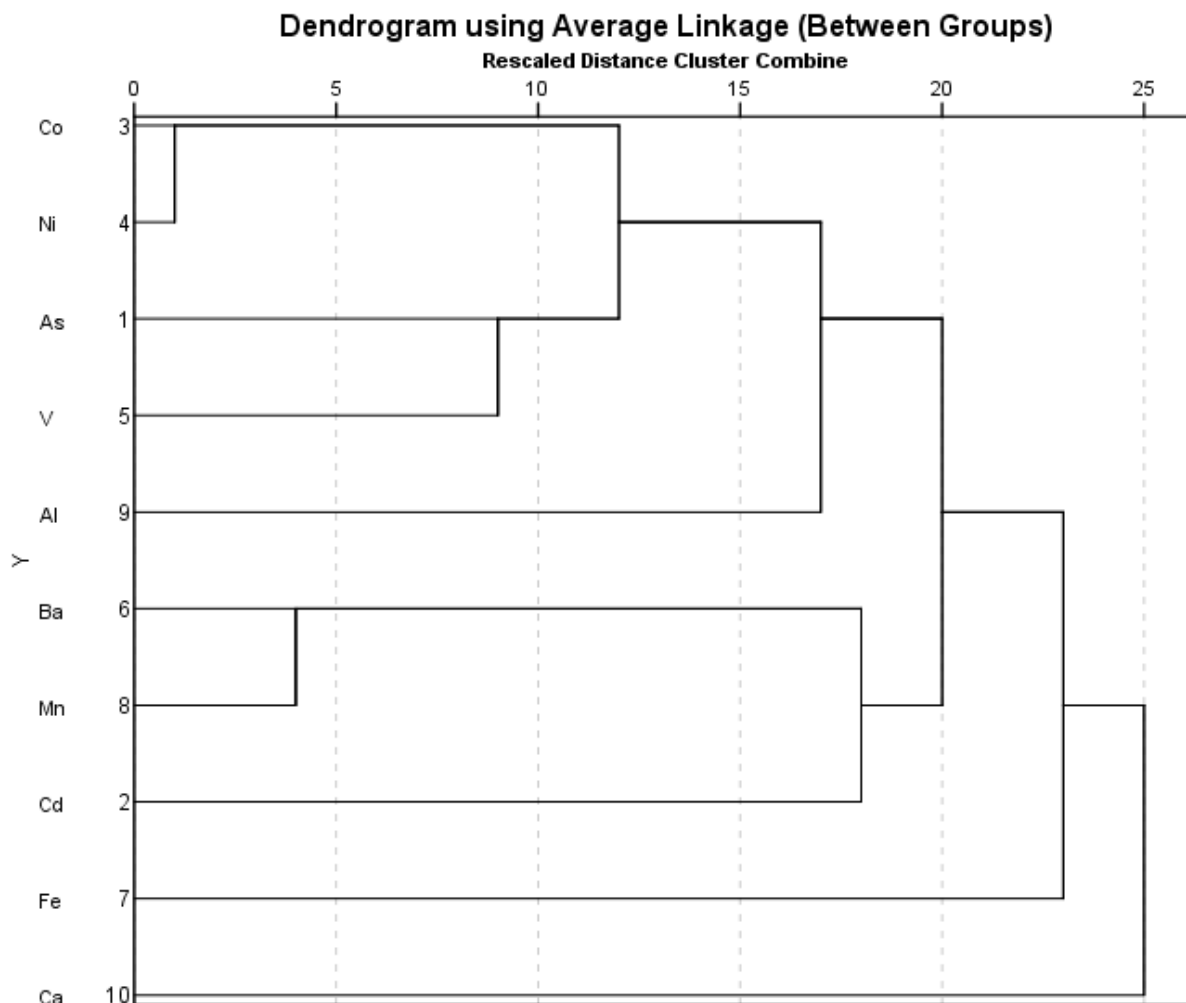


Слика 46. Дендрограми хијерархијске Кластерске анализе

Кластер I може се поделити у четири под-кластера Iа) Al, Mn, Fe, Ba, Co и Cd; I б) Cr и Ni; I в) V и I г) As. Овај кластер представља скуп елемената који су директно (алумосиликатима или у минералима гвожђа) или индиректно везани једни са другима (преко органске материје, окси-хидроксида мангана и гвожђа...), и то у облику алтерисаних зрна и минералних агрегата. Тако, веза (Al-Mn)-Fe се може објаснити интеракцијом окси-хидроксида мангана са силикатима и мангана са оксидима гвожђа

различитог степена кристалizације. За њих су највише везани Ba, Co и Cd. Веза Cr и Ni који су најближи кластеру I в) V може указати на слично порекло - силикати и Fe-O минерали насталих распађањем ултрабазита. As као сидерофилан елемент може бити везан са Fe.

Кластерска анализа резултата садржаја елемената у најмобилнијим облицима (F1+F2), може бити примењена само у случају оних елемената чије су вредности детектоване (изнад границе детекције) увећини узорака. Стога, као што је раније објашњено, у разматрање нису узети, B, Mo и Cr односно Hg, Sb, Pb, Cu и Zn. Резултати су представљени на дендрограму (Слика 47).



Слика 47. Дендрограми хијерархијске Кластерске анализе садржаја елемената у најмобилнијим облицима (F1+F2)

Груписање елемената у четири кластера: Кластер I - Co, Ni, As, V, и Al; Кластер II - Ba, Mn и Cd; Кластер III - Fe и Кластер IV – Ca, може помоћи у дефинисању начина везивања ових елемената који су детектовани у свим узорцима, а делимично указати и на њихово порекло. Група елемената у Кластеру I, указује на везивање елемената у адсорбованом облику на адсорпционој површини минерала глина, а као последица распадања примарних минерала. Ba и Cd су везани у најмобилнијим облицима највише за окси-хидроксиде Mn. Ови елементи су у мобилним облицима најмање везани за окси-хидроксиде Fe и карбонате. У F1-F2 фазама секвенцијалне екстракције ови супстрати могу делимично, односно потпуно бити растворени, респективно. Надаље, близина Кластера III и Кластера IV може указати и на интеракцију карбоната са окси-хидроксидима Fe (у оквиру алтерисаних зрна и минералних агрегата, који су уочени под микроскопом).

6.4. Закључак

У овом поглављу применом методологије за процену степена контаминације, ризика и порекла у случају земљишта поред аутопута E75 (Београд – Суботица), може се закључити следеће:

Земљишта на траси Коридора X развијена су преко веома хетерогених геолошких подлога, ствараних током различитих периода, што се одразило на минералошке и гранулометријске карактеристике, као и на садржај већине елемената: As, Cd, Co, Cr, Zn, V, Ba, Cu, Ni, Mo, Pb и Fe. Тако су највише вредности садржаја ових елемената регистроване на локалитетима K1, K3, K14 и K15, смештеним у широј околини Фрушке Горе, односно алувијона Дунава, највероватније као последица "weathering"-а нанешеног материјала. Најниже вредности садржаја ових елемената уочене су на локалитетима K7, K10 и K11, у области Бачког лесног платоа и песковитог земљишта на ободу Суботичке пешчаре и алувијона Тисе. Промена удаљености од ивице коловоза нема никакав утицај на средњи садржај елемената Hg, Cr, B и Co. С друге стране вредности средњег садржаја As, Cd, Mn и V значајно расту, док вредност олова опада након 1 m са растојањем од ивице коловоза. Правилан тренд (опадања, пораста) дистрибуције садржаја елемената с удаљавањем од пута ремете повишени садржаји B, Cr, Co, Cu, Sb, Ba, Cd, V, As, (Mn) и Zn на 100 m, у односу на оне регистроване на растојању од 1 или 5 m, што указује на мањи (Cd, Sb, Cu и Zn) или одсуство утицаја (B, Cr, Co, Ba, V, As, и Mn) овог извора загађења на садржај елемената.

С обзиром да је земљиште благо кисело, односно да пуферски капацитет услед присуства биогених карбоната не успорава мобилизацију токсичних елемената, са приливом воде са површине коловоза чак и мале промене рН могу допринети повећању геоеколошког ризика на растојањима најближим коловозу. У том смислу, највећи степен потенцијалне мобилности имају елементи Ba (високо мобилни) и Cd, а најмањи Ni и V. Прецизније Cd, Ni и V заједно са As, Co и Zn, спадају у групу са умереним степеном мобилности односно еколошким ризиком. Промене рН/Еh вредности средине не утиче значајно на мобилност Mo, Cr и B, те они не представљају велики ризик за контаминацију биљака и водених

система. Олово, бакар и цинк (осим у узорцима са растојања од 1 m) нису присутни у мобилном облику у већини узорака, те израчунате средње вредности ових елемената указују на низак степен мобилности. Према MF/RAC вредностима на локалитетима K14 и K15 ово су елементи са умереним степеном ризика по животну средину, на најмањим растојањима. Умерени степен биодоступности бабра и цинка израчунат је на локалитету K14 (10 m), као и бабра у пољопривредном земљишту на растојању од 100 m

На локалитетима у којима је садржај антимона изнад фонских (растојање од 5 m) изражен је умерен до средњи степен ризика од контаминације овим елементом. Висок степен ризика од контаминације живом забележен је на локалитету K2 (10 m), док је на локалитетима (5 m): K1, K2, K4, K5, K8, K9 и K11 евидентан умерени до средњи степен мобилности, односно ризик од контаминације животне средине овим елементом.

С друге стране, према другом критеријуму процене ризика - Ег, највећи еколошки ризик у земљишту око аутопута потиче од Hg и Cd, а најнижи од Cr и Zn, на растојањима од 5, 10 и 100 m. На локалитетима на којима је регистрован умерен степен укупног ризика (RI) - K14 и K15 (1 m), највећи допринос имају Ег вредности кадмијума и олова (појединачно представљају високи степен еколошког ризика). На осталим локалитетима, највећи допринос имају жива и кадмијум и то: на 5 m (Т слој) у узорцима K1, K2, K3 и K14; на 10m у узорку K13 и на 100 m у узорцима: K14 и K15. Ова делимична неусаглашеност између ова два критеријума, последица је тога што се за процену степена еколошког ризика (RI) не узима у разматрање облик и начин расподеле елемената по фракцијама земљишта (што је јако важно), већ њихов укупан садржај и коефицијенти токсичности.

Конечно, презентовани резултати, као и статистичка обрада, указују на то да су токсични елементи: Ni, Co, V, Ba, Cr, As, Mo и Cd на највећем броју локалитета присутни у земљишту услед распадања стена геолошког матрикса у подручју близине Фрушке Горе и алувијона Дунава и да су природног порекла. Стога су они, највећим делом везани за алумосиликате (минерале глина, хлорите и оксиде гвожђа различитих степена кристализације). Изузеци су Mo, Cr и Ni у узорку K2 (1 m) који овде могу потицати из саобраћаја услед хабања возила приликом кочења. Са друге стране, елементи Cu, Zn, Pb(Cd), су и природног и антропогеног порекла. На њихове садржаје утицало је више извора и то на најближим растојањима саобраћај (посебно Pb), као и пољопривредне активности (посебно примена агротехнике и агрохемије). Зато су они на појединим локалитетима (K14, K15) присутни у мобилним фракцијама земљишта F1, F2, а Cd је везан за окси-хидроксиде Mn. Жива је елемент који је на овом локалитету углавном природног порекла и на већим растојањима на њен садржај је имала утицај пољопривредна производња, док је Sb углавном пореклом из саобраћаја.

Предложена методологија је применљива за процену степена контаминације, ризика и порекла токсичних елемената у земљишту контаминираним саобраћајем.

Примена статистичких метода корисна је како у сврху утврђивања порекла токсичних микроелемената, тако и у сврху диференцирања најконтаминиранијих узорака земљишта, као и оних којих нису значајно контаминирани (Прилог 12).

7. ПОГЛАВЉЕ: ЗАКЉУЧАК

7.1. Закључак о употреби токсичних /потенцијално токсичних елемената у диференцијацији различитих извора загађења

У презентованој докторској дисертацији је вршена процена степена контаминације, потенцијалног ризика, као и био/геодоступности и порекла токсичних елемената у земљишту на простору Срема, Средњег Баната и Бачке (Војводина, Србија). Испитивано земљиште се налази у близини индустријских објеката као и аутопута, а такође се значајно користи у пољопривредној производњи. Наведеним приступом, односно примењеном методологијом, употребљени су токсични и микротоксични елементи у диференцијацији различитих извора загађења, те су изведени следећи закључци:

У земљишту испитиване области елементи Cr, Ni и Co (и делимично Cu, у Срему), су по садржају највише заступљени у области Руме и Беочина, на локалитетима где је изражен утицај кожаре и цементаре. Ови елементи присутни и у површинском слоју нису само последица антропогеног утицаја, јер се акумулација алохтоног материјала са Фрушке горе, као и планина обода Панонског басена на западу и "weathering"-а дешавала у оба слоја. То даље доводи до оповргавања почетне хипотезе да природне аномалије у погледу садржаја ових елемената на територији Војводине не постоје.

Наведени утицај је најмањи у области алувијона Саве (Шид), а најизраженији у области Инђије, као и на локалитетима око аутопута најближим овој области (K1 - K14). Утицај саобраћаја на садржај ових елемената је занемарљив и односи се, евентуално, на поједине локалитете и то на растојању од 1 m (K2).

Поменути утицај геолошког матрикса мање је изражен у области Средњег Баната, а најмањи удаљавањем од Фрушке Горе ка области алувијона Тисе, односно Суботичке Пешчаре. Како су највише вредности детектоване у необрадивом земљишту, с изузетком воћњака (повишење садржаја бакра), може се констатовати да пољопривредна активност није значајно утицала на садржаје ових елемената. Када је у питању Co, на територији Средњег Баната, употреба ђубрива највероватније типа стајњака у обрадивом земљишту, значајно доприноси укупном садржају овог елемента.

Бакар је елемент који, поред поменутог природног извора има низ антропогених извора. То подразумева, осим употребе фунгицида на бази једињења бакра (Срем) и утицај саобраћаја, нарочито на удаљености од 1 m од аутопута. Додатно, извор овог, али и још неких елемената је и индустријски комплекс у Румунији, као и рударење у области Апузена и јужних Карпата (Mo, Hg, Pb, Cu, Zn и Sb).

Олово и цинк, чије су средње вредности садржаја изнад референтних, посебно у површинском слоју, поред поменутог антропогеног извора на територији Средњег Баната, могу потицати од саобраћаја, сагоревања фосилних горива, употребе агрохемије, ђубрива, као и хабања гуме у саобраћају или складиштења гуме (Срем). С друге стране, од индустријских процеса, извор ових елемената може бити производња цемента. Како су ово елементи који су и природног порекла, место њиховог везивања може бити у К-фелдспатима (олово), минералима глина, хлоритима, као магнетиту и амфиболима (цинк) као последица распадања киселих и базних стена.

Арсен је елемент који на испитиваном простору Срема, највише потиче од сагоревања горива и примене агрохемије на појединим локалитетима. Близина аутопута, како се и очекивало, није имала значајан утицај на садржај овог елемента. Садржај арсена у земљишту средњег Баната је већином на нивоу фонских вредности. Његово присуство је првенствено у оксидима гвожђа различитог степена минерализације, који су природног порекла, као последица распадања минерала хематита ка лимониту, односно аморфним облицима окси-хидроксида Fe.

Кадмијум је елемент који се на појединим локалитетима обрадивог земљишта испитиване области јавља у повишеним садржајима, углавном услед употребе ђубрива, највероватније фосфатног типа. Овај антропогени фактор није у многоме утицао на контаминацију земљишта овим елементом на територији Срема и Средњег Баната, док је имао већи утицај у земљишту на највећем растојању од аутопута. Други извори су евентуано саобраћај, на најмањем растојању од пута, као последица корозије банкина или сагоревања горива, хабање гума... Место везивања овог елемента су минерали глина углавном, као и карбонати, односно окси-хидроксиди мангана и гвожђа.

Бор се највише групише у површинским слојевима и нема правилну просторну расподелу на испитиваном подручју, те се поред лискуна и фелдспата, јавља у турмалинима и минералима глина, односно амфиболима, хлоритима. Поред природних извора, од којих су неки присутни ултрабазити, односно производи њиховог распадања, као и процеси везани за формирање слатина (Средњи Банат), овај елемент може потицати и од пољопривредних активности и сагоревања фосилних горива у индустријским процесима. Очекивано, саобраћај није извор овог елемента у земљишту Војводине. Његово место налажења је у минералима глина, односно карбонатној фракцији услед неутралисања лако растворљивих и мобилних облика бора и настанка нерастворних метабората.

Жива са специфичним начином везивања, односно различитим јачинама веза у адсорпционом комплексу земљишта, поред активности у урбаној средини и сагоревања фосилних горива, може потицати од производње целулозе (заштита дрвета), као и цементаре (Срем). Очекивано, саобраћај на аутопуту Коридор X није утицао на повишење вредности садржаја овог елемента, док је већ поменут пренос загађења каналима и реком Тисом из суседне Румуније, утицао на контаминацију земљишта. На основу начина везивања може се доћи до закључка да геохемијско порекло овог елемента може бити од присутног метацинабарита посебно у области око Фрушке Горе. Комплексирање живе са органском материјом највероватније утиче на обогаћивање земљишта и већи садржај овог елемента, посебно у површинском слоју.

Од микроелемената који нису испитивани у свим областима, може се закључити да је Мо углавном природног порекла, везан у минералима глина, док је на неким локалитетима повећан садржај овог елемента последица рударења, односно утицаја саобраћаја (SB23 и K2). Исти антропогени извори су и у случају антимона, а додатно је загађење из индустрије текстила утицало на повишене вредности садржаја овог елемента. Ванاديјум је елемент који прати Cr, Ni, Co и Fe у производима распадања ултрабазита, те је он у испитиваној области највише природног порекла. Ве је елемент природног порекла који потиче у земљишту Средњег Баната највероватније из K-фелдспата. Ва је елемент који је највише природног порекла у земљишту око аутопута и налази се у биотиту, евентуално фелдспатима и амфиболима. На бази ових једињења, употребљава се и ђубриво карбонитит који може бити присутан у обрадивом земљишту, на већим растојањима од аутопута.

Поред наведених закључака, резултати указују да расподела бакра и цинка, као есенцијалних елемента у фракцијама земљишта и обогаћивање на појединим локалитетима у површинском слоју поред природног процеса распадања минерала и антропогеног утицаја је и последица је редистрибуције услед њиховог учешћа у биогеохемијском циклусу. У овом циклусу може учествовати и кобалт. Услед усвајања од стране стране биљака, па уклањањем летине, цинк постаје елемент који је на овим просторима дефицитан, што се односи и на селен. За разлику од есенцијалних елемената, различита расподела Pb и Cd по фазама у два слоја земљишта и повећано учешће ових елемента у лако мобилним фракцијама указује да је у површинском слоју изражен већи антропогени утицај, посебно у области око индустријских објеката. Уједно, процес транслокација олова у дубље слојеве потпомогнут органском материјом, може дати погрешан закључак о одсуству антропогеног утицаја у подповршинском слоју.

Сумирано, расподела елемената по геохемијским фазама и слојевима представља равнотежу успостављену између процеса редистрибуције елемената доспелих антропогеним утицајем (нпр. Cd, Hg и Pb) с једне стране и редистрибуције распадањем минерала из матичног супстрата са друге стране (посебно Cr, Ni и Co).

Коначно, минералоски састав, геохемијски статус и кластерско груписање елемената указују на присуство елемената у оним минералима који су настали распадањем киселих и базичних стена или метаморфита насталих од ових стена (део стена са Вршачког брега и Банатских планина - киселог (фелсичног) порекла и Апузени и Фрушка Гора - стене базичног до ултрабазичног порекла и миоценски до квартарни (суб)вулканити истих области у Румунији, Мађарској на Фрушкој Гори - киселе, интермедијарне до базичне стене). Стога су испитивани елементи највећим делом везани за алумосиликате пореклом од распадања киселих и базичних стена (минерали глина, фелдспати, хлорити и оксиди гвожђа различитих степена кристализације).

У погледу процене геоеколошког ризика, Cr је у земљишту Војводине најмање мобилан елемент и припада групи елемената са најнижим ризиком транспорта – геодоступности и биодоступности. Према томе, близина индустријских објеката, аутопута и пољопривредних активности није утицала на контаминацију земљишта хромом у тој мери да постоји ризик од контаминације. У групу елемената са ниским ризиком - ниским степеном доступности у земљишту Срема спадају: Cu, Ni и Zn, док у групу са умереним ризиком спадају Pb, Co и As. Групи са високим ризиком, високо припадају Cd и Hg у слоју Т, односно Hg и В у слоју Б.

На територији Средњег Баната, у групу с ниским степеном мобилности - геодоступности односно еколошког ризика спадају елементи: As, Co, Cu, Ni, Pb, Zn, Be и V; у групу средње мобилних елемената спадају токсични елементи Cd и Hg, затим Se, док у групу високо мобилних спада елемент - Мо.

У земљишту у близини аутопута, у групу са умереним степеном мобилности односно еколошког ризика спадају елементи: As, Cd, Co, Ni, Zn и V, док у групу високомобилних спада Ва. С обзиром да се олово и бакар (на мањим растојањима) и цинк (на већим растојањима) јављају у мобилним облицима, само на појединим локалитетима (претежно умерен степен ризика), генералан закључак је низак степен ризика од контаминације овим елементима на испитиваном подручју.

На овај начин потврђује се да су најмобилнији елементи на простору Војводине, претежно Cd и Hg (антропогеног порекла), као и Ba (углавном природног порекла - земљиште око аутопута) и Mo на територији Баната (услед антропогеног утицаја). То указује да је највиши степен ризика за употребу земљишта у пољопривредној производњи везан за контаминацију овим елементима. Стога се може закључити да повишене вредности неког елемента у земљишту не значе уједно и висок степен ризика од контаминације биљака и целог екосистема датим елементом. На тај начин је потврђена и хипотеза о примени секвенцијалне екстракције у процени екотоксиколошког ефекта микроелемената.

7.2. Закључак о примењеној методи

С обзиром на то да један токсичан елемент може потицати из више извора, како природних тако и антропогених, а такође да се из једног извора може емитовати већи број различитих елемената, у данашње време је јако тежак задатак утврдити порекло ових елемената. Задатак је још тежи уколико на једном простору постоји низ потенцијалних извора токсичних елемената. У овој докторској дисертацији примењен је скуп аналитичких и статистичких метода и прорачуна у дефинисању геохемијског статуса, порекла, степена контаминације и еколошког ризика од токсичних и потенцијално токсичних микроелемената у земљишту пољопривредне области Војводине услед присуства различитих извора загађења. О применама појединачних метода може се закључити следеће:

Употребом резултата секвенцијалне екстракције, посебно у прве две фазе само делимично се може указати на то да ли су елементи у овом облику антропогеног порекла (делимична потврда прве хипотезе). Разлог томе је што је могућ процес редистрибуције елемената у средини у којој се елементи налазе (нпр. редистрибуција бабра ка мање мобилним облицима из фунгицида), као и услед транспорта водотоковима и депоновања у седиментима (из отпадне вода као последица рударења). У складу са тим и коефицијенти који се прорачунавају употребом резултата појединачних фаза често нису у складу са оним којима се даје процена степена обогаћивања и ризика на основу укупне концентрације. С друге стране, природан процес "weathering"-а омогућава прелаз елемената из мање мобилних у мобилније облике (у овом случају Cu и As).

Стога, вредности K_{spref} често не потврђују антропогени утицај дефинисан употребом EF фактора. У овој дисертацији, употреба K_{spref} коефицијента показала се неадекватном за процену контаминације токсичним елементима посебно оне која је проузрокована загађењем из индустријских постројења. Разлог томе је што се услед антропогених активности у животну средину ослобађају и производи који су носиоци токсичних елемената и у којима они тешко постају мобилни или процеса редистрибуције у земљишту услед природног процеса распадања минерала или процеса који следи после контаминације. Такође, делимична неусаглашеност између два критеријума процене ризика применом RAC и Ef, последица је тога што се за процену степена еколошког ризика не узима у разматрање облик и начин расподеле елемената по фракцијама земљишта (што је јако важно), већ њихов укупан садржај. У случају неких елемената, као нпр. Cd у земљишту око аутопута, наведени коефицијенти су чак обрнуто пропорционални.

С обзиром да се фактор обогаћења рачуна у односу на референтне вредности које представљају и фонске вредности садржаја испитиваних елемената, разматрање EF

вредности, нарочито оних изнад 1 треба да се прати у односу на укупан садржај елемената на тим локалитетима. У случају кад вредности EF указују на степен обогаћења, а садржај елемента није изнад BG вредности, закључак о антропогеном утицају треба да се одбаци. Овакав приступ мора бити примењен и када се употребљавају и сви други фактори процене ризика и степена контаминације који су описани и примењени у овој дисертацији.

У складу са тим, ни прорачун процене антропогеног и природног порекла токсичних елемената у земљишту, не може увек бити меродаван када се примењује као појединачни приступ. У овој дисертацији примењени прорачуни су потврдили диференцијацију порекла токсичних елемената у земљишту у близини индустријских објеката и пољопривредне области Средњег Баната, али не и у земљишту поред аутопута, посебно у оним узорцима који нису значајно контаминирани токсичним елементима (вредности садржаја су на нивоу фонских).

Прорачуном EF вредности употребом Co као референтног елемента за нормализацију добијају се еквивалентне вредности оним добијеним употребом Al као референтног елемента у случају земљишта на територији Срема и земљишту у непосредној близини аутопута. Разлог за то је постојање значајне корелације садржаја кобалта са већим бројем елемената, што указује и на њихово заједничко природно порекло у овим областима, као и одсуство значајног антропогеног утицаја на њихов садржај. У том случају, употреба овог елемента је врло конструктивна у процени степена обогаћења токсичним елементима, те се препоручује у даљим истраживањима.

Фонске (BG) вредности дефинисане у овој дисертацији су упоредиве са свим вредностима дефинисаним у истраживањима GEMAS пројекта, осим када су у питању садржаји Cr, Ni и Hg. Фонске вредности за Cr и Ni су дупло више због природе геолошког матрикса земљишта Војводине, док су чак десет пута више у случају живе, највероватније због обогаћивања комплексирањем са органском материјом, са једне и геолошког матрикса с друге стране. Због тога, у процени степена контаминације и ризика од загађења токсичним елементима и њиховог порекла увек треба користити локалне и регионалне BG вредности. С обзиром да је садржај Ni, Co, (Cr) у земљишту Србије повишен као последица специфичног геолошког матрикса, поређење добијених вредности увек треба базирати на употреби BG вредности, пре него само на МДК вредностима датим домаћим и страним регулативама. Препоручена је употреба и једних и других вредности, тј. локалног фонског садржаја, као и МДК вредности које су прописане регулативама истовремено. У противном се добија погрешан закључак у процени степена контаминације земљишта посебно елементима чији је фонски садржај значајно контролисан специфичном геологијом.

У истраживањима у оквиру ове докторске дисертације, почевши од земљишта Срема преко земљишта Баната и Бачке, евидентно је да што је мања вредност CIA коефицијента, то је са већим бројем елемената постигнута значајна позитивна корелација. Учени образац може се објаснити на следећи начин: што су компоненте геолошког матрикса претрпеле интензивнију хемијску алтерацију, то је секвенцијалном екстракцијом у

испитиваним узорцима она довршена у мањој мери. При том, минерали глине и хлорити су више подстакнути на додатне трансформације у експерименталним условима. У даљој фази истраживања очекујемо прецизније дефинисање корелације овог коефицијента и резултата секвенцијалне екстракције.

Предложена метода је, уз претходне напомене применљива за процену степена контаминације, ризика и порекла токсичних елемената у земљишту контаминираном саобраћајем, пољопривредним и индустријским активностим. Секвенцијална екстракција може да се користи у геохемијској проспекцији и дефинисању порекла елемената и без тоталног разлагања узорака, а у комбинација са индексом хемијске измене могу се извести значајни закључци о пореклу елемената.

8. ПОГЛАВЉЕ: ЛИТЕРАТУРА

1. Abraham, G. M. S., Parker, R. J., 2008. Assessment of heavy metal enrichment factors and degree of contamination in marine sediments from Tamaki estuary, Auckland, New Zealand. *Environmental Monitoring and Assessment*, 136, 227–238.
2. Abu-Allaban, M., Gillies, J.A., Getler, A.W., Clayton, R., Proffitt, D., 2003. Tailpipe, resuspended road dust, and brake –wear emission factors from on-road vehicles. *Atmospheric Environment* 37, 5283-5293.
3. Acevedo-Figueroa, D., Jimenez, B. D., Rodriguez-Sierra, C. J., 2006. Trace metals in sediments of two estuarine lagoons from Puerto Rico. *Environmental Pollution* 141, 336–342.
4. Adolphi, E.L., 2014. Characterization of weathering effects in Holocene loess and paleosol, Kluane Lake, Yukon, Canada. Bachelor’s thesis, Uppsala University, Canada, p 45.
5. Albanese, S., Segedhi, M., Lima, A., Cicchella, D., Dinelli, E., Valera, P., Falconi, M., Demetriades, A., De Vivo, B., the GEMAS project team, 2015. GEMAS: Cobalt, Cr, Cu, and Ni, distribution in agricultural and grazing land soil of Europe. *Journal of geochemical exploration* 154, 81-93.
6. Almecija, C., Sharma, M., Cobelo-Garcia, A., Santos-Encheandia, J., Caetano, M., 2015. Osmium and Platinum Decoupling in the Environment: Evidences in intertidal sediments (Tagus Estuary, SW Europe). *Environmental Science and Technology* 49, 6545-6553.
7. Alloway, B.J., Jackson, A.P., 1991. The behavior of heavy metals in sewage sludge - amended soils. *The Science of the Total Environment* 100, 151-176.
8. Aloupi, M., Angelidis, M.O., 2001. Geochemistry of natural and anthropogenic metals in the coastal sediments of the island of Lesbos, Aegean sea. *Environmental pollution* 113, 211-219.
9. Anhelache, A.M., Kim, L., Cuciureanu, A., Batrinescu, G., Pascu, F., 2016. Heavy metal contamination of roadside soil near sun highway in Romania. *International Symposium –SIMI2016, The environment and the industry, Proceedings*, 351-358.
10. Armiento, G., Bellatreccia, F., Creminisi, C., Della Ventura, G., Nardi, E., Pacifico, R., 2012. Beryllium natural background concentration and mobility: a reappraisal examining the case of high Be-bearing pyroclastic rocks. *Environmental Monitoring and Assessment*, DOI: 10.1007/s10661-012-2575-3
11. Арсикин, П., Чонградац, Г., 1979. Неметаличне минералне сировине у Војводини. 2. Конференција Неметаличних сировина у СФРЈ, Зборник радова II, стр. 441-464.

12. Ashraf, M.A., Maah, M.J., Yusoff, I., 2012. Chemical speciation and potential mobility of heavy metals in the soil of former Tin mining catchement, The Scientific World Journal, 2012. <http://dx.doi.org/10.1100/2012/125608>
13. Бабич, Д., 2003. Минералогија. Цицero, Београд, Србија
14. Bacon, J.R., Davidson, C.M., 2008. Is there a future for sequential chemical extraction?. *Analyst* 133, 25-46.
15. Baez, P.A., Garcia, M.R., Del Tores, B.M., Padilla, H.G., Belmont, R.D., Amandor, O.M., Villalobos – Piertini, R., 2007. Origin of trace elements and inorganic ions in PM₁₀ aerosols to the S. Mexico city. *Atmospheric Research* 85, 52-63.
16. Banat, K.M., Howary, F.M., Al-Hamad, A.A., 2005. Heavy metals in urban soils of central Jordan: Should be worry about their environmental risks?. *Environmental Research* 97, 258-273.
17. Banu, Z., Crowdhury, M.S.A., Hossain, Md.D., Nakagami, K., 2013. Contamination and ecological risk assessment of heavy metal in the sediment of Turag river, Bangladesh. An index analyses approach. *Journal of Water Resource Protection* 5, 239-248.
18. Bharathi, K., Dwivedi, D., Agarwal, A., and Sharma, M., 2004. Diesel exhaust particulates characterization for heavy metals. *Indian Institute of Technology*, 16, 1–4, https://www.iitk.ac.in/erl/Index_files/PM_Heavy%20Metals_IITK1.pdf).
19. Baran, A., Wiczorek, J., Mazurek, R., Urbanski K., Klimkowicz-Pavlas., A., 2017. Potential ecological risk assessment and predicting zink accumulation in soils. *Environmental Geochemistry and Health*. DOI 10.1007/s10653-017-9924-7
20. Beilicci, E., Beilicci, R., 2012. Current problems and solutions to revitalize the Bega chanel.
21. <http://docplayer.net/118363519-Current-problems-and-solutions-to-revitalize-the-bega-channel.html>.
22. Belić, M.; Nešić, L., Ćirić V., Vasin, J., Milošev, D., Šeremešić, S., 2011. Characteristics and Classification of Gleyic Soils of Banat. *Ratarstvo i Povrtarstvo* 48, 375–382
23. Berza, T., Constantinescu, E., Vlad, S.N., 1998. Upper Cretaceous Magmatic Series and Associated Mineralisation in the Carpathian - Balkan Orogen. *Resource Geology* 48 (4), 291–306.
24. Birke, M., Reimann, C., Rauch, U., Ladenberger, A., Demetriades, A., Jahne-Klingberg, F., Oorts, K., Gosar, M., Dinelli, E., Halamić, J., the GEMAS project team, 2017. GEMAS: Cadmium distribution and its sources in agricultural and grazing land soil of Europe - Original data versus clr - transformed data. *Journal of Geochemical Exploration* 173, 13–30.

25. Bermudez, G. M. A., Moreno, M., Invernizzi, R., Plá, R., Pignata, M. L. 2010. Heavy metal pollution in topsoils near a cement plant: The role of organic matter and distance to the source to predict total and HCl-extracted heavy metal concentrations. *Chemosphere* 78, 375–381.
26. Bogaghpour, S., Biglari, J.N., Ahmadi, S., 2012. A review on the existence of chrome in cement and environmental remedies to control its effects. *International Journal of Geology* 2 (6), 62-67.
27. Богдановић, Д., Убавић, М., Хаџић, В., 1997. Тешки метали у земљишту у: Кастори, Р. Тешки метали у животној средини, 103-143. Фелтон, Нови Сад
28. Bogdanović, D., Ubavić, M., Čuvardić, M., 1999. Effect of fosforous fertilization on Cd and Zn contents in soil and corn plants. *Nutrient Cycling Agroecosystems* 54, 49-56.
29. Bohemen, H.D.V, De Laak, W.H.V., 2003. The influence of road infrastructure and traffic on soil, water and air quality. *Environmental Management* 31 (1), 50-68.
30. Boszke, L, Kowalski, A., Astel A., Baranski, A., Gworek, B., Siepak, J., 2008. Mercury mobility and bioavailability in soil from contaminated area. *Environmental Geology* 55, 1075-1087.
31. Bradford G., Change, A.C., Page A.L., Bakhtar D., Frampton J.A., Wright H., 1996. Background concentrations of trace and major elements in California soils. Kearney foundation special report. https://envisci.ucr.edu/downloads/chang/kearney_special_report_1996.pdf.
32. Бранков, М., Убавић, М., Секулић, П., Васин, Ј., 2006. садржај микроелемената и тешких метала у пољопривредним и непољопривредним земљиштима Баната. Научни институт за ратарство и повртарство, Зборник радова 42, 169-177
33. Cai, J., Cao, Y., Tan, H., Wang, Y., Luo, J., 2011. Fractionation and ecological risk of metals in urban river sediments in Zhongshan city, Pearl river delta. *Journal of Environmental Monitoring* 13, 2450-2456.
34. Cai, L., Xu, Z., Ren, M., Peng P., 2012. Source identification of eight hazardous heavy metals in agricultural soils of Huizhou, Guangdong province, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 78, 2-8.
35. Cai, L., Xu, Z., Bao, P., He, M., Dou, L., Chen, L., Zhou, Y., Zhu Y.G., 2015. Multivariate and geostatistical analyses of the spatial distribution and source of arsenic and heavy metals in the agricultural soils in Shunde, Southeast China. *Journal of Geochemical Exploration* 148, 189-195.
36. Chistoforidis, A., Stamatis, N., 2009. Heavy metal contamination in street dust and roadside soil along the major national road in Kavala 's region, Greece. *Geoderma* 151, 257-263.

37. Chen, X., Xia, X., Zhao, Y., Zhang, P., 2010. Heavy metal concentrations in roadside soils and correlation with urban traffic in Beijing, China. *Journal of Hazardous Materials* 181, 640-646.
38. Çiçek, A., Tokatli, C., Kose, E., 2013. Ecological risk assessment of heavy metals in sediment of Felentstream, Sakarya river basin Turkey. *Pakistan Journal of Zoology* 45 (5), 1335-1341.
39. Councell, T. B., Duckenfield, K. U., Landa, E. R., Callender, E., 2004. Tire-wear particles as a source of zink to the environment. *Environmental Science and Technology* 38, 4206–4214.
40. Цветковић, Ж., 2010. Утврђивање нултог нивоа садржаја тешких метала и других елемената у животној средини и поремећаја природне равнотеже око индустријских објеката на територији Војводине. Годишњи извештај, Геолошки Завод Србије, Београд.
41. Čuvardić, M.S., 2003. Selenium in soils. *Proceedings for Natural Sciences* 104, 23-37. Matica Srpska, Novi Sad
42. Ђалић, Ј, Милошевић, М., Гаудењи, Т., Штрбац, Д., Миливојевић, М., 2012. Панонска низија као морфоструктурна јединица Србије. *Гласник Српског географског друштва* 42 (1), 47-61.
43. Daniel, P., Kovacs, B., Prokish, J., Gyori, Z., 1997. Heavy metal dispersionn detected in soils and plants alongside roads in Hungary. *Chemical Speciation and Bioavailability* 9 (3), 88-93
44. Dauda, M.S., Odoh, R., 2012. Heavy metals assessment of soil in the vicinity of fuel filling station in some selected local government areas of Benue state, Nigeria. *Pelagia research library, Der Chemica Sinica* 3 (5), 1329-1336.
45. Dheebea, B., Sampathkumar, P., 2012. Evaluation of heavy metal contamination in surface soil around industrial area. Tamil Nadu, India. *International Journal of ChemTech Research* 4(3), 1229-1240.
46. De Miguel, E., Lamas, J., Chacon, E., Berg, T., Larssen, S., Royset, O., Vadset, M., 1997. Origin and patterns of distribution of trace elements in street dust: unleaded petrol and urban lead. *Atmospheric Environment* 31 (17), 2733-2740.
47. De Silva, S., Ball, A.S., Huynh, T., Reichman, S.M., 2016. Metal accumultion in roadside soil in Melbourne, Australia: Effect of road age, traffic density and vehicular speed. *Environmental Pollution* 208, 102-109.
48. Димитријевић, Н., 1988. Хидрохемија. Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Београд, Србија.

49. Dimitrijević, M.D., 1997. *Geology of Yugoslavia*. Geological Institute GEMINI, Belgrade Serbia.
50. Дозет, Д., Нешић, Љ., Белић, М., Богдановић, Д., Нинков, Ј., Зеремски, Т., 2011. Порекло и садржај никла у алувијално-делувијалним земљиштима Срема. Ратарство и повртарство, 48, 369-374.
51. Dung, T. T. T., Carpuyns, V., Swennen, R., Phung, N. K., 2013. From geochemical background determination to pollution assessment of heavy metals in sediments and soils. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology* 12, 335–353.
52. Ђокић, Б., Јовановић, Д., 2017. Основна Геохемијска карта Србије 1 : 2 000 000: Геохемијски атлас земљишта Републике Србије-Војводина. Годишњи извештај, Геолошки Завод Србије, Београд.
53. EuroGeoSurveys Geochemistry Working Group (2008). EuroGeoSurveys geochemical mapping of agricultural and grazing land soil of Europe (GEMAS) - field manual. (http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2008/2008_038.pdf).
54. Fabian, C., Reimann, C., Fabian, K., Birke, M., Baritz, R., Haslinger, E., the GEMAS project team, 2014. GEMAS: Spatial distribution of the pH of European agricultural and grazing soil. *Applied Geochemistry* 48, 207-216.
55. Farzadkia, M., Gholami, M., Abouee, E., Asadgol, Z., Sadeghi, S., Arfaeinia, H., Noradini, M. 2016. The Impact of Exited Pollutants of Cement Plant on the Soil and Leaves of Trees Species: A Case Study in Golestan Province. <http://dx.doi.org/10.4236/oje.2016.67038>.
56. Garsia - Ordinales, E., Covelli, S., Esbri J.M., Loreda, J., Higuera, P.L., 2016. Sequential extractions procedure as tool to investigate PTHE geochemistry and potential geoavailability of dam sediments (Almaden mining district, Spain). *Catena* 147, 394-403.
57. Garsia, R., Millan, E., 1994. Heavy metal contents from road soils in Guipuzcoa (Spain). *The Science of the Total Environment* 146/147, 157-161.
58. Ghariani, R.A., Gržetić, I., Nikolić, S., 2009. Distribution and availability of potentially toxic metals in soil in central area of Belgrade (Serbia). *Environmental Chemical Letters* 8, 261- 269.
59. Ghorbani, H., Aghababaei, A., Mirkarimi, H.R., 2013. The evaluation of industrial cement production plant on the environmental pollution using magnetic susceptibility technique. *Agricultural Sciences* 4 (12), 792-799.
60. Gitet, H., Subramanian, P.A., Minilu, D., Kiros, T., Hilawe, M., Gebremedhin, G., Taye, K, 2013. Speciation to chromium in soils near Sheeba leather industry, Wukro Ethiopia. *Talanta* 116, 626-629.

61. Giuseppe, D.D., Antisari, L.V., Ferronato, C., Bianchini, G., 2014. New insights on mobility and bioavailability of heavy metals in soils of the Padanian alluvial plain (Ferrara Province, northern Italy). *Chemie der Erde* 74, 615-623.
62. Goldberg, S., Forster, H. S., Godfre C. L., 1996. Molybdenum adsorption on oxides, clay minerals, and soils. *Soil Science Society of America Journal* 60 (2), 425-432.
63. Government of Western Australia, 2010. Assessment level for soil sediment and water, Department of Environment and Conservation.
64. Grace, B., Bouamar, B., Hassan, E.H., Mariem, L., 2019. Assessment of metal trace element contamination of surface soils by road traffic. *International Journal of Civil Engineering and Technology* 10, 1462-1477
65. Грба, Н., 2014. Геохемијска карактеризација седимената из палеослане средине лопарског басена (Босна и Херцеговина). Докторска дисертација, Хемијски факултет Универзитета у Београду, Београд, Србија.
66. Grba, N., Neubauer F., Šajnović, A., Stojanović, K., Jovančićević, B., 2015. Heavy metals in Neogen sedimentary rocks as a potential geogenic hazard for sediments, soil, and surface and groundwater contamination (eastern Posavina and Lopare Basin, Bosnia and Herzegovina). *Journal of Chemical Society* 80 (6), 827-838
67. Grygar, M.T., Popelka, J., 2016. Revisiting geochemical methods of distinguishing natural concentrations and pollution by risk elements in fluvial sediments. *Journal of Geochemical Exploration* 170, 39-57. Traffic (Rabat –Sale highway-Marocco). *International Journal of Civil Engineering and Technology* 10, 1462-1477.
68. Гржетић И., 2008. <http://helix.chem.bg.ac.rs/~grzetic>
69. Gržetić, I., Ghariani, R.H.A., 2008. Potential health risk assessment for soil heavy metal contamination in the central zone of Belgrade (Serbia). *Journal of Serbian Chemical Society* 73 (8–9), 923–934
70. Gustafsson, J.P., Persson, I., Oromieh, A. G., Van Schaik J.W.J, Sjöstedt, C., Berggren Kleja, D., 2014. Chromium (III) complexation to natural organic matter: 6 mechanisms and modeling. *Environmental Science and Technology* 48, 1753-1761 <http://dx.doi.org/10.1021/es404557e>
71. Han, F.X., Banin, A., Kingery, W.L., Triplett, G.B., 2001. Redistribution of heavy metals in arid zone soils under wetting-drying cycle soil moisture regime. *Soil Science* 166 (1), 18-28.
72. Harmanescu, M., Alda, L.M., Bordean D.M., Gogoasa, I, Gergen, I., 2011. Heavy metals health risk assessment for population via consumption of vegetables grown in old mining area; a case study: Banat county, Romania. *Chemistry Central Journal*. DOI: 10.1186/1752-153X-5-64

73. Hawkes, H.E., Web, J.S., 1962. *Geochemistry in mineral exploration*. Harper and row publishers, New York and Evanson
74. Hedberg, E., Gidhagen, L., Johansson, C., 2005. Source contribution to PM10 and Arsenic concentration in Central Chile using positive matrix factorization. *Atmospheric Environment* 39 (3), 549–561.
75. Hjortenkrans, D.T.S., Bergback, BO.G., Haggerud, A.V., 2007. Metal emissions from brake linings and tires: case studies of Stockholm, Sweden 1995/1998 and 2005. *Environmental Sciences and Tecnology* 41, 5224-5230.
76. Hlavay, J., Prohasha, T., Weisz, M., Wenzel, W.W., Stingeder, G.J., 2004. Determination of trace elements bound to soils and sediment fractions. *Pure and Applied Chemistry* 76 (2), 415-442
77. Hooda, P., 2010. Trace elements in soils. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781444319477>
78. Horváth, F., Cloetingh, S.A., 1996. Stress-induced late-stage subsidence anomalies in the Pannonian basin. *Tectonophysics* 266 (1-4), 287-300.
79. Huang, S.W., Jin J.Y., 2008. Status of heavy metals in agricultural soils as affected by different patterns of land use. *Environmental Monitoring and Assessment* 139, 317-327.
80. Huang W.T., 1967. *Petrology*. Mc Graw-Hill book Co, New York
81. Ivanišević, D., Malvić, T., 2016. Distribution of potentially toxic metals (As, Cu, Hg, Pb and Zn) in the topsoils of Pannonian Basin System and associated parts of the surrounding orogens. *Journal of maps*, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17445647.2015.1101624>
82. Иванковић, Н., 2009. Садржај тешких метала у земљишту града Београда, Магистарска дисертација. Факултет за Физичку хемију, Универзитета у Београду
83. Isen, H., Altundag, H., Keskin, C.S., 2013. Determination of heavy metal contamination in roadside surface soil by sequential extraction. *Polish Journal of Environmental Study* 22, 1381-1385.
84. Јакшић, С., Секуловић, П., Васин, Ј., 2012. Садржај тешких метала у оглејеном чернозему сремске лесне терасе под усевом луцерке. *Ратарство и повртарство*, 49 (2), 189-194.
85. Janković, S., 1987. Mineral deposits of the Tethyan-Eurasian metallogenic belt between the Alps and the Pamirs. – IGCP Project 169, Faculty for mining and geology, Belgrade.

86. Jovanović, D., Jakovljević, B., Rašić, Z., Milutinović, S., Paunović K., Peković, G., Knezević, T., 2011. Arsenic occurrence in drinking water supply systems in ten municipalities in Vojvodina Region, Serbia. *Environmental Research* 111, 315–318.
87. Kabata Pendias, A., 2011. Trace elements in soils and plants. CRC press, Taylor and Francis Group, New York
88. Каленић, М., Филиповић, И, Мирковић, Б., Долић Д., Ракић, М., Гајић, Р., 2013. Геолошка карта Србије, Геолошки завод, Београд, Србија
89. Кастори, Р., 1997. Тешки метали у животној средини, 103-143. Фелтон, Нови Сад
90. Karim, Z., Qureshi, B.A., Mumtaz, M., Qureshi, S., 2014. Heavy metal content in urban soils as an indicator of anthropogenic and natural influences on landscape of Karachi – A multivariate spatio-temporal analysis. *Ecological Indicators* 42, 20-31.
91. Kashem, M.D.A., Singh, B.R., 1999. Heavy metal contamination of soil and vegetation in the vicinity of industries in Bangladesh. *Water, Air and Soil Pollution* 115, 347-361.
92. Khalid, S., Shahid, M., Niazi, N.K., Murtaza, B., Bibi, I., Dumat, C., 2017. A comparison of technologies for remediation of heavy metal contaminated soils. *Journal of Geochemical Exploration* 181, 247-268.
93. Khandali, Z., V., Jalali, M., 2008. Concentrations and chemical speciation of five heavy metals (Zn, Cd, Ni, Cu, and Pb) in selected agricultural calcareous soils of Hamadan Province, western Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science* 54, 19-32.
94. Kiercak, J., Pedziwiatr, A., Waroszewski, J., Modelska, M., 2016. Mobility of Ni, Cr, and Co in serpentinite soils derived on various ultrabasic bedrock under temperature climate. *Geoderma* 268, 78-91.
95. Kluge, B., Wessolek, G., 2012. Heavy metal pattern and solute concentration in soils, along the oldest highway of the world-the AVUS autobahn. *Environmental Monitoring and Assessment* 184, 6469-6481.
96. Kowalska, J.B., Mazurek, R., Gasiorek, M., Zaleski, T., 2018. Pollution indices as useful tools for the comprehensive evaluation of the degree of soil contamination- A review. *Environmental Geochemistry and Health*, DOI: <https://doi.org/10.007/s10653-018-0106-z>
97. Konta, J., 1973. Quantitative system of residual, rocks, sediments and vulcanoclastic deposits. University Karlova, Prague
98. Krishna, A.K., Govil, P.K., 2007. Soil contamination due to heavy metals from an industrial area of Surat, Gujarat, Western India. *Environmental Monitoring and Assessment* 124, 263-275.
99. Крунић, Р., 2019. Основна металогенетска истраживања ултрабазита Србије у 2019. Годишњи извештај, Геолошки Завод Србије, Београд.

100. Lacatsu, R., Lacatsu, A.R., 2008. Vegetable and fruits quality within heavy metals polluted areas in Romania. *Carpathian Journal of Earth Sciences* 3 (2), 115-129.
101. Ladenberger, A., Reimann, C., Scanlon, R., De Vivo, B., Falconi, M., the GEMAS project team, 2016. GEMAS: Mapping zinc deficiency in agricultural and grazing land soil in Europe. 3th International symposium on environmental and health and ISEG, nuigalway.ie/iseh2016/download/ISEH%202016%20ISEG%202016%20Book%20of%20Abstracts.pdf
102. Larsen, R.B., 2002. The distribution of rare elements in K-feldspars as an indicator of petrogenic processes in granitic pegmatites: examples from two pegmatite fields in southern Norway. *The Canadian Mineralogist* 40, 137-151.
103. Лазић, Б., Петровић, Б., 2009. Екологија у текстилу. Висока текстилна струковна школа, Београд, Србија.
104. Li, X., Feng, L., 2012. Multivariate and geostatistical analyses of metals in urban soil of Weinan industrial areas, Northwest of China. *Atmospheric Environment* 47, 58-65.
105. Lee, P.K., Touray J.C., 1998. Characteristics of polluted artificial soil located along a motorway and effect of acidification on the leaching behaviour of heavy metals (Pb, Zn, Cd). *Water research* 32 (11), 3425-3435.
106. Lee, P.K., Touray J.C., Baillif, P., Iderfonse, J.P., 1997. Heavy metal contamination of settling particles in a retention pond along the A-71 motorway in Sologne, France. *The Science of the Total Environment* 201, 1-15.
107. Lee, P.K., Yu, Y.H., Yun, S.T., Mayer, B., 2005. Metal contamination and solid phase partitioning of metals in urban roadside sediments. *Chemosphere* 60, 672-689.
108. Leleyter, L., Rousseau, C., Biree, L., Baraud, F., 2012. Comparison of EDTA, HCl and sequential extraction procedures, for selected metals (Cu, Mn, Pb, Zn) in soils, riverine and marine sediments. *Journal of Geochemical Exploration* 116-117, 51-59.
109. Loska, K., Wiechula, D., Korus, I., 2004. Metal contamination of farming soils affected by industry. *Environmental International* 30, 159-165.
110. Lu, Y., Zhu, F., Chen, J., Gan, H., Guo, Y., 2007. Chemical fractionation of heavy metals in urban soils of Guangzhou, China. *Environmental Monitoring and Assessment* 134, 429-439.
111. Lucas, C., 2001. The Baia Mare and Baia Borsa Accidents: Cases of severe transboundary water pollution. *Environmental Policy and Law*, 31 (2)

112. Mahanta, M.J., Bhattacharyya, K.G., 2011. Total concentration, fractionation, mobility of heavy metals in soils of urban area of Guwahanti, India. *Environmental Monitoring and Assessment* 173, 221–240.
113. Максимовић, Л., Милошевић, Н., Нешић, Љ. Зеремски, Т., Васин, Ј., Нинков, Ј., 2012. Загађеност земљишта Јужнобачког округа опасним и штетним материјама, Ратарство и повртарство 49 (2), 220-228.
114. Malick, B.M.L., Ishiga, H., 2016. Geochemical classification and determination of maturity source weathering in beach sands of eastern San in coast, Tango Peninsula and Wakasa Bay, Japan. *Earth Science Research* 5 (1), 44-56.
115. Mandal, A., Voutchkov, M., 2011. Heavy metals in soils around the cement factory in Rockfort, Kingston, Jamaica. *International Journal of Geosciences* 2, 48-54.
116. Mann, A. W., Birrell, R. D., Mann, A. T. Humphreys, D. B.; Perdrix, J. L., 1998. Application of the Mobile Metal Ion Technique to Routine Geochemical Exploration. *Journal of Geochemical Exploration* 61, 87–102.
117. Mann, A., Reiman, C., de Caritat, P., Turner, N., Birke, N., the GEMAS Project Team, 2015. Mobile Metal Ion Analysis of European Agricultural Soils: Bioavailability, Weathering, Geogenic Patterns and Anthropogenic Anomalies. *Geochemical Exploration Environmental Analysis* 15, 99, DOI:10.1144/Geochem 2014-279.
118. Manojlović, M., Singh., R.R., 2012. Trace elements in soils and food chains of Balkan region. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soils and Plant Science* 62, 673-695
119. Марковић, Б.С., Јовановић, М., Мијовић, Д., Бокхорст, М., Vandenberghe, J., Oches, E., Hambach, U., Zoeller, L., Gaudenyi, T., Ковачев, Н., Богдановић, З., Савић, С., Милојковић, Н., Бојанић, Д., 2005. Тителски брег - геопарк. 2. Научни скуп о геонаслеђу Србије, Посебно издање Завода за заштиту природе Србије 20, 177-184, Београд.
120. Marović, M., Toljić, M., Rundić, Lj., Milivojević, J. 2007. Nealpine tectonics of Serbia. Monography – Serbian Geological Society, Belgrade. <https://drive.google.com/file/d/0B871mEcVWQFrOGhtdnNjeEZYt2s/view>
121. Marović, M., Djoković, I., Pešić, L., Radovanović, S., Toljić, M., Gerzina N., 2002. Neotectonics and seismicity of the southern margin of the Pannonian Basin in Serbia. In: Cloething ,L., Horvath, F., Bada, G., Lankreijer A.C. (Eds.): Neotectonics and surface processes: the Pannonian Basin and Alpine/Carpathian system. EGU Stephan Mueller, Special Publications. Series. 3, 277-295.
122. Matenco, L.C., Radivojević, D., 2012. On the formation and evolution of the Pannonian Basin: Constraints derived from the structure of the junction area between the Carpathians and Dinarides. *Tectonics* 31, TC 6007.

<https://doi.org/10.1029/2012TC003206>

123. Matthai, C., Birch, G., 2001. Detection of anthropogenic Cu, Pb, and Zn in continental shelf sediments off Sydney, Australia—a new approach using normalization with cobalt. *Marine Pollution Bulletin* 42 (11), 1055–1063.
124. Maura de Miranda, R., Andrade de Fatima, M., Fornaro, A., Astolfo, R., Afonso de Andre, P., Saldiva, P., 2012. Urban air pollution: a representative survey of PM 2.5 mass concentrations in six Brazilian cities. *Air Quality Atmosphere and Health* 5, 63–77.
125. Mico, C., Peris, M., Sanchez, J., Recatala, L., 2016. Heavy metal content of agricultural soils in Mediterranean semiarid area: the Segura river valley (Alicante, Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research* 4 (4), 363-372.
126. Менковић, Љ, Кошћал, М., Мијатовић, М., Ковачевић, М. 2015. Геоморфолошка карта Републике Србије 1:300 000. Геолошки завод Србије, Београд.
127. Merten, S., 2011. Thermo-tectonic evolution of a convergent orogen with low-topographic build-up: exhumation and kinematic patterns in the Romanian Carpathians derived from thermochronology. Faculty of Earth and Life Sciences, VU University Amsterdam, Amsterdam.
128. Михаљев, Ж., Живков - Балош М., Павков, С., Стојановић, Д., 2008. Садржај токсичних елемената у узорцима луцерке са подручја Војводине. *Савремена пољопривреда* 57 (3-4), 35-38
129. Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 2000. Dutch target and intervention.
130. Mohr, R., 2016. Alteration of sediments in a Ravine during storage and transport, https://gustavus.edu/geology/concertFiles/media/Rachel_Mohr_Thesis.pdf
131. Moldoveanu, M.M., 2014. Assessment of soil pollution with heavy metals in Romania. Environmental risk assessment of soil contamination, <https://www.intechopen.com/books/environmental-risk-assessment-of-soil-contamination/assessment-of-soil-pollution-with-heavy-metals-in-romania>
132. Montagne, D., Cornu, S., Bourennane H., 2007. Effect agricultural practices on trace element distribution in soil. *Communications in Soils Science and Plant Analysis* 38, 473-491.
133. Mrvić, V.; Saljnikov, E.; Jaramaz, D., 2016. WRB Classification system and relationship with soil classification of Serbia. *Soil and Plant* 65, 1–7, http://www.sdpz.rs/images/casopis/2016/ZIB_vol65_no2_2016_pp1-7.pdf. (29.05. 2018).

134. Myrvang, M.B, Gjengedal, E., Heim, M., Krogstad, T., Almas, A.R., 2016. Geochemistry of barium in soils supplied with carbonatite rock powder and barium uptake to plants. *Applied Geochemistry* 75, 1-8.
135. Nable, R.O., Banuelos, G.S., Paulli, G.J., 1997. Boron toxicity. *Plant and soil* 193, 181-198.
136. Nagajyoti, P. C., Lee, K. D., Sreekanth, T. V. M., 2010. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. *Environmental Chemical Letters* 8, 199–216.
137. Naveedullah, Hashmi, M.Z., Yu, C., Shen, H., Duan, D., Shen, C., Lou L., Chen Y., 2013. Risk assessment of heavy metals pollution an agricultural soils of siling reservoir watershed in Zhejiang Province, China. *BioMed Research International*, Hindawi Publishing corporation. <https://doi.org/10.1155/2013/590306>.
138. Ngole, V.M., 2011. Using soil heavy metals enrichment and mobility factors to determine potential aptake by vegetables. *Plant, Soil, Environment*, 57 (1), 75-80.
139. Neiva, A.M.R., 1995. Distribution of trace elements in feldspars of granitic aplites and pegmatites from Alijó-Sanfins, northern Portugal. *Mineralogical Magazine* 59, 35–45.
140. Hejgebaуer, B. 1952. Чиниоци стварања земљишта у Војводини. Збоник Матице српске за природне науке 2, 63-134.
141. Nelson, P.F., Shah, P., Stezov, V., Halliburton, B., Carras, J.N., 2010. Environmental impacts of coal combustion: A risk approach to assessment of emissions. *Fuel* 89, 810-816.
142. Nelson, S.A., 2014. Weathering and clay minerals. Tulane University. <http://www.tulane.edu/~sanelson/eens211/weathering&clayminerals.htm>
143. Ненадовић, С., 2010. Геопросторни фактори дисперзије и промене загађујућих материја у земљишту. Докторска дисертација, Географски факултет Универзитета у Београду.
144. Nenadić, D., Bogićević, K., Lazarević, Z., Milivojević, J. 2010. Lower and Middle Pleistocene sediments of Eastern Srem (northern Serbia): paleogeographical reconstruction. *Bulletin of the Natural History Museum* 3, 7-25.
145. Нинков, Ј., Зеремски-Шкорић, Т., Секулић П., Васин, Ј., Милић, С., Папрић, Ђ., 2010. Тешки метали у земљиштима винограда Војводине. *Ратарство и повртарство* 47 (1), 273-279.
146. Нинков, Ј., Милић, С, Васин., Ј, Кицошев, В., Секулић, П, Зеремски, Т., Максимовић, Л., 2012. Тешки метали у земљишту и седименту потенцијалне локалне еколошке мреже Средњег Баната. *Ратарство и повртарство* 49, 17-23

147. Ninkov, J., Marković, S., Banjac, D., Vasin, J., Milić, S., Banjac, B., Mihajlović, A., 2017. Mercury content in agricultural soils (Vojvodina Province, Serbia). *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (12), DOI: 10.1007/s11356-016-7897-1
148. Noll, M.R., Almeter, K., Pope, G.G., 2014. Distribution of lead in an urban soil: a case study and implications for potential remedial options. *Procedia Earth and Planetary Science* 10, 353-357.
149. Службени Гласник Р Србије 1994., бр. 23
150. Службени Гласник Р Србије 2010., бр. 88
151. Okonkwo, J.O., 2007. Arsenic status and distribution in soils at disused cattle dip in South Africa. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 79, 380-383.
152. Орешковић, З., Гашић, С., 2005. Бордовска чорба - упоредна испитивања карактеристика различитих формулација. *Пестициди и фитомедицина* 20, 255-259.
153. Otero, N., Vitoria, L., Soler, A., Canals, A., 2005. Fertilizer characterisation: Major, trace and rare earth elements. *Applied Geochemistry* 20, 1473-1488.
154. Ottesen, R.T., Birke, M., Finne, T.E., Gosar, M., Locutura J., Reimann, C., Tarvainen, T., GEMAS project team. Mercury in European agricultural and grazing soils. *Applied Geochemistry* 33, 1-12
155. Oze, C.J., La Force, M.J., Wentworth C.M, Hanson, R.T., Bird D.K., Coleman R.G, 2003. Chromium geochemistry of serpentinous sediment in the Willow core, Santa Clara County, CA.U.S. Geological Survey.<https://www.researchgate.net/publication/268253095>
156. Pagotto, C., Remy, N., Legret, M., Cloirec P.L., 2001. Heavy metal pollution of road dust and road side soil near a major rural highway. *Environmental Technology* 22 (3), 307-319.
157. Panagopoulos, I., Karayannis, A., Kollias, K., Xenidis, A., Papassiopi, N., 2015. Investigations of potential soil contamination with Cr and Ni in four metal finishing facilities at Asopos industrial area. *Journal of Hazardous Materials* 281, 20-25.
158. Pedziwiatr, A., Kiertzak, J., Waroszewski, J., Ratie, G., Quantin, C., Ponzevera, E., 2018. Rock –type control of Ni, Cr, and Co phytoavailability in ultramafic soils. *Plant and Soils* 423, 339-362
159. Perunović, T., Stojanović, K., Kašanin-Grubin, M., Šajnović, A., Simić, V., Jovančičević B., 2015. Geochemical investigation as a tool in the determination of the potential hazard for soil contamination (Kremna Basin). *Journal of Chemical Society*, 80 (8) 1087–1099

160. Petrik, A., Thiombane, M., Lima, A., Albanese, S., Buscher, T. J., De Vivo., B., 2018. Soil contamination compositional index: a new approach to quantify contamination demonstrated by assessing compositional source patterns of potentially toxic elements in the Campania Region. *Applied Geochemistry* 96, 264-276
161. Petrović, D., Todorović, M., Manojlović, D., Krsmanović, V., 2009. Speciation of trace elements in the accumulation Bogovina on the Crni Timok River. *Polish Journal of Environmental Study* 18 (5), 873-884.
162. Pinto, C.M.M.S., Ferreira de Silva, E., Silva, M.M.V.G., Melo - Gonçalves, P. 2015. Heavy metals of Santiago Island (Cape Verde) top soils: Estimated background values and environmental risk assessment. *Journal of African Earth Sciences* 101, 165-176.
163. Pivić, R.N., Stanojković-Sebić A. B., Jošić, D.Lj, 2013. Assessment of soil and plant contamination by select heavy metals along a major European highway. *Polish Journal of Environmental Study* 22 (5), 1465-1472.
164. Pivić, R.N., Stanojković-Sebić A. B., Jošić, D.Lj, Dinić, Z., 2014. Evaluation of the heavy metals content in soil and plant material at different distances from the motorway E75 in the section Belgrade-Preševo (Serbia). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 20 (2), 330-336.
165. Polendilok., J, Buhl, P., 2003. Speciation of Vanadium in soil. *Talanta* 59, 1-8.
166. Поповић, Ж., 1989. Агрохемија. Пољопривредни факултет Универзитета у Београду. Београд, Србија
167. Popović, A., Đorđević, D., Polić, P., 2001. Trace and major element pollution origination from coal ash suspension and transport processes. *Environmental International* 26, 251-255.
168. Popović V., Djukić V., Dozet G., 2008. Distribution and accumulation of Pb in soils and wheat, 2nd joint PSU-UNS International conference in bioscience: food, agriculture, environment. *Proceedings*, 292-296, Novi Sad.
169. Popović, V., Mladenović, D., Dozet, G., Đukić, V., Jakšić, S., Grahovac, N., 2011. Influence of nickel in soil. *Agrar es Vidékfejlesztési Szemle, Conference „Tradition, innovation, sustainability“*, Hodmezovasarhely, *Proceedings*, 6 (19), 460-463
170. Poznanović, M., Đakonović, M., Spahić, D., 2015. Analysis of water quality after flood in the area of Jaša Tomić (Vojvodina, Serbia), *International conference on new water culture of south east European countries. Book of abstracts*, 56
171. Протић, М., Обрадовић, Ј. Живковић, Ј. 1976. Састав и порекло квартарних седимената реке Саве у широј околини Београда. *Зборник радова II скупа седиментолога Југославије*. 19-31.

172. Pueyo, M., Sastre, J., Hernandez, E., Vidal, M., Lopez-Sanchez, J.F., Rauret G., 2003. Prediction of trace element mobility in contaminated soil by sequential extraction. *Journal of Environmental Quality* 32, 2054-2066.
173. Ra, K., Kim, J.K., Hong, S.H., Yim, U.H., Shim, W.J., Lee, S.Y., Kim, Y.K., Lim, J., Kim, E.S., Kim, K.T., 2014. Assessment of pollution and ecological risk of heavy metals in the surface sediments of Ulsan Bay, Korea. *Ocean Science Journal* 49 (3), 279-289.
174. Рајић, Љ., 2010. Унапређење електрокинетичке ремедијације седимената загађеног тешким металима, докторска дисертација, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, <http://doiserbia.nb.rs/phd/fulltext/NS20101028RAJIC.pdf>.
175. Ракић, М., 2013. Квартарни седименти. У: Каленић, М., Филиповић, И, Мирковић, Б., Долић Д., Ракић, М., Гајић, Р., 2013. Геолошка карта Србије, 1:300 000. Геолошки завод, Београд, Србија.
176. Reimann, C., Garrett, R.G., 2005. Geochemical background- concept and reality. *Science of the Total Environment* 350, 12-27.
177. Reimann C, de Caritat P., 2005. Distinguishing between natural and anthropogenic sources for elements in the environment: regional geochemical surveys versus enrichment factors. *Science of the Total Environment* 337(1-3), 91-107.
178. Reimann, C., Flem, B., Fabian, K., Birke, M., Ladenberger, A., Negrel, P., Demetriades, A., Hoogewerff, J., the GEMAS project team, 2012. Lead and lead isotopes in agricultural soils of Europe - The continental perspective. *Applied Geochemistry* 27, 532-542.
179. Reimann, C., Fabian, K., Birke, M., Filzmoser, P., Demetriades, A., Negrel, P., Oorts, K., Matschullat, J., De Caritat, P, the GEMAS project team, 2018. GEMAS: Establishing geochemical background and treshold for 53 chemical elements in European agricultural soil. *Applied geochemistry* 88, 302-318.
180. Relić, D., Đorđević, D., Popović, A., Blagojević, T., 2005. Speciation of trace metals in the Danube alluvial sediment within an oil refinery. *Environmental International* 31, 661-669.
181. Renneberg, A. J., Dudas, M. J., 2001. Transformations of elemental mercury to inorganic and organic forms in mercury and hydrocarbon co-contaminated soils. *Chemosphere* 45, 1103–1109.
182. Rodrigues Martin, J.A., Lopez Arias, M., Grau Corbi, J.M., 2006. Heavy metals content in agricultural topsoils in the Ebro basin (Spain). Application of the multivariate geoestatistical methods to study spatial variations. *Environmental Pollution* 144, 1001-1012.

183. Rodriguez, L., Ruiz, E., Alonso-Azkarate, J., Rincon, J., 2009. Heavy metal distribution and chemical speciation in tailings and soils around a Pb-Zn mine in Spain. *Journal of Environmental Management* 90, 1106-1116.
184. Rosu, E., Udubasa, G., Pécskay, Z., Panaiotu, C.E., 2004. Timing of Miocene–Quaternary Magmatism and Metallogeny in the South Apuseni Mountains, Romania. - Special Issue, 4th National Symposium on Economic Geology “Gold in Metaliferi Mountains” Alba Iulia, Romania, Plenary Lectures. *Romanian Journal of Mineral Deposits* 81, 33–38.
185. Rubio, B., Nombela, M. A., Vilas, F., 2000. Geochemistry of major and trace elements in sediments of the ria de Vigo (NW Spain): An assessment of metal pollution. *Marine Pollution*
186. *Bulletin* 40 (11), 968–980.
187. Ryan, P.C., Hillier, S., Wall, A.J., 2008. Stepwise effects of the BCR sequential chemical extraction procedure on dissolution and metal release from common ferromagnesian clay minerals: A combined solution chemistry and X ray power diffraction study. *Science of the Total Environment* 407, 603-614.
188. Saaltink, R., Griffioen, J., Mol, G., Birke, M., the GEMAS project team, 2014. Geogenic and agricultural controls on the geochemical composition of European agricultural soils. *Journal of Soils and Sediments*, DOI: 10.1007/s11368-013-0779-y
189. Saeedi, M., Hosseinzadeh, M., Jamshidi, A., Pajooheshfar, S.P., 2009. Assessment of heavy metals contamination and leaching characteristics in highway side soils, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment* 151, 231-241.
190. Sakan, S., Gržetic, I., Đorđević, D., 2007. Distribution and fractionation of heavy metals in the Tisa river sediments. *Environmental Science and Pollution Research*, 14 (4), 229-237.
191. Sakan, S., Đorđević, S., Manojlović, D., Polić, P., 2009. Assessment of heavy metal pollutants accumulation in the Tisza river sediments. *Journal of Environmental Management* 90, 3382-3390.
192. Sakan, S., Đorđević, D., Manojlović, D., 2010. Trace elements tracers of environmental pollution in the canal sediments (alluvial formation of the Danube river, Serbia). *Environmental Monitoring Assessment* 167, 219–233.
193. Сакан С., 2010. Нови приступи у коришћењу микроелемената као трасера за идентификацију и диференцијацију антропогеног утицаја и природног фона у седиментима, докторска дисертација, Хемијски факултет Универзитета у Београду, <http://doiserbia.nb.rs/phd/fulltext/BG20100608SAKAN.pdf>
194. Sakan, S., Djordjević, S.D., Trifunović, S.S., 2011. Geochemical and statistical methods in the evaluation of trace elements contamination: an application on canal sediments. *Polish Journal of Environmental Study* 20 (1), 187-199.

195. Sakan, S, Dević, G., Relić D., Anđelković I., Sakan N., Đorđević D., 2015a. Risk assessment of trace element contamination in river sediments in Serbia using pollution indices and statistical methods: a pilot study. *Environmental Earth Sciences* 73, 6625-6638.
196. Sakan, S., Sakan, N., Đorđević, D., 2015b. Evaluation of the possibility of using normalization with cobalt in detection of anthropogenic heavy metals in sediments. In: Taylor, J. C. (Ed.), *Advances in chemistry research*, 167–183. New York: Nova Science Publishers.
197. Sakan, S., Popović, A., Anđelković, I., Đorđević, D., 2016. Aquatic sediments pollution estimate using the metal fractionation secondary phase enrichment factor calculation and used statistical methods. *Environmental Geochemistry and Health* 38, 855-867.
198. Sakan, S., Sakan N., Anđelković, I., Trifunović, S., Đorđević D., 2017. Study of potential harmful elements (arsenic, mercury, and selenium) in surface sediments from Serbian rivers and artificial lakes. *Journal of Geochemical Exploration* 180, 24-34.
199. Sakan, S., Sakan, N., Škrivanj, S., Đorđević, D., 2019. Geochemical fractionation and assessment of probabilistic ecological risk of potential toxic elements in sediments using Monte Carlo simulations. *Molecules* 24 (11), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6600445/>
200. Sanches, D.M., Quejido, A.J., Fernandez, M., Hernandez C., Schmid, T., Millan, R. Gonzales, M., Aldea, M., Martin, R., Morante, R., 2005. Mercury and trace element fractionation in Almaden soils by application of different sequential extraction procedures. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 381, 1507-1513.
201. Sarkar, A., Rano, R., Udaybhanu, G., Basu, A.K., 2006. A comprehensive characterization of fly ash from thermal power plant in Eastern India. *Fuel Processing Technology* 87, 259-277.
202. Sekaran, G., Shanmugasundaram, K.A., Mariappan, M., 1998. Characterization and utilization of buffing dust generated by the leather industry. *Journal of Hazardous Materials* 63 (1), 53-68.
203. Shah, P., Stezov, V., Prince, K., Nelson, P.T., 2008. Speciation of As, Cr, Se and Hg under coal fired power station conditions. *Fuel* 87, 1859-1869.
204. Shomar, B.H., Müller, G., Yahya, A., 2005. Geochemical features of topsoil in Gaza Strip: natural occurrence and anthropogenic inputs. *Environmental Research* 98, 375-382.
205. Silveira, M.L., Alleoni, L.R.F., O' Connor, G.A., Chang, A.C., 2006. Heavy metal sequential extraction methods-a modification for tropical soils. *Chemosphere* 64, 1929-1938.

206. Singh, A.K., Hasnain, S.J., Banerjee, D.K., 1999. Grain size and geochemical partitioning of heavy metals in sediments of the Damodar river- a tributary of lower Ganga, India. *Environmental Geology* 39, 90-98.
207. Slezakova, K., Pereira, M.C., Reis, M.A., 2007. Influence of traffic emissions on the composition of atmospheric particles of different sizes – Part 1: concentrations and elemental characterization. *Journal of Atmospheric Chemistry* 58, 55–68.
208. Smolders., E., Degryse F., 2002. Fate and effect of zink from tire debris in soil. *Environmental Science of Technology* 36, 3706-3710.
209. Sofilić, T., Bertić, B., Šimunić-Meznarić, V., Brnardić, I. 2013. Soil pollution as the results of temporary steel scrap storage at the melt shop. *Ecologica Balkanica* 5, 21-30. http://web.uniplovdiv.bg/mollov/EB/2013_vol5_iss1/021-030_eb13101.pdf , 3.12. 2018.
210. Станић, М. М., 2004. Хидрохемијска дистрибуција водоносних хоризоната по зонама у Срему. Магистарски рад, Геолошки факултет Универзитета у Београду, Београд, Србија
211. Sterling, R.O, Herble, J.J., 2003. Reaction of arsenic vapor species with fly ash compounds: kinetics and speciation of the reaction with calcium silicates. *Chemosphere* 51, 1111-1119.
212. Su, C., Jiang, L. Q., Zhang, W. J., 2014. A review on heavy metal contamination in the soil worldwide: Situation, impact and remediation techniques. *Environmental Skeptics and Critics* 3 (2), 24–38.
213. Sucharova, J., Suchara, I, Hola, M., Marikova, S., Reimann, C., Boyd, R., Filzmoser, P., Englmaier, P., 2012. Top/bottom-soil ratios and enrichment factors: What do you really show? *Applied Geochemistry* 27, 138-145.
214. Судар, С., 2014. Основна геолошка истраживања халогених елемената (Li , В) и њихових једињења на територији АП Војводине. Годишњи извештај по анексу пројекта. Геолошки Завод Србије, Београд
215. Szabo, S., Posta, J., Gosztonyi, G., Meszaros, I., Prokisch, J., 2008. Heavy metal content of flood sediments and plants near the river Tisa. *AGD Landscape and Environment* 2 (2), 120-131.
216. Szabo, S., Gosztonyi, G., Babka, B., Docs, N., Braun, M., Csorba, P., Turk., G., Molnar, L.S., 2010. GIS database of heavy metals in the floodplain of the Tisza river. https://www.researchgate.net/publication/228750331_GIS_database_of_heavy_metals_in_the_floodplain_of_the_Tisza_river
217. Swietlik, R., Trojanowska, M., Jozwiak, M. A., 2012. Evaluation of the distribution of heavy metals and their chemical forms in ESP-fractions of fly ash. *Fuel Processing Technology* 95, 109–118.

218. Šajn, R., Halamić, J., Peh, Z., Galović, L., Alijagić, J., 2011. Assessment of the natural and anthropogenic sources of chemical elements in alluvial soils from the Drava River using multivariate statistical methods. *Journal of Geochemical Exploration* 2011, 278-289
219. Шпарица, М., 2012. Геохемијско фракционисање и мобилност Рб (II) у контаминираним земљиштима. Докторска дисертација. Институт Геохемијског истраживања, Загреб, Хрватска
220. Štrbac, S., Šajnović, A., Kašanin-Grubin, M., Vasić, N., Dojčinović, B., Simonović, P., Jovančićević, B., 2014. Metals in sediments and *Phragmites australis* (Common Reed) from Tisza river, Serbia. *Applied Geochemistry and Environmental Research* 12 (1), 105-122.
221. Штрбац, С., 2014. Садржај и мобилност тешких метала и органских једињења у екосистему Тисе. Докторска дисертација, Универзитет у Београду.
222. Štrbac, S., Kašanin-Grubin, M., Vasić, N., 2017. Importance of background values in assessing the impact of heavy metals in river ecosystems: case study of Tisza River, Serbia. *Environmental Geochemistry and Health*, <https://doi.org/10.1007/s10653-017-0053-0>
223. Танчић Н., 1994. Педологија. Пољопривредни факултет, Београд, Србија
224. Tariq, S.R., Shah, M.H., Shaheen N., Khalique, A., Manzoor, S., Jaffar, M., 2005. Multivariate analysis of selected metals in tannery effluents and related soil. *Journal of Hazardous Material A* 122, 17-22.
225. Tarvainen, T., Albanese, S., Birke, M., Ponavič, Reimann, C., the GEMAS project team, 2013. Arsenic in agricultural and grazing land soils of Europe. *Applied Geochemistry* 28, 2-10.
226. Tessier, A., Campbell, P.G.C., Bisson, M., 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Analytical Chemistry* 51 (7), 844-851.
227. Toljić, M., Matenco, L., Ducea, M.N., Stojadinović, U., Milivojević, J., Đerić, N., 2013. The evolution of a key segment in the Europe - Adria collision: The Fruška Gora of northern Serbia. *Global and Planetary Change* 103, 39-62.
228. Trescases, J.J., 1973. Weathering and geochemical behavior of the elements of ultramafic rocks in New Calcedonia. Orstom, New Calcedonia. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_04-05/06097.pdf.
229. Turer, D.G., Maynard J.B., 2003. Heavy metals contamination in highway soils. Comparison of Corpus Christi Texas and Cincinnati, Ohio shows organic matter is key to mobility. *Clean Technology and Environmental Policy* 4, 235-245.

230. Udubaşa, G., Roşu, E., Seghedi, I., Ivăşcanu, P., 2001. The „Golden Quadrangle” in the Metaliferi Mts., Romania: What does this really mean?. *Romanian Journal of Mineral Deposits* 79, 24-34.
231. Ungureanu, T., Iancu, G.O., Pintilei, M., Chicoş, M.M., 2017. Spatial distribution and geochemistry of heavy metals in soils: a case study from the NE area of Vaslui county, Romania. *Journal of Geochemical Exploration* 176, 20-32.
232. Wang, X. S., Qin, Y., Chen, Y. K., 2006. Heavy metals in urban roadside soils, part 1: effect of particle size fractions on heavy metals partitioning. *Environmental Geology* 50, 1061–1066.
233. Werkenthin, M., Kluge, B., Wessolek, G., 2014. Metals in European roadside soils and soil solution- A review. *Environmental Pollution* 189, 98-110.
234. Wuanna, R., Okiemen, F.E., 2011. Heavy metals in contaminated soils: A review of sources, chemistry risks and best available strategies for remediation. Hindawi publishing corporation. <http://dx.doi.org/10.5402/2011/402647>.
235. Wu, C.C., Chen Y.C., 2017. Assessment of Industrial Antimony Exposure and Immunologic Function for Workers in Taiwan. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14 (7). DOI: 10.3390/ijerph14070689.
236. Vallete, J., 2013. Avoiding contaminants in tire – derived flooring. A healthy building network report. <http://healthbuilding.net/uploads/files/avoiding-contaminants-in-tire-derived-flooring.pdf>.
237. Васин, Ј., Секулић П., Кицошев, В., Зеремски-Шкорић, Т., Милић, С., Граховац Н., 2011. Испитивање квалитета земљишта у близини потенцијалне локалне еколошке мреже на простору средњег Баната. http://www.ekourbapv.vojvodina.gov.rs/wp-content/uploads/2018/10/ekoloske-mreze-srednjeg-banata-2011_0.pdf
238. Xu., S, Yu, C., Hiroshiro Y., 2010. Migration Behavior of Fe, Cu, Zn, and Mo in Alkaline Tailings from Lanjiagou Porphyry Molybdenum Deposits, Northeast China. *Memoirs of the Faculty of Engineering* 70 (2), 19-31. Kyushu University
239. Velde, B., 1992. Introduction to clay minerals. National Centre for Scientific research, France. Chapman & Hall, London.
240. Venturelly, G., Contini, S., Bonazzi, A., 1997. Weathering of ultramafic rocks and element mobility at Mt. Prinzera, Northern Apennines, Italy. *Mineralogical Magazine* 61, 765-778.
241. Vinogradov, A.P., 1958. The geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils, forthed. Consultants Bureau, New York.

242. Yu, Y., Li, Yingxia., Li, B., Shen, Z., Stenstrom, M.K., 2016. Metal enrichment and lead, isotope analysis for source apportionment in the urban dust and rural surface. *Environmental pollution* 216, 764-772.
243. Yang, Y., Chen, F., Zhang, L., Lin J., Wu S., Kang M., 2012. Comprehensive assessment of heavy metal contamination in sediment of the Pearl river estuary and adjacent shelf. *Marine Pollution Bulletin* 64, 1947-1955.
244. Yongming, H., Peixuan, D., Junji, C., Postmentier, E.S., 2006. Multivariate analysis of heavy metal contamination in urban dusts of Xi'an, Central China. *Science of the Total Environment* 355,176-186.
245. Zhang, H., Wang, Z., Zhang, Y., Ding, M., Li L., 2015. Identification of traffic-related metals and the effect of different environments on their enrichment in roadside soils along the Qinghai –Tibet highway. *Science of the Total Environment* 521-522, 160-172.
246. Зеремски - Шкорић, Т., Нинков, Ј., Секулић, П., Милић, С., Васин, Ј., Дозет, Д., Јакшић С., 2010. Садржај тешких метала у одабраним ђубривима која су у употреби у Србији. *Ратарство и повртарство*, 47(1), 281-287
247. Zimmerman, A.J., Weindorf, D.C., 2010. Heavy metal and trace metal analysis in soil by sequential extraction: a review of procedures. *International Journal of Analytical Chemistry*, <http://dx.doi.org/10.1155/2010/387803>.
248. Живковић, Б., Нејгебауер, В., Тнасијевић, Ђ., Миљковић, Н., Стојковић, Ј., Дрезгић, П., 1972. Земљишта Војводине. Институт за пољопривредна истраживања, Нови Сад.
249. <http://www.icdd.com>
250. <http://www.ncss.com>
251. <http://www.ehso.com/contaminants.htm>

<http://www.nspm.rs/hronika/vesnik-istine-srpskim-kapitalom-otvorena-jos-jedna-korejska-fabrika.html>
https://www.google.com/search?rlz=1C1GCEB_enRS870RS870&biw=1431&bih=845&tbm=isch&sa=1&ei=Ebf4Xf2RMLrCgwf03Kn4BA&q=%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0+%D0%B0%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%83%D1%82+%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D1%80+10&oq=%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0+%D0%B0%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%83%D1%82+%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D1%80+10&gs_l=img.3...114885.117947..118459...0.0..0.249.2248.2j7j4.....0....1..gws-wiz-img.bhXLkpLHeek&ved=0ahUKEwi93qy7xbzmAhU64eAKHXRUck8Q4dUDCAc&uact=5#imgrc=ofL20klWNvcpgM:

ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ 1

Корелациони (Пирсонови) коефицијенти

1.1. Корелациони (Pearson's) коефицијенти елемената (n = 90) (земљиште Срема)

	Al	As	B	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Co	Zn	Hg	Ca	K	Mg
Al	1															
As	-0,37 ¹	1														
B	-0,13	0,63 ²	1													
Cd	0,44 ²	-0,08	0,12	1												
Cr	0,10	0,38 ²	0,43 ²	0,17	1											
Cu	0,09	0,20	0,26	0,12	0,69 ²	1										
Fe	0,91 ²	-0,29	-0,08	0,44 ²	0,25	0,14	1									
Mn	0,20	-0,16	-0,02	0,18	0,00	0,02	0,15	1								
Ni	-0,10	0,32 ¹	0,34 ¹	0,19	0,88 ²	0,40 ²	0,09	0,03	1							
Pb	-0,26	0,72 ²	0,58 ²	0,09	0,41 ²	0,22	0,06	-0,09	0,26	1						
Co	0,17	0,67 ²	0,62 ²	0,26	0,70 ²	0,28	0,34 ²	-0,01	0,60 ²	0,65 ²	1					
Zn	0,28	0,46 ²	0,69 ²	0,24	0,67 ²	0,52 ²	0,37 ²	-0,03	0,34 ¹	0,65 ²	0,75 ²	1				
Hg	-0,18	0,04	0,21	-0,24	0,13	0,24	-0,24	0,01	0,01	0,02	-0,15	0,10	1			
Ca	-0,08	0,29	0,15	-0,16	0,06	0,05	0,00	-0,08	-0,03	0,20	0,19	0,08	0,20	1		
K	-0,24	0,48	0,40	-0,08	0,24	0,09	-0,40	0,38 ²	0,16	0,35 ²	0,24	0,33	0,21	0,05	1	
Mg	-0,63 ²	0,05	-0,05	-0,19	0,04	0,01	-0,66	-0,08	0,26	-0,18	-0,32	-0,33	0,15	-0,08	0,18	1

¹корелације на нивоу поузданости од 95% (двострано)

²корелације на нивоу поузданости од 91% (двострано)

1.2. Корелациони (Pearson's) коефицијенти елемената (n = 46) (земљиште С. Баната)

	Al	As	B	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Fe	Mn	K	Na	Ca	Mg	Be	Sb	V	Se	Mo	CIA	
Al	1																							
As	0,21 ¹	1																						
B	-0,18	0,41	1																					
Cd	0,48 ²	-0,10	-0,43 ²	1																				
Co	-0,45	0,13	0,43 ²	-0,38	1																			
Cr	0,85 ²	0,49 ²	0,13	0,25	-0,32	1																		
Cu	0,35	-0,16	-0,12	0,26	-0,17	0,36	1																	
Hg	-0,08	-0,15	-0,06	0,09	-0,16	-0,04	0,15	1																
Ni	0,43 ²	0,10	-0,12	0,40 ²	-0,18	0,31	0,58 ²	-0,07	1															
Pb	0,06	0,30	0,25	-0,19	0,05	0,37 ¹	0,31 ¹	0,07	-0,03	1														
Zn	0,82 ²	0,22	-0,12	0,39 ²	-0,34	0,80 ²	0,71 ²	0,01	0,59 ²	0,23	1													
Fe	0,93 ²	0,49 ²	-0,03	0,26	-0,37	0,86 ²	0,20	-0,16	0,38	0,05	0,78 ²	1												
Mn	0,11	0,52 ²	0,21	0,29	0,20	0,09	-0,24	-0,16	0,16	-0,14	0,02	0,19	1											
K	0,83 ²	0,47 ²	0,03	0,36	-0,29	0,78 ²	0,02	-0,15	0,31	-0,02	0,64 ²	0,87 ²	0,35 ¹	1										
Na	0,03	0,15	0,54 ²	-0,05	-0,02	0,06	0,05	0,06	0,06	0,02	0,06	0,05	0,19	0,06	1									
Ca	-0,36	0,17	-0,14	-0,32	0,48 ²	-0,35	-0,26	-0,30 ¹	-0,11	-0,02	-0,31 ¹	0,26	0,02	-0,27	-0,28	1								
Mg	0,53	0,69 ²	0,08	0,01	-0,04	0,52 ²	-0,30	-0,31 ¹	0,13	-0,02	0,33	0,72 ²	0,41 ²	0,75 ²	0,07	0,17	1							
Be	-0,62 ²	-0,27	0,12	-0,13	0,26	-0,45 ²	0,14	0,21	-0,28	0,25	-0,40 ²	-0,74 ²	-0,13	-0,69 ²	0,13	-0,11	-0,66 ²	1						
Sb	0,07	0,14	0,08	0,20	-0,02	0,30	0,14	-0,06	0,27	0,18	0,18	0,08	-0,01	0,10	0,02	0,06	-0,06	-0,13	1					
V	0,74	0,36	-0,07	0,36 ¹	-0,42 ²	0,68 ²	0,01	-0,18	0,27	-0,03	0,54 ²	0,81 ²	0,19	0,70 ²	0,05	-0,20	0,64 ²	-0,61 ²	0,17	1				
Se	0,73	0,52 ²	0,46	0,18	-0,39	0,72 ²	-0,06	-0,19	0,30	-0,05	0,55 ²	0,87 ²	0,24	0,79 ²	0,04	-0,18	0,79 ²	0,83 ²	0,21	0,84 ²	1			
Mo	0,40	0,10	-0,27	0,22	-0,49 ²	0,44 ²	0,16	0,21	0,12	0,04	0,46 ²	0,42 ²	-0,25	0,32 ¹	-0,13	0,08	0,28	-0,30 ¹	0,20	0,40 ²	0,43 ²	1		
CIA	0,45	-0,12	-0,14	0,42 ²	-0,67 ²	0,41	0,30	0,36	0,16	0,01	0,39 ²	0,36 ²	-0,15	0,27	-0,03	-0,71 ²	-0,05	-0,15	-0,34	0,36 ¹	0,28	0,44 ²	1	

¹корелације на нивоу поузданости од 95% (двострано)

² корелације на нивоу поузданости од 91% (двострано)

1.3. Корелациони (Pearson's) коефицијенти елемената (n = 15) (земљиште поред аутопута на растојању од 1 m)

	Al	As	B	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	V	Zn	Ca	Ba	CIA	OM
Al	1																						
As	0,49	1																					
B	0,42	-0,17	1																				
Cd	0,55	0,58	0,17	1																			
Co	0,89 ²	0,64 ²	0,39	0,83 ²	1																		
Cr	0,47	0,52 ¹	0,02	0,60 ²	0,62 ¹	1																	
Cu	0,02	0,17	0,21	0,79 ²	0,39	0,37	1																
Fe	0,81 ²	0,67 ²	0,35	0,90 ²	0,96 ²	0,58 ¹	0,52	1															
Hg	0,07	-0,19	0,20	-0,16	-0,03	0,14	-0,17	-0,13	1														
K	0,78 ²	0,09	0,64 ²	0,40	0,67 ¹	0,31	0,12	0,57	0,17	1													
Mg	-0,23	-0,02	-0,24	0,40	0,06	0,18	0,48	0,13	-0,15	-0,34	1												
Mn	0,90 ²	0,58	0,34	0,78 ²	0,95 ²	0,52	0,33	0,89 ²	-0,06	0,73 ²	-0,02	1											
Mo	0,65 ²	0,64 ²	0,01	0,76 ²	0,77 ²	0,93 ²	0,42	0,75 ²	-0,04	0,44	0,12	0,74	1										
Na	0,07	-0,04	0,08	0,07	0,06	0,10	0,00	0,04	0,19	0,35	-0,02	0,23	0,12	1									
Ni	0,58 ¹	0,60 ²	0,09	0,68 ²	0,73 ²	0,98 ²	0,40	0,70 ²	0,12	0,39	0,14	0,62 ¹	0,96 ²	0,12	1								
Pb	-0,16	0,22	-0,15	0,69 ²	0,19	0,30	0,91 ²	0,34	-0,26	-0,14	0,49	0,19	0,38	-0,04	0,30	1							
Sb	-0,06	0,41	-0,26	0,38	0,18	0,81 ²	0,42	0,23	0,12	-0,19	0,24	0,06	0,65 ²	-0,06	0,75 ²	0,47	1						
V	0,67 ²	0,51	0,12	0,84 ²	0,82 ²	0,54	0,47	0,86	0,00	0,53	0,31	0,79 ²	0,70 ²	0,33	0,63 ²	0,36	0,18	1					
Zn	0,04	0,14	0,17	0,80 ²	0,39	0,38	0,98 ²	0,51	-0,02	0,16	0,52 ¹	0,36	0,43	0,06	0,40	0,91 ²	0,41	0,52 ¹	1				
Ca	-0,15	-0,14	-0,30	-0,46	-0,37	0,24	-0,57	-0,33	-0,32	-0,23	-0,09	-0,31	-0,24	0,05	0,28	-0,40	-0,25	-0,19	-0,56	1			
Ba	0,77 ²	0,32	0,28	0,74 ²	0,80 ²	0,54	0,35	0,79 ²	0,11	0,72 ²	0,16	0,82 ¹	0,70 ²	0,37	0,61 ¹	0,21	0,08	0,93 ²	0,42	-0,04	1		
CIA	0,72 ²	0,44	0,28	0,63 ¹	0,79 ²	0,47	0,32	0,66 ²	0,13	0,52	-0,01	0,77 ²	0,61 ¹	-0,11	0,54 ¹	0,18	0,13	0,52	0,35	-0,30	0,51	1	
OM	0,54 ¹	0,24	0,02	0,56 ¹	0,49	0,38	0,25	0,51	-0,04	0,49	0,19	0,72 ¹	0,56	0,36	0,40	0,26	0,08	0,61 ¹	0,33	0,24	0,72 ²	0,34	1

¹корелације на нивоу поузданости од 95% (двострано)

²корелације на нивоу поузданости од 91% (двострано)

1.4. Корелациони (Pearson's) коефицијенти елемената (n = 15) (земљиште поред аутопута на растојању од 5 m - Т слој)

	Al	As	B	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	V	Zn	Ca	Ba	CIA	OM	
Al	1																							
As	0,86 ²	1																						
B	-0,48	-0,24	1																					
Cd	0,81 ²	0,72 ²	-0,50	1																				
Co	0,88 ²	0,83 ²	-0,38	0,94 ²	1																			
Cr	0,87 ²	0,84 ²	-0,44	0,98 ²	0,97 ²	1																		
Cu	0,61 ²	0,56 ¹	-0,51	0,93 ²	0,80 ²	0,88 ²	1																	
Fe	0,93 ²	0,90 ²	-0,41	0,92 ²	0,97	0,96 ²	0,77 ²	1																
Hg	0,21	0,33	0,10	0,02	0,21	0,12	-0,11	0,23	1															
K	0,86 ²	0,57 ²	-0,59	0,81 ²	0,78 ²	0,79 ²	0,73 ²	0,78 ²	0,04	1														
Mg	0,40	0,40	-0,07	0,22	0,36	0,24	-0,07	0,43	0,30	0,09	1													
Mn	0,94	0,80 ²	-0,54	0,88 ²	0,91 ²	0,92 ²	0,72 ²	0,91 ²	0,12	0,84 ²	0,33	1												
Mo	0,86 ²	0,89 ²	-0,04	0,76 ²	0,75 ²	0,82 ²	0,66 ²	0,85 ²	0,14	0,74 ²	0,20	0,78 ²	1											
Na	0,14	-0,05	0,71 ²	0,16	0,07	0,08	0,16	0,10	-0,12	0,22	0,10	0,16	0,09	1										
Ni	0,81 ²	0,82 ²	-0,41	0,96 ²	0,95 ²	0,98 ²	0,91 ²	0,94 ²	0,14	0,73 ²	0,16	0,86 ²	0,79 ²	0,06	1									
Pb	0,34	0,51	-0,37	0,70 ²	0,55 ¹	0,68 ²	0,85 ²	0,56	-0,07	0,34	-0,20	0,45	0,56 ¹	0,14	0,77 ²	1								
Sb	-0,36	-0,21	-0,08	-0,25	-0,32	-0,27	-0,26	-0,27	0,05	-0,55	0,24	-0,27	-0,32	0,47	-0,25	0,04	1							
V	0,97 ²	0,90 ²	-0,42	0,84 ²	0,93 ²	0,90 ²	0,65 ²	0,97 ²	0,28	0,78 ²	0,48	0,92 ²	0,85 ²	0,14	0,86 ²	0,43	-0,22	1						
Zn	0,47	0,50	-0,46	0,87 ²	0,71 ²	0,81 ²	0,97 ²	0,68 ²	-0,13	0,57 ¹	-0,13	0,60 ²	0,59 ¹	0,19	0,86 ²	0,92 ²	-0,11	0,54 ¹	1					
Ca	-0,17	0,19	-0,01	0,12	-0,09	0,04	-0,05	-0,32	0,61 ¹	0,61	-0,10	0,64	0,01	0,09	-0,08	-0,25	0,36	0,24	-0,32	1				
Ba	0,95 ²	0,79 ²	-0,57	0,92 ²	0,92 ²	0,94 ²	0,78 ²	0,93 ²	-0,16	0,92 ²	0,25	0,95 ²	0,86 ²	0,22	0,89 ²	0,50	-0,36	0,93 ²	0,67 ²	0,06	1			
CIA	0,60 ²	0,31	-0,26	0,54	0,54 ¹	0,53	0,48	0,46	-0,24	0,77 ²	-0,22	0,60	0,44	-0,04	0,46	0,08	-0,74 ²	0,47	0,34	-0,44	0,64 ²	1		
OM	0,72 ²	0,57 ¹	-0,81	0,80 ²	0,69 ²	0,78 ²	0,82 ²	0,73 ²	-0,10	0,74 ²	0,07	0,77 ²	0,68 ²	0,35	0,78 ²	0,69 ²	-0,14	0,69 ²	0,74 ²	-0,09	0,79 ²	0,40	1	

¹корелације на нивоу поузданости од 95% (двострано)

²корелације на нивоу поузданости од 91% (двострано)

1.5. Корелациони (Pearson's) коефицијенти елемената (n = 15) (земљиште поред аутопута на растојању од 5 m, Б слој)

	Al	As	B	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	V	Zn	Ca	Ba	CIA	OM
Al	1																						
As	0,62 ¹	1																					
B	0,07	0,13	1																				
Cd	0,94 ²	0,76 ²	0,00	1																			
Co	0,91 ²	0,71 ²	0,07	0,96 ²	1																		
Cr	0,94 ²	0,72 ²	0,06	0,96 ²	0,96 ²	1																	
Cu	0,95 ²	0,75 ²	0,05	0,95 ²	0,93 ²	0,94 ²	1																
Fe	0,92 ²	0,77 ²	0,07	0,99 ²	0,97 ²	0,97 ²	0,94 ²	1															
Hg	0,21	0,50	0,22	0,25	0,13	0,19	0,32	0,20	1														
K	0,97 ²	0,62 ¹	0,04	0,90 ²	0,85 ²	0,88 ²	0,93 ²	0,87 ²	0,31	1													
Mg	-0,11	0,00	-0,30	0,10	0,01	0,03	-0,13	-0,10	-0,25	-0,16	1												
Mn	0,98 ²	0,64 ²	0,02	0,94 ²	0,90 ²	0,95 ²	0,95 ²	0,93 ²	0,17	0,94 ²	0,10	1											
Mo	0,88 ²	0,69 ²	-0,12	0,92 ²	0,86 ²	0,90 ²	0,89 ²	0,91 ²	0,33	0,86 ²	0,02	0,89 ²	1										
Na	0,15	0,22	-0,71 ²	0,26	0,17	0,15	0,12	0,28	-0,20	0,17	0,35	0,19	0,30	1									
Ni	0,93 ²	0,74 ²	0,19	0,93 ²	0,96 ²	0,97 ²	0,94 ²	0,94 ²	0,21	0,86 ²	-0,14	0,93 ²	0,87 ²	0,08	1								
Pb	0,97 ²	0,63 ²	-0,03	0,93 ²	0,92 ²	0,96 ²	0,96 ²	0,93 ²	0,12	0,93 ²	-0,09	0,98 ²	0,89 ²	0,26	0,94	1							
Sb	-0,16	-0,04	0,11	-0,19	-0,22	-0,19	-0,14	-0,21	0,182	-0,08	-0,31	-0,18	-0,04	-0,11	-0,17	-0,22	1						
V	0,95 ²	0,80 ²	0,09	0,98 ²	0,93 ²	0,96 ²	0,95 ²	0,97 ²	0,34	0,92 ²	0,02	0,98 ²	0,91	0,21	0,94	0,93 ²	-0,15	1					
Zn	0,88 ²	0,70 ²	0,22	0,92 ²	0,98 ²	0,92 ²	0,89 ²	0,92 ²	0,15	0,83 ²	-0,05	0,86 ²	0,78 ²	0,06	0,95	0,88 ²	-0,22	0,89 ²	1				
Ca	-0,30	0,07	-0,30	-0,16	-0,33	-0,29	-0,34	-0,18	0,17	-0,25	0,60	-0,31	-0,22	0,43	-0,41	-0,31	-0,21	-0,14	-0,37	1			
Ba	0,94 ²	0,53 ¹	-0,20	0,86 ²	0,80 ²	0,85 ²	0,85 ²	0,83 ²	0,18	0,94 ²	-0,05	0,92 ²	0,81 ²	0,35	0,79	0,93 ²	-0,28	0,87 ²	0,74 ²	-0,09	1		
CIA	0,77 ²	0,33	0,31	0,62 ¹	0,71 ²	0,69 ²	0,75 ²	0,61 ¹	0,12	0,74 ²	-0,60	0,75 ²	0,61 ¹	-0,26	0,79	0,74 ²	0,03	0,64 ¹	0,72 ²	-0,79 ²	0,61 ¹	1	
OM	0,82 ²	0,42	-0,01	0,72 ²	0,62 ¹	0,69 ²	0,72 ²	0,66 ²	0,35	0,84 ²	-0,08	0,77 ²	0,61 ¹	0,02	0,63	0,72 ²	-0,19	0,76 ²	0,60 ²	0,01	0,88 ²	0,54 ¹	1

¹корелације на нивоу поузданости од 95% (двострано)

²корелације на нивоу поузданости од 91% (двострано)

1.6. Корелациони (Pearson's) коефицијенти елемената (n = 15) (земљиште поред аутопута на растојању од 10 m)

	Ba	CIA	OM	Na	Ni	Pb	Sb	V	Zn	Ca	Mg	Mn	Mo	Cu	Fe	Hg	K	Cd	Co	Cr	As	B	Al
Ba	1																						
CIA	0,55 ¹	1																					
OM	0,90 ²	0,53 ¹	1																				
Na	0,34	0,45	0,42	1																			
Ni	0,88 ²	0,56 ¹	0,74 ²	0,50	1																		
Pb	0,89 ²	0,45	0,78 ²	0,28	0,90 ²	1																	
Sb	0,40	0,47	-0,19	0,14	0,51	0,52 ¹	1																
V	0,93 ²	0,48	0,83 ²	0,42	0,95 ²	0,96 ²	0,42	1															
Zn	0,72 ²	0,63 ²	0,60 ¹	0,78 ²	0,85 ²	0,69 ²	0,49	0,77 ²	1														
Ca	-0,38	-0,81 ²	-0,07	-0,38	-0,15	-0,05	-0,46	-0,03	-0,39	1													
Mg	0,44	-0,41	0,42	-0,07	0,32	0,51	-0,22	0,53	0,10	0,69 ²	1												
Mn	0,94 ²	0,68 ²	0,89 ²	0,54 ¹	0,90 ²	0,85 ²	0,36	0,93 ²	0,84 ²	-0,22	0,31	1											
Mo	0,94 ²	0,56 ¹	0,84 ²	0,33	0,94 ²	0,90 ²	0,38	0,95 ²	0,69 ²	-0,06	0,39	0,92 ²	1										
Cu	0,65 ²	0,69 ²	0,58 ¹	0,82 ²	0,77 ²	0,61 ¹	0,45	0,69 ²	0,97 ²	-0,49	-0,10	0,82 ²	0,62 ¹	1									
Fe	0,76 ²	0,37	0,47	0,25	0,74 ²	0,69 ²	0,51	0,71 ²	0,75 ²	-0,06	0,32	0,72 ²	0,64 ²	0,66 ²	1								
Hg	0,45	0,41	0,38	0,17	0,61 ¹	0,44	0,02	0,52 ¹	0,43	-0,14	0,20	0,52 ¹	0,59 ¹	0,37	0,34	1							
K	0,77 ²	0,74 ²	0,75 ²	0,78 ²	0,78 ²	0,60 ¹	0,35	0,72 ²	0,92 ²	-0,43	0,03	0,90 ²	0,71 ²	0,93 ²	0,67 ¹	0,42	1						
Cd	0,91 ²	0,55 ¹	0,83 ²	0,56 ¹	0,96 ²	0,92 ²	0,39	0,98 ²	0,85 ²	-0,12	0,43	0,96 ²	0,94 ²	0,80 ²	0,72 ²	0,50	0,82 ²	1					
Co	0,94 ²	0,47	0,79 ²	0,31	0,95 ²	0,96 ²	0,45	0,98 ²	0,75 ²	0,00	0,51	0,91 ²	0,95 ²	0,66 ²	0,80 ²	0,54 ¹	0,70 ²	0,95 ²	1				
Cr	0,93 ²	0,52 ¹	0,80 ²	0,38	0,98 ²	0,96 ²	0,45	0,99 ²	0,77 ²	-0,07	0,46	0,92 ²	0,96 ²	0,69 ²	0,74 ²	0,57 ¹	0,72 ²	0,97 ²	0,99 ²	1			
As	0,83 ²	0,35	0,69	0,13	0,89 ²	0,96 ²	0,49	0,94 ²	0,57 ¹	0,06	0,56 ¹	0,77 ²	0,90 ²	0,47	0,65 ²	0,53 ¹	0,48	0,86 ²	0,94 ²	0,95 ²	1		
B	0,22	0,60	0,30	0,89 ²	0,41	0,14	0,08	0,30	0,70 ²	-0,60 ¹	-0,28	0,49	0,28	0,77 ²	0,17	0,32	0,75 ²	0,45	0,21	0,28	0,04	1	
Al	0,98 ²	0,58 ¹	0,90 ²	0,33	0,92 ²	0,92 ²	0,42	0,96 ²	0,70 ²	-0,07	0,42	0,95 ²	0,98 ²	0,64 ²	0,69 ²	0,52 ¹	0,74 ²	0,94 ²	0,96 ²	0,97 ²	0,90 ²	0,25	1

¹корелације на нивоу поузданости од 95% (двострано)

²корелације на нивоу поузданости од 91% (двострано)

1.7. Корелациони (Pearson's) коефицијенти елемената (n = 15) (земљиште поред аутопута на растојању од 100 m)

	Al	As	B	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	V	Zn	Ca	Ba	CIA	OM
Al	1																						
As	0,69 ²	1																					
B	-0,58 ¹	-0,56 ¹	1																				
Cd	0,55 ¹	0,51	0,17	1																			
Co	0,91 ²	0,73 ²	-0,68 ²	0,38	1																		
Cr	0,94 ²	0,76 ²	-0,67 ²	0,46	0,96 ²	1																	
Cu	0,20	0,22	0,29	0,56 ¹	0,35	0,31	1																
Fe	0,92 ²	0,83 ²	-0,64 ¹	0,51 ¹	0,96 ²	0,97 ²	0,40	1															
Hg	-0,54	-0,39	0,83 ²	0,33	-0,68 ²	-0,65 ²	0,11	-0,62 ¹	1														
K	0,61 ¹	0,36	0,00	0,70 ²	0,63 ¹	0,57 ¹	0,72 ²	0,63 ¹	-0,05	1													
Mg	0,48	0,70 ²	-0,74 ²	0,12	0,56 ¹	0,58 ¹	0,00	0,65 ²	-0,57 ¹	0,20	1												
Mn	0,89 ²	0,59 ¹	-0,21	0,80 ²	0,79 ²	0,79 ²	0,50	0,81 ²	-0,18	0,82 ²	0,22	1											
Mo	0,75 ²	0,69 ²	-0,45	0,34	0,68 ²	0,71 ²	-0,02	0,69 ²	-0,47	0,36	0,36	0,63 ¹	1										
Na	0,62 ¹	0,58 ¹	-0,30	0,64 ²	0,56	0,61 ¹	0,33	0,66 ²	-0,18	0,68 ²	0,57	0,63 ¹	0,58 ¹	1									
Ni	0,88 ²	0,79 ²	-0,35	0,77 ²	0,85 ²	0,87 ²	0,47	0,88 ²	-0,23	0,70 ²	0,36	0,93 ²	0,67 ²	0,64 ¹	1								
Pb	0,81 ²	0,84 ²	-0,50	0,59 ¹	0,81 ²	0,89 ²	0,38	0,89 ²	-0,43	0,42	0,53	0,74 ²	0,66 ²	0,55 ¹	0,87 ²	1							
Sb	-0,47	-0,34	0,76 ²	0,29	-0,69 ²	-0,60 ¹	0,05	-0,56 ¹	0,84 ²	-0,23	-0,49	-0,22	-0,53 ¹	-0,32	-0,28	-0,32	1						
V	0,29	0,49	-0,26	0,79 ²	0,45	0,13	-0,09	0,44	0,48	0,72 ²	0,18	0,64 ¹	0,61 ¹	0,61 ¹	0,66 ²	0,37	-0,34	1					
Zn	0,39	0,52 ¹	-0,01	0,66 ²	0,46	0,45	-0,55 ¹	0,45	0,20	0,52 ¹	0,04	0,59 ¹	0,28	0,34	0,73 ²	0,56 ¹	-0,04	0,52 ¹	1				
Ca	0,21	0,42	-0,75	-0,20	0,36	0,37	-0,17	0,39	-0,60 ¹	0,02	0,86 ²	-0,09	0,13	0,43	0,05	0,20	-0,55 ¹	0,31	-0,15	1			
Ba	-0,08	-0,10	-0,31	-0,39	0,00	-0,08	-0,28	-0,06	-0,29	-0,04	0,46	-0,25	0,00	0,11	-0,30	-0,26	-0,32	-0,07	-0,14	-0,37	1		
CIA	0,46	0,25	-0,19	0,44	0,19	0,26	-0,38	0,19	0,14	0,16	0,08	0,40	0,38	0,36	0,40	0,17	0,09	0,32	0,87 ²	0,27	-0,09	1	
OM	0,14	-0,19	0,47	0,29	-0,03	-0,02	0,10	-0,10	0,35	0,11	-0,75 ²	0,35	0,20	-0,25	0,24	0,04	0,32	0,40	0,27	0,27	-0,57 ¹	0,29	1

*корелације на нивоу поузданости од 95% (двострано)

** корелације на нивоу поузданости од 91% (двострано)

ПРИЛОГ 2

2.1. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта Срема)

	As					B					Cd				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	<г.д	0,24	3,81	<г.д	2,03	<г.д	7,05	0,04	<г.д	<г.д	<г.д	0,31	0,03	<г.д	0,14
S2	1,48	0,12	0,32	0,04	0,10	1,19	3,08	<г.д	<г.д	1,04	<г.д	0,12	0,11	0,05	0,14
S3	<г.д	0,11	1,64	<г.д	4,13	<г.д	2,06	<г.д	2,15	6,09	<г.д	0,17	0,10	0,07	<г.д
S4	1,29	0,13	0,15	0,06	0,10	0,50	1,72	<г.д	<г.д	0,84	<г.д	0,99	0,10	0,03	0,15
S5	1,07	0,15	0,15	0,06	0,08	0,41	1,08	<г.д	<г.д	0,82	<г.д	0,11	0,09	0,03	0,13
S6	<г.д	<г.д	1,93	<г.д	9,31	<г.д	1,01	<г.д	1,90	6,09	<г.д	0,05	0,10	0,05	<г.д
S7	0,88	0,21	0,15	0,08	0,09	0,81	3,12	<г.д	<г.д	1,89	<г.д	0,10	0,07	0,04	0,13
S8	<г.д	<г.д	2,34	<г.д	8,45	<г.д	1,14	<г.д	3,40	5,68	<г.д	0,06	0,02	0,05	0,05
S9	<г.д	<г.д	1,39	0,25	6,84	0,34	1,16	<г.д	0,63	7,31	0,03	0,09	0,04	<г.д	0,08
S10	<г.д	<г.д	1,51	0,76	6,06	<г.д	1,37	<г.д	0,70	5,49	0,04	0,09	0,05	0,02	0,10
S11	<г.д	<г.д	2,15	0,28	6,95	5,29	5,13	<г.д	2,60	11,4	<г.д	0,10	0,14	0,06	0,23
S12	<г.д	<г.д	2,43	<г.д	0,65	<г.д	1,53	<г.д	2,97	8,55	0,04	0,08	0,14	<г.д	0,17
S13	<г.д	<г.д	1,32	0,73	6,21	<г.д	1,34	<г.д	0,12	8,45	0,04	0,06	0,04	<г.д	0,10
S14	<г.д	0,14	1,96	<г.д	3,56	<г.д	8,39	1,35	<г.д	<г.д	<г.д	0,13	0,02	<г.д	0,12
S15	<г.д	<г.д	1,39	0,55	6,58	<г.д	0,53	<г.д	6,60	7,07	0,02	0,05	0,04	0,06	0,07
S16	<г.д	0,14	2,41	<г.д	3,93	<г.д	7,43	0,90	<г.д	0,19	<г.д	0,12	0,02	0,00	0,14
S17	<г.д	<г.д	2,10	0,49	7,82	<г.д	1,56	<г.д	2,25	7,00	0,04	0,05	0,07	0,03	0,13
S18	0,96	0,08	0,12	0,11	0,10	0,80	2,60	<г.д	<г.д	1,52	<г.д	0,05	0,06	0,06	0,14
S19	<г.д	0,13	2,51	<г.д	3,74	<г.д	4,69	0,59	<г.д	<г.д	<г.д	0,09	0,03	<г.д	0,13
S20	<г.д	0,15	2,30	<г.д	3,56	<г.д	7,67	0,29	<г.д	<г.д	<г.д	0,13	0,03	<г.д	0,12
S21	<г.д	0,41	4,21	<г.д	5,10	<г.д	2,15	<г.д	1,23	7,10	0,02	0,18	0,18	0,04	<г.д
S22	<г.д	0,12	0,78	0,68	5,13	<г.д	2,23	<г.д	0,59	8,17	0,02	0,14	0,17	0,04	<г.д
S23	1,49	0,18	0,14	0,06	0,08	0,43	0,97	<г.д	<г.д	0,01	<г.д	0,05	0,05	<г.д	0,09
S24	<г.д	<г.д	1,97	0,57	5,62	<г.д	0,40	<г.д	2,23	6,33	<г.д	0,05	0,05	<г.д	0,09
S25	<г.д	<г.д	1,76	0,40	6,71	<г.д	0,99	<г.д	2,24	6,01	0,03	0,06	0,04	0,04	0,11
S26	<г.д	0,16	2,94	<г.д	3,10	<г.д	7,98	0,92	<г.д	<г.д	<г.д	0,16	0,02	<г.д	0,12
S27	<г.д	0,15	5,56	<г.д	1,24	<г.д	4,91	0,87	<г.д	<г.д	0,02	0,13	0,05	<г.д	0,11
S28	<г.д	0,25	7,93	<г.д	0,75	<г.д	7,62	0,38	<г.д	<г.д	<г.д	0,33	0,08	<г.д	0,12
S29	<г.д	0,25	2,55	0,43	7,92	<г.д	3,31	<г.д	3,21	9,89	0,04	0,09	0,14	0,12	0,05
S30	1,05	0,15	0,14	0,11	0,11	1,34	3,97	<г.д	<г.д	1,45	<г.д	0,11	0,06	0,08	0,12
S31	1,31	0,13	0,15	0,05	0,11	0,82	2,45	<г.д	<г.д	1,74	<г.д	0,15	0,09	0,02	0,15
S32	<г.д	0,13	3,09	<г.д	4,13	<г.д	4,91	0,24	<г.д	0,09	0,06	0,11	0,02	<г.д	0,12
S33	<г.д	0,16	1,71	<г.д	2,09	<г.д	6,46	0,09	<г.д	<г.д	<г.д	0,15	0,02	<г.д	0,11
S34	<г.д	0,17	3,26	<г.д	2,29	<г.д	8,24	1,16	<г.д	<г.д	0,02	0,16	0,03	<г.д	0,10
S35	<г.д	0,19	3,16	<г.д	3,05	<г.д	8,82	0,54	<г.д	<г.д	<г.д	0,20	0,03	<г.д	0,12
S36	1,32	0,13	0,13	0,05	0,10	0,51	1,90	<г.д	<г.д	1,00	<г.д	0,11	0,07	0,02	0,14
S37	0,63	0,18	0,12	0,06	0,10	0,66	2,72	<г.д	<г.д	1,81	<г.д	0,12	0,07	0,03	0,15
S38	<г.д	0,05	2,90	<г.д	3,09	<г.д	5,86	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,11	0,03	<г.д	0,11
S39	<г.д	0,10	3,07	<г.д	3,38	<г.д	5,99	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,13	0,03	<г.д	0,12
S40	<г.д	0,21	2,67	<г.д	3,95	<г.д	11,6	0,02	<г.д	0,84	<г.д	0,29	0,03	<г.д	0,13
S41	<г.д	0,18	3,37	<г.д	2,20	<г.д	9,79	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,32	0,04	<г.д	0,10
S42	<г.д	0,26	8,11	4,67	8,40	<г.д	1,76	14,4	<г.д	5,17	<г.д	0,17	0,05	0,02	0,39
S43	0,04	0,12	5,00	0,05	1,82	<г.д	5,55	1,00	<г.д	<г.д	0,03	0,10	0,05	<г.д	0,11
S44	<г.д	<г.д	2,74	<г.д	7,66	<г.д	<г.д	<г.д	0,60	6,11	0,02	0,13	0,08	<г.д	0,08
S45	<г.д	<г.д	2,47	0,06	5,64	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	2,76	0,06	0,09	0,07	0,09	0,04

2.2. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта Срема)

	Cr					Cu					Ni				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	<г.д	1,00	3,66	5,66	26,4	0,50	0,82	14,0	<г.д	9,81	<г.д	7,84	5,11	11,7	18,2
S2	0,02	0,15	6,48	8,49	22,3	0,67	0,98	9,33	0,96	10,5	<г.д	3,80	5,12	12,6	16,8
S3	<г.д	0,22	0,99	14,2	46,3	0,66	1,28	13,5	1,34	16,1	<г.д	3,81	5,26	17,1	31,8
S4	0,02	0,28	8,12	8,05	22,1	0,25	1,55	9,72	0,68	10,6	0,08	9,24	5,78	10,1	15,4
S5	<г.д	0,38	6,74	7,43	21,8	0,20	1,52	9,04	0,60	9,77	0,06	5,81	5,16	11,6	15,5
S6	<г.д	<г.д	0,99	14,5	44,2	0,46	1,66	13,5	1,11	16,6	<г.д	0,22	5,26	15,2	34,5
S7	0,03	<г.д	5,62	6,95	18,4	0,23	3,39	9,51	0,48	8,89	0,05	1,96	6,23	10,8	13,2
S8	<г.д	<г.д	1,88	14,5	42,6	0,16	0,46	12,9	1,54	18,2	<г.д	0,54	7,29	12,6	38,0
S9	<г.д	<г.д	1,15	11,4	37,7	0,52	1,81	9,06	1,23	15,9	<г.д	0,52	5,85	7,01	28,0
S10	<г.д	<г.д	1,54	9,42	34,3	0,31	0,58	12,1	1,11	16,6	<г.д	0,72	6,13	3,98	29,0
S11	<г.д	<г.д	2,72	11,6	36,8	0,66	0,79	13,2	2,18	15,8	<г.д	0,32	10,1	7,86	28,3
S12	<г.д	<г.д	3,20	19,7	39,9	1,13	0,50	14,2	1,36	15,3	<г.д	0,14	8,21	15,0	27,2
S13	<г.д	<г.д	1,55	12,7	39,3	0,52	1,47	8,48	0,80	14,5	<г.д	0,08	5,58	5,12	26,9
S14	0,08	<г.д	3,25	4,07	18,3	<г.д	0,13	10,1	1,29	8,36	0,02	1,42	7,53	6,29	14,3
S15	<г.д	<г.д	0,74	0,75	34,9	0,35	0,58	9,78	1,11	16,3	<г.д	0,43	5,43	4,46	28,5
S16	<г.д	<г.д	3,27	3,25	20,7	0,32	0,29	9,61	<г.д	10,9	0,02	1,53	7,47	5,29	15,4
S17	<г.д	<г.д	1,88	10,7	36,4	0,42	0,50	14,7	1,09	19,7	<г.д	0,25	7,56	6,95	28,7
S18	0,03	<г.д	4,23	5,94	14,5	0,36	0,24	6,61	0,55	9,29	0,04	0,37	5,23	8,89	10,2
S19	<г.д	0,07	3,38	3,80	19,1	<г.д	0,09	7,86	3,87	9,58	<г.д	1,27	6,60	5,70	13,7
S20	<г.д	0,15	3,66	3,27	18,6	<г.д	0,27	8,26	0,01	9,15	<г.д	3,64	6,32	5,18	13,6
S21	<г.д	1,30	25,4	125	95,4	1,07	5,13	55,7	1,07	25,8	<г.д	17,7	15,4	43,4	81,8
S22	<г.д	0,10	5,26	33,3	91,2	0,31	0,05	15,1	1,45	16,2	<г.д	8,72	23,9	42,8	91,5
S23	0,17	<г.д	10,0	8,47	15,0	0,58	0,17	5,74	0,85	6,26	0,20	0,61	3,30	9,64	9,78
S24	<г.д	<г.д	2,51	16,9	41,5	0,35	0,65	12,0	0,49	14,0	<г.д	0,17	8,21	6,85	28,7
S25	<г.д	<г.д	2,28	17,9	39,8	0,33	0,50	10,1	2,26	14,0	<г.д	0,14	6,65	10,8	26,1
S26	<г.д	<г.д	3,10	1,51	17,9	0,36	0,06	8,04	<г.д	8,51	0,02	1,51	8,72	3,79	15,6
S27	<г.д	0,04	5,04	5,27	26,3	0,23	0,23	12,6	<г.д	8,91	0,03	2,19	15,7	15,7	22,3
S28	<г.д	1,04	7,05	7,54	31,0	<г.д	0,97	20,9	1,74	14,0	<г.д	10,7	18,3	14,9	23,9
S29	<г.д	<г.д	3,26	20,7	53,6	0,39	1,35	19,6	3,70	24,1	<г.д	0,60	0,01	19,9	46,2
S30	0,02	<г.д	5,82	7,98	17,7	0,31	0,25	7,97	0,62	8,97	<г.д	0,36	8,45	12,8	15,9
S31	0,02	0,52	7,77	7,07	21,8	0,19	1,30	9,66	0,43	10,9	0,06	9,72	5,82	10,9	17,3
S32	<г.д	0,54	3,84	4,78	24,0	0,07	0,45	7,95	<г.д	10,1	<г.д	5,85	5,89	9,25	19,3
S33	<г.д	0,65	2,21	4,07	16,7	0,46	0,86	9,41	<г.д	8,96	<г.д	6,12	3,76	6,15	11,1
S34	<г.д	<г.д	2,99	3,02	15,1	0,44	0,16	8,50	0,69	7,93	0,02	1,14	7,02	5,82	12,8
S35	<г.д	<г.д	2,88	2,58	19,5	0,10	0,28	12,1	0,34	10,3	<г.д	3,40	6,32	4,61	13,6
S36	<г.д	0,14	4,69	5,15	22,7	0,09	1,21	7,70	0,43	10,1	0,03	5,74	3,25	7,51	17,1
S37	0,02	0,09	4,72	6,53	19,6	0,19	1,04	8,12	0,54	10,1	<г.д	4,25	3,33	9,30	13,4
S38	<г.д	0,62	3,70	3,50	18,5	0,55	1,81	5,59	0,17	13,0	0,04	5,91	3,71	5,30	12,7
S39	<г.д	0,62	2,84	2,93	18,7	0,46	1,36	6,49	<г.д	9,56	<г.д	6,19	3,00	4,90	13,7
S40	<г.д	0,60	2,98	2,64	19,7	<г.д	0,13	8,12	0,47	10,2	<г.д	9,80	3,43	5,66	16,0
S41	<г.д	0,81	4,31	3,63	17,7	<г.д	3,45	7,76	0,89	7,63	0,03	12,3	3,66	4,18	12,1
S42	<г.д	0,40	7,30	21,5	40,8	0,62	4,54	13,5	1,39	12,3	0,29	21,6	29,1	12,2	43,0
S43	<г.д	<г.д	34,4	15,7	90,6	2,25	1,59	70,5	1,51	18,5	0,12	7,29	100	25,8	96,5
S44	<г.д	<г.д	2,05	10,3	57,4	0,47	0,79	11,4	0,73	18,3	<г.д	3,73	13,8	12,3	59,0
S45	<г.д	<г.д	1,51	4,47	38,2	0,58	0,47	7,30	0,80	14,2	<г.д	0,06	6,86	6,35	36,1

2.3. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта Срема)

	Pb					Zn					Co				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	<Г.д	4,06	3,56	1,07	7,45	<Г.д	3,15	5,34	0,55	33,9	0,03	0,31	1,00	0,32	4,30
S2	<Г.д	1,40	3,91	0,18	3,41	1,81	2,53	6,15	3,69	37,1	0,02	2,42	1,37	1,12	3,64
S3	0,19	1,80	<Г.д	0,67	17,6	0,42	7,86	1,14	1,70	75,5	<Г.д	2,52	0,11	1,69	9,82
S4	<Г.д	4,36	3,92	0,13	1,24	<Г.д	3,72	7,38	2,72	40,1	<Г.д	4,65	1,19	0,75	3,37
S5	<Г.д	1,74	2,28	0,51	2,28	<Г.д	1,20	5,44	5,97	34,8	0,02	3,38	1,19	1,15	3,12
S6	0,19	0,63	<Г.д	0,68	21,5	0,09	0,66	1,14	1,44	73,2	<Г.д	0,17	0,47	2,20	10,5
S7	<Г.д	0,09	0,79	0,58	5,01	<Г.д	0,86	5,85	3,04	33,2	0,02	1,51	1,26	1,12	3,27
S8	<Г.д	1,58	<Г.д	1,47	19,7	0,13	0,49	2,97	1,10	73,0	<Г.д	0,70	1,56	1,21	10,1
S9	<Г.д	9,35	<Г.д	1,49	25,5	0,07	0,85	3,58	0,85	64,4	<Г.д	0,41	0,37	1,72	10,1
S10	0,20	0,26	<Г.д	1,28	21,5	0,33	0,80	3,13	0,91	62,1	<Г.д	0,99	1,02	2,08	9,50
S11	0,24	1,21	<Г.д	1,41	34,1	3,37	9,88	53,4	1,79	80,3	<Г.д	0,14	2,17	3,05	10,1
S12	0,40	0,14	<Г.д	0,24	37,3	2,61	7,01	47,0	3,90	84,0	<Г.д	0,03	0,80	3,57	10,6
S13	1,12	0,47	<Г.д	1,17	30,2	0,51	0,75	4,32	0,54	62,4	<Г.д	0,02	0,85	2,50	9,35
S14	<Г.д	<Г.д	<Г.д	0,38	10,6	<Г.д	0,96	5,82	1,05	33,0	0,08	0,36	1,53	0,17	4,10
S15	<Г.д	<Г.д	<Г.д	1,74	19,5	0,16	0,59	2,13	0,57	60,5	<Г.д	0,16	1,08	1,85	10,0
S16	<Г.д	<Г.д	1,01	0,87	12,1	0,12	0,70	4,82	0,00	33,0	<Г.д	1,35	1,23	0,08	4,86
S17	<Г.д	0,85	<Г.д	1,41	24,5	1,61	0,91	4,75	0,86	66,3	<Г.д	0,12	1,68	1,90	10,8
S18	<Г.д	<Г.д	0,22	0,44	5,73	<Г.д	<Г.д	5,20	3,12	28,8	0,03	0,63	1,40	1,57	3,11
S19	<Г.д	0,42	1,27	0,71	10,5	<Г.д	0,99	4,92	0,17	28,3	<Г.д	1,33	0,94	0,06	4,18
S20	<Г.д	<Г.д	2,68	0,27	9,38	<Г.д	2,58	5,60	0,00	31,2	<Г.д	2,24	0,99	0,10	3,91
S21	0,40	3,01	3,24	2,40	18,7	1,98	46,9	34,5	4,01	105	<Г.д	0,56	1,43	1,82	10,8
S22	<Г.д	1,20	2,77	1,77	20,5	1,21	20,8	27,6	2,38	90,8	<Г.д	4,33	1,98	1,57	11,2
S23	<Г.д	<Г.д	0,10	44,7	5,12	<Г.д	0,02	3,50	5,10	24,7	0,02	0,13	0,96	2,00	2,59
S24	<Г.д	0,12	<Г.д	1,16	21,8	0,15	0,58	6,56	0,36	64,3	<Г.д	<Г.д	0,99	2,06	8,21
S25	0,62	<Г.д	<Г.д	2,26	25,1	0,98	1,42	13,0	3,04	66,8	<Г.д	0,01	0,73	2,89	8,63
S26	<Г.д	<Г.д	0,26	0,02	13,5	2,15	16,0	36,7	0,92	39,7	0,03	0,18	1,43	0,67	4,26
S27	<Г.д	<Г.д	3,30	3,30	18,1	0,11	3,91	1,40	1,40	33,1	<Г.д	0,77	2,44	0,70	4,16
S28	<Г.д	3,11	4,49	2,09	16,3	<Г.д	5,89	13,8	1,56	38,4	0,03	3,50	2,50	<Г.д	4,05
S29	1,29	0,53	<Г.д	2,33	61,1	1,28	6,81	35,6	2,50	101	<Г.д	0,29	1,86	2,92	11,4
S30	<Г.д	<Г.д	0,53	0,16	8,57	<Г.д	3,11	11,4	4,40	31,2	<Г.д	0,38	1,38	2,10	3,42
S31	<Г.д	3,91	3,99	0,12	0,55	<Г.д	2,72	5,97	1,94	36,1	0,03	4,28	1,14	0,78	3,64
S32	<Г.д	1,18	3,89	1,78	11,8	<Г.д	2,15	4,74	0,02	32,8	0,08	2,76	0,72	<Г.д	3,92
S33	<Г.д	2,39	3,06	1,05	6,30	<Г.д	8,40	7,33	0,60	33,4	0,03	2,83	0,69	0,13	3,22
S34	<Г.д	<Г.д	0,47	0,57	15,4	0,62	8,16	16,2	1,32	28,4	0,03	0,23	1,35	0,17	3,54
S35	<Г.д	<Г.д	1,58	2,10	10,4	<Г.д	2,74	7,59	0,06	33,7	<Г.д	3,10	1,01	0,12	4,14
S36	<Г.д	1,94	2,89	0,12	1,97	<Г.д	2,75	5,54	2,06	35,7	<Г.д	3,78	0,91	0,69	3,22
S37	<Г.д	0,85	2,89	0,51	2,32	<Г.д	1,83	4,89	3,39	36,3	0,02	2,65	1,10	1,01	3,46
S38	<Г.д	5,68	5,51	0,04	2,97	<Г.д	1,46	4,00	0,36	29,1	0,03	4,43	0,97	0,15	3,11
S39	0,09	6,02	4,88	0,02	3,25	<Г.д	2,54	4,75	0,00	31,7	0,03	3,93	0,62	0,03	3,83
S40	<Г.д	7,15	6,00	0,70	4,58	<Г.д	3,38	4,53	0,84	33,8	<Г.д	6,71	0,72	<Г.д	4,08
S41	0,05	13,8	6,29	0,08	2,77	<Г.д	4,15	5,03	0,42	27,2	<Г.д	9,84	0,93	0,09	2,90
S42	<Г.д	30,9	<Г.д	3,58	33,2	1,62	24,6	24,1	0,69	49,1	<Г.д	6,60	3,83	4,15	9,48
S43	<Г.д	<Г.д	0,37	0,91	11,4	<Г.д	0,89	9,98	0,04	22,7	0,03	0,23	5,19	0,33	6,51
S44	<Г.д	0,24	<Г.д	0,65	34,5	0,10	0,98	3,57	0,29	60,9	<Г.д	0,64	2,06	2,07	10,7
S45	0,72	<Г.д	<Г.д	0,67	17,3	0,59	1,20	8,20	0,69	50,2	<Г.д	0,10	1,54	2,52	8,21

2.4. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта Срема)

	Hg					Fe					Mn				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	0,303	0,021	0,209	0,197	<Г.д	<Г.д	406	2838	63,8	10420	3,11	291	37,2	31,1	111
S2	0,010	0,010	0,023	0,022	<Г.д	<Г.д	206	7838	963	21449	0,71	283	78,3	38,0	133
S3	0,104	0,012	0,071	0,068	<Г.д	<Г.д	272	1102	19,8	21721	<Г.д	236	30,3	61,0	155
S4	0,090	0,010	0,065	0,059	<Г.д	0,03	283	11141	564	22867	0,02	595	114	42,0	147
S5	0,075	0,011	0,051	0,049	<Г.д	<Г.д	223	9585	427	20318	0,22	438	102	41,9	118
S6	0,066	0,010	0,046	0,043	<Г.д	<Г.д	9,44	1102	275	22390	<Г.д	214	42,2	71,0	195
S7	0,150	0,010	0,103	0,097	<Г.д	0,64	63,4	6679	429	19015	0,25	350	88,0	44,2	131
S8	0,091	0,009	0,064	0,059	<Г.д	<Г.д	14,8	1018	236	21624	0,54	298	74,9	45,1	210
S9	0,091	0,010	0,063	0,059	<Г.д	<Г.д	8,37	795	69,0	20731	<Г.д	359	46,6	24,6	214
S10	0,087	0,011	0,060	0,057	<Г.д	3,40	38,4	874	37,5	20191	0,09	264	55,2	15,7	223
S11	0,087	0,010	0,063	0,057	<Г.д	<Г.д	18,0	1835	175	21303	<Г.д	338	73,5	26,8	221
S12	0,050	0,008	0,034	0,032	<Г.д	<Г.д	11,3	1841	177	22272	<Г.д	257	70,5	66,6	203
S13	0,365	0,010	0,252	0,238	<Г.д	<Г.д	1,87	797	62,8	20137	0,62	292	60,5	24,0	241
S14	0,253	0,017	0,174	0,165	<Г.д	<Г.д	37,5	2025	58,9	9969	0,42	317	50,3	33,3	131
S15	0,166	0,011	0,114	0,108	<Г.д	0,09	11,0	840	43,0	20489	0,77	415	52,2	26,2	235
S16	0,274	0,019	0,189	0,178	<Г.д	<Г.д	40,9	2477	53,5	10236	0,35	354	72,2	31,0	124
S17	0,237	0,016	0,163	0,154	<Г.д	<Г.д	6,70	1087	125	21972	<Г.д	367	96,7	37,3	256
S18	0,282	0,019	0,194	0,184	<Г.д	0,25	12,1	6172	271	18019	0,23	401	122	54,8	132
S19	0,179	0,012	0,123	0,116	<Г.д	<Г.д	<Г.д	2455	27,5	9234	0,29	407	63,7	32,5	132
S20	0,154	0,011	0,106	0,100	<Г.д	0,06	75,6	2928	70,4	10186	0,19	400	58,6	24,2	108
S21	0,395	0,027	0,272	0,257	<Г.д	<Г.д	256	2155	173	23158	<Г.д	432	62,4	55,7	176
S22	0,357	0,025	0,246	0,232	<Г.д	<Г.д	109	1907	268	21897	2,25	394	71,8	42,3	202
S23	0,187	0,013	0,129	0,122	<Г.д	0,24	21,4	5013	364	14313	5,47	267	41,4	37,3	119
S24	0,328	0,023	0,226	0,214	<Г.д	<Г.д	8,87	1007	29,1	20523	<Г.д	303	76,4	26,7	203
S25	0,220	0,015	0,151	0,143	<Г.д	<Г.д	5,06	923	46,9	20667	0,19	319	58,2	54,8	200
S26	0,374	0,026	0,257	0,243	<Г.д	<Г.д	51,0	2313	45,2	9105	0,56	358	51,8	16,8	109
S27	0,386	0,027	0,266	0,251	<Г.д	<Г.д	6,06	4967	20,2	8555	2,97	408	110	58,6	111
S28	0,112	0,010	0,077	0,073	<Г.д	<Г.д	627	6454	79,7	10240	5,10	242	77,9	30,8	99
S29	0,079	0,009	0,054	0,051	<Г.д	<Г.д	26,7	1399	1034	23252	1,30	338	116	59,9	234
S30	0,104	0,010	0,071	0,068	<Г.д	0,75	23,9	5994	464	17890	0,08	379	99,5	57,6	145
S31	0,096	0,010	0,066	0,062	<Г.д	0,18	223	8681	427	18625	0,18	574	81,4	35,8	167
S32	0,154	0,011	0,106	0,100	<Г.д	<Г.д	10,2	2222	50,6	9821	0,28	346	35,6	34,1	131
S33	0,170	0,012	0,117	0,111	<Г.д	<Г.д	6,25	2369	93,5	9554	0,18	458	36,6	30,5	107
S34	0,162	0,011	0,111	0,105	<Г.д	<Г.д	150	2944	96,5	8907	2,37	273	50,1	27,0	109
S35	0,091	0,009	0,063	0,059	<Г.д	<Г.д	163	2852	5,60	9892	0,79	393	63,9	24,2	115
S36	0,033	0,012	0,023	0,022	<Г.д	1,12	181	7608	374	21720	0,11	523	70,6	30,3	125
S37	0,042	0,010	0,029	0,027	<Г.д	0,16	171	7199	573	21330	0,08	414	85,2	39,6	142
S38	0,075	0,009	0,051	0,049	<Г.д	1,61	34,8	3481	16,5	9746	<Г.д	398	61,8	19,9	102
S39	0,062	0,010	0,043	0,041	<Г.д	<Г.д	11,4	3037	9,10	10414	0,18	440	43,1	18,0	128
S40	0,030	0,010	0,022	0,019	<Г.д	<Г.д	367	2990	9,80	9990	0,41	351	51,6	24,1	108
S41	0,029	0,008	0,021	0,019	<Г.д	<Г.д	849	3902	25,2	9296	0,30	450	105	15,3	97
S42	0,050	0,010	0,034	0,032	<Г.д	<Г.д	233	2925	1,90	15398	7,96	523	69,8	19,7	157
S43	0,091	0,011	0,063	0,059	<Г.д	<Г.д	28,8	4792	1,20	8781	7,01	463	80,9	10,0	131
S44	0,033	0,010	0,023	0,022	<Г.д	<Г.д	16,4	1186	7,00	19844	<Г.д	477	60,8	23,5	180
S45	0,066	0,013	0,046	0,043	<Г.д	<Г.д	18,8	1155	14,7	17884	4,78	227	35,5	28,6	163

2.5. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта Срема)

	Ca					K					Mg				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	14443	3152	676	1020	423	283	21,3	38,0	308	1497	831	20669	724	1627	3702
S2	5954	1372	130	454	645	150	28,8	75,0	134	3,405	801	417	875	1375	4337
S3	5518	4345	38,6	402	472	359	37,2	36,2	211	1814	583	642	370	2087	6791
S4	4720	994	187	364	645	181	34,0	115	184	1,24	699	208	907	1219	4550
S5	9380	6633	111	745	671	153	25,7	67,0	192	2,28	666	991	648	1220	3884
S6	11975	18007	30,4	424	1554	129	29,5	9,64	130	1579	436	1114	383	2543	7187
S7	14317	8062	120	826	737	199	38,9	124	204	5,01	494	2742	1183	1514	4133
S8	10383	7117	55,9	610	3051	92,2	10,2	22,8	94,8	1597	404	1898	513	1732	7290
S9	25867	9936	57,3	653	12291	68,9	30,7	18,3	83,8	1585	392	3833	3303	2257	7043
S10	14593	9181	64,5	705	15152	45,5	12,1	23,0	56,9	1385	393	2096	0,05	2866	7147
S11	13304	20756	62,2	573	12110	72,2	7,95	24,9	81,0	1428	422	1588	3510	2303	7216
S12	13009	16269	50,7	397	8423	198	13,8	37,7	373	1877	430	2183	2735	3468	6714
S13	13978	246608	32,9	621	15087	133	16,2	17,1	71,3	1755	444	409	3427	2684	7542
S14	21218	2383	275	1812	9067	168	12,4	35,3	272	1263	586	41653	3154	1606	3561
S15	13891	20543	18,3	500	11914	61,4	12,1	17,8	61,0	1458	559	1265	2717	2329	7211
S16	15975	3996	417	1212	2917	105	1,68	35,1	136	1745	378	24683	1112	1332	5858
S17	13026	13187	65,2	650	8575	57,0	12,6	32,1	74,4	1482	289	2805	2322	2003	7413
S18	15894	8413	84,9	798	1186	165	23,7	73,3	166	5,73	363	<Г.д	1680	1663	4018
S19	12996	4215	407	1187	1656	231	7,80	34,9	233	1435	380	16535	757	1275	3305
S20	10762	3796	605	1100	565	89,3	11,8	44,1	85,2	1546	422	11583	791	1120	5251
S21	8714	5558	88,5	385	578	110	23,0	35,3	201	2085	547	1288	588	2912	7667
S22	7520	4680	61,7	458	1925	143	23,2	36,7	165	2237	445	1334	524	2280	8602
S23	17195	17195	61,7	309	14634	269	29,9	85,8	133	5,12	738	965	4711	3067	3680
S24	14265	32245	67,0	636	11485	83,8	22,5	31,5	101	750	319	323	3541	2689	6933
S25	13850	33859	36,6	1013	15057	90,9	12,7	19,0	147	1474	396	454	3806	3995	6601
S26	16661	1926	278	843	8649	116	16,3	50,0	123	1303	561	20456	2745	840	5017
S27	16118	2433	260	12967	4623	188	3,97	26,2	184	1141	958	29333	980	1401	3215
S28	16707	2337	513	1157	972	118	19,3	31,1	232	1229	1628	15761	824	1544	3764
S29	9135	6559	50,7	513	3520	193	32,5	44,1	190	2453	406	1444	601	1653	6923
S30	17919	11062	102	588	2474	293	31,7	82,0	180	8,57	499	2302	1339	1592	4045
S31	5343	1593	107	352	728	134	33,7	84,9	154	0,55	469	379	899	1360	4909
S32	12417	3424	489	1556	436	82,4	6,37	21,5	246	1249	505	20886	433	1254	3551
S33	10013	2669	587	991	343	382	62,2	59,9	740	1769	316	14075	398	1183	3183
S34	15552	2841	263	1729	6000	205	21,1	37,7	272	526	419	30034	2260	1140	3188
S35	14977	2251	422	1403	1628	154	14,0	56,1	332	1947	342	9781	820	971	4357
S36	11955	2859	111	437	676	116	27,2	93,0	155	0,88	980	1188	775	1192	4293
S37	10584	4438	116	775	1186	161	29,4	91,1	190	2,32	472	1956	943	1517	4443
S38	3495	64,0	588	296	291	219	0,55	25,5	284	1243	481	1340	287	831	3121
S39	4629	231	717	357	313	90,3	0,78	25,9	230	1343	411	1856	340	977	3666
S40	11586	2921	937	602	517	104	17,4	37,9	279	1608	305	12347	475	1224	5078
S41	3289	359	405	479	270	89,6	10,6	34,7	249	1117	448	30154	255	687	2967
S42	31278	4349	82,5	7005	25707	311	27,3	40,7	46,7	850	468	1046	2052	975	4831
S43	16325	651	691	668	8934	180	9,39	27,8	67,5	1126	403	58205	6210	4133	16948
S44	12801	32572	37,0	700	8349	78,1	10,1	14,5	61,5	1271	238	358	1704	1375	5879
S45	13345	20466	90,5	228	11485	56,8	10,9	15,6	57,1	750	314	657	2647	2877	6933

2.6. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта Срема)

	Na					Al				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	9,18	44,8	5,51	7,95	88,0	2,88	1775	1900	290	17836
S2	19,4	46,7	108	104	105	0,95	561	3873	1108	24593
S3	43,7	13,5	12,2	77,3	76,0	<г.д	441	1515	412	22291
S4	58,1	59,7	86,2	113	88,7	1,73	1056	4039	781	25508
S5	44,1	65,4	59,1	104	95,1	1,86	815	3479	870	22646
S6	23,5	36,5	7,01	58,5	77,4	<г.д	3,21	1516	557	23813
S7	56,9	72,1	89,2	115	53,4	2,61	55,2	3644	640	20605
S8	12,8	8,11	20,9	57,0	71,0	3,37	7,08	1829	100	21853
S9	39,5	36,4	16,9	58,5	80,2	<г.д	3,16	1722	44,0	19816
S10	19,0	12,0	19,9	56,7	74,3	2,44	11,4	2023	5,58	17481
S11	56,6	16,5	25,6	191	79,4	<г.д	1,58	2368	86,2	19130
S12	26,5	15,1	20,8	70,9	85,8	<г.д	2,77	1782	479	19781
S13	28,2	20,1	15,6	40,9	89,9	1,30	0,21	1402	9,18	19817
S14	14,4	122	8,31	46,5	75,3	2,25	3,53	2138	138	12383
S15	14,3	15,3	12,1	49,2	80,1	3,10	1,32	1264	7,91	18516
S16	24,0	47,6	5,47	1,28	83,1	1,90	20,5	2220	97,8	17903
S17	16,1	22,1	27,1	54,3	78,9	0,76	1,81	2086	39,9	20171
S18	33,4	61,4	59,4	117	64,2	2,96	7,26	3571	562	17569
S19	21,4	6,59	3,47	1,93	74,0	3,06	3,16	1994	49,7	13756
S20	<г.д	14,3	4,55	0,24	66,3	2,78	364	2144	82,2	15658
S21	26,0	14,5	24,3	61,8	75,7	<г.д	273	1558	115	23482
S22	16,9	17,8	15,8	65,7	82,0	<г.д	62,4	1644	69,6	23042
S23	32,6	82,5	110	150	84,9	3,02	4,83	1874	511	13150
S24	32,0	28,5	17,8	48,0	6,35	<г.д	<г.д	1715	46,4	18655
S25	36,0	27,6	13,6	93,6	66,6	<г.д	1,67	1601	103	18964
S26	9,92	95,2	7,39	1,39	75,0	2,76	6,28	1500	94,4	13564
S27	13,4	10,9	6,76	2,11	70,6	4,74	0,96	1462	12,0	11838
S28	6,59	2,42	12,6	79,8	107	3,83	267	2195	54,0	14928
S29	11,1	16,3	17,0	53,0	107	2,61	38,8	1694	322	22054
S30	35,6	66,7	87,9	140	100	4,65	13,0	3508	876	17976
S31	35,7	45,4	89,5	103	113	1,91	1354	3304	638	23339
S32	16,5	11,4	2,77	112	67,4	3,41	80,0	1505	102	13756
S33	38,7	7,46	1,34	3,21	64,1	2,34	71,0	1053	189	12221
S34	21,9	74,4	6,77	78,8	66,7	2,55	14,0	1270	191	10123
S35	<г.д	60,2	6,56	0,72	68,6	1,07	56,8	1764	10,3	15459
S36	54,2	52,3	87,0	102	106	3,45	979	3019	697	24673
S37	42,2	49,1	73,5	116	132	2,09	534	3517	760	22184
S38	33,8	2,68	3,19	2,95	59,9	4,97	197	1893	174	14060
S39	15,8	4,78	3,14	<г.д	66,0	2,34	197	1220	29,4	13946
S40	<г.д	29,9	4,53	61,2	88,2	0,40	1788	1508	69,9	16528
S41	<г.д	13,2	5,76	45,5	53,4	1,07	1776	1600	66,6	12795
S42	40,0	27,8	24,5	68,0	56,0	<г.д	187	3233	3,16	11827
S43	30,3	113	10,3	<г.д	72,0	2,37	3,06	1344	2,87	9091
S44	17,8	29,1	10,9	47,9	59,4	<г.д	<г.д	920	18,7	16720
S45	21,3	18,1	24,4	51,0	6,35	<г.д	0,74	932	28,0	14459

2.7. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта Срема)

	As					B					Cd				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	1,26	0,21	0,13	0,05	0,09	0,54	2,59	<г.д	<г.д	0,95	<г.д	0,12	0,06	0,02	0,14
S2	1,33	0,12	0,15	0,05	0,09	1,16	2,71	<г.д	<г.д	1,57	<г.д	0,13	0,09	0,03	0,13
S3	<г.д	0,44	3,24	0,14	4,90	<г.д	1,10	<г.д	<г.д	6,25	<г.д	0,15	0,51	<г.д	<г.д
S4	1,25	0,12	0,17	0,05	0,10	0,94	1,72	<г.д	<г.д	1,44	<г.д	0,14	0,11	0,02	0,14
S5	0,68	0,10	0,21	0,05	0,09	0,21	1,19	<г.д	<г.д	1,15	<г.д	0,12	0,11	0,02	0,14
S6	<г.д	<г.д	2,02	<г.д	9,11	<г.д	0,07	<г.д	<г.д	5,85	<г.д	0,06	0,07	0,04	0,05
S7	0,04	0,11	3,78	<г.д	4,53	<г.д	5,00	<г.д	0,70	<г.д	<г.д	0,07	0,02	<г.д	0,14
S8	<г.д	<г.д	2,47	0,06	7,56	<г.д	0,78	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,06	0,10	<г.д	<г.д
S9	<г.д	<г.д	0,74	<г.д	5,94	<г.д	0,29	<г.д	0,60	<г.д	0,02	0,04	0,02	0,07	0,07
S10	<г.д	<г.д	1,19	0,62	5,92	<г.д	0,03	<г.д	<г.д	6,20	0,03	0,04	0,03	<г.д	0,06
S11	<г.д	<г.д	1,48	0,79	4,95	1,59	1,57	<г.д	1,11	8,51	0,03	0,05	0,06	<г.д	0,13
S12	<г.д	<г.д	3,83	<г.д	4,77	<г.д	1,88	<г.д	1,46	7,69	0,07	0,10	0,14	0,08	<г.д
S13	<г.д	0,16	1,83	0,51	7,60	0,32	<г.д	<г.д	1,08	6,70	0,02	0,10	0,14	0,02	<г.д
S14	<г.д	0,08	1,86	<г.д	3,21	<г.д	4,64	1,31	<г.д	0,06	<г.д	0,06	0,08	<г.д	0,11
S15	<г.д	<г.д	1,87	0,98	6,46	<г.д	<г.д	<г.д	1,19	5,81	<г.д	0,05	0,07	<г.д	0,04
S16	<г.д	0,05	2,09	<г.д	3,26	<г.д	2,56	0,98	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,09	<г.д	0,11
S17	<г.д	<г.д	1,87	0,39	6,27	<г.д	1,86	<г.д	0,91	5,73	0,02	0,05	0,07	0,02	0,08
S18	<г.д	0,06	0,12	0,09	0,11	<г.д	2,45	<г.д	<г.д	1,66	<г.д	0,04	0,06	0,05	0,13
S19	<г.д	0,19	2,60	0,05	3,99	<г.д	9,29	0,38	<г.д	1,23	<г.д	0,16	0,03	0,02	0,13
S20	<г.д	0,09	1,93	<г.д	4,00	<г.д	5,06	0,96	<г.д	<г.д	<г.д	0,05	0,02	0,08	0,13
S21	<г.д	0,11	2,95	0,08	5,71	<г.д	1,96	<г.д	<г.д	7,27	0,02	0,13	0,12	0,03	<г.д
S22	<г.д	<г.д	2,04	0,43	5,78	<г.д	1,92	<г.д	<г.д	8,63	0,05	0,07	0,14	<г.д	0,11
S23	<г.д	0,08	3,93	<г.д	1,57	<г.д	2,56	0,34	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	0,02	<г.д	0,11
S24	<г.д	<г.д	1,17	0,86	5,12	<г.д	<г.д	<г.д	1,90	6,39	<г.д	0,05	0,02	0,04	0,05
S25	<г.д	<г.д	1,34	0,91	5,77	<г.д	0,58	<г.д	<г.д	5,95	<г.д	0,05	0,32	<г.д	0,09
S26	<г.д	0,18	2,78	<г.д	3,15	<г.д	9,88	0,27	<г.д	<г.д	0,00	0,17	0,02	<г.д	0,11
S27	0,05	0,14	6,73	<г.д	0,84	<г.д	6,00	0,63	<г.д	3,67	0,03	0,11	0,06	<г.д	0,13
S28	0,05	0,17	8,16	<г.д	0,44	<г.д	6,55	0,16	<г.д	0,55	0,02	0,23	0,09	<г.д	0,12
S29	<г.д	0,17	2,12	0,15	9,69	<г.д	2,04	0,01	0,53	7,77	<г.д	0,14	0,13	0,06	<г.д
S30	0,60	0,05	0,11	0,08	0,09	0,73	2,34	0,29	<г.д	1,25	<г.д	0,06	<г.д	0,03	0,13
S31	0,73	0,09	0,13	0,06	0,11	0,65	2,36	<г.д	<г.д	1,73	<г.д	0,10	0,07	0,03	0,16
S32	<г.д	0,12	2,75	<г.д	3,45	<г.д	5,91	0,73	<г.д	1,04	<г.д	0,09	0,03	<г.д	0,13
S33	<г.д	0,14	2,34	<г.д	2,34	<г.д	6,24	0,10	<г.д	0,07	<г.д	0,13	0,02	<г.д	0,13
S34	0,04	0,08	4,11	<г.д	2,51	<г.д	2,76	0,73	<г.д	<г.д	0,03	0,06	0,03	<г.д	0,11
S35	<г.д	0,11	2,95	<г.д	3,53	<г.д	2,90	0,68	<г.д	<г.д	<г.д	0,08	0,02	<г.д	0,12
S36	1,05	0,18	0,02	0,08	0,13	0,64	2,04	<г.д	<г.д	1,45	<г.д	0,02	0,07	0,05	0,14
S37	0,97	0,07	0,12	0,07	0,11	0,38	1,75	<г.д	<г.д	1,36	<г.д	0,06	0,06	0,03	0,15
S38	<г.д	0,04	2,03	<г.д	3,38	<г.д	5,43	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,09	0,03	<г.д	0,12
S39	<г.д	0,09	2,51	<г.д	3,60	<г.д	3,71	0,24	<г.д	0,20	<г.д	0,06	0,02	<г.д	0,12
S40	<г.д	0,07	2,65	<г.д	3,57	<г.д	2,56	0,54	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	0,02	<г.д	0,12
S41	<г.д	0,05	3,45	<г.д	3,36	<г.д	4,78	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,10	0,04	<г.д	0,13
S42	<г.д	<г.д	6,04	0,62	5,95	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	5,26	0,03	0,07	0,16	<г.д	0,17
S43	0,04	0,16	5,29	<г.д	1,66	<г.д	9,66	0,79	<г.д	<г.д	0,03	0,18	0,06	<г.д	0,11
S44	<г.д	<г.д	2,84	0,31	7,60	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	6,52	0,02	0,13	0,10	0,02	0,06
S45	<г.д	<г.д	2,51	<г.д	3,57	<г.д	<г.д	<г.д	1,78	1,60	0,04	0,05	0,10	0,07	<г.д

2.8. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта Срема)

	Cr					Cu					Ni				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	<г.д	0,50	5,32	7,74	22,7	0,31	1,42	9,19	0,49	10,1	0,16	4,74	4,52	12,6	17,3
S2	<г.д	0,49	7,76	8,00	20,9	0,48	4,67	10,2	0,89	9,38	<г.д	5,00	5,49	12,2	15,5
S3	<г.д	0,29	2,97	14,7	48,3	0,37	2,07	16,0	1,31	16,9	<г.д	5,75	5,03	13,0	36,0
S4	0,03	0,24	7,87	7,02	21,7	0,13	1,97	9,42	0,60	10,2	0,08	11,0	5,69	9,75	15,7
S5	<г.д	0,42	7,16	7,08	23,0	0,08	1,46	9,14	1,24	10,0	0,02	7,69	5,00	10,0	16,6
S6	<г.д	<г.д	1,34	11,7	42,6	0,35	0,72	11,3	1,11	14,9	<г.д	0,44	6,16	10,8	34,1
S7	<г.д	0,05	3,60	4,56	23,5	<г.д	0,14	10,2	<г.д	12,6	<г.д	1,42	8,09	7,26	18,4
S8	<г.д	<г.д	1,60	12,7	43,6	0,40	0,51	12,3	1,23	15,2	<г.д	0,48	6,02	11,2	33,5
S9	<г.д	<г.д	0,58	8,47	30,0	0,50	0,60	6,16	0,72	12,3	<г.д	0,09	4,07	6,35	22,9
S10	<г.д	<г.д	1,64	6,67	35,9	0,46	0,53	10,4	0,93	18,9	<г.д	0,34	5,05	2,45	29,7
S11	<г.д	<г.д	1,49	9,24	33,2	0,20	0,31	9,20	0,90	13,3	<г.д	0,24	6,47	4,32	25,4
S12	<г.д	<г.д	7,84	41,3	96,7	1,38	1,09	40,1	2,70	25,2	<г.д	7,39	17,9	37,0	102
S13	<г.д	<г.д	2,51	18,6	45,9	0,32	1,07	10,4	1,24	16,5	<г.д	0,81	8,49	10,7	24,8
S14	<г.д	<г.д	3,07	2,42	16,0	0,04	<г.д	8,41	0,17	7,69	<г.д	0,79	6,55	4,60	12,8
S15	<г.д	<г.д	1,11	4,19	32,3	0,35	0,59	6,57	1,18	14,9	<г.д	0,29	5,60	1,62	27,1
S16	<г.д	0,02	2,57	2,64	16,1	0,16	0,01	5,98	0,46	8,58	0,02	0,63	5,17	4,27	13,1
S17	<г.д	<г.д	1,86	9,66	32,1	1,02	0,40	10,8	1,37	20,6	<г.д	0,30	7,79	5,51	26,1
S18	<г.д	<г.д	4,67	5,95	15,0	0,47	0,62	6,65	0,45	8,76	0,03	0,37	5,76	7,92	10,6
S19	<г.д	0,18	4,09	3,84	19,5	<г.д	0,15	8,74	<г.д	10,1	<г.д	4,43	7,04	6,36	13,5
S20	<г.д	<г.д	3,23	2,72	18,8	<г.д	<г.д	7,40	<г.д	9,64	<г.д	0,92	7,08	4,69	14,2
S21	<г.д	0,25	4,10	25,3	89,3	0,49	1,20	10,4	1,36	14,7	<г.д	19,4	13,8	37,3	77,8
S22	<г.д	<г.д	2,93	8,29	39,0	0,93	1,12	91,1	4,52	455	<г.д	0,44	7,26	0,64	31,9
S23	<г.д	0,14	6,71	4,15	23,5	0,29	<г.д	5,77	<г.д	8,66	<г.д	1,68	4,11	6,11	15,9
S24	<г.д	<г.д	1,32	8,06	38,7	0,37	0,74	6,77	1,37	12,6	<г.д	0,57	4,46	2,78	26,3
S25	<г.д	<г.д	1,78	9,70	36,4	0,33	0,46	7,02	1,07	11,9	<г.д	0,28	5,43	1,91	25,5
S26	<г.д	<г.д	4,62	3,88	19,3	<г.д	0,08	10,1	2,31	9,53	0,02	2,53	9,87	6,32	17,6
S27	<г.д	<г.д	5,68	4,62	31,4	<г.д	0,19	13,8	0,19	9,73	0,02	4,86	14,4	10,2	26,0
S28	<г.д	0,46	7,70	5,16	32,3	0,12	1,46	14,4	<г.д	8,95	0,04	10,37	17,1	10,2	23,7
S29	<г.д	<г.д	2,38	20,6	54,3	0,41	2,19	18,4	1,88	24,2	<г.д	6,13	12,1	22,0	42,7
S30	0,02	<г.д	5,32	6,48	17,9	0,30	0,38	7,23	0,55	8,92	0,09	2,00	6,38	10,9	14,4
S31	0,03	0,25	6,61	6,93	22,6	0,33	1,01	8,34	1,63	11,3	0,06	6,12	6,16	10,7	18,5
S32	<г.д	<г.д	4,77	3,84	24,9	0,03	0,08	10,4	<г.д	10,4	0,02	3,24	8,25	7,97	19,3
S33	<г.д	0,49	2,57	3,18	21,3	<г.д	0,75	9,55	0,21	10,2	<г.д	6,64	3,96	4,63	13,6
S34	<г.д	0,02	3,35	2,73	19,3	0,16	0,03	8,14	1,38	9,22	0,02	1,93	6,60	5,62	17,0
S35	<г.д	0,03	2,24	2,59	17,7	<г.д	0,06	10,3	<г.д	9,34	<г.д	1,34	4,84	4,77	13,1
S36	<г.д	0,29	4,39	5,66	17,0	7,06	1,30	7,50	0,61	10,2	0,58	6,49	3,06	7,62	12,2
S37	0,03	<г.д	4,61	5,59	17,6	0,45	0,62	7,28	0,56	10,8	0,08	1,87	4,40	7,59	13,0
S38	<г.д	0,59	2,55	3,04	19,2	<г.д	1,49	7,32	<г.д	8,85	0,02	5,57	2,80	5,78	14,5
S39	<г.д	0,02	2,09	2,27	18,1	<г.д	0,20	6,49	1,49	10,8	<г.д	2,23	3,57	4,90	14,1
S40	<г.д	0,07	1,83	1,39	16,8	<г.д	0,31	5,42	<г.д	8,47	<г.д	1,87	2,77	2,45	14,6
S41	<г.д	0,73	4,07	3,63	21,4	<г.д	1,76	5,97	<г.д	9,41	0,02	6,01	3,59	4,49	15,2
S42	<г.д	<г.д	4,17	2,76	46,8	0,60	0,61	11,7	0,82	15,1	0,77	5,16	23,9	0,57	51,7
S43	<г.д	0,12	38,4	18,8	94,7	2,48	3,28	53,7	1,30	13,7	0,14	27,1	102	35,9	108
S44	<г.д	<г.д	2,28	1,04	58,2	0,29	0,48	8,64	1,03	17,7	<г.д	6,34	14,3	14,2	59,4
S45	<г.д	<г.д	1,78	2,33	23,2	0,75	1,26	4,70	0,71	7,95	<г.д	1,85	3,21	5,01	19,5

2.9. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта Срема)

	Pb					Zn					Co				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	<г.д	2,24	2,69	0,19	0,55	<г.д	1,41	4,69	3,13	36,1	0,02	2,09	1,20	1,17	3,66
S2	<г.д	4,06	3,90	0,26	1,45	1,93	6,39	7,86	6,11	33,0	0,02	2,70	1,46	1,23	3,24
S3	0,07	2,90	6,03	0,48	1,39	0,16	3,88	3,92	0,69	79,8	<г.д	3,12	0,73	0,61	9,82
S4	<г.д	3,88	3,42	0,15	1,03	<г.д	2,82	7,02	2,87	39,9	0,03	4,57	1,19	0,72	3,42
S5	<г.д	3,76	2,64	0,23	1,30	<г.д	2,40	5,74	3,99	38,5	<г.д	3,60	1,20	0,80	3,33
S6	<г.д	0,47	<г.д	2,19	23,3	0,04	0,35	1,29	1,44	68,4	<г.д	0,13	0,84	1,65	10,7
S7	<г.д	<г.д	0,39	1,35	11,1	<г.д	0,41	4,31	<г.д	34,9	<г.д	0,65	1,48	0,18	4,82
S8	0,10	0,08	4,26	1,88	37,9	0,08	0,43	1,35	1,45	65,2	<г.д	0,53	0,76	1,25	10,0
S9	<г.д	0,63	<г.д	0,30	18,7	0,15	0,37	1,07	0,43	52,5	<г.д	0,04	0,31	1,65	7,95
S10	<г.д	0,36	<г.д	1,20	18,0	0,04	0,65	1,72	0,30	61,6	<г.д	0,05	1,14	1,11	9,23
S11	<г.д	0,11	<г.д	1,05	20,5	0,78	1,61	13,7	0,71	57,3	<г.д	0,02	1,45	2,04	8,57
S12	0,54	0,24	2,13	1,66	27,6	2,59	13,3	29,3	5,79	103	<г.д	3,63	2,02	2,03	12,5
S13	0,15	0,44	1,09	6,12	20,0	0,29	2,26	4,48	1,44	55,8	<г.д	0,02	0,85	1,91	10,6
S14	<г.д	<г.д	<г.д	0,31	9,34	<г.д	0,59	5,16	0,26	26,1	<г.д	0,13	1,51	0,20	3,60
S15	<г.д	<г.д	<г.д	1,07	16,8	0,07	0,71	3,96	0,48	56,2	<г.д	0,03	1,09	1,91	9,37
S16	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	8,24	0,11	0,05	2,30	0,41	24,6	0,19	0,14	1,57	0,09	3,88
S17	0,25	0,15	<г.д	6,65	20,0	0,26	0,46	3,26	1,52	57,7	0,02	0,19	2,05	2,04	8,95
S18	<г.д	<г.д	0,06	0,23	6,09	<г.д	<г.д	5,51	2,63	28,8	<г.д	0,60	1,65	1,28	3,23
S19	<г.д	<г.д	2,73	1,30	9,46	<г.д	1,84	5,37	0,45	33,1	<г.д	2,56	1,26	0,43	3,93
S20	<г.д	<г.д	0,19	0,73	10,1	<г.д	0,13	3,59	<г.д	30,0	0,02	0,59	1,55	0,08	4,44
S21	0,05	0,94	1,24	1,39	15,4	0,53	0,92	5,71	2,06	75,7	<г.д	5,78	0,83	1,39	10,3
S22	0,52	0,35	<г.д	2,45	29,9	2,41	2,95	20,3	0,30	72,2	<г.д	0,10	1,41	0,87	10,4
S23	<г.д	<г.д	0,38	0,07	7,89	<г.д	0,63	4,50	0,08	27,5	<г.д	0,41	1,34	0,07	4,10
S24	<г.д	0,08	<г.д	1,59	16,1	0,19	0,60	2,46	1,01	54,6	<г.д	0,05	0,69	1,01	7,96
S25	<г.д	<г.д	<г.д	1,32	18,5	0,20	0,63	5,24	3,09	53,5	<г.д	0,02	0,82	1,46	7,93
S26	<г.д	<г.д	0,64	2,80	12,5	0,12	7,80	22,0	3,75	34,6	0,04	1,52	1,62	<г.д	3,99
S27	<г.д	<г.д	3,44	3,72	16,7	<г.д	1,47	11,7	0,30	39,0	<г.д	2,32	2,26	0,05	4,81
S28	<г.д	5,60	8,97	18,0	21,8	0,15	3,68	12,2	0,46	38,5	<г.д	2,70	2,88	0,09	4,03
S29	0,09	1,05	10,0	45,6	38,1	0,15	3,15	7,18	2,27	96,8	<г.д	4,12	1,34	1,30	10,0
S30	<г.д	<г.д	0,07	0,67	5,05	<г.д	<г.д	5,18	3,19	30,6	<г.д	1,80	1,21	1,21	3,25
S31	<г.д	1,78	2,16	0,42	3,19	<г.д	1,17	5,17	4,32	38,1	0,04	3,56	1,21	0,76	3,95
S32	<г.д	<г.д	2,34	2,96	12,8	<г.д	0,86	5,15	0,20	35,0	0,03	2,13	1,06	0,16	4,20
S33	<г.д	1,13	2,85	0,88	7,77	<г.д	5,79	6,91	0,27	35,7	<г.д	3,34	0,80	0,12	3,93
S34	<г.д	<г.д	0,59	0,54	12,7	0,61	4,13	18,4	1,28	28,8	0,02	0,62	1,46	0,00	3,82
S35	<г.д	<г.д	<г.д	0,11	8,09	<г.д	0,45	4,37	<г.д	30,2	0,02	0,71	1,48	0,11	3,87
S36	<г.д	3,21	3,55	0,10	0,66	<г.д	6,01	5,45	1,95	35,9	0,02	4,18	0,88	0,64	3,35
S37	<г.д	<г.д	0,39	0,11	4,85	<г.д	<г.д	4,25	1,57	36,1	<г.д	1,79	1,38	0,86	3,64
S38	<г.д	3,70	3,85	<г.д	3,12	<г.д	0,87	3,29	<г.д	29,0	0,02	4,69	0,71	0,06	3,46
S39	<г.д	<г.д	0,19	0,90	8,02	<г.д	0,25	2,99	0,29	30,2	0,02	1,75	1,14	0,17	3,97
S40	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	8,66	<г.д	0,51	2,73	<г.д	26,6	<г.д	0,72	1,35	<г.д	4,09
S41	<г.д	4,35	5,59	4,94	3,35	<г.д	1,71	3,79	<г.д	33,0	<г.д	4,98	0,98	<г.д	3,64
S42	<г.д	0,16	<г.д	3,10	15,2	0,25	0,84	6,63	0,05	65,9	<г.д	0,55	4,91	1,06	9,39
S43	<г.д	0,15	0,50	1,04	9,16	<г.д	0,97	7,24	0,15	20,1	<г.д	2,00	5,42	0,31	5,78
S44	<г.д	0,20	<г.д	2,81	19,2	0,45	0,79	2,11	0,73	58,3	<г.д	1,74	2,45	1,53	9,55
S45	0,32	0,26	<г.д	1,18	11,0	0,75	0,19	8,93	1,48	34,7	<г.д	1,42	0,86	0,92	5,51

2.10. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта Срема)

	Hg					Fe					Mn				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	0,038	<г.д	0,015	0,016	<г.д	0,02	241	6716	607	21720	0,81	244	64,9	34,7	167
S2	0,039	<г.д	0,014	0,017	<г.д	<г.д	310	8750	669	19995	0,39	288	75,5	39,2	120
S3	0,042	<г.д	0,013	0,016	<г.д	<г.д	256	1889	19,3	23584	0,46	237	37,6	16,1	165
S4	0,050	<г.д	0,017	0,020	<г.д	0,50	246	10795	489	22071	0,05	794	120	40,8	144
S5	0,044	<г.д	0,016	0,018	<г.д	0,03	383	10271	434	20781	0,03	478	96,5	32,0	145
S6	0,050	<г.д	0,018	0,020	<г.д	<г.д	9,06	1056	37,1	22847	0,32	254	50,6	56,3	197
S7	0,316	<г.д	0,115	0,127	<г.д	<г.д	2,58	2665	7,78	10253	2,27	269	73,3	30,0	136
S8	0,028	<г.д	0,010	0,011	<г.д	<г.д	18,1	1140	109	20196	0,75	229	50,3	28,7	189
S9	0,068	<г.д	0,025	0,027	<г.д	<г.д	5,22	600	17,7	17877	0,00	225	31,1	37,5	167
S10	0,067	<г.д	0,024	0,027	<г.д	<г.д	5,12	745	3,04	19885	3,88	201	35,4	12,9	202
S11	0,161	<г.д	0,058	0,065	<г.д	1,29	8,69	1031	30,7	18684	1,66	279	45,6	18,5	203
S12	0,122	<г.д	0,044	0,049	<г.д	0,45	61,7	1678	775	24444	3,20	415	87,8	28,6	229
S13	0,133	<г.д	0,048	0,054	<г.д	<г.д	34,0	1552	73,3	22026	<г.д	211	80,5	36,1	198
S14	0,161	<г.д	0,058	0,065	<г.д	<г.д	16,2	1780	16,1	8797	0,29	242	31,7	24,3	118
S15	0,255	<г.д	0,093	0,103	<г.д	<г.д	15,1	1144	21,1	19453	1,18	258	44,2	10,7	195
S16	0,155	<г.д	0,056	0,062	<г.д	0,03	<г.д	1991	44,1	8638	0,76	296	37,8	24,3	129
S17	0,200	<г.д	0,073	0,080	<г.д	0,29	5,67	1098	85,7	19374	<г.д	360	86,1	27,5	224
S18	0,255	<г.д	0,093	0,103	<г.д	0,09	11,2	6319	271	18524	0,23	415	115	50,2	145
S19	0,261	<г.д	0,095	0,105	<г.д	<г.д	87,2	3020	49,3	10582	0,36	479	63,5	31,2	131
S20	0,172	<г.д	0,062	0,069	<г.д	<г.д	21,2	2269	44,7	10119	0,09	2905	60,1	26,9	116
S21	0,133	<г.д	0,048	0,054	<г.д	<г.д	150	1590	141	22571	0,11	447	49,0	44,5	187
S22	0,144	<г.д	0,052	0,058	<г.д	13,2	9,23	1897	2,10	20672	1,96	319	58,7	5,74	248
S23	0,189	<г.д	0,069	0,076	<г.д	<г.д	5,19	2217	20,2	8690	2,04	259	24,8	20,1	104
S24	0,122	<г.д	0,044	0,049	<г.д	<г.д	6,46	632	9,12	18662	<г.д	273	36,0	14,1	178
S25	0,120	<г.д	0,045	0,049	<г.д	<г.д	4,41	737	84,1	18037	<г.д	29,0	46,1	13,1	193
S26	0,094	<г.д	0,034	0,038	<г.д	<г.д	62,2	2534	2,99	9575	0,33	415	66,7	27,7	114
S27	0,100	<г.д	0,036	0,040	<г.д	0,10	6,69	5330	2,51	9996	14,9	383	100	22,9	100
S28	0,111	<г.д	0,040	0,045	<г.д	<г.д	726	7214	62,9	10056	10,6	238	90,2	27,1	85,0
S29	0,222	<г.д	0,081	0,089	<г.д	<г.д	60,0	1512	247	25002	0,50	423	67,6	63,5	213
S30	0,172	<г.д	0,062	0,069	<г.д	0,14	38,5	6321	288	18911	0,63	431	88,9	48,1	141
S31	0,189	<г.д	0,069	0,076	<г.д	0,24	96,9	7140	388	23963	0,14	528	82,1	38,3	178
S32	0,111	<г.д	0,040	0,045	<г.д	<г.д	46,7	2710	13,4	10686	0,55	328	53,1	31,8	139
S33	0,172	<г.д	0,062	0,069	<г.д	1,24	8,41	2758	12,8	10339	0,97	386	41,2	20,1	133
S34	0,122	<г.д	0,044	0,049	<г.д	<г.д	0,54	2972	35,0	8585	<г.д	312	36,5	23,2	120
S35	0,133	<г.д	0,048	0,054	<г.д	0,37	<г.д	2241	8,87	9478	0,26	335	39,2	23,7	128
S36	0,078	<г.д	0,028	0,031	<г.д	<г.д	287	8258	472	21544	0,14	599	77,5	29,3	158
S37	0,072	<г.д	0,026	0,029	<г.д	<г.д	42,0	6585	308	21711	0,40	394	41,4	41,4	152
S38	0,078	<г.д	0,028	0,031	<г.д	<г.д	21,2	2855	9,15	9714	3,53	442	48,6	20,2	109
S39	0,100	<г.д	0,036	0,040	<г.д	<г.д	1,48	2234	9,74	10287	0,22	430	42,8	27,2	128
S40	0,078	<г.д	0,028	0,031	<г.д	<г.д	3,28	1687	3,91	9506	0,31	412	23,6	15,2	133
S41	0,155	<г.д	0,056	0,062	<г.д	<г.д	24,2	3924	9,38	10380	0,15	347	116	13,5	117
S42	0,105	<г.д	0,038	0,042	<г.д	<г.д	17,2	2164	10,5	14597	1,34	193	40,1	2,99	171
S43	0,150	<г.д	0,055	0,060	<г.д	<г.д	97,8	5325	4,71	8967	5,51	398	69,8	12,6	129
S44	0,094	<г.д	0,034	0,038	<г.д	<г.д	26,6	1334	11,2	19633	<г.д	525	62,1	23,4	182
S45	0,139	<г.д	0,050	0,056	<г.д	<г.д	77,8	1470	4,26	13565	2,46	161	27,8	35,8	135

2.11.Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта Срема)

	Ca					K					Mg				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	9630	2288	109	466	616	116	26,5	78,2	141	1,97	469	897	1126	1511	4355
S2	6532	1481	136	368	642	115	26,1	81,3	149	1,45	790	568	945	1400	4070
S3	6553	2987	64,2	498	472	199	26,0	33,0	103	1814	698	619	390	1424	6791
S4	6398	1324	141	352	642	124	25,6	99,3	163	1,03	767	458	819	1163	4538
S5	9079	3063	109	475	613	53,5	24,5	94,2	153	1,30	741	990	696	1056	4143
S6	14298	22015	38,2	609	7838	98	16,3	14,2	122	1507	573	867	1982	2625	6789
S7	18880	2138	363	2228	3927	105	4,43	45,2	326	2022	618	42272	1526	1303	4970
S8	14099	13373	33,7	460	4026	109	17,3	19,1	96,8	1349	600	1987	721	1832	6738
S9	14411	9936	30,6	1015	15510	45,1	10,2	12,5	95,5	1149	371	1898	3994	4079	5880
S10	14866	9181	54,0	717	17830	23,7	9,77	18,8	42,6	1369	619	525	0,05	2488	7504
S11	15083	30556	51,4	564	14231	35,2	13,2	20,5	49,6	1438	344	397	3939	2775	6674
S12	10073	6137	33,5	349	2726	59,6	12,4	25,0	180	2200	646	1367	418	1997	8507
S13	19175	246608	65,1	527	2888	71,8	22,7	15,7	75,1	1614	632	586	775	1542	6354
S14	17414	1358	429	1296	10441	45,7	4,36	20,8	101	1120	569	46054	5851	1332	3180
S15	13797	20543	39,1	527	17570	51,0	14,5	16,3	75,1	1092	657	1238	2717	1542	7481
S16	20718	1036	237	1403	11636	82,8	0,59	29,6	166	1037	431	52136	3244	1708	3431
S17	14232	16391	75,7	636	10514	38,3	9,08	22,4	70,6	1420	295	1815	2986	2407	6785
S18	18709	10924	84,1	499	3549	104	20,8	88,9	137	6,09	381	<Г.д	2061	1610	4178
S19	12202	3913	633	1188	558	105	12,6	47,9	121	1771	378	13401	752	1326	4778
S20	18106	5004	325	1317	4767	58,1	3596	35,0	138	1425	443	16317	1788	1203	5395
S21	9179	5444	19,8	432	666	80,0	16,25	21,4	203	2103	434	1235	331	2206	7274
S22	13642	24435	49,6	1257	15052	52,3	9,26	24,9	61,8	1699	487	586	3826	2400	7809
S23	16554	1711	534	1403	12051	98,5	0,19	26,9	139	1257	811	33557	6267	1601	5517
S24	13990	32245	36,2	2434	18393	44,4	18,67	18,6	70,1	1767	321	462	3541	1746	6372
S25	12691	33859	10,7	2605	17014	35,9	10,34	11,2	66,2	1374	353	405	3805	2267	6369
S26	18199	4224	438	2040	4108	81,3	45,85	53,5	238	1302	536	26014	2612	1608	5566
S27	17175	3125	323	1899	1889	110	9,48	29,7	181	1872	1147	20430	913	1001	5538
S28	12450	1606	696	608	485	68,1	1,06	37,3	99,4	1546	1527	12236	826	1042	5181
S29	8484	6128	56,3	376	771	165	18,5	30,6	269	2445	393	1474	368	2127	7088
S30	14949	9296	101	690	905	107	15,8	78,4	151	5,05	365	2370	1126	1441	4151
S31	13679	3096	119	482	775	114	19,8	92,2	147	3,19	481	1312	881	1353	5208
S32	17506	3658	481	1939	1224	64,0	9,77	40,3	116	1359	534	24118	860	1183	3767
S33	13758	2802	586	1255	554	214	28,2	56,0	498	2170	371	27702	418	933	3696
S34	18044	2756	209	1666	9761	132	3,95	50,5	205	1053	398	37052	2730	1197	3306
S35	18167	2877	190	1812	7190	88,9	0,90	38,6	263	1490	375	35351	3639	1142	3387
S36	5760	15780	119	363	758	121	31,9	88,0	164	0,66	523	391	790	1161	4637
S37	16650	9515	112	519	1184	96,1	21,7	87,1	142	4,85	449	2766	1057	1255	4633
S38	4285	1337	834	337	306	81,9	37,2	17,2	238	1168	498	8136	312	936	3455
S39	18777	1993	231	2197	3017	176	3,36	18,3	205	1265	54,3	19521	1438	1070	3684
S40	19246	2067	405	1377	13650	40,0	12,3	12,2	107	1002	316	45820	6889	1507	3697
S41	4094	477	585	396	350	62,1	10,8	11,0	210	1488	511	35470	304	654	3457
S42	13870	4349	47,4	17260	34256	59,3	13,3	13,9	38,4	828	303	641	2133	696	5063
S43	16347	2095	558	644	7964	76,3	16,4	26,9	90,1	971	463	43122	6350	4667	20682
S44	13978	29338	50,2	1150	7744	133	11,6	14,6	62,8	1317	444	325	1711	1215	5770
S45	11805	20466	59,8	3808	6359	33,3	9,41	9,91	72,6	435	292	1621	1912	2340	4866

2.12. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта Срема)

	Na					Al				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
S1	35,7	54,5	120	107	170	2,40	1087	3713	772	23339
S2	28,9	48,9	77,2	112	95,5	0,97	1076	3588	958	23939
S3	61,9	18,8	12,3	57,4	76,0	<г.д	557	1751	6,10	24269
S4	42,4	49,7	79,4	103	123,	1,57	1385	3673	747	24804
S5	19,0	54,7	197	113	128	0,79	897	3486	727	24108
S6	42,7	20,8	11,9	74,6	77,0	<г.д	1,26	1804	106	22896
S7	12,8	20,3	4,37	6,85	80,2	2,02	1,64	1942	16,4	17291
S8	40,8	18,2	13,3	72,1	70,8	<г.д	2,92	1919	91,3	20713
S9	43,8	8,11	2,00	62,8	60,7	<г.д	0,49	1307	35,8	15184
S10	23,7	25,5	19,3	47,9	81,7	2,99	<г.д	1947	5,40	18563
S11	24,1	20,5	16,2	43,4	77,0	5,48	0,65	1802	6,50	17052
S12	17,1	10,9	14,1	69,5	80,7	3,79	15,1	1257	113	23614
S13	37,2	17,5	16,6	58,6	75,0	<г.д	3,62	1838	35,9	22864
S14	11,6	75,7	8,24	34,6	74,3	1,41	1,02	2144	30,3	11177
S15	22,1	26,2	15,6	58,6	77,7	0,80	3,12	1269	31,1	16459
S16	21,4	12,1	8,12	64,8	74,3	3,81	0,57	2089	84,3	11439
S17	21,2	19,5	16,0	65,9	93,1	3,69	0,29	2242	25,0	17501
S18	58,5	77,8	69,5	118	59,9	2,20	3,82	3628	536	18156
S19	2,32	23,1	5,63	2,95	71,5	3,31	388	2308	259	16384
S20	<г.д	50,5	4,90	<г.д	73,8	0,72	5,93	2293	77,4	15622
S21	24,0	15,4	4,04	66,0	72,3	<г.д	232	1158	60,1	22211
S22	11,5	16,2	17,8	37,9	86,2	2,46	3,22	1778	3,80	19743
S23	13,6	3,82	6,53	3,70	78,1	2,03	1,61	1383	50,4	13939
S24	21,2	30,7	15,3	54,9	67,1	<г.д	1,02	1137	13,9	17443
S25	24,1	18,4	6,55	56,1	65,9	<г.д	0,49	1361	120	17324
S26	24,3	106	7,45	23,0	65,4	2,43	19,4	2511	11,6	13300
S27	12,6	14,0	7,80	71,9	103	2,65	1,74	1503	3,00	17604
S28	109	25,3	12,0	2,51	81,6	1,49	533	1960	104	18265
S29	24,9	12,4	10,1	8,40	85,3	<г.д	63,8	1628	320	23694
S30	37,7	59,8	80,2	129	61,5	2,08	11,3	3477	581	18756
S31	81,2	47,6	48,8	121	116	2,19	510	3767	636	23685
S32	24,5	31,9	6,48	<г.д	71,8	1,62	14,5	2121	140	14729
S33	0,72	8,36	2,49	62,1	80,1	12,5	59,6	1257	16,4	15285
S34	4,89	13,7	28,6	69,5	141	5,04	0,80	1447	82,3	11592
S35	<г.д	15,0	3,57	0,93	72,0	1,49	0,77	1559	16,0	12949
S36	51,4	45,2	101	117	131	2,16	1123	3209	610	22077
S37	29,7	65,2	95,0	121	120	1,89	21,1	4027	587	21879
S38	1,48	3,82	2,81	0,71	64,0	2,92	182	1926	71,7	14301
S39	0,24	13,8	3,43	7,39	75,7	2,47	1,13	1760	22,8	13235
S40	1,93	23,7	6,37	3,63	74,7	1,73	4,21	2342	13,0	11279
S41	2,32	4,92	3,32	0,75	68,0	2,94	197	2027	28,0	16065
S42	19,2	18,7	11,3	54,8	64,4	<г.д	0,14	1253	17,1	10822
S43	10,8	230	10,9	0,24	68,9	3,09	12,2	1307	13,1	8699
S44	28,2	24,4	13,2	53,9	58,6	<г.д	0,77	1080	4,60	17541
S45	45,0	13,7	15,7	72,5	45,6	<г.д	4,58	678	7,10	10055

2.13. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта С. Баната)

	As					B					Cd				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	<г.д	0,37	1,30	0,51	0,64	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	5,92	<г.д	0,02	0,23	<г.д	0,09
SB2	<г.д	0,06	2,69	0,55	1,09	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	5,83	<г.д	0,03	0,51	<г.д	0,08
SB3	<г.д	0,08	1,95	0,49	0,42	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	4,27	<г.д	<г.д	0,46	<г.д	0,06
SB4	<г.д	<г.д	2,27	0,45	0,91	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	4,29	<г.д	<г.д	0,39	0,03	0,05
SB5	<г.д	<г.д	2,54	0,45	0,15	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	7,56	<г.д	0,08	0,27	<г.д	0,04
SB6	<г.д	0,08	1,69	0,52	0,85	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	9,72	<г.д	<г.д	0,18	<г.д	0,06
SB7	<г.д	0,11	1,89	0,50	0,88	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	8,61	<г.д	<г.д	0,16	<г.д	0,12
SB8	<г.д	0,25	0,66	0,48	0,78	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	7,55	<г.д	0,02	0,18	<г.д	0,11
SB9	<г.д	0,04	1,38	1,01	5,01	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	12,8	<г.д	<г.д	0,06	0,07	0,08
SB10	<г.д	<г.д	1,15	0,85	7,62	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	15,3	<г.д	<г.д	0,06	0,19	0,10
SB11	<г.д	0,17	1,46	0,90	3,08	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	14,2	<г.д	<г.д	0,09	0,04	0,10
SB12	<г.д	0,04	1,72	0,90	5,92	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	12,9	<г.д	<г.д	0,05	0,05	0,09
SB13	<г.д	0,14	3,97	0,95	0,68	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	12,4	<г.д	0,02	0,18	0,04	0,08
SB14	<г.д	0,38	0,46	0,76	1,19	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	13,3	<г.д	0,02	0,02	0,02	0,06
SB15	<г.д	0,12	0,65	<г.д	2,40	<г.д	1,43	<г.д	<г.д	15,2	<г.д	0,14	0,02	<г.д	0,15
SB16	<г.д	<г.д	2,03	<г.д	1,19	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	14,8	<г.д	0,04	<г.д	<г.д	0,15
SB17	<г.д	0,66	1,04	<г.д	0,23	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	9,51	<г.д	0,11	0,04	<г.д	0,14
SB18	<г.д	0,12	1,53	<г.д	1,65	<г.д	6,01	<г.д	<г.д	10,5	<г.д	0,08	0,02	<г.д	0,13
SB19	<г.д	0,42	2,08	<г.д	1,13	<г.д	1,24	<г.д	<г.д	14,7	<г.д	0,07	0,03	<г.д	0,16
SB20	<г.д	0,11	1,68	<г.д	4,87	<г.д	0,05	<г.д	<г.д	1,50	<г.д	0,03	0,08	<г.д	0,08
SB21	<г.д	0,15	1,57	<г.д	2,97	<г.д	0,33	<г.д	<г.д	11,6	<г.д	0,04	0,02	<г.д	0,16
SB22	<г.д	0,60	1,61	<г.д	0,64	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	8,70	<г.д	0,13	0,02	<г.д	0,16
SB23	<г.д	0,72	1,32	<г.д	0,39	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	7,83	<г.д	0,14	0,03	<г.д	0,15
	Co					Cr					Cu				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	0,11	0,60	0,81	0,38	3,66	<г.д	<г.д	2,21	3,22	28,1	<г.д	0,60	13,7	<г.д	21,3
SB2	<г.д	1,25	1,83	0,30	4,02	<г.д	<г.д	4,93	3,07	29,8	<г.д	0,40	9,69	<г.д	8,44
SB3	0,05	0,89	2,22	0,44	3,66	<г.д	<г.д	4,52	2,92	18,4	<г.д	0,40	7,74	<г.д	7,19
SB4	0,05	0,05	3,14	0,69	3,10	<г.д	<г.д	4,15	3,77	19,2	<г.д	0,12	6,59	<г.д	6,24
SB5	0,11	0,03	3,81	0,54	2,89	<г.д	<г.д	6,51	2,60	15,3	<г.д	0,09	3,93	<г.д	4,45
SB6	0,06	0,04	2,68	0,54	4,23	<г.д	<г.д	5,21	2,77	21,4	<г.д	0,11	4,30	<г.д	7,99
SB7	<г.д	0,29	1,88	0,65	6,46	<г.д	<г.д	4,49	3,41	36,3	<г.д	0,22	3,30	<г.д	14,2
SB8	<г.д	0,54	0,96	0,36	7,63	<г.д	<г.д	1,77	2,02	35,3	<г.д	0,42	5,00	<г.д	14,3
SB9	0,09	0,29	1,42	2,96	4,99	<г.д	<г.д	2,79	8,16	23,5	<г.д	0,27	3,30	<г.д	11,1
SB10	0,03	0,04	1,05	2,99	6,25	<г.д	<г.д	1,44	8,94	29,5	<г.д	0,12	2,10	<г.д	12,0
SB11	0,06	0,18	1,94	2,33	7,12	<г.д	<г.д	3,20	6,47	31,9	<г.д	1,50	5,66	<г.д	15,9
SB12	0,06	0,05	1,66	2,46	6,20	<г.д	<г.д	2,36	6,40	27,5	<г.д	0,08	2,78	<г.д	9,10
SB13	0,13	0,05	2,31	2,03	5,22	<г.д	<г.д	6,08	6,21	31,8	<г.д	0,17	5,86	<г.д	23,7
SB14	0,08	0,26	0,23	1,28	4,92	<г.д	<г.д	1,11	5,78	28,7	<г.д	0,77	2,37	<г.д	11,9
SB15	<г.д	5,19	0,77	1,93	3,54	<г.д	<г.д	0,66	5,80	20,4	<г.д	<г.д	6,69	<г.д	12,1
SB16	0,02	0,02	1,28	10,6	5,02	<г.д	<г.д	0,36	2,69	20,4	<г.д	<г.д	6,99	<г.д	10,3
SB17	<г.д	1,19	0,67	5,28	4,09	<г.д	<г.д	0,39	4,69	20,3	<г.д	<г.д	9,01	<г.д	11,3
SB18	<г.д	4,61	0,80	2,24	3,13	<г.д	<г.д	0,52	3,18	17,6	<г.д	0,07	5,34	<г.д	10,5
SB19	<г.д	1,48	1,47	5,16	4,32	<г.д	<г.д	0,47	5,00	21,3	<г.д	<г.д	9,31	<г.д	10,2
SB20	0,02	0,03	0,36	0,59	8,06	<г.д	<г.д	1,08	3,21	22,5	<г.д	<г.д	10,8	<г.д	9,71
SB21	<г.д	0,27	1,87	7,25	5,13	<г.д	<г.д	0,48	4,55	20,1	<г.д	<г.д	5,63	<г.д	11,1
SB22	<г.д	3,63	0,61	1,04	3,68	<г.д	<г.д	0,25	5,26	21,9	<г.д	0,18	8,07	<г.д	11,3
SB23	0,03	1,94	0,46	1,69	3,67	<г.д	<г.д	0,56	6,73	24,5	<г.д	0,40	9,79	<г.д	13,6

2.14. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта С. Баната)

	V					Mo					Se				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	<г.д	3,25	12,6	8,55	23,5	0,39	<г.д	0,27	0,08	0,03	<г.д	0,13	<г.д	0,85	<г.д
SB2	0,10	1,63	21,4	0,13	21,5	0,38	<г.д	0,33	0,07	0,03	<г.д	0,26	<г.д	0,98	<г.д
SB3	0,03	1,52	24,5	2,84	17,7	0,35	<г.д	0,22	0,05	0,03	<г.д	0,16	<г.д	0,78	<г.д
SB4	0,04	<г.д	18,2	4,23	16,9	0,32	<г.д	0,29	0,05	0,02	0,24	0,28	<г.д	0,81	<г.д
SB5	<г.д	<г.д	44,1	3,11	13,0	0,37	<г.д	0,13	0,04	0,02	0,17	0,18	<г.д	0,80	<г.д
SB6	<г.д	0,02	37,3	2,31	15,5	0,38	<г.д	0,22	0,04	0,02	0,15	<г.д	<г.д	0,96	<г.д
SB7	<г.д	0,54	33,5	2,23	29,0	0,34	<г.д	0,09	0,03	0,04	0,28	0,11	<г.д	1,01	<г.д
SB8	0,07	1,28	6,86	2,79	25,3	0,44	<г.д	0,09	0,03	0,04	0,16	<г.д	<г.д	0,82	<г.д
SB9	<г.д	<г.д	20,4	12,8	20,0	0,38	<г.д	0,06	0,10	0,03	0,15	0,14	<г.д	1,12	<г.д
SB10	0,04	<г.д	13,6	12,7	24,7	0,36	<г.д	<г.д	0,11	0,03	0,12	0,15	<г.д	1,14	<г.д
SB11	<г.д	<г.д	22,8	5,27	22,0	0,43	<г.д	0,38	0,18	0,03	0,15	0,19	<г.д	1,29	<г.д
SB12	<г.д	<г.д	17,2	4,84	20,5	0,36	<г.д	0,12	0,11	0,03	0,16	0,19	<г.д	1,29	<г.д
SB13	0,04	<г.д	29,2	5,94	22,8	0,38	<г.д	0,75	0,12	0,04	0,15	0,17	<г.д	1,35	<г.д
SB14	0,11	<г.д	11,6	4,84	20,1	0,38	<г.д	0,05	0,11	0,03	0,20	0,19	<г.д	1,29	<г.д
SB15	<г.д	1,40	3,90	3,64	20,9	<г.д	<г.д	0,08	0,14	<г.д	<г.д	0,34	<г.д	<г.д	<г.д
SB16	0,03	0,99	3,95	2,03	18,6	<г.д	<г.д	0,04	0,10	<г.д	0,13	0,16	<г.д	<г.д	0,11
SB17	0,04	1,28	5,89	2,15	16,9	<г.д	<г.д	0,08	0,06	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB18	<г.д	1,83	3,89	2,68	19,0	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	<г.д	<г.д	0,29	<г.д	<г.д	<г.д
SB19	0,03	2,02	6,04	2,74	18,1	<г.д	<г.д	<г.д	0,07	<г.д	0,13	0,22	<г.д	<г.д	<г.д
SB20	<г.д	0,51	4,18	2,96	24,2	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,22	<г.д	<г.д	0,28
SB21	<г.д	0,49	3,15	3,20	20,4	0,05	<г.д	<г.д	0,10	<г.д	<г.д	0,22	<г.д	<г.д	0,12
SB22	<г.д	1,42	2,97	3,76	19,3	0,16	<г.д	0,06	0,04	<г.д	0,17	0,20	<г.д	<г.д	<г.д
SB23	<г.д	2,59	4,11	2,87	20,0	0,29	<г.д	0,10	0,03	<г.д	<г.д	0,05	<г.д	<г.д	<г.д
	Fe					Mn					K				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	0,18	125	3215	200	36327	1,14	83,3	26,1	15,5	153	90,0	16,4	151	254	4193
SB2	<г.д	91,0	6934	262	33460	0,63	266	76,1	25,0	230	165	22,3	379	249	7024
SB3	<г.д	44,5	6632	717	27267	3,70	239	73,4	36,0	206	110	22,6	407	298	4540
SB4	<г.д	1,51	6107	1105	23692	1,13	205	79,4	92,1	180	120	21,1	316	376	4818
SB5	0,04	5,74	9718	671	20352	174	187	13,5	58,5	152	87,5	18,1	221	247	4302
SB6	<г.д	2,10	6434	479	28329	82,6	85,1	6,35	39,1	173	237	25,1	253	307	5243
SB7	<г.д	13,9	5465	759	48730	3,16	91,1	7,24	42,9	349	87,5	22,6	179	324	8416
SB8	6,10	59,9	3430	180	45757	0,98	106	20,7	16,9	344	152	29,8	244	236	7935
SB9	0,34	2,86	2461	2990	35831	2,36	205	9,56	46,5	290	301	22,1	113	370	6462
SB10	<г.д	0,23	1434	2946	44248	2,71	178	7,64	137	352	170	27,4	56,2	344	7081
SB11	0,22	0,89	3176	1612	42478	0,61	187	25,8	30,5	371	654	47,9	211	354	7403
SB12	<г.д	0,42	2329	1620	38821	3,32	189	236	29,4	313	108	17,3	83,9	242	6323
SB13	<г.д	2,21	6360	1448	42241	6,88	155	10,8	27,0	212	222	21,8	81,5	213	4521
SB14	<г.д	33,7	908	681	31951	1,34	13,7	0,00	8,64	250	75,9	17,6	28,8	140	5915
SB15	<г.д	350	1482	175	16146	0,16	580	50,0	9,90	97,8	201	15,3	16,9	104	3124
SB16	<г.д	37,3	1747	9,86	15696	49,7	280	27,7	10,4	118	240	11,4	28,7	65,7	2880
SB17	<г.д	160	1336	240	15024	0,64	53,3	10,8	5,90	82,9	169	34,0	25,0	111	3249
SB18	<г.д	256	1554	32,5	14576	1,00	449	65,2	5,60	87,1	495	47,3	14,4	73,7	2520
SB19	1,24	88,3	1433	39,3	17150	2,60	333	55,3	16,0	115	225	29,5	38,0	144	3366
SB20	<г.д	5,93	1603	0,54	22345	0,29	382	77,1	21,9	200	132	17,3	85,9	122	3465
SB21	<г.д	19,6	773	1,08	17032	0,08	336	52,8	12,3	152	88,6	16,4	13,6	71,6	2666
SB22	<г.д	345	1106	53,2	16906	0,70	347	36,8	5,55	114	146	21,5	20,8	107	2942
SB23	<г.д	574	1560	133	14971	0,55	89,1	17,5	4,10	79,0	216	29,8	22,5	62,9	2263

2.16. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта С. Баната)

	Hg					Ni					Pb				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	0,118	0,119	0,055	0,348	<г.д	0,19	4,42	3,95	2,11	40,4	0,15	1,26	4,03	1,10	7,70
SB2	0,088	0,119	<г.д	0,300	<г.д	0,10	4,89	7,78	2,19	16,6	<г.д	0,85	4,73	0,46	5,32
SB3	0,061	0,109	<г.д	0,371	<г.д	0,05	3,54	6,85	2,11	29,5	0,08	0,84	2,63	1,13	4,04
SB4	0,075	<г.д	<г.д	0,423	<г.д	0,03	0,22	8,35	3,20	10,1	<г.д	0,13	1,25	2,43	5,66
SB5	0,017	0,023	<г.д	0,169	<г.д	0,07	0,33	6,78	2,59	11,6	<г.д	0,15	0,92	1,46	3,90
SB6	<г.д	0,013	<г.д	0,151	<г.д	0,04	0,28	6,06	2,50	35,7	<г.д	1,61	1,14	1,47	6,73
SB7	0,022	<г.д	<г.д	0,192	<г.д	<г.д	1,07	4,56	2,99	20,9	<г.д	10,1	1,34	1,98	10,6
SB8	0,017	0,141	<г.д	0,170	<г.д	<г.д	2,77	3,30	1,60	22,3	<г.д	1,61	1,51	0,44	7,72
SB9	<г.д	0,076	<г.д	0,255	<г.д	0,02	0,64	3,10	4,75	15,3	<г.д	0,15	0,22	3,92	7,59
SB10	<г.д	0,096	<г.д	0,232	<г.д	<г.д	0,22	2,80	5,16	19,6	<г.д	0,57	1,22	19,1	7,90
SB11	<г.д	<г.д	<г.д	0,607	<г.д	<г.д	0,54	4,85	3,77	24,1	<г.д	0,47	1,53	2,71	8,31
SB12	<г.д	0,053	<г.д	0,235	<г.д	0,03	0,37	3,90	4,01	20,9	<г.д	0,29	0,58	4,33	9,28
SB13	<г.д	0,020	<г.д	0,233	<г.д	0,11	0,65	8,47	5,62	19,1	1,50	0,33	1,88	18,7	8,79
SB14	<г.д	0,117	<г.д	0,221	<г.д	0,07	4,55	1,32	3,23	24,5	0,46	1,45	0,72	2,96	19,2
SB15	<г.д	0,028	0,059	0,795	<г.д	0,03	7,66	2,62	4,24	13,9	<г.д	0,59	4,90	<г.д	9,96
SB16	<г.д	<г.д	0,039	0,007	<г.д	0,07	0,20	2,31	3,42	16,3	<г.д	<г.д	1,20	<г.д	13,6
SB17	<г.д	<г.д	0,023	0,007	<г.д	<г.д	2,19	3,22	4,43	12,1	<г.д	0,24	3,05	<г.д	11,9
SB18	<г.д	0,019	<г.д	1,066	<г.д	<г.д	7,10	0,74	1,96	13,1	<г.д	0,61	4,95	<г.д	7,52
SB19	<г.д	<г.д	0,068	<г.д	<г.д	<г.д	0,94	4,24	4,39	14,2	<г.д	0,06	2,41	<г.д	15,0
SB20	<г.д	0,015	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,08	12,5	4,01	18,7	<г.д	<г.д	0,04	<г.д	22,5
SB21	<г.д	0,018	0,014	<г.д	<г.д	<г.д	0,14	3,26	2,50	15,8	<г.д	<г.д	0,44	<г.д	16,0
SB22	<г.д	0,022	0,024	0,496	<г.д	0,08	5,78	0,90	2,21	12,1	<г.д	1,50	6,38	<г.д	11,6
SB23	<г.д	0,017	0,086	1,492	<г.д	0,19	4,75	0,66	2,22	12,5	<г.д	1,79	7,47	<г.д	12,8
	Zn					Be					Sb				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	<г.д	1,24	7,14	4,12	69,1	<г.д	0,08	0,24	<г.д	0,19	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB2	<г.д	1,65	12,4	1,77	49,3	<г.д	0,04	0,28	<г.д	0,13	<г.д	<г.д	0,31	<г.д	<г.д
SB3	<г.д	1,02	12,1	2,98	35,7	<г.д	0,03	0,20	<г.д	0,09	<г.д	<г.д	0,28	0,08	<г.д
SB4	<г.д	0,16	11,3	3,75	26,7	<г.д	<г.д	0,39	<г.д	0,12	<г.д	<г.д	0,31	0,14	<г.д
SB5	<г.д	0,22	11,2	2,73	21,2	<г.д	<г.д	0,33	<г.д	0,09	<г.д	<г.д	0,33	<г.д	<г.д
SB6	<г.д	0,61	10,1	2,66	34,9	<г.д	<г.д	0,36	<г.д	0,13	<г.д	<г.д	0,05	<г.д	<г.д
SB7	<г.д	0,74	7,25	3,86	56,1	<г.д	<г.д	0,30	<г.д	0,20	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB8	<г.д	1,70	5,44	1,90	68,7	<г.д	<г.д	0,11	<г.д	0,18	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB9	<г.д	0,48	4,33	7,06	38,5	<г.д	<г.д	0,23	<г.д	0,17	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB10	<г.д	0,30	3,32	10,4	46,0	<г.д	<г.д	0,20	<г.д	0,19	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB11	<г.д	0,91	11,2	9,15	61,6	<г.д	<г.д	0,23	<г.д	0,20	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB12	<г.д	0,12	3,58	5,02	44,0	<г.д	<г.д	0,22	<г.д	0,18	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB13	2,17	3,00	24,8	7,48	56,0	<г.д	<г.д	0,22	<г.д	0,18	<г.д	<г.д	0,64	<г.д	<г.д
SB14	<г.д	1,47	2,82	7,73	34,4	<г.д	<г.д	0,09	<г.д	0,17	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB15	<г.д	1,83	0,85	<г.д	38,4	<г.д	<г.д	0,15	<г.д	0,49	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB16	<г.д	<г.д	0,93	<г.д	37,3	<г.д	<г.д	0,22	<г.д	0,51	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB17	<г.д	0,48	1,19	<г.д	36,7	<г.д	0,17	0,18	<г.д	0,49	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB18	<г.д	0,99	<г.д	<г.д	34,5	<г.д	0,25	0,12	<г.д	0,42	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB19	<г.д	0,03	1,05	<г.д	37,3	<г.д	<г.д	0,24	<г.д	0,55	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB20	<г.д	<г.д	2,17	<г.д	47,9	<г.д	<г.д	0,21	<г.д	0,72	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB21	<г.д	<г.д	1,25	<г.д	35,6	<г.д	<г.д	0,23	<г.д	0,53	0,11	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB22	<г.д	2,69	0,84	<г.д	43,8	<г.д	0,26	0,09	<г.д	0,50	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB23	<г.д	4,85	2,05	<г.д	47,6	<г.д	0,45	0,15	<г.д	0,48	0,08	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д

2.17. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта С. Баната)

	Na					Ca				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	311	16,2	71,7	71,9	162	4092	355	295	158	1005
SB2	49,5	14,8	70,3	88,6	148	2957	336	345	182	1693
SB3	36,2	33,7	83,1	67,7	337	5160	655	316	277	2228
SB4	43,0	11,3	90,0	58,0	113	13945	3043	375	2089	1594
SB5	47,8	15,9	108	53,5	159	16009	3577	118	1741	2736
SB6	38,7	15,9	89,3	44,8	159	16443	2723	118	1533	2695
SB7	36,1	31,2	62,2	53,8	312	8902	1028	130	597	2281
SB8	38,5	40,3	59,6	57,0	403	4578	488	182	161	2541
SB9	93,7	20,2	154	215	202	17228	1048	62,8	4017	3135
SB10	63,8	18,5	102	324	185	12109	2951	64,7	856	2100
SB11	47,9	24,4	118	205	244	12522	1509	176	1401	3072
SB12	59,0	17,1	83,6	283	171	16160	2831	125	2042	2803
SB13	81,3	21,3	140	205	213	15771	2553	170	2588	1436
SB14	94,5	25,9	138	208	259	4412	360	215	175	5930
SB15	17,1	0,13	<Г.д	<Г.д	52,6	4808	1459	39,6	194	232
SB16	15,0	14,9	0,59	<Г.д	52,8	16447	3345	11,4	49,0	13394
SB17	6,90	2,20	<Г.д	<Г.д	54,8	6038	2994	39,4	211	432
SB18	3879	23,8	<Г.д	1,99	92,0	1939	1289	47,8	125	293
SB19	83,8	5,30	<Г.д	<Г.д	58,5	10202	5999	33,3	173	1808
SB20	35,5	20,9	<Г.д	9,97	59,6	6893	28460	28,6	234	17338
SB21	6,89	10,9	<Г.д	<Г.д	54,6	9297	13092	16,6	46,9	7450
SB22	9,61	1,00	<Г.д	<Г.д	81,6	2819	1251	60,7	390	841
SB23	10,5	1,71	<Г.д	<Г.д	63,3	4027	895	59,8	238	564
	Mg					Al				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	682	260	462	493	4979	2,44	61,8	1525	421	38762
SB2	678	324	1100	734	9661	1,24	128	1774	406	40857
SB3	391	577	1515	942	6905	0,80	155	1817	871	31343
SB4	327	6008	2466	1234	6773	1,72	1,01	1748	1100	28342
SB5	543	2471	1269	989	9136	2,32	3,41	1679	734	21562
SB6	499	6211	770	731	8778	2,46	2,82	1660	651	26194
SB7	406	4717	515	971	9924	1,20	14,3	1447	977	49583
SB8	308	1600	578	560	10086	8,84	149	1418	288	44261
SB9	455	5097	981	2240	9939	3,01	9,65	1265	2416	28946
SB10	524	4855	144	1976	11724	1,71	2,52	1204	2581	34158
SB11	358	3761	425	1676	14207	2,47	10,8	1442	1199	30362
SB12	643	9569	921	1713	11194	2,05	2,33	1342	1500	27924
SB13	638	6750	1220	1514	8156	2,05	6,93	1141	1267	37959
SB14	601	1004	139	952	11566	1,45	268	758	986	29993
SB15	622	98,5	89,6	532	3942	0,71	304	909	236	17199
SB16	881	856	2961	1467	4954	1,24	<Г.д	656	29,3	15897
SB17	586	622	109	474	3697	1,37	190	784	279	17018
SB18	536	285	71,5	390	3354	1,07	371	542	55,1	14740
SB19	601	1280	273	708	4367	3,37	38,4	1056	56,6	17829
SB20	235	581	5116	1980	5864	0,95	2,05	1750	<Г.д	18578
SB21	330	1864	1937	1327	4606	0,87	20,8	1018	5,75	17242
SB22	814	104	75,7	446	4081	0,42	366	568	79,9	16795
SB23	810	91,8	55,0	349	3224	0,71	396	702	179	20275

2.18. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта С. Баната)

	As					B					Cd				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	<г.д	0,35	1,34	0,49	1,29	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	7,34	<г.д	<г.д	0,15	<г.д	0,13
SB2	<г.д	<г.д	2,61	0,39	1,14	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	7,10	<г.д	0,03	0,53	<г.д	0,09
SB3	<г.д	0,04	1,80	0,56	0,51	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	6,39	<г.д	0,07	0,40	<г.д	0,10
SB4	<г.д	<г.д	2,14	0,34	1,05	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	6,05	<г.д	<г.д	0,35	0,03	0,07
SB5	<г.д	<г.д	3,24	0,46	0,09	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	8,10	<г.д	0,07	0,20	0,04	0,05
SB6	<г.д	<г.д	1,28	0,50	0,68	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	7,54	<г.д	0,06	0,11	0,02	0,05
SB7	<г.д	0,09	2,58	0,76	0,42	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	11,4	<г.д	<г.д	0,14	0,03	0,07
SB8	<г.д	0,14	2,00	0,47	0,47	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	9,34	<г.д	<г.д	0,08	<г.д	0,07
SB9	<г.д	0,04	1,19	1,14	5,82	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	15,1	<г.д	0,02	0,04	0,04	0,08
SB10	<г.д	<г.д	1,39	0,76	6,56	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	16,5	<г.д	0,08	0,06	0,06	0,11
SB11	<г.д	0,17	1,34	0,96	2,48	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	13,1	<г.д	<г.д	0,07	0,06	0,09
SB12	<г.д	<г.д	1,33	0,97	6,66	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	14,9	<г.д	<г.д	0,04	0,04	0,11
SB13	<г.д	0,12	3,51	1,19	1,58	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	14,9	<г.д	0,11	0,14	0,05	0,06
SB14	<г.д	0,32	1,54	0,76	0,80	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	13,1	<г.д	<г.д	0,05	<г.д	0,09
SB15	<г.д	0,05	1,14	<г.д	2,03	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	11,5	<г.д	0,11	0,02	<г.д	0,13
SB16	<г.д	0,23	1,64	<г.д	0,53	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	11,2	<г.д	0,03	0,02	<г.д	0,14
SB17	<г.д	0,05	1,47	<г.д	0,59	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	10,9	<г.д	0,04	<г.д	<г.д	0,16
SB18	<г.д	0,12	1,97	<г.д	2,84	4,04	5,19	<г.д	<г.д	15,4	<г.д	0,06	<г.д	<г.д	0,18
SB19	<г.д	0,23	2,06	<г.д	0,55	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	12,4	<г.д	0,05	0,03	<г.д	0,13
SB20	<г.д	<г.д	1,01	<г.д	2,68	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	10,8	<г.д	0,03	<г.д	<г.д	0,15
SB21	<г.д	<г.д	0,73	<г.д	2,45	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	8,24	<г.д	0,03	<г.д	<г.д	0,14
SB22	<г.д	0,26	1,40	<г.д	0,59	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	10,2	<г.д	0,07	<г.д	<г.д	0,18
SB23	<г.д	0,57	1,73	<г.д	0,09	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	4,32	<г.д	0,14	0,02	<г.д	0,11
	Co					Cr					Cu				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	0,04	0,41	0,55	0,33	5,97	<г.д	<г.д	1,77	3,64	37,4	<г.д	0,63	14,0	<г.д	18,7
SB2	0,13	1,19	1,74	0,62	4,03	<г.д	<г.д	5,02	4,05	34,1	<г.д	0,28	8,45	<г.д	12,7
SB3	0,09	0,71	2,17	0,39	5,78	<г.д	<г.д	3,71	2,21	26,3	<г.д	0,31	7,36	<г.д	30,5
SB4	0,06	0,06	3,00	0,79	4,10	<г.д	<г.д	3,25	3,61	25,7	<г.д	0,11	5,58	<г.д	12,2
SB5	0,11	0,04	2,60	2,67	3,60	<г.д	<г.д	3,70	6,75	17,0	<г.д	0,11	3,63	<г.д	4,78
SB6	0,06	0,04	1,39	1,32	3,66	<г.д	<г.д	2,71	4,27	16,3	<г.д	0,12	3,76	<г.д	5,09
SB7	0,05	0,12	1,91	2,78	4,65	<г.д	<г.д	3,07	8,11	23,7	<г.д	0,14	4,03	<г.д	9,09
SB8	0,12	0,47	0,88	0,63	5,68	<г.д	<г.д	1,92	2,20	21,1	<г.д	0,37	3,20	<г.д	9,83
SB9	0,06	0,04	1,22	2,34	5,34	<г.д	<г.д	2,22	6,10	28,5	<г.д	0,23	2,26	<г.д	12,9
SB10	0,12	0,06	1,64	2,58	7,09	<г.д	<г.д	2,37	6,92	32,2	<г.д	0,21	2,28	<г.д	12,1
SB11	<г.д	0,15	1,61	2,16	6,58	<г.д	<г.д	2,55	6,38	27,0	<г.д	0,10	3,45	<г.д	15,1
SB12	0,18	0,05	1,32	2,54	7,41	<г.д	<г.д	2,13	6,08	30,0	<г.д	0,34	2,37	<г.д	11,3
SB13	0,09	0,04	2,34	2,32	5,22	<г.д	<г.д	5,37	8,27	32,2	<г.д	3,43	5,85	<г.д	14,3
SB14	<г.д	0,30	0,57	1,23	5,51	<г.д	<г.д	1,80	3,96	33,4	<г.д	0,23	4,69	<г.д	17,8
SB15	<г.д	4,63	0,85	1,64	3,31	<г.д	<г.д	0,53	5,33	18,2	<г.д	<г.д	5,50	<г.д	13,3
SB16	<г.д	0,28	1,18	4,80	4,18	<г.д	<г.д	0,17	4,23	18,0	<г.д	<г.д	8,59	<г.д	9,03
SB17	0,05	<г.д	0,93	5,04	5,30	<г.д	<г.д	0,57	3,89	21,3	<г.д	<г.д	8,04	<г.д	10,9
SB18	<г.д	4,54	0,94	2,13	3,88	<г.д	<г.д	0,76	4,40	24,0	<г.д	0,02	6,27	<г.д	13,5
SB19	0,02	0,95	1,43	9,19	3,53	<г.д	<г.д	0,49	4,19	17,3	<г.д	<г.д	8,39	<г.д	8,54
SB20	<г.д	0,04	1,22	9,74	4,61	<г.д	<г.д	0,18	2,89	17,3	<г.д	<г.д	4,57	<г.д	9,25
SB21	<г.д	0,07	1,26	15,0	3,96	<г.д	<г.д	0,26	3,11	16,8	<г.д	<г.д	3,67	<г.д	9,51
SB22	0,02	2,74	0,52	0,65	4,35	<г.д	<г.д	0,23	4,86	25,3	<г.д	0,17	6,74	<г.д	12,5
SB23	<г.д	1,38	0,41	1,10	2,77	<г.д	<г.д	0,45	6,30	18,4	<г.д	0,37	8,97	<г.д	10,3

2.19. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта С. Баната)

	Hg					Ni					Pb				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	0,053	0,121	<Г.д	0,278	<Г.д	0,12	4,50	3,33	1,94	25,9	0,06	0,97	3,12	1,02	10,8
SB2	0,039	0,112	<Г.д	0,297	<Г.д	<Г.д	5,44	7,55	3,11	25,0	<Г.д	0,87	4,02	0,75	5,07
SB3	0,030	0,034	<Г.д	0,216	<Г.д	0,18	2,63	6,43	1,95	134	0,12	0,64	1,57	1,07	6,72
SB4	0,019	0,022	<Г.д	0,225	<Г.д	<Г.д	0,39	7,57	3,44	35,7	<Г.д	0,11	0,92	2,30	5,81
SB5	<Г.д	0,027	<Г.д	0,237	<Г.д	0,03	0,34	4,30	4,76	11,2	0,07	0,11	0,61	3,03	3,46
SB6	<Г.д	0,021	<Г.д	0,130	<Г.д	0,18	0,33	3,24	5,12	13,7	<Г.д	0,04	0,49	1,80	3,61
SB7	<Г.д	0,013	<Г.д	0,261	<Г.д	<Г.д	0,41	4,47	4,99	1,50	<Г.д	0,96	2,16	3,50	5,37
SB8	0,014	0,130	<Г.д	0,164	<Г.д	<Г.д	1,88	2,68	2,55	16,3	<Г.д	0,51	2,73	0,63	3,76
SB9	<Г.д	0,112	<Г.д	0,224	<Г.д	<Г.д	0,32	2,79	3,92	16,8	<Г.д	3,59	0,17	2,42	7,84
SB10	<Г.д	0,056	<Г.д	0,238	<Г.д	<Г.д	0,36	3,65	4,30	22,4	<Г.д	0,79	1,03	2,37	8,98
SB11	<Г.д	0,076	<Г.д	0,236	<Г.д	<Г.д	0,45	3,63	3,63	20,6	<Г.д	0,19	0,77	2,29	8,05
SB12	<Г.д	0,020	<Г.д	0,533	<Г.д	<Г.д	0,28	3,21	4,10	54,5	<Г.д	2,45	0,30	2,31	12,2
SB13	<Г.д	0,045	<Г.д	0,235	<Г.д	0,28	0,85	11,5	7,18	44,4	0,13	0,74	1,49	6,62	12,9
SB14	<Г.д	0,115	<Г.д	0,230	<Г.д	0,09	3,68	2,34	2,29	33,7	0,06	1,07	3,15	2,35	4,40
SB15	<Г.д	0,037	0,064	0,101	<Г.д	<Г.д	6,44	2,70	3,64	14,9	<Г.д	0,36	3,86	<Г.д	8,51
SB16	<Г.д	<Г.д	0,060	0,577	<Г.д	0,07	0,27	4,55	3,56	12,1	<Г.д	<Г.д	1,19	<Г.д	13,4
SB17	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	0,08	0,20	2,62	3,31	15,5	<Г.д	<Г.д	0,61	<Г.д	16,2
SB18	<Г.д	0,020	<Г.д	0,074	<Г.д	<Г.д	6,74	1,31	2,13	17,7	<Г.д	0,50	5,02	<Г.д	10,6
SB19	<Г.д	<Г.д	<Г.д	1,393	<Г.д	<Г.д	0,57	4,11	4,71	11,5	<Г.д	<Г.д	2,01	<Г.д	11,6
SB20	<Г.д	0,045	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	0,33	2,80	2,16	14,2	<Г.д	<Г.д	0,15	<Г.д	11,3
SB21	<Г.д	<Г.д	<Г.д	0,192	<Г.д	<Г.д	0,21	2,56	2,64	13,5	<Г.д	<Г.д	0,24	<Г.д	10,7
SB22	<Г.д	<Г.д	<Г.д	0,197	<Г.д	<Г.д	5,15	0,56	2,20	14,7	<Г.д	0,64	4,03	<Г.д	10,9
SB23	<Г.д	0,015	<Г.д	1,003	<Г.д	<Г.д	4,77	0,58	1,89	9,25	<Г.д	1,05	7,32	<Г.д	8,69
	Zn					Be					Sb				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	<Г.д	0,82	4,17	2,26	86,4	<Г.д	0,10	0,26	<Г.д	0,19	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д
SB2	<Г.д	1,37	11,8	4,54	56,0	<Г.д	0,05	0,28	<Г.д	0,21	<Г.д	<Г.д	0,32	<Г.д	<Г.д
SB3	<Г.д	0,49	10,2	2,16	84,7	<Г.д	0,02	0,25	<Г.д	0,14	<Г.д	<Г.д	0,28	<Г.д	<Г.д
SB4	<Г.д	0,13	9,21	4,81	41,0	<Г.д	<Г.д	0,33	<Г.д	0,15	<Г.д	<Г.д	0,17	<Г.д	<Г.д
SB5	<Г.д	0,21	5,61	6,54	27,2	<Г.д	<Г.д	0,24	<Г.д	0,11	<Г.д	<Г.д	0,25	<Г.д	<Г.д
SB6	<Г.д	0,21	3,62	5,77	25,5	<Г.д	<Г.д	0,26	<Г.д	0,10	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д
SB7	<Г.д	0,33	5,42	9,65	37,4	<Г.д	<Г.д	0,32	<Г.д	0,15	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д
SB8	<Г.д	1,05	3,67	3,77	42,3	<Г.д	<Г.д	0,14	<Г.д	0,01	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д
SB9	<Г.д	0,79	2,99	5,32	39,6	<Г.д	<Г.д	0,21	<Г.д	0,19	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д
SB10	<Г.д	0,30	3,31	5,74	51,1	<Г.д	<Г.д	0,25	<Г.д	0,22	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д
SB11	<Г.д	0,61	8,83	7,59	56,1	<Г.д	<Г.д	0,18	<Г.д	0,19	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д
SB12	<Г.д	0,35	2,86	4,91	53,3	<Г.д	<Г.д	0,19	<Г.д	0,22	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д
SB13	0,90	2,42	21,3	9,67	36,4	<Г.д	<Г.д	0,24	<Г.д	0,16	<Г.д	<Г.д	<Г.д	4,86	<Г.д
SB14	<Г.д	0,78	3,73	6,64	47,1	<Г.д	0,04	0,16	<Г.д	0,15	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д
SB15	<Г.д	0,58	0,37	<Г.д	33,7	<Г.д	0,24	0,13	<Г.д	0,43	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д
SB16	<Г.д	<Г.д	0,35	<Г.д	33,7	<Г.д	<Г.д	0,18	<Г.д	0,46	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д
SB17	<Г.д	<Г.д	0,31	<Г.д	39,6	<Г.д	<Г.д	0,21	<Г.д	0,54	<Г.д	<Г.д	0,11	<Г.д	<Г.д
SB18	<Г.д	0,54	0,29	<Г.д	45,7	<Г.д	0,23	0,32	<Г.д	0,59	<Г.д	<Г.д	0,11	<Г.д	<Г.д
SB19	<Г.д	<Г.д	0,52	<Г.д	30,7	<Г.д	<Г.д	0,20	<Г.д	0,44	<Г.д	<Г.д	0,05	<Г.д	<Г.д
SB20	<Г.д	<Г.д	0,14	<Г.д	32,8	<Г.д	<Г.д	0,23	<Г.д	0,46	<Г.д	<Г.д	0,19	<Г.д	<Г.д
SB21	<Г.д	<Г.д	<Г.д	<Г.д	31,4	<Г.д	<Г.д	0,29	<Г.д	0,44	<Г.д	<Г.д	0,15	<Г.д	<Г.д
SB22	<Г.д	1,00	<Г.д	<Г.д	46,3	<Г.д	0,26	0,16	<Г.д	0,57	<Г.д	<Г.д	0,15	<Г.д	<Г.д
SB23	<Г.д	4,68	1,31	<Г.д	37,2	<Г.д	0,46	0,23	<Г.д	0,36	<Г.д	<Г.д	0,05	<Г.д	<Г.д

2.20. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта С. Баната)

	V					Mo					Se				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	<г.д	2,14	12,1	2,94	31,4	0,40	<г.д	0,15	0,05	0,04	<г.д	0,14	<г.д	1,07	<г.д
SB2	<г.д	1,31	21,2	2,61	29,5	0,35	<г.д	0,30	0,03	0,04	0,16	0,19	<г.д	0,95	<г.д
SB3	<г.д	0,78	20,6	1,77	24,2	0,32	<г.д	0,17	0,03	0,03	0,26	0,17	<г.д	0,84	<г.д
SB4	<г.д	<г.д	14,8	4,98	23,5	0,35	<г.д	0,24	0,03	0,03	<г.д	0,23	<г.д	0,84	<г.д
SB5	<г.д	<г.д	35,4	11,8	12,8	0,36	<г.д	0,11	0,10	0,02	0,13	0,18	<г.д	1,47	<г.д
SB6	<г.д	0,05	29,3	5,74	12,9	0,39	<г.д	0,19	0,04	0,02	0,25	0,16	<г.д	0,99	<г.д
SB7	0,04	<г.д	38,2	11,5	16,5	0,42	<г.д	0,12	0,11	0,03	0,11	0,12	<г.д	1,48	<г.д
SB8	<г.д	0,51	17,7	4,55	1,47	0,44	<г.д	0,18	0,04	<г.д	0,17	0,16	<г.д	0,84	<г.д
SB9	<г.д	<г.д	15,6	6,26	25,1	0,39	<г.д	0,09	0,10	0,03	0,24	0,15	<г.д	1,26	<г.д
SB10	<г.д	<г.д	19,5	6,58	27,3	0,37	<г.д	0,08	0,09	0,04	<г.д	0,19	<г.д	1,37	<г.д
SB11	0,14	<г.д	19,0	4,89	20,3	0,40	<г.д	0,33	0,14	0,03	<г.д	0,14	<г.д	1,29	<г.д
SB12	<г.д	<г.д	17,0	3,64	23,6	0,39	<г.д	0,12	0,12	0,03	0,27	0,17	<г.д	1,33	<г.д
SB13	0,24	<г.д	28,7	8,80	15,1	0,43	<г.д	0,34	0,13	0,03	<г.д	0,15	<г.д	1,49	<г.д
SB14	0,10	1,31	19,4	6,28	23,0	0,36	<г.д	0,10	0,10	0,03	<г.д	<г.д	<г.д	1,43	<г.д
SB15	<г.д	1,17	3,51	2,04	17,8	0,02	<г.д	0,02	0,05	<г.д	<г.д	0,33	<г.д	<г.д	<г.д
SB16	<г.д	0,73	5,21	1,94	15,8	0,11	<г.д	0,02	0,04	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
SB17	<г.д	0,63	5,99	3,16	18,2	0,03	<г.д	0,09	0,04	<г.д	0,15	0,09	<г.д	<г.д	<г.д
SB18	<г.д	2,01	3,95	2,26	24,5	<г.д	<г.д	0,07	0,03	<г.д	<г.д	0,27	<г.д	<г.д	<г.д
SB19	<г.д	1,26	5,78	2,29	14,7	0,02	<г.д	0,11	0,08	<г.д	<г.д	0,20	<г.д	<г.д	<г.д
SB20	<г.д	0,77	2,45	2,48	17,1	0,02	<г.д	0,05	0,05	<г.д	0,13	0,19	<г.д	<г.д	<г.д
SB21	<г.д	0,60	2,34	3,52	16,8	0,15	<г.д	0,08	<г.д	<г.д	<г.д	0,11	<г.д	<г.д	<г.д
SB22	<г.д	1,58	3,40	3,61	20,5	0,38	<г.д	0,09	<г.д	<г.д	0,11	0,16	<г.д	<г.д	<г.д
SB23	<г.д	2,70	4,01	3,59	14,7	1,92	<г.д	0,23	0,10	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д
	Fe					Mn					K				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	<г.д	70,2	2421	410	51813	0,62	50,8	18,8	15,8	231	81,1	14,2	79,09	221	5226
SB2	<г.д	60,5	7150	899	36815	0,78	273	71,4	44,2	245	135	22,1	410	370	8005
SB3	<г.д	15,7	6064	417	38643	12,6	195	33,8	34,2	315	108	16,9	295	211	5770
SB4	0,11	1,19	5182	1261	30967	0,74	247	70,0	92,4	237	97,7	16,5	228	426	6363
SB5	<г.д	6,34	7565	2284	23495	164	212	10,0	33,1	177	69,6	13,9	97,6	187	4161
SB6	<г.д	8,70	4387	1414	24018	114	148	3,53	61,0	137	115	17,8	92,9	374	3623
SB7	<г.д	3,42	4803	2840	33133	4,16	80,5	11,5	28,0	225	86,3	18,0	92,8	305	5914
SB8	<г.д	27,1	3151	556	31322	0,83	73,9	1,94	26,3	221	102	21,7	72,4	216	5000
SB9	<г.д	<г.д	1909	1938	41611	0,67	143	6,37	33,9	361	161	29,2	64,4	300	5929
SB10	<г.д	0,47	2271	1944	48391	2,49	161	11,9	31,4	390	127	17,5	57,9	289	7196
SB11	0,99	0,13	2690	1561	39442	0,74	163	17,0	38,5	346	713	40,3	163	372	7330
SB12	<г.д	<г.д	1890	1337	44723	3,08	157	12,1	32,7	369	124	20,0	62,8	241	7254
SB13	<г.д	1,51	5235	1376	31223	5,87	162	12,0	32,2	234	249	36,0	94,3	263	5814
SB14	0,05	29,0	1755	498	44343	2,42	22,4	<г.д	7,18	232	71,0	9,47	25,5	165	4073
SB15	<г.д	188	1219	82,4	14155	0,29	522	46,9	7,38	90,8	139	18,1	14,9	91,9	2281
SB16	<г.д	62,8	1276	5,78	14380	4,22	131	29,8	6,94	94,0	139	40,4	37,2	133	2973
SB17	1,03	81,4	1841	1,09	16555	63,3	173	21,5	6,86	104	159	10,4	28,4	80,0	3316
SB18	0,30	217	1630	39,4	19444	2,23	422	67,8	5,77	95,7	468	48,5	42,9	111	3408
SB19	1,12	35,4	1448	224	13450	7,91	319	59,3	18,5	95,1	190	16,6	43,3	131	2637
SB20	<г.д	13,8	727	4,28	15437	2,72	295	25,8	9,93	130	66,7	8,66	28,5	68,5	2405
SB21	<г.д	6,38	659	58,7	14527	0,80	264	26,5	10,9	115	63,3	6,73	12,4	45,9	1897
SB22	<г.д	208	1087	28,4	19227	0,14	212	25,8	13,9	110	75,6	12,9	13,0	76,6	2779
SB23	<г.д	661	1604	41,7	11610	0,45	66,4	16,4	3,17	57,6	215	35,8	15,2	46,6	1490

2.21. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта С. Баната)

	Na					Ca				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	408	18,5	73,6	56,5	185	4586	245	265	164	1280
SB2	64,0	19,9	65,0	61,1	199	3075	257	271	145	1371
SB3	46,7	49,1	84,6	69,2	491	15035	959	95,5	362	2529
SB4	33,1	21,8	64,8	60,5	218	15999	2833	152	2878	2310
SB5	55,1	15,6	96,7	177	156	16365	4057	101	2233	2239
SB6	44,7	8,07	135	52,8	80,7	16637	4453	99	3362	1968
SB7	31,9	16,7	111	229	167	10769	1190	133	1048	2127
SB8	34,5	18,9	115	53,9	189	4196	463	199	171	2185
SB9	95,7	54,9	106	244	549	17073	3372	171	4004	6073
SB10	64,5	20,4	101	211	204	17166	1996	205	1555	2640
SB11	43,0	27,7	121	224	277	15919	1504	180	1914	3112
SB12	46,5	22,1	96,4	175	221	15731	1996	175	2433	3412
SB13	125	24,5	131	209	245	15058	2587	179	1854	5480
SB14	64,2	33,8	92,3	219	338	4596	279	221	204	1691
SB15	19,9	1,54	<г.д	<г.д	48,5	5042	1536	37,6	193	194
SB16	19,1	6,81	<г.д	<г.д	44,9	4994	10893	25,1	64,3	3410
SB17	16,5	19,3	12,0	<г.д	56,8	14874	24679	15,4	51,1	5104
SB18	4950	32,2	7,29	7,05	88,6	2472	1970	38,8	232	146
SB19	97,3	6,05	15,2	<г.д	47,3	10817	7730	33,0	169	1832
SB20	31,2	17,0	15,5	<г.д	53,9	15142	43905	10,7	39,2	19170
SB21	8,07	15,4	12,2	<г.д	41,2	16280	32342	9,97	88,4	11926
SB22	14,1	1,47	6,54	<г.д	88,8	2602	1398	45,1	182	821
SB23	21,4	1,96	12,2	<г.д	40,3	44622	873	63,2	382	346
	Mg					Al				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
SB1	734	331	313	489	6344	1,28	83,7	1402	450	48092
SB2	760	504	1109	1091	9220	1,46	199	1917	1095	45220
SB3	586	973	738	849	9558	2,03	73,9	1881	611	39592
SB4	363	4742	2626	1492	7808	2,19	4,19	1826	1343	36143
SB5	620	2385	923	2070	8635	1,79	2,51	1593	1857	21595
SB6	503	2190	1690	1514	6613	2,32	2,65	1238	1429	19973
SB7	410	7161	273	1767	9557	1,56	5,35	1562	2318	29088
SB8	299	1203	124	615	9825	2,11	71,7	984	701	24017
SB9	526	2468	2224	2041	11289	2,51	2,45	1042	1667	30846
SB10	625	5976	590	1677	13421	2,02	4,06	820	1935	39188
SB11	422	3460	589	1756	12622	3,16	6,15	231	1154	30078
SB12	554	6600	1283	1707	12292	2,14	2,85	344	1246	32801
SB13	617	7674	781	1422	9319	1,96	4,79	1340	1445	28620
SB14	628	844	191	877	7938	1,71	154	1029	1133	37292
SB15	606	123	104	518	3586	0,75	329	951	135	13918
SB16	746	1661	503	518	3650	0,76	55,9	692	12,1	14724
SB17	666	858	1827	1019	4421	2,95	2,81	786	4,73	17678
SB18	620	414	148	628	4353	1,37	364	867	77,2	19905
SB19	572	1438	331	643	3571	3,20	8,18	1107	198	14212
SB20	309	341	3998	1777	4606	1,00	2,58	930	36,1	13446
SB21	371	498	3361	1664	4307	1,20	0,72	1040	103	13554
SB22	1228	200	111	577	4470	0,79	305	602	23,5	19627
SB23	894	146	40,98	280	2448	0,69	391	575	78,3	15602

2.22. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 1 m од аутопута)

	As					B					Cd				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	<г.д	2,42	<г.д	5,47	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,29	0,02	0,07	0,09	<г.д	0,88
K2	<г.д	<г.д	2,12	<г.д	5,39	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,04	0,06	0,02	0,79
K3	0,14	0,08	1,63	<г.д	2,56	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,97	<г.д	0,03	0,07	<г.д	0,82
K4	<г.д	0,08	4,42	<г.д	3,33	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,07	0,13	<г.д	0,63
K5	<г.д	0,04	1,73	<г.д	3,22	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,04	0,06	<г.д	0,73
K6	<г.д	<г.д	2,05	<г.д	4,86	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,33	<г.д	0,04	0,08	<г.д	0,77
K7	<г.д	<г.д	1,61	<г.д	3,92	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,04	0,05	<г.д	0,47
K8	<г.д	0,07	1,63	<г.д	3,50	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,04	0,06	<г.д	0,57
K9	<г.д	0,05	1,60	<г.д	4,74	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,04	0,08	<г.д	0,62
K10	0,07	0,13	1,69	<г.д	1,73	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,04	0,04	<г.д	0,27
K11	<г.д	0,08	1,83	<г.д	3,12	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,02	0,05	<г.д	0,51
K12	<г.д	0,07	2,17	<г.д	3,92	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,05	0,05	<г.д	0,83
K13	0,04	0,09	2,06	<г.д	4,28	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,05	0,10	<г.д	0,77
K14	0,04	0,04	2,36	<г.д	2,93	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,27	0,19	<г.д	0,69
K15	<г.д	0,08	3,50	<г.д	4,24	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,07	0,14	0,16	<г.д	0,78
	Co					Cr					Cu				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	0,68	2,23	0,36	9,40	<г.д	<г.д	2,08	3,92	32,8	<г.д	<г.д	11,7	<г.д	12,2
K2	0,02	0,05	2,23	0,30	8,19	<г.д	<г.д	55,4	4,01	27,3	<г.д	<г.д	9,85	<г.д	9,95
K3	<г.д	0,06	2,10	0,57	8,09	<г.д	<г.д	1,47	2,87	28,0	<г.д	<г.д	17,4	<г.д	18,8
K4	0,02	0,08	1,52	0,08	7,74	<г.д	<г.д	1,31	0,95	23,9	<г.д	<г.д	11,9	<г.д	11,3
K5	<г.д	0,04	1,85	0,20	7,24	<г.д	<г.д	1,07	2,03	25,6	<г.д	<г.д	6,35	<г.д	10,6
K6	<г.д	0,03	2,17	0,38	7,82	<г.д	<г.д	1,78	3,05	25,8	<г.д	<г.д	9,13	<г.д	9,14
K7	<г.д	0,05	1,36	0,18	5,41	<г.д	<г.д	0,62	1,21	16,2	<г.д	<г.д	5,34	<г.д	6,20
K8	<г.д	0,02	0,54	0,21	6,34	<г.д	<г.д	0,90	1,37	18,4	<г.д	<г.д	5,53	<г.д	8,33
K9	<г.д	0,02	1,54	0,22	6,60	<г.д	<г.д	1,00	1,87	19,0	<г.д	<г.д	7,46	<г.д	7,44
K10	<г.д	0,04	0,66	0,02	3,60	<г.д	<г.д	0,41	0,44	9,42	0,27	0,03	9,52	<г.д	4,03
K11	0,02	<г.д	0,80	0,37	5,13	<г.д	<г.д	0,96	2,17	13,8	<г.д	<г.д	8,72	<г.д	5,43
K12	<г.д	0,07	1,30	0,53	8,84	<г.д	<г.д	1,40	3,47	26,0	<г.д	<г.д	10,9	<г.д	10,4
K13	0,02	0,04	1,71	0,75	7,59	<г.д	<г.д	3,20	4,98	26,7	<г.д	<г.д	14,2	<г.д	11,1
K14	<г.д	0,55	1,50	0,13	7,38	0,03	<г.д	6,82	5,32	33,2	0,45	0,17	42,0	<г.д	14,5
K15	0,02	0,04	2,24	0,12	7,22	0,03	<г.д	7,51	4,76	28,9	0,22	<г.д	34,9	<г.д	13,6

2.23. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 1 m од аутопута

	Hg					Mo					Ni				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	<г.д	0,087	<г.д	0,032	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,62	<г.д	0,64	7,06	2,97	27,3
K2	<г.д	<г.д	0,007	<г.д	0,123	<г.д	<г.д	0,44	<г.д	0,51	0,02	0,21	39,2	1,39	23,7
K3	<г.д	<г.д	0,089	<г.д	0,021	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,43	0,11	0,11	6,08	4,16	19,6
K4	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,030	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,36	<г.д	0,22	3,24	0,63	21,4
K5	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,069	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,48	<г.д	0,26	4,50	0,76	20,4
K6	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,038	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,52	0,02	0,13	5,52	1,33	19,0
K7	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,035	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,31	0,02	0,20	2,34	0,54	13,2
K8	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,032	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,36	0,04	0,10	3,00	0,38	14,9
K9	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,044	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,35	<г.д	0,08	4,01	0,61	14,9
K10	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,056	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,15	0,05	0,17	0,69	0,30	6,60
K11	<г.д	0,018	0,217	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,25	<г.д	0,08	2,90	1,65	10,1
K12	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,047	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,57	<г.д	0,22	5,64	2,11	19,6
K13	<г.д	0,028	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,12	<г.д	0,48	0,02	0,14	6,53	3,53	20,9
K14	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,062	<г.д	<г.д	0,14	0,02	0,44	0,03	0,70	6,54	0,96	26,8
K15	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,19	<г.д	0,49	0,02	0,27	8,11	1,03	26,7
	Pb					Sb					V				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	<г.д	1,03	<г.д	32,6	<г.д	<г.д	<г.д	0,19	<г.д	<г.д	0,61	4,17	3,34	30,1
K2	<г.д	<г.д	0,45	0,09	23,5	<г.д	<г.д	1,60	0,12	<г.д	<г.д	0,46	3,24	2,25	26,0
K3	<г.д	<г.д	0,31	<г.д	25,1	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	<г.д	0,04	0,43	2,80	2,79	24,4
K4	<г.д	<г.д	0,06	<г.д	28,0	<г.д	<г.д	0,39	0,12	<г.д	<г.д	0,38	2,54	0,94	21,6
K5	<г.д	<г.д	0,05	<г.д	20,6	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,66	2,47	2,24	25,9
K6	<г.д	<г.д	0,23	<г.д	21,4	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,63	4,03	2,30	25,8
K7	<г.д	<г.д	0,05	<г.д	11,3	<г.д	<г.д	<г.д	0,23	<г.д	<г.д	0,51	1,69	1,43	17,2
K8	<г.д	<г.д	0,05	<г.д	17,2	<г.д	<г.д	<г.д	0,07	<г.д	<г.д	0,48	2,11	1,50	20,1
K9	<г.д	<г.д	0,04	<г.д	16,6	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,60	2,64	1,68	20,5
K10	<г.д	<г.д	0,47	<г.д	7,97	<г.д	<г.д	<г.д	0,22	<г.д	<г.д	0,44	0,99	0,56	10,8
K11	<г.д	<г.д	0,59	<г.д	21,5	0,09	<г.д	<г.д	0,20	<г.д	0,04	0,24	2,41	1,91	14,7
K12	<г.д	<г.д	0,20	0,05	26,8	<г.д	<г.д	<г.д	0,13	<г.д	<г.д	0,26	3,79	3,15	26,1
K13	<г.д	<г.д	1,15	2,38	58,6	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,04	0,28	3,64	2,93	21,7
K14	1,69	1,29	15,7	10,0	189	<г.д	<г.д	0,77	0,12	<г.д	<г.д	0,34	2,72	1,30	20,5
K15	<г.д	0,69	7,54	11,7	194	<г.д	<г.д	0,71	0,33	<г.д	<г.д	0,32	4,39	1,69	21,2

2.24. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 1 m од аутопута

	Ba					Fe					Mn				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	28,6	37,4	8,48	6,08	41,6	<г.д	31,7	2295	2,46	25871	3,27	396	88,4	20,1	207
K2	27,4	18,4	5,67	4,85	40,5	<г.д	6,76	1955	0,98	21775	8,41	295	61,5	14,1	206
K3	26,6	33,7	14,2	11,1	45,7	<г.д	6,91	1944	<г.д	23057	5,67	296	80,1	31,5	187
K4	21,9	10,4	1,92	1,07	22,5	<г.д	62,9	3767	0,61	19801	12,4	226	24,8	1,67	192
K5	26,1	14,1	3,29	3,41	36,2	<г.д	11,7	1607	11,0	20912	3,63	273	36,9	7,98	179
K6	30,7	15,9	6,30	3,70	44,5	<г.д	21,4	2570	0,31	21178	3,64	333	67,2	15,5	200
K7	17,2	8,89	2,21	1,02	22,4	<г.д	32,1	1298	0,49	14426	17,2	246	28,7	3,58	132
K8	18,3	12,9	2,27	1,94	28,2	0,04	0,86	1546	0,70	16538	10,4	325	14,5	3,28	163
K9	21,3	14,3	3,79	2,59	32,6	<г.д	10,4	1655	2,10	16979	6,43	263	45,5	7,94	174
K10	11,4	5,02	0,94	0,31	29,1	<г.д	63,9	1048	2,81	8520	14,6	129	12,7	1,31	94
K11	14,5	22,6	5,71	3,33	11,6	0,02	2,96	1267	<г.д	13010	10,2	205	46,6	14,6	138
K12	24,1	18,2	9,52	7,90	42,2	<г.д	17,2	1814	1,51	22567	5,50	352	100	26,1	205
K13	24,0	34,5	11,1	10,1	39,0	0,15	1,56	2128	<г.д	19729	3,47	299	82,3	33,0	183
K14	14,2	15,7	7,45	5,72	29,9	<г.д	47,1	4240	<г.д	18786	3,61	253	52,3	7,82	221
K15	22,0	17,0	6,86	6,86	38,6	0,02	21,1	5426	1,09	20434	10,3	284	56,3	12,2	220

	K					Mg					Zn				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	123	10,7	19,0	45,3	2800	277	1914	1389	873	6498	<г.д	<г.д	8,66	<г.д	49,1
K2	137	14,6	111	46,8	2580	254	615	5092	1470	6627	<г.д	<г.д	6,94	<г.д	43,7
K3	402	14,9	117	140	4058	258	469	1352	1066	6685	<г.д	<г.д	7,88	<г.д	47,5
K4	29,5	5,53	20,9	13,8	1276	161	2466	6272	1649	8857	<г.д	0,21	9,08	<г.д	42,5
K5	88,7	8,98	26,3	35,1	2479	479	969	6348	1773	6723	<г.д	<г.д	2,61	<г.д	44,7
K6	119	13,4	41,2	45,7	2707	439	726	5255	1824	6245	<г.д	<г.д	6,79	<г.д	42,9
K7	73,9	8,77	13,4	24,8	1469	319	669	3948	1548	5692	<г.д	<г.д	5,28	<г.д	26,0
K8	125	13,7	20,6	27,5	1795	245	661	5494	2527	9179	<г.д	<г.д	3,12	<г.д	36,1
K9	81,3	12,3	28,3	38,0	2082	401	403	5960	2132	6556	<г.д	<г.д	3,79	<г.д	33,0
K10	57,2	8,75	12,6	14,8	791	433	1136	2921	114	4906	<г.д	<г.д	0,72	<г.д	8,90
K11	395	14,7	73,0	69,9	1710	188	297	3190	1994	4621	<г.д	<г.д	11,9	<г.д	33,2
K12	582	43,7	36,6	72,3	2891	299	1277	2448	1138	5834	<г.д	<г.д	9,68	<г.д	46,8
K13	451	423	118	109	2739	227	638	3743	1550	5824	<г.д	<г.д	8,09	<г.д	50,8
K14	74,0	24,0	30,1	38,9	1501	77,0	27890	948	541	6046	0,77	6,72	44,1	0,76	72,2
K15	263	30,2	32,9	42,2	1795	127	493	2015	1025	6297	0,88	5,99	60,8	2,42	65,8

2.25. Садржај елемената (mg kg^{-1}) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 1m од аутопута)

	Na					Al					Ca				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	542	23,3	<г.д	11,6	74,8	0,26	1,64	2180	7,25	22893	12040	14655	40,9	439	5541
K2	546	39,7	8,96	16,2	69,2	0,28	0,99	1806	1,63	18931	14226	25331	18,9	492	15551
K3	697	<г.д	<г.д	16,8	74,2	0,47	0,51	1374	<г.д	19406	11182	10489	38,8	581	16500
K4	346	28,4	0,68	8,79	75,1	0,29	1,97	973	1,15	13178	7463	22918	54,5	326	21891
K5	174	40,4	0,19	10,3	63,6	0,30	1,14	1558	14,7	18112	15719	39758	36,9	430	27627
K6	188	35,1	<г.д	9,66	65,0	0,36	3,24	2093	0,84	19447	16177	28211	68,3	215	16056
K7	214	28,6	<г.д	8,26	47,0	0,34	0,73	1158	0,86	11819	13845	30412	15,4	300	14582
K8	1286	54,3	1,84	12,9	65,2	0,45	1,15	1200	1,47	12954	13225	40809	15,1	431	32487
K9	132	36,8	1,92	10,3	63,1	0,40	0,71	1617	4,60	14274	14213	38820	25,9	396	20858
K10	130	31,0	<г.д	5,47	41,7	0,43	1,28	566	4,87	6627	12754	29233	16,9	563	12727
K11	359	496	<г.д	11,1	51,7	0,41	0,11	1263	<г.д	10722	11403	16946	20,6	313	15567
K12	362	28,7	<г.д	13,1	61,7	0,73	17,6	2239	8,79	20587	13573	14942	21,5	269	9475
K13	403	795	<г.д	13,0	61,8	0,71	0,31	1676	9,89	16471	11017	29225	53,7	377	13472
K14	376	39,4	<г.д	16,7	89,4	0,45	4,37	763	0,05	11602	4220	14289	39,6	948	7874
K15	260	35,1	2,75	22,9	110	0,39	2,29	1445	2,40	14151	7581	25109	37,3	874	17352

2.26. Садржај елемената (mg kg^{-1}) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта на растојању 5 m од аутопута)

	As					B					Cd				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	0,05	0,06	2,80	<г.д	6,56	<г.д	<г.д	<г.д	1,45	3,94	<г.д	0,07	0,06	<г.д	0,89
K2	0,11	0,07	2,35	<г.д	6,31	<г.д	<г.д	0,37	<г.д	3,23	<г.д	0,04	0,04	<г.д	0,89
K3	0,24	0,45	2,03	<г.д	4,14	<г.д	<г.д	<г.д	1,06	3,37	<г.д	0,03	0,05	<г.д	0,81
K4	<г.д	0,21	4,65	<г.д	2,40	<г.д	<г.д	0,20	2,11	3,23	<г.д	0,07	0,11	<г.д	0,64
K5	<г.д	0,05	2,60	<г.д	6,54	<г.д	<г.д	<г.д	1,35	4,00	<г.д	0,04	0,04	<г.д	0,89
K6	<г.д	<г.д	2,24	<г.д	6,14	<г.д	<г.д	<г.д	0,05	3,73	<г.д	0,04	0,05	0,02	0,86
K7	0,04	0,11	1,68	<г.д	2,48	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	3,29	<г.д	0,04	0,05	<г.д	0,51
K8	<г.д	0,04	1,86	<г.д	4,42	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	2,91	<г.д	0,04	0,04	<г.д	0,72
K9	0,08	0,08	1,93	<г.д	3,28	<г.д	<г.д	<г.д	0,65	3,76	<г.д	0,04	0,04	<г.д	0,62
K10	<г.д	0,17	0,81	<г.д	1,09	<г.д	<г.д	<г.д	2,38	4,54	<г.д	0,04	<г.д	<г.д	0,14
K11	<г.д	0,17	2,24	<г.д	4,50	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	2,85	<г.д	0,02	0,04	<г.д	0,65
K12	<г.д	0,05	2,17	<г.д	5,52	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	3,25	<г.д	0,05	0,06	<г.д	0,89
K13	<г.д	<г.д	1,86	<г.д	8,08	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	4,04	<г.д	0,03	0,06	<г.д	0,96
K14	0,12	0,31	1,58	<г.д	3,43	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	2,91	<г.д	0,27	0,09	<г.д	1,03
K15	<г.д	0,06	4,23	<г.д	6,89	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	3,10	<г.д	0,14	0,21	<г.д	0,95

	Co					Cr					Cu				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	0,68	2,12	0,66	6,09	<г.д	<г.д	2,32	2,95	25,7	<г.д	<г.д	10,1	<г.д	11,4
K2	<г.д	0,05	1,90	0,58	5,56	<г.д	<г.д	2,25	2,90	23,6	<г.д	<г.д	9,63	<г.д	10,2
K3	<г.д	0,06	1,72	0,36	5,38	<г.д	<г.д	1,22	1,32	21,2	<г.д	0,18	10,6	<г.д	10,4
K4	<г.д	0,08	1,87	0,19	4,82	<г.д	<г.д	1,78	1,09	19,6	<г.д	<г.д	11,1	<г.д	7,37
K5	<г.д	0,04	1,59	0,40	5,34	<г.д	<г.д	1,68	2,29	24,2	<г.д	<г.д	7,02	<г.д	11,8
K6	<г.д	0,03	2,09	0,56	5,17	<г.д	<г.д	2,04	3,12	22,3	<г.д	<г.д	8,68	<г.д	9,88
K7	<г.д	0,05	1,21	0,20	3,07	<г.д	<г.д	1,01	1,03	13,9	<г.д	<г.д	5,91	<г.д	5,96
K8	<г.д	0,02	0,74	0,63	4,71	<г.д	<г.д	1,42	1,99	18,9	<г.д	<г.д	7,03	<г.д	9,68
K9	<г.д	0,02	1,39	0,23	4,18	<г.д	<г.д	1,25	0,95	15,8	<г.д	<г.д	5,70	<г.д	7,26
K10	<г.д	0,04	0,23	0,06	0,84	<г.д	<г.д	0,25	0,38	5,80	<г.д	<г.д	1,88	<г.д	1,66
K11	<г.д	<г.д	0,95	0,61	3,71	<г.д	<г.д	1,22	2,46	16,1	<г.д	<г.д	8,14	<г.д	7,44
K12	<г.д	0,07	1,38	0,57	5,84	<г.д	<г.д	1,89	3,29	23,2	<г.д	<г.д	16,0	<г.д	12,0
K13	0,32	0,02	1,78	0,75	6,13	<г.д	<г.д	1,67	3,96	25,2	<г.д	<г.д	11,0	<г.д	12,7
K14	0,11	0,55	1,39	0,89	6,18	<г.д	<г.д	2,77	4,63	26,5	<г.д	0,57	26,5	0,11	13,7
K15	0,03	0,04	2,54	0,98	5,77	<г.д	<г.д	5,53	5,27	26,2	<г.д	<г.д	28,1	0,31	13,1

2.27. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта на растојању 5 m од аутопута)

	Hg					Mo					Ni				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	0,021	0,040	<г.д	0,493	<г.д	<г.д	<г.д	0,07	0,37	<г.д	0,44	7,07	5,87	23,7
K2	<г.д	0,021	0,035	<г.д	0,839	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	0,51	0,25	0,14	6,96	3,74	20,3
K3	<г.д	<г.д	0,035	<г.д	0,630	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	0,46	0,06	0,52	5,12	3,30	18,0
K4	<г.д	0,012	0,024	<г.д	0,316	<г.д	<г.д	<г.д	0,13	0,22	0,04	0,27	4,38	1,98	17,7
K5	<г.д	0,009	0,033	<г.д	0,335	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	0,66	0,02	0,22	5,32	3,08	20,2
K6	<г.д	<г.д	0,021	<г.д	0,271	<г.д	<г.д	<г.д	0,08	0,47	<г.д	0,15	6,46	3,70	18,1
K7	<г.д	0,019	0,028	<г.д	0,199	<г.д	<г.д	<г.д	0,04	0,20	<г.д	0,17	3,02	1,59	11,3
K8	<г.д	0,045	0,021	<г.д	0,292	<г.д	<г.д	<г.д	0,11	0,32	<г.д	<г.д	4,50	2,52	16,1
K9	<г.д	0,012	0,023	<г.д	0,440	<г.д	<г.д	<г.д	0,09	0,23	<г.д	0,16	3,63	1,52	13,4
K10	<г.д	<г.д	0,019	<г.д	0,231	<г.д	<г.д	<г.д	0,05	0,03	0,08	0,19	<г.д	0,99	3,22
K11	<г.д	0,021	0,021	<г.д	0,268	<г.д	<г.д	<г.д	0,10	0,46	<г.д	0,03	3,75	3,70	12,0
K12	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,302	<г.д	<г.д	<г.д	0,09	0,48	0,08	0,05	6,38	5,38	18,7
K13	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,230	<г.д	<г.д	<г.д	0,08	0,72	0,12	0,15	7,63	6,43	20,2
K14	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,048	<г.д	<г.д	0,08	0,18	0,23	0,07	0,32	8,83	9,79	19,7
K15	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,412	<г.д	<г.д	0,12	0,32	0,42	0,07	0,16	10,0	11,8	25,9
	Pb					Sb					V				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	<г.д	1,05	0,38	24,8	0,07	<г.д	<г.д	0,72	<г.д	<г.д	0,44	5,55	2,30	27,3
K2	<г.д	<г.д	0,83	0,29	21,0	<г.д	<г.д	<г.д	0,84	<г.д	<г.д	0,45	5,64	2,13	25,5
K3	<г.д	<г.д	0,94	0,19	16,6	0,10	<г.д	<г.д	0,17	<г.д	<г.д	0,92	4,22	1,77	22,7
K4	<г.д	<г.д	1,56	0,10	20,8	<г.д	<г.д	<г.д	0,88	<г.д	<г.д	0,26	4,87	0,88	20,2
K5	<г.д	<г.д	0,74	0,09	18,7	<г.д	<г.д	<г.д	0,75	<г.д	<г.д	0,57	4,66	1,95	27,7
K6	<г.д	<г.д	0,62	0,22	18,5	0,06	<г.д	<г.д	0,92	<г.д	<г.д	0,46	5,47	2,12	25,8
K7	<г.д	<г.д	0,70	0,06	11,0	<г.д	<г.д	<г.д	0,83	<г.д	<г.д	0,36	3,19	1,07	16,2
K8	<г.д	<г.д	0,50	0,16	17,2	<г.д	<г.д	<г.д	1,25	<г.д	<г.д	0,16	4,47	1,62	21,9
K9	<г.д	<г.д	0,37	0,07	12,3	<г.д	<г.д	<г.д	1,18	<г.д	<г.д	0,42	3,72	1,69	22,9
K10	<г.д	<г.д	0,31	<г.д	4,06	<г.д	<г.д	<г.д	0,78	<г.д	<г.д	0,19	1,12	0,29	6,8
K11	<г.д	<г.д	0,57	0,23	16,6	0,09	<г.д	<г.д	0,98	<г.д	<г.д	0,15	4,46	1,74	19,3
K12	<г.д	<г.д	0,58	0,20	21,4	<г.д	<г.д	<г.д	0,21	<г.д	<г.д	0,12	6,31	2,38	26,3
K13	<г.д	<г.д	0,43	0,27	23,9	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,14	6,25	2,63	28,4
K14	<г.д	<г.д	3,13	2,21	52,0	0,05	<г.д	<г.д	0,63	<г.д	<г.д	0,14	4,27	2,04	23,3
K15	0,82	<г.д	5,18	7,07	99,6	<г.д	<г.д	<г.д	0,97	<г.д	<г.д	0,21	9,18	2,25	25,5

2.28. Садржај елемената (mg kg^{-1}) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта на растојању 5 m од аутопута)

	Zn					Ba					Fe				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<Г.д	<Г.д	8,66	<Г.д	49,1	28,9	14,1	5,24	4,40	30,3	0,82	24,9	2413	5,70	20890
K2	<Г.д	<Г.д	6,94	<Г.д	43,7	31,0	16,2	4,80	4,70	34,7	18,0	4,72	2136	6,22	19402
K3	<Г.д	<Г.д	7,88	<Г.д	47,5	26,4	16,6	4,90	5,12	29,2	1,17	1,20	1504	0,62	18416
K4	<Г.д	0,21	9,08	<Г.д	42,5	22,8	5,67	1,61	1,13	19,0	0,55	107	3866	3,85	15163
K5	<Г.д	<Г.д	2,61	<Г.д	44,7	27,0	14,6	3,33	4,31	35,1	0,45	11,5	2020	3,95	20074
K6	<Г.д	<Г.д	6,79	<Г.д	42,9	29,7	15,2	4,90	3,81	36,9	0,68	15,1	2045	6,01	19189
K7	<Г.д	<Г.д	5,28	<Г.д	26,0	16,3	7,57	2,40	1,88	19,6	0,56	29,3	1444	3,62	12016
K8	<Г.д	<Г.д	3,12	<Г.д	36,1	20,8	12,9	3,23	2,71	32,4	0,94	7,64	1776	0,00	16295
K9	<Г.д	<Г.д	3,79	<Г.д	33,0	18,2	10,3	3,03	1,98	25,9	0,44	16,9	1571	0,00	15122
K10	<Г.д	<Г.д	0,72	<Г.д	8,90	5,79	1,48	0,40	0,39	5,68	0,62	106	688	2,49	4582
K11	<Г.д	<Г.д	11,9	<Г.д	33,2	19,3	10,1	4,82	3,15	27,7	0,34	7,88	1485	1,67	14764
K12	<Г.д	<Г.д	9,68	<Г.д	46,8	26,9	12,9	7,70	5,24	41,5	0,25	3,83	2006	8,09	20133
K13	<Г.д	<Г.д	8,09	<Г.д	50,8	28,4	16,2	8,67	6,32	41,2	0,26	2,15	1893	18,6	21655
K14	0,77	6,72	44,1	0,76	72,2	21,6	19,0	11,5	8,25	38,0	1,20	22,4	2459	42,5	19012
K15	0,88	5,99	60,8	2,42	65,8	28,4	16,7	9,05	8,69	35,5	0,18	39,5	6535	107	19308

	Mn					K					Mg				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	3,95	373	67,9	21,3	191	192	6,92	30,3	47,1	2314	307	1628	3430	1151	6428
K2	24,8	310	62,3	15,9	292	3330	12,0	45,6	50,8	2529	4137	429	6412	1533	6133
K3	2,11	202	42,3	17,6	169	155	13,3	82,9	64,0	3036	509	815	2830	768	6799
K4	18,6	200	31,6	6,41	174	53,4	2,87	14,9	22,2	1291	248	2651	6329	1520	7480
K5	3,41	330	28,8	21,0	186	109	15,2	38,0	43,1	2601	476	878	6311	1569	6493
K6	1,20	365	65,2	18,1	191	100	4,87	39,1	46,6	2499	374	1318	6430	1600	5640
K7	4,04	209	29,2	7,60	123	63,4	3,34	30,1	28,9	1390	295	537	4466	1065	4788
K8	3,57	308	25,4	15,5	176	284	10,2	48,4	45,2	2179	289	973	6154	2526	6398
K9	3,18	225	36,6	11,5	188	136	5,70	47,1	40,8	1755	315	566	5741	2061	6841
K10	20,7	65,0	5,65	1,84	65,0	30,7	2,69	14,7	18,8	372	230	1147	1929	354	1912
K11	6,42	247	59,2	15,3	164	344	13,0	42,3	54,6	2069	205	1842	3492	1197	3998
K12	117	240	97,3	23,3	201	734	28,0	55,1	94,1	3159	342	1296	3680	1295	5371
K13	137	258	97,7	28,5	208	293	17,0	48,3	105	3408	348	1211	3988	1658	5799
K14	39,5	309	98,4	27,0	199	381	28,0	82,1	158	3325	315	1367	1661	963	5563
K15	15,0	301	112	38,0	193	336	18,4	49,9	74,1	2415	180	1016	2038	1340	5648

2.29. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Т слој земљишта на растојању 5 m од аутопута)

	Na					Al					Ca				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	172	10,5	1,34	7,99	97,0	0,66	3,84	1897	41,0	17524	12021	18267	33,0	433	14457
K2	1660	35,6	4,75	4,75	86,7	20,3	1,63	2125	20,4	17347	13739	31841	25,0	179	14984
K3	354	32,0	9,54	5,55	82,5	1,17	2,13	1135	3,88	15185	12985	33797	52,0	803	11706
K4	81,0	8,80	7,88	3,15	78,5	0,50	12,5	1034	10,3	11492	9673	15452	17,8	330	17201
K5	71,0	40,8	9,95	8,45	97,3	0,39	2,19	1811	14,0	18107	13587	33529	43,4	179	16871
K6	581	27,0	5,46	6,47	110	0,64	1,35	2035	44,6	17629	13191	24805	27,5	157	14232
K7	367	21,6	5,61	3,62	59,0	0,34	2,83	1279	9,63	10738	11898	26787	40,5	435	11746
K8	542	31,7	11,1	5,42	78,5	0,87	2,28	1653	11,2	14317	11180	28871	48,3	145	22517
K9	544	36,1	5,59	6,87	125	0,43	2,66	1597	1,99	12354	12379	34454	71,8	589	18022
K10	20,0	5,60	0,43	2,07	80,6	0,25	11,4	387	10,9	3547	8501	16005	22,2	551	4961
K11	672	10,5	1,83	3,41	77,8	0,04	3,70	1697	36,4	13273	9786	14172	36,4	318	12528
K12	335	9,70	2,84	5,84	80,8	0,13	1,85	2097	46,0	19454	11185	12911	53,3	81,1	9871
K13	90,5	14,4	1,17	9,10	90,1	0,18	1,32	1969	72,7	20369	12432	14836	27,1	96,1	11484
K14	441	11,7	8,85	14,3	97,2	1,11	17,7	1336	54,9	15450	7679	9005	36,2	313	6957
K15	354	11,3	14,8	13,1	133	0,21	3,59	2135	158	17199	8459	13386	67,0	270	21779

2.30. Садржај елемената (mg kg^{-1}) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта на растојању 5 m од аутопута)

	As					B					Cd				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	0,08	3,17	<г.д	3,90	0,02	<г.д	<г.д	<г.д	3,09	<г.д	0,03	0,07	<г.д	0,67
K2	<г.д	0,08	2,02	<г.д	4,34	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	2,46	<г.д	0,03	0,05	<г.д	0,70
K3	0,47	0,77	6,65	<г.д	5,46	0,02	<г.д	<г.д	<г.д	2,69	<г.д	0,03	0,03	<г.д	0,71
K4	<г.д	0,06	2,52	<г.д	1,96	0,05	<г.д	<г.д	<г.д	2,70	<г.д	<г.д	0,05	<г.д	0,43
K5	<г.д	0,06	2,46	<г.д	4,60	0,03	<г.д	<г.д	<г.д	4,10	<г.д	0,03	0,07	<г.д	0,64
K6	<г.д	0,13	1,68	<г.д	5,08	0,02	<г.д	<г.д	<г.д	3,16	<г.д	0,02	0,05	<г.д	0,68
K7	<г.д	0,04	3,02	<г.д	3,52	0,02	<г.д	<г.д	<г.д	3,01	<г.д	0,03	0,05	<г.д	0,61
K8	<г.д	<г.д	2,19	<г.д	2,71	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,12	<г.д	0,57
K9	<г.д	0,06	1,92	<г.д	2,63	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	3,72	<г.д	0,02	0,05	<г.д	0,47
K10	0,12	<г.д	0,69	<г.д	1,00	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	3,08	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,11
K11	<г.д	0,07	1,47	<г.д	3,07	0,02	<г.д	<г.д	<г.д	3,00	<г.д	<г.д	0,03	<г.д	0,59
K12	0,06	0,06	2,08	<г.д	5,54	0,03	<г.д	<г.д	<г.д	2,78	<г.д	0,02	0,06	<г.д	0,88
K13	<г.д	0,04	2,40	<г.д	6,84	0,02	<г.д	<г.д	<г.д	3,13	<г.д	0,02	0,06	<г.д	0,98
K14	<г.д	<г.д	2,80	<г.д	2,66	0,02	<г.д	<г.д	<г.д	3,34	<г.д	<г.д	0,05	<г.д	0,57
K15	<г.д	0,07	3,19	<г.д	7,82	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	3,46	<г.д	0,04	0,08	<г.д	1,01

	Co					Cr					Cu				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	0,47	0,84	1,38	0,19	4,72	<г.д	<г.д	1,51	1,20	20,8	<г.д	0,03	6,64	<г.д	8,32
K2	0,70	0,02	1,13	<г.д	4,53	<г.д	<г.д	2,12	0,96	20,4	<г.д	<г.д	6,64	<г.д	8,61
K3	0,86	0,55	0,23	<г.д	4,52	<г.д	<г.д	1,16	0,61	19,0	<г.д	0,09	3,39	<г.д	12,4
K4	0,30	0,34	0,99	<г.д	3,20	<г.д	<г.д	4,37	0,17	14,0	<г.д	<г.д	4,07	<г.д	5,12
K5	0,27	0,11	2,47	0,39	4,39	<г.д	<г.д	1,58	1,69	20,0	<г.д	<г.д	5,75	<г.д	8,31
K6	0,53	0,02	1,65	<г.д	4,36	<г.д	<г.д	1,52	1,32	18,8	<г.д	<г.д	5,84	<г.д	8,39
K7	0,58	0,39	0,31	<г.д	3,99	<г.д	<г.д	1,06	0,27	17,8	<г.д	0,05	3,56	<г.д	8,43
K8	<г.д	0,07	0,53	<г.д	5,70	<г.д	<г.д	0,62	0,85	18,8	<г.д	<г.д	4,09	<г.д	8,52
K9	0,26	0,24	0,51	<г.д	3,20	<г.д	<г.д	1,21	0,27	14,0	<г.д	<г.д	2,34	<г.д	6,07
K10	0,13	0,02	0,36	0,09	0,89	<г.д	<г.д	0,15	0,41	5,17	<г.д	<г.д	2,46	<г.д	1,88
K11	0,11	0,04	1,29	0,24	3,54	<г.д	<г.д	0,95	1,34	15,7	<г.д	<г.д	5,15	<г.д	6,45
K12	0,16	0,13	1,71	0,75	5,55	<г.д	<г.д	2,20	3,26	22,5	<г.д	<г.д	13,3	<г.д	11,2
K13	0,17	0,05	2,17	0,45	6,18	<г.д	<г.д	1,58	2,96	26,6	<г.д	<г.д	8,02	<г.д	13,9
K14	0,43	0,60	0,80	<г.д	4,39	<г.д	<г.д	0,57	0,23	15,0	<г.д	<г.д	3,92	<г.д	8,22
K15	0,11	0,91	2,54	0,32	6,33	<г.д	<г.д	3,44	3,66	30,4	<г.д	<г.д	13,0	<г.д	12,5

2.31. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљиштана растојању 5 m од аутопута)

	Mo					Ni					Pb				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	<г.д	<г.д	0,05	0,27	0,71	1,15	3,23	4,13	20,1	<г.д	<г.д	0,81	0,11	13,6
K2	<г.д	<г.д	<г.д	0,04	0,33	0,30	0,36	4,30	0,23	18,9	<г.д	<г.д	0,52	0,04	15,2
K3	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,27	1,45	1,09	0,52	<г.д	19,6	<г.д	<г.д	0,17	0,05	11,8
K4	<г.д	<г.д	<г.д	0,07	0,07	0,39	0,43	1,45	0,29	12,8	<г.д	<г.д	0,61	<г.д	8,16
K5	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,18	0,15	0,22	5,52	5,06	16,7	<г.д	<г.д	0,65	<г.д	15,3
K6	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,12	0,24	0,34	4,01	0,14	17,1	<г.д	<г.д	0,26	0,03	14,5
K7	<г.д	<г.д	<г.д	0,04	0,20	0,51	1,34	1,00	<г.д	16,0	<г.д	<г.д	0,43	<г.д	12,0
K8	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,34	0,02	0,46	2,13	0,34	15,2	<г.д	<г.д	0,06	<г.д	16,3
K9	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,15	0,23	0,58	1,05	<г.д	12,2	<г.д	<г.д	0,22	<г.д	9,70
K10	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,18	0,12	0,67	1,17	3,00	<г.д	<г.д	0,29	0,07	4,65
K11	<г.д	<г.д	<г.д	0,05	0,15	0,03	0,14	3,24	2,60	12,3	<г.д	<г.д	0,23	0,04	11,2
K12	<г.д	<г.д	<г.д	0,05	0,34	0,06	0,06	6,73	6,29	18,5	<г.д	<г.д	0,47	0,21	19,5
K13	<г.д	<г.д	<г.д	0,05	0,56	0,09	0,21	6,87	4,87	21,6	<г.д	<г.д	0,64	0,08	20,6
K14	<г.д	<г.д	<г.д	0,07	0,16	0,47	0,53	0,86	0,07	17,0	<г.д	<г.д	0,69	<г.д	9,29
K15	<г.д	<г.д	<г.д	0,05	0,55	0,15	0,67	9,56	9,00	26,7	<г.д	<г.д	1,39	0,87	26,1
	Sb					V					Zn				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,38	3,79	1,43	20,6	<г.д	<г.д	4,96	<г.д	38,8
K2	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,44	4,39	1,37	22,1	<г.д	<г.д	1,03	<г.д	37,1
K3	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	1,25	4,78	1,91	21,1	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	37,4
K4	<г.д	<г.д	<г.д	0,35	<г.д	<г.д	0,11	1,92	0,59	13,9	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	26,9
K5	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	<г.д	<г.д	0,24	3,56	1,42	20,8	<г.д	<г.д	14,7	<г.д	39,8
K6	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,41	3,69	1,33	21,3	<г.д	<г.д	3,01	<г.д	37,9
K7	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,31	2,98	1,00	21,1	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	32,8
K8	<г.д	<г.д	<г.д	0,04	<г.д	<г.д	0,55	1,66	1,96	18,9	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	33,6
K9	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,24	2,48	0,89	17,2	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	25,6
K10	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,08	0,82	0,43	6,3	<г.д	<г.д	0,68	<г.д	10,8
K11	<г.д	<г.д	<г.д	0,71	<г.д	<г.д	0,39	3,59	1,21	18,8	<г.д	<г.д	2,74	<г.д	29,7
K12	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,22	6,49	2,39	25,1	<г.д	<г.д	5,01	<г.д	46,2
K13	<г.д	<г.д	<г.д	0,46	<г.д	<г.д	0,34	5,45	2,29	29,2	<г.д	<г.д	3,68	<г.д	50,1
K14	<г.д	<г.д	<г.д	0,33	<г.д	<г.д	0,21	2,34	0,67	17,4	<г.д	<г.д	2,68	<г.д	35,6
K15	<г.д	<г.д	<г.д	0,25	<г.д	<г.д	0,48	8,42	2,24	30,6	<г.д	<г.д	6,81	<г.д	53,6

2.32. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта на растојању 5 m од аутопута)

	Ba					Fe					Mn				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	19,0	11,0	2,22	2,58	17,6	4,24	49,5	2234	1,59	16727	67,1	185	29,4	11,0	164
K2	29,5	14,2	2,71	3,69	28,0	<г.д	8,54	1819	<г.д	16496	103	174	21,4	5,32	172
K3	18,1	11,2	0,48	4,06	17,6	0,09	10,1	1397	1,16	17073	68,2	125	5,10	3,91	198
K4	10,3	2,46	0,51	<г.д	9,42	0,10	85,8	2104	<г.д	11472	61,2	89,3	17,0	0,90	131
K5	21,2	9,33	2,80	2,81	25,1	<г.д	21,4	2558	<г.д	15378	70,4	177	38,8	17,2	156
K6	26,6	12,4	2,31	3,26	28,2	0,09	9,76	1509	<г.д	16499	84,9	177	33,2	9,82	171
K7	17,7	12,4	1,21	1,50	20,7	0,46	50,6	2058	<г.д	15493	60,1	234	4,35	5,20	174
K8	21,2	27,4	2,50	2,48	27,4	<г.д	17,2	1334	<г.д	16518	5,70	275	8,00	1,85	164
K9	13,0	9,75	1,37	1,83	18,8	<г.д	21,0	1465	<г.д	12227	26,6	103	11,4	7,89	171
K10	8,77	5,13	0,88	0,24	7,65	0,13	22,7	496	3,97	5315	60,9	72,1	10,1	5,40	68,3
K11	17,9	9,42	2,95	2,09	26,0	0,26	14,1	1237	<г.д	13867	36,0	169	34,4	12,9	152
K12	27,3	13,0	7,53	6,77	39,1	<г.д	6,10	1902	16,9	19959	80,0	266	97,2	30,1	189
K13	28,2	14,0	4,43	4,70	36,3	0,04	9,61	1833	6,55	22280	69,1	302	62,6	19,8	200
K14	10,9	3,47	0,81	0,27	14,3	0,05	82,4	1832	<г.д	14673	54,7	111	20,2	1,21	153
K15	38,5	12,9	6,79	6,74	39,8	0,05	42,0	3158	8,51	23600	58,0	397	103	22,1	212

	Hg					Mg					Na				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,154	339	1127	4528	1537	5890	<г.д	10,2	7,36	9,95	64,4
K2	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,494	420	686	6072	1288	5759	138	39,4	8,05	15,2	63,3
K3	0,017	<г.д	<г.д	<г.д	0,449	568	1536	4476	772	7566	345	40,8	7,78	16,5	54,2
K4	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,105	158	1465	5773	2450	9956	32,7	8,89	11,9	6,46	47,0
K5	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,177	398	1392	4238	1512	5738	74,2	24,0	7,90	10,4	75,1
K6	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,132	552	646	6766	1522	5940	96,9	39,9	7,67	16,1	78,7
K7	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,179	731	1356	4815	3087	8363	240	41,5	9,97	12,7	84,5
K8	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	383	566	5331	2870	10462	455	359	<г.д	10,5	65,6
K9	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,185	796	1578	5837	1926	10774	81,7	44,2	11,6	15,4	117
K10	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,209	398	645	1220	490	2420	14,7	25,7	<г.д	3,82	25,3
K11	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,234	279	384	4287	2176	5297	177	26,1	<г.д	6,03	79,2
K12	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,282	370	1027	3625	1810	5425	89,2	7,14	0,87	5,58	61,9
K13	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,328	389	1593	6330	1667	6343	100	25,4	5,02	11,0	82,8
K14	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,191	194	1074	3229	1029	8291	243	17,0	1,74	7,59	87,3
K15	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,203	252	499	1841	947	6295	324	5,81	3,59	10,9	105

2.35. Садржај елемената (mg kg^{-1}) по фазама секвенцијалне екстракције (Б слој земљишта на растојању 5 m од аутопута)

	K					Al					Ca				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	32,2	1,38	16,9	23,9	1253	4,81	2,73	918	27,8	12666	13121	18192	51,4	886	10986
K2	86,3	5,14	27,8	27,1	1784	<г.д	2,52	1552	0,70	13584	15228	40167	49,6	4125	23570
K3	73,8	5,77	20,0	34,3	1468	<г.д	2,45	424	5,43	10919	15050	42494	23,6	6693	38070
K4	14,3	2,33	14,9	6,95	564	<г.д	1,30	461	0,12	6818	10821	18355	32,3	199	22052
K5	70,7	9,27	16,4	33,3	1769	<г.д	1,31	1230	6,51	13345	13472	22368	27,8	578	15555
K6	56,4	3,49	22,5	27,0	1747	<г.д	2,49	1407	0,60	13750	15521	42092	53,3	4709	26291
K7	30,4	5,20	13,1	12,4	1272	0,32	1,85	654	0,85	11506	13761	36751	53,6	2581	35260
K8	72,6	<г.д	11,2	16,6	1580	0,47	<г.д	1031	<г.д	12279	15314	31708	14,4	418	38997
K9	30,7	1,62	13,6	17,0	1134	0,08	2,47	669	0,58	9596	14390	39660	27,7	5126	39048
K10	59,0	5,23	8,6	22,0	563	0,05	1,15	417	7,72	4367	12675	24734	17,0	461	7601
K11	53,5	2,96	16,1	38,6	1653	0,12	1,89	1598	24,3	11840	15217	31242	19,4	668	17125
K12	170	8,24	31,0	72,7	2578	<г.д	1,27	2236	71,8	18712	14648	13736	49,4	278	9448
K13	97,4	5,18	36,5	54,4	2743	<г.д	1,00	1813	30,7	19526	15421	24358	44,3	198	15757
K14	28,3	2,43	6,70	16,0	1132	0,06	1,81	510	0,98	9258	10644	23451	18,3	559	15190
K15	117	5,29	23,8	49,5	2859	<г.д	2,50	2382	11,2	22810	14873	10706	29,8	474	5064

2.36. Садржај елемената (mg kg^{-1}) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 10 m од аутопута)

	As					B					Cd				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	0,04	2,82	<г.д	5,92	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,04	0,06	<г.д	0,84
K2	<г.д	0,09	1,97	<г.д	4,45	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,03	0,06	<г.д	0,75
K3	0,16	0,32	2,24	<г.д	3,29	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,04	0,05	<г.д	0,76
K4	0,04	<г.д	4,98	<г.д	2,26	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,05	0,04	0,13	<г.д	0,63
K5	<г.д	<г.д	1,87	<г.д	5,68	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,03	0,08	<г.д	0,88
K6	0,08	<г.д	1,93	<г.д	4,06	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,03	0,11	<г.д	0,69
K7	0,05	0,04	1,31	<г.д	2,06	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,03	0,05	<г.д	0,33
K8	<г.д	<г.д	1,90	<г.д	3,71	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,02	0,10	<г.д	0,67
K9	0,05	<г.д	1,61	<г.д	2,60	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,06	<г.д	0,46
K10	0,10	<г.д	0,96	<г.д	0,88	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,02	0,02	<г.д	0,14
K11	<г.д	0,06	1,32	<г.д	3,16	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,02	0,07	<г.д	0,57
K12	<г.д	0,05	2,11	<г.д	4,84	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,02	0,03	0,07	<г.д	0,83
K13	<г.д	0,06	2,10	<г.д	5,67	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	1,02	<г.д	0,04	0,06	<г.д	0,89
K14	0,10	0,32	1,52	<г.д	3,75	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	3,68	<г.д	0,08	0,08	<г.д	0,99
K15	<г.д	<г.д	2,09	<г.д	5,06	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,04	0,12	<г.д	0,74

	Co					Cr					Cu				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	0,02	0,14	2,24	0,36	8,21	<г.д	<г.д	1,73	2,65	31,4	<г.д	<г.д	9,88	<г.д	12,5
K2	<г.д	0,03	1,54	0,35	7,79	<г.д	<г.д	1,43	2,28	25,4	<г.д	<г.д	8,62	<г.д	15,4
K3	<г.д	0,17	2,13	0,45	7,51	<г.д	<г.д	0,99	1,69	25,3	<г.д	0,06	17,4	<г.д	12,9
K4	0,02	0,07	1,34	0,07	7,68	<г.д	<г.д	1,26	0,97	24,4	<г.д	<г.д	11,2	<г.д	9,09
K5	<г.д	0,05	2,04	0,58	7,99	<г.д	<г.д	1,34	3,71	27,2	<г.д	<г.д	9,27	<г.д	11,4
K6	0,02	0,03	2,12	0,34	6,48	<г.д	<г.д	1,53	2,59	22,0	<г.д	<г.д	8,06	<г.д	8,93
K7	<г.д	0,02	0,71	0,13	3,75	<г.д	<г.д	0,28	0,69	10,8	<г.д	<г.д	4,93	<г.д	3,96
K8	<г.д	<г.д	1,11	0,39	6,47	<г.д	<г.д	1,13	1,85	20,4	<г.д	<г.д	7,84	<г.д	9,26
K9	<г.д	0,07	1,23	<г.д	4,87	<г.д	<г.д	0,68	0,92	14,7	<г.д	<г.д	4,12	<г.д	7,58
K10	0,02	0,02	0,25	0,14	1,82	<г.д	<г.д	<г.д	0,43	4,53	<г.д	<г.д	4,24	<г.д	2,38
K11	<г.д	0,03	1,21	0,13	5,97	<г.д	<г.д	0,90	1,28	17,1	<г.д	<г.д	6,73	<г.д	6,39
K12	<г.д	0,05	1,70	0,70	7,90	<г.д	<г.д	1,41	3,50	24,7	<г.д	<г.д	15,2	<г.д	11,3
K13	0,02	0,05	2,13	0,59	8,19	<г.д	<г.д	1,57	3,94	27,3	<г.д	<г.д	10,1	<г.д	11,5
K14	0,33	1,18	1,96	0,28	6,01	<г.д	<г.д	1,28	3,17	26,9	<г.д	1,32	29,6	<г.д	15,8
K15	<г.д	0,08	1,91	<г.д	8,20	<г.д	<г.д	1,18	1,16	27,0	<г.д	<г.д	6,58	<г.д	11,0

2.37. Садржај елемената (mg kg^{-1}) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 10 m од аутопута)

	Hg					Mo					Ni				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	0,152	<г.д	<г.д	<г.д	0,085	<г.д	<г.д	0,03	<г.д	0,53	0,05	0,36	5,74	3,57	28,2
K2	0,138	<г.д	<г.д	<г.д	0,274	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,45	0,03	0,13	4,92	1,75	22,2
K3	0,113	<г.д	<г.д	<г.д	0,023	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,41	0,04	0,66	6,22	2,66	19,6
K4	0,083	<г.д	<г.д	<г.д	0,030	<г.д	<г.д	0,03	<г.д	0,31	0,07	0,18	3,03	0,71	20,6
K5	0,043	<г.д	<г.д	<г.д	0,037	<г.д	<г.д	0,03	<г.д	0,53	0,02	0,18	6,07	2,58	22,2
K6	0,029	<г.д	<г.д	<г.д	0,026	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,43	0,04	0,23	4,86	1,69	17,6
K7	0,026	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,22	0,02	0,06	1,04	1,13	8,40
K8	0,013	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,37	0,02	0,07	4,23	0,72	16,8
K9	0,015	<г.д	<г.д	<г.д	0,008	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,26	<г.д	0,23	2,02	0,27	12,3
K10	0,012	<г.д	<г.д	<г.д	0,014	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,07	0,03	<г.д	0,25	0,98	4,30
K11	0,013	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,33	0,04	0,08	3,11	1,31	13,5
K12	<г.д	0,020	<г.д	<г.д	0,011	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,51	0,02	0,21	5,67	3,05	18,6
K13	<г.д	0,020	0,043	<г.д	0,523	<г.д	<г.д	0,04	<г.д	0,55	<г.д	0,29	6,81	3,04	21,6
K14	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,250	<г.д	<г.д	<г.д	0,04	0,47	0,31	1,11	8,69	6,46	20,3
K15	<г.д	0,030	0,340	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,51	0,05	0,54	4,14	0,56	26,8
	Pb					Sb					V				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	<г.д	0,12	<г.д	31,0	<г.д	<г.д	<г.д	0,28	<г.д	0,04	0,57	3,41	2,83	27,4
K2	<г.д	<г.д	0,14	<г.д	25,7	<г.д	<г.д	<г.д	0,11	<г.д	<г.д	0,43	3,30	2,53	24,3
K3	<г.д	<г.д	0,12	<г.д	23,1	<г.д	<г.д	<г.д	0,07	<г.д	0,04	0,76	2,77	2,16	22,8
K4	<г.д	<г.д	0,54	<г.д	26,9	<г.д	<г.д	0,18	<г.д	<г.д	<г.д	0,40	2,88	1,64	25,6
K5	<г.д	<г.д	0,10	<г.д	27,1	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,44	3,71	3,22	27,6
K6	<г.д	<г.д	0,29	<г.д	24,6	<г.д	<г.д	<г.д	0,10	<г.д	<г.д	0,75	3,20	2,44	21,7
K7	<г.д	<г.д	0,10	<г.д	11,4	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	<г.д	<г.д	0,40	1,14	1,11	11,6
K8	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	22,6	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,39	2,90	2,24	21,6
K9	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	13,2	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,68	1,61	1,51	16,2
K10	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	6,22	<г.д	<г.д	<г.д	0,09	<г.д	0,04	0,23	0,45	0,77	5,33
K11	<г.д	<г.д	0,16	<г.д	17,7	<г.д	<г.д	0,07	<г.д	<г.д	0,03	0,57	2,19	1,74	17,9
K12	<г.д	<г.д	0,11	<г.д	28,8	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,37	3,91	3,18	24,0
K13	<г.д	<г.д	0,31	<г.д	26,2	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	<г.д	<г.д	0,36	4,01	3,18	26,8
K14	<г.д	<г.д	1,56	0,54	22,5	<г.д	<г.д	<г.д	0,15	<г.д	<г.д	0,51	3,98	1,87	27,3
K15	<г.д	<г.д	0,06	<г.д	24,3	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,91	2,49	2,26	24,8

2.38. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 10 m од аутопута)

	Zn					Ba					Fe				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	0,33	5,60	<г.д	58,5	30,6	37,4	8,26	6,07	40,0	1,06	20,0	2366	0,44	24117
K2	<г.д	0,75	10,6	<г.д	54,5	30,1	38,9	7,58	5,21	41,9	<г.д	2,97	1881	0,93	20890
K3	<г.д	0,44	11,6	<г.д	68,6	27,7	37,5	10,6	9,88	39,3	0,19	2,56	1766	<г.д	43120
K4	<г.д	0,67	3,21	<г.д	53,4	22,8	31,0	3,25	2,58	23,1	<г.д	50,6	3822	<г.д	18989
K5	<г.д	<г.д	3,34	<г.д	54,9	31,2	36,5	13,2	10,8	47,8	0,36	3,26	1794	<г.д	22928
K6	<г.д	<г.д	3,42	<г.д	47,7	30,8	39,1	7,43	5,51	40,5	<г.д	8,64	1808	<г.д	19241
K7	<г.д	0,20	1,70	<г.д	24,5	14,2	16,6	2,21	1,40	14,5	<г.д	23,5	886	4,56	9760
K8	<г.д	0,02	2,21	<г.д	42,2	23,4	31,5	5,49	2,88	41,4	<г.д	3,39	1538	0,76	18067
K9	<г.д	<г.д	1,45	<г.д	30,4	15,2	25,2	2,83	3,08	23,8	<г.д	7,65	1072	<г.д	13474
K10	<г.д	0,64	1,86	<г.д	12,2	6,30	8,27	1,22	0,30	6,25	0,36	19,4	569	<г.д	4682
K11	<г.д	0,07	3,80	<г.д	33,2	20,3	27,7	5,33	2,85	32,8	<г.д	2,67	1218	1,40	15646
K12	<г.д	0,07	4,93	<г.д	51,4	26,5	34,1	12,3	9,91	44,7	<г.д	3,41	1855	<г.д	21683
K13	<г.д	<г.д	3,64	<г.д	52,9	26,0	35,4	13,2	11,4	45,8	<г.д	6,38	1905	<г.д	23089
K14	<г.д	2,45	19,8	<г.д	86,1	29,5	22,8	15,1	8,32	42,5	1,87	15,0	1581	<г.д	22853
K15	<г.д	0,18	3,18	<г.д	48,2	24,3	37,7	4,17	3,98	33,1	<г.д	8,86	1724	<г.д	21960
	Mn					K					Mg				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	10,0	288	49,6	19,5	202	150	<г.д	50,9	49,3	2593	422	640	3204	1338	6756
K2	4,43	319	61,3	15,5	204	291	218	89,2	63,2	2487	476	347	5445	1930	6444
K3	2,65	320	69,4	23,1	194	264	4,26	101	105	3493	553	824	2893	920	6930
K4	29,7	195	20,6	4,11	204	82,2	<г.д	22,6	14,1	1400	269	1323	5562	1749	9061
K5	1,66	346	80,0	29,2	207	125	<г.д	59,7	74,9	3028	376	511	3771	1957	6241
K6	9,49	318	51,6	16,0	119	148	<г.д	38,2	51,5	2221	508	539	5786	2340	5971
K7	7,96	162	17,0	7,63	96,1	76,3	<г.д	12,7	31,1	980	282	282	2445	1184	4453
K8	6,81	279	43,4	5,13	196	284	<г.д	72,0	50,2	2403	398	348	6701	2959	7073
K9	3,26	168	24,7	2,20	163	51,3	12,8	18,1	29,7	1416	617	687	5063	1691	8448
K10	14,8	82,1	8,48	7,18	51,0	140	<г.д	16,6	46,2	401	296	475	1038	559	1544
K11	6,15	227	40,0	8,11	165	154	<г.д	39,3	47,0	1910	366	436	3893	2073	5822
K12	2,04	354	92,6	30,4	197	206	<г.д	62,2	83,4	2828	364	449	3279	1749	5803
K13	1,36	370	96,9	29,1	199	204	<г.д	69,0	86,2	3230	318	789	3669	1593	9001
K14	104	316	99,6	20,7	214	816	47,0	98,2	202	4672	259	426	866	769	6338
K15	8,10	290	35,4	2,77	204	135	<г.д	24,9	27,8	1934	401	446	5733	1472	7186

2.39. Садржај елемената (mg kg^{-1}) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 10 m од аутопута)

	Na					Al					Ca				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	19,3	37,7	<г.д	9,01	66,3	1,57	<г.д	1711	3,09	20670	14799	11980	73,0	554	21559
K2	15,3	45,1	<г.д	32,4	60,2	0,20	0,98	1691	1,58	17991	15479	22100	43,3	301	17897
K3	21,8	38,5	<г.д	8,87	61,7	0,67	<г.д	1130	<г.д	17383	13990	16940	38,7	745	14616
K4	8,64	17,4	<г.д	6,98	86,6	0,27	0,21	959	<г.д	13879	13271	14616	47,8	397	24336
K5	31,7	48,6	<г.д	8,69	57,2	0,95	<г.д	2229	0,15	21288	16945	16239	75,7	128	13844
K6	28,3	37,9	<г.д	8,98	51,7	0,43	<г.д	1849	<г.д	16852	16216	23650	16,7	210	19964
K7	19,6	22,9	<г.д	4,91	36,9	0,28	<г.д	751	6,68	8102	13769	21083	19,2	553	11724
K8	43,9	69,4	<г.д	8,41	57,7	0,40	<г.д	1666	1,17	15268	15667	26274	30,9	192	27272
K9	13,5	31,0	<г.д	12,8	58,8	0,39	<г.д	1137	<г.д	10597	15801	34326	12,2	3028	35190
K10	7,15	12,7	<г.д	5,55	21,9	0,59	0,88	442	0,54	3608	9661	10377	25,7	1566	4170
K11	10,7	23,9	<г.д	6,74	55,1	0,26	0,28	1627	2,48	13369	16057	27588	14,2	566	19956
K12	13,1	20,4	<г.д	6,44	52,6	0,46	<г.д	2214	<г.д	19892	16733	10925	24,3	238	12358
K13	10,1	22,5	<г.д	7,16	55,7	0,30	3,05	2248	<г.д	21379	11289	14704	22,5	212	11993
K14	8,78	317	<г.д	6,92	118	2,10	<г.д	1330	<г.д	19073	7896	1249	41,7	683	3714
K15	16,6	25,9	<г.д	8,13	61,3	0,47	0,52	1426	<г.д	17203	16645	34269	13,8	3271	26959

2.40. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 100 m од аутопута)

	As					B					Cd				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	0,05	2,66	<г.д	6,50	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,38	0,02	0,08	0,06	<г.д	0,91
K2	<г.д	0,07	1,77	<г.д	5,63	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,03	0,05	0,07	<г.д	0,88
K3	0,18	0,63	4,02	<г.д	5,18	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	0,08	<г.д	0,76
K4	0,10	0,14	7,57	<г.д	4,53	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,04	0,12	0,18	<г.д	0,97
K5	<г.д	0,04	2,04	<г.д	6,61	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	1,29	<г.д	0,05	0,05	<г.д	1,00
K6	0,10	0,05	1,80	<г.д	4,77	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,20	<г.д	0,04	0,07	<г.д	0,79
K7	<г.д	0,10	1,83	<г.д	4,96	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,50	<г.д	0,05	0,06	<г.д	0,83
K8	0,08	0,07	2,36	<г.д	4,94	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	3,27	<г.д	0,03	0,06	<г.д	1,18
K9	0,05	0,19	1,99	<г.д	4,74	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	2,91	<г.д	0,03	<г.д	<г.д	0,99
K10	0,05	0,20	0,96	<г.д	1,51	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	4,36	<г.д	0,03	0,03	<г.д	0,34
K11	<г.д	0,13	1,81	<г.д	3,34	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	2,49	<г.д	0,03	0,05	<г.д	0,90
K12	<г.д	0,16	2,12	<г.д	5,62	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	2,71	<г.д	0,03	0,08	<г.д	1,34
K13	0,08	0,06	2,28	<г.д	6,64	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	3,35	<г.д	0,03	0,07	<г.д	1,36
K14	0,22	0,41	1,69	<г.д	3,43	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	4,35	<г.д	0,12	0,09	<г.д	1,42
K15	0,05	0,19	2,68	<г.д	7,44	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	2,73	<г.д	0,07	0,10	<г.д	1,44
	Co					Cr					Cu				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	0,79	1,84	0,34	10,2	<г.д	<г.д	1,82	4,14	34,4	<г.д	<г.д	11,8	<г.д	12,7
K2	<г.д	0,10	1,62	0,36	9,23	<г.д	<г.д	1,69	4,48	30,4	<г.д	<г.д	10,3	<г.д	10,9
K3	<г.д	0,13	1,83	0,13	8,84	<г.д	<г.д	0,76	1,66	26,6	<г.д	0,02	10,6	<г.д	15,0
K4	<г.д	<г.д	0,45	0,20	10,8	<г.д	<г.д	2,18	2,65	35,1	<г.д	<г.д	16,9	<г.д	15,2
K5	<г.д	0,12	1,95	0,50	9,48	<г.д	<г.д	1,66	4,63	30,2	<г.д	<г.д	9,94	<г.д	12,3
K6	<г.д	<г.д	1,59	0,45	8,08	<г.д	<г.д	6,12	3,79	25,5	<г.д	<г.д	9,22	<г.д	9,30
K7	<г.д	0,06	1,59	0,48	8,57	<г.д	<г.д	1,55	3,05	26,8	<г.д	<г.д	9,56	<г.д	13,6
K8	<г.д	0,05	1,56	0,61	4,82	<г.д	<г.д	1,91	3,01	20,5	<г.д	<г.д	10,6	<г.д	9,84
K9	<г.д	0,17	1,37	0,46	3,86	<г.д	<г.д	1,52	2,96	16,3	<г.д	<г.д	11,1	<г.д	7,83
K10	<г.д	0,21	0,21	0,18	0,99	<г.д	<г.д	0,12	1,03	6,05	<г.д	0,23	16,6	<г.д	2,72
K11	<г.д	0,06	1,09	0,33	3,28	<г.д	<г.д	1,25	1,67	14,3	<г.д	<г.д	8,30	<г.д	6,42
K12	<г.д	0,32	2,04	0,57	5,23	<г.д	<г.д	2,32	3,71	22,5	<г.д	<г.д	11,6	<г.д	10,2
K13	<г.д	0,10	2,06	0,64	5,68	<г.д	<г.д	2,41	4,12	23,0	<г.д	<г.д	11,3	<г.д	11,6
K14	<г.д	1,85	2,19	0,15	5,20	<г.д	<г.д	1,81	3,61	23,4	<г.д	1,55	30,7	<г.д	14,4
K15	<г.д	1,56	2,46	0,47	5,89	<г.д	<г.д	2,82	4,43	26,9	<г.д	0,03	13,4	<г.д	11,7

2.41. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 100 m од аутопута)

	Hg					Mo					Ni				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,041	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,63	<г.д	0,67	7,48	3,02	28,7
K2	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,056	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,58	<г.д	0,39	5,76	2,50	22,7
K3	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,100	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,48	0,02	0,71	5,00	0,88	22,4
K4	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,031	<г.д	<г.д	0,06	<г.д	0,52	<г.д	0,08	3,49	1,16	30,7
K5	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,032	<г.д	<г.д	0,05	<г.д	0,63	<г.д	0,23	6,89	2,48	22,3
K6	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,041	<г.д	<г.д	0,02	<г.д	0,50	<г.д	0,10	6,92	1,55	18,3
K7	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,030	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,56	<г.д	<г.д	5,64	1,82	19,8
K8	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,240	<г.д	<г.д	<г.д	0,08	0,15	0,03	0,17	5,89	3,56	16,4
K9	<г.д	0,011	<г.д	<г.д	0,241	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	0,57	0,03	0,21	4,94	5,19	11,7
K10	<г.д	0,011	<г.д	<г.д	0,250	<г.д	<г.д	<г.д	0,05	0,04	<г.д	0,06	0,72	1,99	3,03
K11	<г.д	0,010	<г.д	<г.д	0,279	<г.д	<г.д	<г.д	0,06	0,20	0,02	<г.д	3,97	1,86	11,4
K12	<г.д	0,016	<г.д	<г.д	0,212	<г.д	<г.д	<г.д	0,08	0,39	<г.д	0,24	7,70	5,61	17,9
K13	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,233	<г.д	<г.д	<г.д	0,09	0,70	<г.д	0,27	8,92	6,26	18,2
K14	<г.д	0,008	<г.д	<г.д	0,315	<г.д	<г.д	<г.д	0,07	0,23	<г.д	1,73	9,82	3,89	19,2
K15	<г.д	0,012	<г.д	<г.д	0,296	<г.д	<г.д	<г.д	0,07	0,57	0,03	0,97	10,4	7,59	23,9
	Pb					Sb					V				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	0,05	1,00	0,79	27,7	<г.д	<г.д	<г.д	0,14	<г.д	<г.д	0,62	3,98	3,53	31,5
K2	<г.д	<г.д	1,21	<г.д	24,6	<г.д	<г.д	<г.д	0,15	<г.д	<г.д	0,44	4,27	3,28	29,4
K3	<г.д	<г.д	0,10	<г.д	18,4	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	<г.д	0,83	2,31	1,82	25,4
K4	<г.д	<г.д	0,67	<г.д	36,0	<г.д	<г.д	0,32	0,25	<г.д	<г.д	0,23	4,86	1,91	30,0
K5	<г.д	<г.д	0,23	0,12	25,2	<г.д	<г.д	<г.д	0,20	<г.д	<г.д	0,29	4,21	3,54	30,8
K6	<г.д	<г.д	0,21	<г.д	21,4	<г.д	<г.д	<г.д	0,10	<г.д	<г.д	0,47	3,59	2,46	25,1
K7	<г.д	<г.д	0,37	<г.д	22,0	<г.д	<г.д	<г.д	0,22	<г.д	<г.д	0,36	3,83	2,65	27,1
K8	<г.д	<г.д	0,77	0,15	19,6	<г.д	<г.д	<г.д	1,48	<г.д	<г.д	0,25	6,13	2,13	24,0
K9	<г.д	<г.д	1,26	0,30	18,4	<г.д	<г.д	<г.д	1,06	<г.д	<г.д	0,32	5,08	1,91	19,7
K10	<г.д	<г.д	1,00	0,21	6,41	<г.д	<г.д	<г.д	1,20	<г.д	<г.д	0,12	1,25	0,72	6,27
K11	<г.д	<г.д	0,62	0,14	14,8	<г.д	<г.д	<г.д	0,82	<г.д	<г.д	0,25	4,57	1,34	17,5
K12	<г.д	<г.д	1,14	0,24	20,0	<г.д	<г.д	<г.д	1,31	<г.д	<г.д	0,33	7,16	2,69	25,4
K13	<г.д	<г.д	1,05	0,25	21,7	<г.д	<г.д	<г.д	0,70	<г.д	<г.д	0,27	7,31	2,68	26,0
K14	<г.д	<г.д	2,56	0,25	19,8	<г.д	<г.д	<г.д	1,06	<г.д	<г.д	0,83	4,87	2,03	23,3
K15	<г.д	<г.д	3,46	0,30	26,6	<г.д	<г.д	<г.д	0,97	<г.д	<г.д	0,60	7,15	2,85	27,7

2.42. Садржај елемената (mg kg⁻¹) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 100 m од аутопута)

	Zn					Ba					Fe				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	<г.д	0,65	8,87	<г.д	57,7	29,6	22,1	11,1	8,29	43,4	<г.д	24,3	1980	<г.д	27003
K2	<г.д	0,03	3,21	<г.д	51,6	33,4	22,0	10,5	6,07	51,9	<г.д	18,2	1604	3,59	24324
K3	<г.д	1,02	16,6	<г.д	62,9	18,8	20,3	4,73	4,73	36,3	<г.д	3,88	1558	0,72	23209
K4	<г.д	0,60	0,10	<г.д	75,3	30,4	19,9	2,99	4,68	36,3	0,29	18,2	5274	0,04	26007
K5	<г.д	<г.д	4,01	<г.д	53,6	23,6	22,3	14,3	10,9	47,1	<г.д	5,28	1934	0,73	25997
K6	<г.д	<г.д	4,19	<г.д	45,3	28,7	16,9	6,62	4,46	48,2	<г.д	5,25	1777	0,21	21132
K7	<г.д	0,06	4,06	<г.д	47,1	20,1	20,6	9,40	7,38	46,6	<г.д	5,33	1839	0,62	22571
K8	<г.д	<г.д	7,46	<г.д	40,0	23,4	14,3	7,51	4,92	37,0	2,31	3,73	2035	<г.д	18243
K9	<г.д	<г.д	7,03	<г.д	32,8	20,5	12,0	8,53	3,90	28,7	1,19	8,49	1619	7,03	14908
K10	<г.д	2,09	5,81	<г.д	12,0	8,20	3,54	1,07	0,86	6,35	1,07	41,5	601	45,2	5030
K11	<г.д	<г.д	6,82	<г.д	28,2	21,0	10,9	4,30	2,59	24,2	0,10	6,49	1420	<г.д	13109
K12	<г.д	<г.д	6,34	<г.д	43,8	27,3	16,0	11,8	8,28	36,6	0,04	13,0	2406	4,28	19850
K13	<г.д	<г.д	6,40	<г.д	46,0	30,5	15,7	11,8	4,81	37,7	0,27	8,83	2356	25,1	20653
K14	<г.д	4,14	22,9	<г.д	81,2	25,4	29,0	20,6	7,85	35,4	0,18	23,4	2029	<г.д	21154
K15	3,77	25,0	76,0	<г.д	66,3	41,6	24,0	19,9	15,1	52,8	0,16	34,6	2647	1,88	21695
	Mn					K					Mg				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	2,11	456	99,7	24,5	219	165	16,8	37,1	53,2	3057	285	2214	978	880	6741
K2	0,88	322	85,5	23,8	220	154	24,6	45,3	61,0	2872	441	2411	3930	1379	6514
K3	5,18	289	44,0	9,63	224	338	34,3	106	90,0	3347	474	1195	5771	1162	8769
K4	9,95	347	10,0	7,26	260	175	17,9	27,8	31,3	2607	529	2997	4745	1966	8923
K5	1,59	375	127	29,1	221	274	27,5	53,2	78,1	3352	327	1834	2599	1127	6483
K6	2,56	304	71,8	15,2	200	213	26,7	47,0	58,5	2999	373	408	4961	1886	5815
K7	5,22	351	90,1	23,6	211	229	18,2	36,2	56,7	2955	356	974	3844	1358	5926
K8	5,20	295	91,4	19,2	195	149	10,2	62,3	58,1	2582	328	1974	5893	1607	5074
K9	19,2	268	91,5	17,5	161	140	10,4	48,7	75,7	2178	284	3308	2139	828	3833
K10	7,74	114	14,9	5,77	69,9	140	12,2	21,7	57,2	550	202	2039	639	238	1099
K11	5,39	240	51,8	11,0	146	131	7,50	53,1	44,3	1931	265	1256	5023	1357	4130
K12	7,95	377	129	23,8	184	300	12,3	62,3	76,1	2913	320	1361	2294	981	5133
K13	4,70	375	141	19,0	188	387	18,8	97,4	94,3	3308	397	2483	3202	996	5319
K14	1,45	480	132	12,8	195	669	59,7	146	201	4668	250	784	667	582	5884
K15	3,03	450	119	20,1	188	247	14,8	43,5	70,6	2977	335	2143	846	887	5672

2.43. Садржај елемената (mg kg^{-1}) по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 100 m од аутопута)

	Na					Al					Ca				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
K1	4,89	16,2	<г.д	7,18	70,6	0,43	7,03	2213	2,44	24051	12393	10495	73,4	459	4393
K2	7,20	28,2	<г.д	11,4	68,5	0,30	18,9	2204	16,5	22368	13817	15823	58,2	353	11175
K3	4,16	29,0	0,38	9,46	73,7	0,31	0,71	1015	1,66	16888	11674	33898	68,4	827	20496
K4	11,0	24,8	3,02	8,18	77,6	0,66	1,40	1488	0,65	20699	11700	24410	38,5	368	26028
K5	5,94	24,0	<г.д	6,74	64,5	0,29	2,15	2319	11,8	23366	9346	14785	75,1	301	8974
K6	8,25	36,9	<г.д	9,34	65,4	0,30	0,22	2130	0,88	19431	13753	33305	58,1	289	15922
K7	12,0	26,0	<г.д	9,99	68,0	0,35	1,44	2276	1,48	20697	10752	20882	51,1	498	12765
K8	10,1	11,2	5,37	1,09	72,9	2,83	2,24	2369	7,28	17056	12926	16451	63,6	147	12704
K9	9,51	3,53	1,09	2,78	81,2	1,29	5,19	1948	150	13796	10156	10151	40,4	379	4794
K10	4,25	<г.д	<г.д	4,70	54,0	0,77	37,9	478	154	3975	5970	8516	32,8	956	1275
K11	6,15	13,3	7,37	2,50	76,8	<г.д	1,34	1780	2,51	11589	13240	18468	49,0	281	11338
K12	14,6	4,67	23,4	2,51	68,3	<г.д	7,47	2851	66,6	19228	14142	12204	48,8	218	5693
K13	11,8	10,3	5,95	3,59	109	0,17	6,22	2704	163	19187	13158	12920	82,3	51,5	6655
K14	5,46	9,40	0,74	3,55	101	0,12	53,3	1868	<г.д	17348	5843	8227	61,6	368	2588
K15	10,1	0,55	4,36	1,69	95,6	<г.д	14,4	2691	33,2	20386	11151	7846	46,4	150	2659

ПРИЛОГ 3

Контрола квалитета

3.1. Тачност и прецизност мерења садржаја елемената (ICP/OES, AAS/HGS)

Елементи	Измерена вредност (n=2) (mgkg ⁻¹)	Сертификована вредност (mgkg ⁻¹)	тачност (%)	РСД ^{*1} (%)	t-вредност ^{*2}
As	85,7±1,5	83,3±10,7	102,8	1,80	2,18
B	89,3±1,0	87,7±7,4	101,8	1,15	2,18
Cd	134±1	142±7	94,2	1,05	7,70
Cr	237±3	227±17	104,4	1,23	5,02
Cu	96,1 ±1,4	94,7±7,6	101,5	1,41	1,45
Ni	74,1±0,9	73,7±6,7	100,5	1,24	0,61
Pb	100±2	103±11	9,3	2,00	2,31
Zn	339±4	334±30	101,6	1,19	1,84
Co	37,3±0,5	37,7±1,1	99,0	1,39	1,33
Hg ^{*3}	0,084±0,005	0,083±0,008	101,2	0,12	0,28
Ba	357±3	375±23,3	104,9	0,92	7,51
Be	44,1 ±0,4	47,7±1,06	91,9	0,86	1,32
Sb	37,3±6,6	22,2±31,1	140,5	17,6	3,25
V	108±1	92,2±10,4	114,3	1,21	1,67
Mo	22,6±0,1	15,5±4,83	131,5	0,83	8,38
Se	104±2	92,4±2,49	110,7	2,15	7,50
Al	15079±8967	13600±8880	109,8	59,5	0,23
Fe	6582±218	6160±1110	106,4	3,31	2,73
Mn	274±14	269±26,3	102,0	5,10	0,53
Ca	5847±79	5820±807	100,5	1,35	0,48
Mg	4091±46	4240±326	96,4	4,55	1,13
Na	6488±45	6330±679	102,4	0,69	4,98
K	3885±100	3720±359	104,2	2,58	2,30

*¹ Релативна стандардна девијација

*² Израчуната t -вредност на нивоу поузданости 95%, t-табеларна вредност = 12,706 (N=2,v=1)

*³ Метода мерења AAS-HGS, CRM stream sediment NCSDC73307-NCSDC73312, China National Analysis Center for iron and steel

ПРИЛОГ 4

Минералoшки састав узорака

4.1. Семи-квантитативни састав узорака земљишта Срема (фракције >0,063 mm) (бинокулар и поларизациони микроскоп)

Узорци	Qtz	Fsp	Ms	Bt	Chl	Cal	Mnt	Lm	Zm	Tur	остали
S1/1	52	1	2	н.д. ^{*1}	+ ^{*2}	45	0,73	+	н.д.	+	
S2/1	61	2	+	+	н.д.	36	0,59	+	н.д.	н.д.	
S3/1	58	2	2	н.д.	+	38	0,72	+	н.д.	+	Am
S4/1	69	3	1	н.д.	н.д.	15	0,80	+	н.д.	н.д.	Am; Rt
S5/1	81	8	2	н.д.	+	7	0,90	+	н.д.	н.д.	
S6/1	42	9	+	н.д.	+	47	0,77	н.д.	+	н.д.	
S7/1	46	4	+	н.д.	+	49	0,86	+	н.д.	н.д.	
S8/1	46	3	+	+	н.д.	45	0,92	+	н.д.	н.д.	
S9/1	72	6	2	н.д.	н.д.	18	0,94	+	н.д.	н.д.	Px
S10/1	48	2	2	н.д.	н.д.	45	0,93	+	н.д.	н.д.	
S11/1	53	5	4	+	+	35	0,93	+	н.д.	н.д.	
S12/1	61	6	4	н.д.	н.д.	28	0,93	+	+	н.д.	
S13/1	83	3	2	н.д.	н.д.	11	0,72	н.д.	+	+	St
S14/1	86	2	2	н.д.	н.д.	10	0,90	н.д.	+	+	
S15/1	86	4	1	+	+	8	0,62	+	+	+	Px; Rt
S16/1	75	9	4	н.д.	н.д.	12	0,45	+	+	н.д.	
S17/1	84	7	1	н.д.	+	8	0,86	н.д.	+	+	Am
S18/1	42	2	+	н.д.	н.д.	56	0,90	н.д.	+	н.д.	
S19/1	93	н.д.	+	н.д.	н.д.	7	0,90	н.д.	+	н.д.	
S20/1	81	8	н.д.	н.д.	н.д.	11	0,92	н.д.	+	н.д.	
S21/1	80	3	н.д.	+	н.д.	9	0,83	+	+	+	Rt; St; Gt
S22/1	84	6	н.д.	н.д.	н.д.	4	0,86	+	+	н.д.	
S23/1	39	3	н.д.	н.д.	+	55	0,74	+	н.д.	н.д.	
S24/1	45	6	н.д.	н.д.	н.д.	49	0,40	н.д.	н.д.	н.д.	Rt
S25/1	56	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	42	0,92	+	н.д.	+	

Ознаке: Qtz-кварц, Fsp- фелдспат, Ms-мусковит, Bt-биотит, Chl,-хлорит Cal-калцит, Mnt-монтморионит, Lm-лимонит, Zm-цирконијум, Tur-турмалин, Am-амфиболи, Gt-гетит, St-стауролит, Px-пироксен, Ep-эпидот, Rt-рутил

^{*1}н.д-није детектован; ^{*2}детектовано присуство 1-2 зрна минерала

4.2. Семи-квантитативни састав узорака земљишта Срема (фракције >0,063 mm) (бинокулар и поларизациони микроскоп)

Узорци	Qtz	Fsp	Ms	Bt	Chl	Cal	Mnt	Lm	Zm	Tur	остало
S26/1	61	н.д.	+	н.д	н.д	37	0,76	+	+	н.д	
S27/1	72	6	2	н.д	н.д.	20	0,83	+	+	+	
S28/1	88	8	н.д	н.д	н.д	4	0,92	н.д	н.д	н.д	
S29/1	74	10	+	+	+	15	0,76	+	+	+	Am; St
S30/1	67	1	+	н.д	+	18	0,87	+	н.д.	н.д	Rt
S31/1	80	2	4	н.д	+	9	0,55	+	+	н.д	Rt
S32/1	82	2	+	н.д	н.д	10	0,48	+	н.д	н.д	
S33/1	89	4	2	+	н.д	2	0,76	+	н.д	н.д	
S34/1	84	4	1	н.д	н.д.	8	0,58	н.д	+	н.д	
S35/1	82	2	2	н.д	+	2	0,81	+	н.д	н.д	Px
S36/1	69	2	+	н.д	н.д	11	0,85	+	н.д	н.д	
S37/1	54	3	н.д	н.д	н.д	36	0,95	+	н.д.	н.д	
S38/1	84	3	4	н.д	н.д.	3	0,91	+	н.д	н.д	
S39/1	76	2	+	н.д	н.д	4	0,85	+	н.д	н.д	
S40/1	58	6	2	н.д	н.д	26	0,80	н.д	н.д.	н.д	Rt
S41/1	59	2	10	н.д	н.д.	н.д.	0,89	+	+	н.д	Px
S42/1	64	9	1	+	8	15	+	н.д.	н.д	н.д	Rt
S43/1	76	9	2	+	3	9	+	+	+	н.д	Am; Px; St
S44/1	79	6	3	2	+	7	+	н.д	н.д	+	St; Rt; St; Gt; Ep
S45/1	83	2	4	+	н.д	7	+	н.д	+	н.д	Am; Px; Rt; Gt

4.3. Семи-квантитативни састав узорака земљишта слоја Б (45) и слоја Т (10 узорака) земљишта Срема (XRPD метода) (у фракцији <0,063 mm)

узорци	Минералoшки састав	Састав глина и лискуна
S1/2	Qtz>>Fsp> Cl	I ~ Chl
S2/2	Qtz>>Fsp ~ Cl	I ~ Chl
S3/2	Qtz>> Cl ~ Fsp	I ~ Chl
S4/2	Qtz>> Cl ~ Fsp	I >Chl
S5/2	Qtz>> Cl ~ Fsp ~ Cal ~ Dol	I ~ Mm ~ Chl
S6/2	Qtz>> Cl >Fsp> Cal ~ Dol	I ~ Chl
S7/2	Qtz>> Cl > Cal ~ Dol ~ Fsp	I >Chl
S8/2	Qtz>> Cl >Fsp> Cal ~ Dol	I ~ Chl
S9/2	Qtz>> Cl >Dol> Cal>Fsp	I >Chl
S10/1	Qtz> C > Cl >Dol>Fsp	I ~ Chl
S10/2	Qtz>>Dol> Cl > Cal>Fsp	I >Chl
S11/2	Qtz>> Cl >Dol> Cal ~ Fsp	I >Chl
S12/2	Qtz>>Dol> Cl > Cal ~ Fsp ~ Am	I >Chl
S13/2	Qtz>> Cl >Dol> Cal ~ Fsp ~ Am	I >Chl
S14/1	Qtz>Fsp> Cal>Dol> Cl	I ~ Chl
S14/2	Qtz>> D > Cal> Cl >Fsp ~ Am	I >Chl
S15/1	Qtz> Cl >Dol> Cal>Fsp	I >Chl
S15/2	Qtz> Cl >Fsp>Dol> Cal	I >Chl
S16/2	Qtz>Dol> Cl >Fsp ~ Cal	I >>Chl
S17/2	Qtz> Cl >Fsp ~ Dol ~ Cal	I >>Chl
S18/2	Qtz> Cl >Fsp ~ Dol ~ Cal	I >Chl
S19/2	Qtz>>Fsp> Cl ~ Dol ~ Cal ~ Am	I >Chl
S20/2	Qtz>> Cl >Fsp>Dol> Cal	I >Chl
S21/2	Qtz>Fsp> Cal> Cl ~ Am ~ Dol	I ~ Mm ~ Chl
S22/2	Qtz>> Cl >Fsp> Cal ~ Am	I >>Chl
S23/1	Qtz> C >Fsp> Cl >Dol	I ~ Chl
S23/2	Qtz> Cl > Cal>Dol>Fsp	I >Chl
S24/2	Qtz> Cl >Dol> Cal>Fsp	I >>Chl
S25/2	Qtz> Cl >Fsp> Cal>Dol	I >Chl
S26/1	Qtz>> Cl ~ Cal ~ Dol ~ Fsp	I ~ Chl
S26/2	Qtz>>Fsp> Cl ~ Dol + Cal	I >Chl
S27/2	Qtz>> Cl >Fsp> Cal>Dol	I >>Chl
S28/2	Qtz>> Cl >Dol ~ Fsp ~ Cal	I >Chl
S29/1	Qtz>> Cl >Fsp	I ~ Chl
S29/2	Qtz> Cl >Fsp ~ Dol	I >Chl
S30/2	Qtz>> Cl >Fsp ~ Dol ~ Cal	I >Chl
S31/2	Qtz>> Cl >Fsp ~ Dol ~ Cal ~ Am	I ~ Chl
S32/2	Qtz>> Cl >Fsp ~ Cal ~ Dol ~ Hem	I >Chl
S33/2	Qtz>>Fsp> Cl >Dol ~ Am	I >Chl
S34/2	Qtz> Cl > C >Dol>Fsp ~ Am	I >>Chl
S35/2	Qtz>> Cl ~ Fsp ~ Dol ~ Am ~ Hem	I >>Chl
S36/2	Qtz>> Cl >Fsp> C ~ Am	I >>Chl
S37/2	Qtz>> Cal> Cl >Fsp>Dol ~ Gp	I >Chl
S38/2	Qtz>Fsp> Cl	I >>Chl
S39/1	Qtz>> Cl > Cal>Dol>Fsp	I ~ Chl
S39/2	Qtz>> Cl >Fsp>Dol ~ Cal	I >Chl

Ознаке: Qtz-кварц, Fsp- фелдспат, Chl-хлорит Cl-минерали глине (Mnt-монтморионит, I-илит/серицит), Cal-калцит, Dol-доломит, Am-амфиболи, Gp-гипс
символи “>>”-доминантно присуство; “>”-више од; ≥ до 2 пута већи садржај; “~”-скоро једнак садржа

4.4. Семи-квантитативни састав лаке фракције узорака земљишта С. Баната (бинокулар и поларизациони микроскоп)

Узорци	Qtz	Fsp	Pl	Ms	Cal	O.s.	Fe.z.
SB1	86	2	н.д.	н.д.	1	6	5
SB2	68	7	1	н.д.	2	6	16
SB3	78	4	н.д.	5	3	8	3
SB4	72	7	+	1,12	6	5	9
SB5	87	3	+	н.д.	н.д.	5	5
SB6	82	6	н.д.	н.д.	н.д.	6	5
SB7	78	5	3	н.д.	9	4	2
SB8	78	4	н.д.	8	н.д.	8	2
SB9	80	11	2	н.д.	н.д.	8	н.д.
SB10	75	10	н.д.	1	н.д.	5	9
SB11	85	3	н.д.	н.д.	1	5	6
SB12	74	3	2	1	6	4	12
SB13	79	2	н.д.	н.д.	4	8	+
SB14	73	2	н.д.	н.д.	4	15	6

Ознаке: Qtz-кварц; Fsp-фелдспат; Cal-калцит, Pl-плагиокласи, Ms-мусковит, O.s.-одломци стена, Fe.z.- Fe зрна ; н.д. – није детектован

4.5. Семи-квантитативни састав тешке фракције узорака земљишта С. Банат (бинокулар и поларизациони микроскоп)

Узорци	Op	Ep	Grt	Am	Px	Bt	Chl	O.s	St	Tur	Ap	Rt	Zm	f.d.	Fe.z
SB1	18	6	9	9	3	н.д.	н.д.	47	н.д.	3	3	н.д.	3	н.д.	н.д.
SB2	20	20	н.д.	н.д.	7	3	н.д.	37	3	н.д.	7	н.д.	3	н.д.	н.д.
SB3	19	17	20	н.д.	н.д.	6	4	10	н.д.	6	4	2	9	н.д.	н.д.
SB4	+	н.д.	н.д.	+	+	н.д.	+	н.д.	н.д.	н.д.	+	н.д.	н.д.	+	н.д.
SB5	н.д.	+	+	н.д.	+	+	+	+	+	+	+	н.д.	н.д.	+	н.д.
SB6	16	10	н.д.	н.д.	10	3	н.д.	16	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	6	+	35,5
SB7	+	+	н.д.	+	+	н.д.	+	+	н.д.	+	+	н.д.	н.д.	+	н.д.
SB8	24	17	12	5	н.д.	н.д.	5	12	н.д.	5	7	7	7	н.д.	н.д.
SB9	н.д.	н.д.	н.д.	+	+	+	+	н.д.	+	н.д.	+	н.д.	н.д.	+	н.д.
SB10	н.д.	н.д.	н.д.	+	н.д.	н.д.	н.д.	+	н.д.	н.д.	+	н.д.	+	+	н.д.
SB11	7	14	5	н.д.	9	н.д.	9	9	н.д.	4	8	5	9	+	22
SB12	7	10	н.д.	н.д.	7	н.д.	3	7	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	+	7
SB13	+	+	+	н.д.	н.д.	н.д.	+	+	н.д.	+	н.д.	+	+	+	н.д.
SB14	+	12	35	н.д.	4	н.д.	4	31	н.д.	н.д.	4	н.д.	12	н.д.	н.д.

Ознаке: Op-металични минерали, Bt-биотит, Chl-хлорит Zm-цирконијум, Tur-турмалин, Am-амфиболи, St-стауrolит, Px-пироксен, Ep-епидот, Rt-рутил, Grt-гранат O.s- одломци стена Ap-апатит, f.d- фауна (фосилни детритус), Fe.z- Fe зрна

н.д.-није детектован; «+»детектовано присуство

4.6. Семи-квантитативни састав узорака земљишта С. Баната у слоју Т и слоју Б (XRPD метода)

узорци	Т слој	Б слој
SB1	Qtz>> Cl > Fsp	Qtz>>Cl>Fsp
SB2	Qtz>> Cl >Fsp	Qtz>> Cl >Fsp
SB3	Qtz>> Cl >Fsp>Hem	Qtz>> Cl >Fsp>>Cal>Am>Dol
SB4	Qtz>> Cl > Cal>Dol>Fsp	Qtz>> Cl >Fsp> Cal>Dol
SB5	Qtz>> Cl >Fsp> Cal>Dol	Qtz> Cl > Cal>Fsp>>Rds~Dol
SB6	Qtz>> Cl >Fsp> Cal>Dol	Qtz> F> Cal~ Cl >>Dol
SB7	Qtz>> Cl >Fsp> Cal	Qtz>> Cl >Fsp> Cal
SB8	Qtz>> Cl >Fsp	Qtz>> Cl >Fsp> Cal
SB9	Qtz>> Cal >Cl >Dol>Fsp>Am	Qtz> Cal>Cl >>Dol>Fsp
SB10	Qtz>Fsp>Cl	Qtz>>Cl>Cal>Dol>Fsp
SB11	Qtz> Cl >>Fsp	Qtz>Cal>>Cl >Fsp
SB12	Qtz>>Fds> Cl > Cal>Dol	Qtz>> Cl >Fsp> Cal>Dol
SB13	Qtz> Cl >>Cal>Fsp>Am>Dol	Qtz> Cal ~Cl >>Fsp>Dol
SB14	Qtz> Cl >>Fsp	Qtz>> Cl >Fsp
SB15	Qtz>> Cl >Fsp	Qtz>> Cl >Fsp
SB16	Qtz>> Cl >Fsp>Cal	Qtz>> Cl >Fsp
SB17	Qtz>> Cl >Fsp	Qtz>> Cl >Fsp>Cal
SB18	Qtz>> Cl >Fsp	Qtz>> Cl >Fsp
SB19	Qtz>> Cl >Fsp	Qtz>> Cl >Fsp
SB20	Qtz>> Cl >Fsp>Cal	Qtz>> Cl >Fsp>Cal>Dol
SB21	Qtz>> Cl >Fsp>Cal>Dol	Qtz>> Cl >Fsp>Cal>Dol
SB22	Qtz>> Cl >Fsp>Am	Qtz>> Cl >Fsp>Hem
SB23	Qtz>>Fsp>Cl	Qtz>> Cl >Fsp

Ознаке: Qtz-кварц; Fsp-фелдспат; Cl-минералиглине(Мнтмонтморионит, I-илит/серицит) и хлорит; Cal-калцит,Dol-доломит,Am-амфиболи, Hem-хематит; Rds-родохрозит
 симболи ">>"-доминантно присуство; ">"-више од; "~"-скоро једнак садржај

4.7. Семи-квантитативни састав тешке фракције узорака земљишта на растојању од 1m од аутопута (бинокулар и поларизациони микроскоп)

узорци	Grt	Am	Chl	Sf	St	Ms	Bt	O.s.	Op	Cal	Px	Rt	Ep	Alt
K1	1	н.д	25	1	н.д	15	н.д	28	5	25	н.д	н.д	н.д	н.д
K2	1	н.д	н.д	3	н.д	70	4	4	н.д	18	н.д	н.д	н.д	н.д
K3	1	2	н.д	н.д	н.д	7	18	10	17	25	н.д	н.д	н.д	н.д
K4	2	н.д	10	1	1	40	20	7	2	17	н.д	н.д	н.д	н.д
K5	2	н.д	40	н.д	н.д	50	1	н.д	н.д	7	н.д	н.д	н.д	н.д
K6	н.д	н.д	3	н.д	н.д	н.д	н.д	6	н.д	85	н.д	1	н.д	н.д
K7	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	2	1	96	н.д	н.д	н.д	н.д
K8	1	н.д	н.д	н.д	н.д	8	4	10	10	67	н.д	н.д	н.д	н.д
K9	н.д	3	1	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	89	2	н.д	н.д	5
K10	н.д	н.д	н.д	н.д	1	5	н.д	6	н.д	60	н.д	1	н.д	н.д
K11	3	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	15	10	н.д	60	н.д	н.д	н.д	4
K12	1	н.д	14	н.д	н.д	20	н.д	16	8	37	н.д	н.д	н.д	4
K13	5	н.д	14	н.д	2	12	6	н.д	3	50	н.д	н.д	н.д	8
K14	8	н.д	2	н.д	н.д	н.д	4	43	28	н.д	н.д	н.д	2	10
K15	2	н.д	5	н.д	н.д	2	7	51	30	2	н.д	н.д	н.д	н.д

Ознаке: Op-металични минерали, Bt-биотит, Chl-хлорит, Am-амфиболи, St-стауролит, Px-пироксен, Ep-епидот, Rt-рутил, Grt-гранат, O.s.- одломци стена, Alt.-алтерисане стене, Cal-калцијум, Ms-мусковит, Sf-сфен ;н.д-није детектован;

4.8. Семи-квантитативни састав тешке фракције узорака земљишта на растојању од 5m (Т слој) од аутопута (бинокулар и поларизациони микроскоп)

Узорци	Grt	Am	Ep	St	Chl	Bt	Ms	Sf	Rt	O.s	Op	Alt	Cal	Tum
K1	н.д	н.д	н.д	н.д	25	н.д	6	н.д	н.д	9	н.д	н.д	60	н.д
K2	н.д	н.д	н.д	н.д	8	4	5	н.д	н.д	н.д	3	н.д	70	н.д
K3	2	н.д	н.д	н.д	61	1	20	н.д	н.д	15	н.д	н.д	1	н.д
K4	3	н.д	4	н.д	10	35	35	1	1	4	н.д	3	4	н.д
K5	н.д	н.д	н.д	н.д	35	3	44	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	18	н.д
K6	н.д	н.д	н.д	н.д	4	н.д	3	н.д	н.д	3	н.д	н.д	90	н.д
K7	2	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	1	н.д	н.д	12	н.д	н.д	85	н.д
K8	1	4	2	н.д	3	н.д	1	н.д	1	6	20	2	60	н.д
K9	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	2	1	н.д	н.д	5	1	н.д	91	н.д
K10	н.д	н.д	7	н.д	н.д	н.д	3	н.д	н.д	22	н.д	н.д	10	1
K11	н.д	н.д	1	н.д	н.д	н.д	1	н.д	н.д	62	20	2	12	н.д
K13	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	9	12	н.д	н.д	4	н.д	2	73	н.д
K14	2	н.д	1	17	9	9	7	н.д	н.д	22	16	15	1	1
K15	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	5	н.д	н.д	7	30	н.д	58	н.д

Ознаке: Op-металични минерали, Bt-биотит, Chl-хлорит, Am-амфиболи, St-стауролит, Ep-епидот, Rt-рутил, Grt-гранат, O.s.- одломци стена, Alt.-алтерисане стене, Cal-калцијум, Tur-турмалин, Ms-мусковит, Sf-сфен ;н.д-није детектован;

4.9. Семи-квантитативни састав тешке фракције узорака земљишта на растојању од 5m (Б слој) од аутопута (бинокулар и поларизациони микроскоп)

узорци	Grt	Am	Ep	St	Chl	Bt	Ms	Sf	Rt	O.s	Op	Alt	Cal	Px
K1	н.д	н.д	н.д	н.д	49	15	20	1	н.д	5	2	н.д	8	н.д
K2	н.д	н.д	н.д	н.д	3	н.д	4	н.д	н.д	2	н.д	н.д	91	н.д
K3	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	3	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	97	н.д
K4	н.д	н.д	н.д	н.д	2	н.д	96	н.д	н.д	1	н.д	н.д	1	н.д
K5	1	н.д	н.д	н.д	2	28	54	4	н.д	2	н.д	н.д	9	н.д
K6	н.д	н.д	н.д	н.д	15	н.д	5	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	80	н.д
K7	н.д	н.д	н.д	н.д	1	н.д	5	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	94	н.д
K8	н.д	2	н.д	1	н.д	н.д	1	н.д	н.д	н.д	4	н.д	90	2
K9	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	1	н.д	н.д	99	н.д
K10	1	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	2	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	96	1
K11	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	15	н.д	н.д	85	н.д
K12	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	1	2	н.д	н.д	н.д	3	1	93	н.д
K13	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	13+25 Qtz,Fsp	4	3	55	н.д
K14	2	н.д	1	н.д	15	28	34	1	н.д	8	2	4	5	н.д
K15	2	н.д	1	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	37 Qtz+Fsp	60	н.д	н.д	н.д

Ознаке: Op-металични минерали, Bt-биотит, Chl-хлорит, Am-амфиболи, St-стауrolит, Ep-епидот, Rt-рутил, Grt-гранат, O.s- одломци стена, Alt.-алтерисане стене, Cal-калцијум, Tur-турмалин, Ms-мусковит, Sf-сфен, Px-пироксен, Qtz-кварц, Fsp-фелдспат; н.д-није детектован;

4. 10. Семи-квантитативни састав тешке фракције узорака земљишта на растојању од 10 m од аутопута (бинокулар и поларизациони микроскоп)

Узорци	Grt	Px	Am	St	Rt	Chl	Bt	Ms	Op	O.s	Alt.	Cal	Sf
K1	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	12	н.д	8	н.д	25	25	30	н.д
K2	н.д	н.д	5	н.д	н.д	6	7	10	н.д	н.д	н.д	70	н.д
K3	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	10	1	77	н.д	5	н.д	7	н.д
K4	3	н.д	н.д	1	н.д	25	10	41	2	13	н.д	5	н.д
K5	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	5	1	7	н.д	2	н.д	85	н.д
K6	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	20	2	12	5	4	3	54	н.д
K7	1	1	1	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	7	н.д	н.д	90	н.д
K8	1	1	4	1	н.д	2	н.д	4	8	2	н.д	68	н.д
K9	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	15	85	н.д
K10	2	н.д	н.д	н.д	1	5	2	44	н.д	9	1	35	1
K11	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	1	н.д	1	н.д	н.д	н.д	98	н.д
K12	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	3	н.д	н.д	97	н.д
K13	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	4	н.д	11	н.д	5	н.д	80	н.д
K14	1	н.д	н.д	н.д	н.д	2	1	10	н.д	н.д	н.д	86	н.д
K15	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	1	н.д	5	н.д	94	н.д

Ознаке: Op-металични минерали, Bt-биотит, Chl-хлорит, Am-амфиболи, St-стауrolит, Rt-рутил, Grt-гранат, O.s- одломци стена, Alt.-алтерисане стене, Cal-калцијум, Ms-мусковит, Sf-сфен, Px-пироксен, н.д-није детектован;

4.11. Семи-квантитативни састав тешке фракције узорака земљишта на растојању од 100 m од аутопута (бинокулар и поларизациони микроскоп)

Узорци	Grt	Ep	Chl	Bt	Ms	Sf	O.s	Op	Alt.	Cal
K1	н.д	н.д	12	н.д	8	н.д	25	н.д	25	30
K2	н.д	н.д	н.д	н.д	43	1	12	2	н.д	40
K3	н.д	н.д	н.д	4	47	н.д	9	н.д	3	35
K4	н.д	н.д	н.д	н.д	54	н.д	н.д	н.д	н.д	46
K5	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	9	н.д	1	90
K6	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	4	н.д	н.д	96
K7	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	1	н.д	99
K8	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	1	30	1	н.д	68
K9	1	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	64	н.д	н.д	35
K10	1	1	н.д	н.д	н.д	1	37	10	15	35
K11	1	н.д	н.д	н.д	1	н.д	69	22	7	н.д
K12	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	15	н.д	5	80
K13	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	2	н.д	н.д	98
K14	н.д	н.д	н.д	н.д	3	н.д	31	н.д	н.д	66
K15	4	1	6	н.д	17	н.д	н.д	20	29	22

Ознаке: Op-металични минерали, Bt-биотит, Chl-хлорит, Am-амфиболи, Grt-гранат, O.s- одломци стена, Alt.- алтерисане стене, Cal-калцијум, Ms-мусковит, Sf-сфен

*¹н.д-није детектован;

4. 12. Семи-квантитативни састав узорака земљишта на растојањима од 1, 5 (слој Т и Б), 10 и 100 м од аутопута (XRPD метода)

Ознака	1 m	5m Т слој Б слој	10 m	100 m
K1	Qtz >Cal>Cl>>Fsp,Dol	Qtz >Cl>Fsp>>Dol,Cal Qtz>Cl>Dol>Fsp, Cal	Qtz>Cl>>Fsp,Dol,Ca,Am	Qtz>Cl>>Fsp,Cal
K2	Qtz > Cl > Fsp>Cal>Dol	Qtz >Cal>Cl>Dol>Fsp Qtz~Cal>Cl>Fsp>Dol	Qtz>Fsp>Cl,Cal,Am	Qtz>Dol>>Fsp, Cl, Cal
K3	Qtz >Cl >Fsp>>Cal, Dol	Qtz >Cl >Cal>> Fsp,Dol Qtz~Cl>Dol~Cal>>Fsp	Qtz>Cl>Fsp>>Cal,Dol	Qtz>Cl>Dol~Cal>>Fsp
K4	Qtz>Cl>Dol>Fsp>Am>Cal	Qtz>Cl>Dol>>Fsp,Cal Qtz>Fsp>Cl~Dol>>Cal	Qtz>Cl>Fsp,Dol>>Cal	Qtz>Cl>Fsp~Dol>>Cal
K5	Qtz>Cal>Cl>Dol, Fsp	Qtz>Cl>Fsp~Cal>>Dol Qtz>Cl>>Cal,Dol,Fsp	Qtz>>Cl,Cal,Dol,Fsp,Am	Q>>Cl,Cal,Dol,Fsp
K6	Qtz>>Cl > Cal,Fsp, Dol	Qtz >Dol>Cl>>Cal,Fsp Qtz >Cal>Cl>Dol>>Fsp	Qtz>>Cl,Dol,Fsp	Qtz>>Cl,Dol,Cal,Fsp
K7	Qtz > Fsp>>Cal,Dol,Cl	Qtz >Cal>>Fsp,Dol,Cl Qtz>>Cal>Dol>Fsp>Cl>>Am	Qtz>Fsp>Cal,Dol>>Cl	Qtz>>Dol, Cl, Fsp,Cal,
K8	Qtz>Fsp>Cal>Cl>Dol	Qtz>> Cal, Dol, Cl, Fsp, Qtz>Dol>Cal>Cl>Fsp,Am	Qtz>> Dol, Fsp,Cal,Cl,	Qtz>>Cl>Cal>Dol,Fsp,Am
K9	Qtz>Dol>Cal>>Cl,Fsp	Qtz > Cal>>Dol, Fsp, Cl Qtz>Cal>Dol>Fsp>>Cl	Qtz>Cal>Dol>>Cl,Fsp	Qtz>> Fsp>Cl, Dol
K10	Qtz>Fsp>>Dol,Cal,Cl(I)	Qtz>Fsp>>Cal,Dol,Cl,Am Qtz>Fsp>>Cal,Dol,Cl,Am	Qtz>Fsp>> Dol, Cal,Cl	Qtz>Fsp>> Dol, Cal,Cl
K11	Qtz>>Cal,Cl,Fsp,Dol,Am	Qtz>>Fsp,Cl,Cal,Dol,Am Qtz>> Cal,Fsp,Cl, Dol	Qtz>>Fsp,Cl,Cal,Dol	Qtz>>Fsp,Cl,Cal,Dol
K12	Qtz>>Fsp, Cl Cal, ,Dol,Am	Qtz>> Cl, Fsp, Cal, Dol Qtz>> Fsp, Cl, Cal, Dol	Qtz>> Cl, Fsp, Cal,Dol	Qtz>> Cl, Cal, Fsp, Dol
K13	Qtz >Cal>>Fsp,Cl,Dol	Qtz>>Cl, Fsp, Dol, Cal Qtz>>Cl,Dol,Cal, Fsp,Am	Qtz>Cl>>Cal, Fsp,Dol,	Qtz>>Cl, Fsp, Cal, Dol
K14	Qtz > Fsp>>Cl,Dol,Cal	Qtz >Cl>>Fsp,Cal,Dol Qtz>>Fsp>Cl>Dol,Cal	Qtz>Fsp>>Dol,Cal	Qtz>Cl>>Fsp,Dol,Cal
K15	Qtz >Cl >>Dol,Cal, Fsp	Qtz >> Cl,Cal,Fsp,Dol Qtz >> Cl,Cal,Fsp,Dol	Qtz>Cal>>Cl,Dol,Fsp,	Qtz>> Cl, Fsp,Cal, Dol

Ознаке: Qtz-кварц; Fsp-фелдспат; Cl-минерали глине(И илит/серицит) и хлорит; Cal-калцит, Dol-доломит, Am-амфиболи

симболи “>>”-доминантно присуство; “>”-више од; “~”-скоро једнак садржај

ПРИЛОГ 5.

Физичко-хемијске карактеристике земљишта и текстура земљишта

5.1. Садржај органске материје и карбоната (%), рН и гранулометријски састав (%) земљишта Срема (Т слој)

ознака	Орг.мат.	СаСО ₃	рН	Песак	Прах	Глина
S1	5,50	5,50	7,89	5,02	90,5	4,50
S2	5,90	2,00	7,24	0,74	97,3	2,00
S3	6,70	2,50	7,37	1,50	96,9	1,58
S4	5,30	1,50	7,20	1,38	96,1	2,50
S5	5,20	3,00	7,35	4,34	89,7	6,00
S6	5,60	6,38	7,60	2,87	89,6	7,50
S7	5,90	14,1	7,49	1,81	97,2	1,00
S8	6,00	6,13	7,58	1,54	91,0	7,50
S9	6,30	13,9	7,63	0,34	88,7	11,0
S10	5,30	8,89	7,47	4,40	92,1	3,50
S11	4,90	8,33	7,65	1,21	94,8	4,00
S12	6,40	8,96	7,75	3,35	91,1	5,50
S13	5,90	8,75	7,66	2,93	89,6	7,50
S14	6,00	12,0	7,61	3,36	90,1	6,50
S15	5,80	13,6	7,97	3,10	86,9	10,0
S16	6,00	7,75	7,41	3,09	82,5	14,4
S17	6,00	9,00	7,82	0,54	86,6	12,9
S18	6,20	8,00	7,66	3,39	93,6	3,00
S19	3,90	6,50	7,70	0,56	95,4	4,00
S20	4,00	4,50	7,51	3,25	94,8	2,00
S21	3,80	5,23	7,27	1,14	97,9	1,00
S22	5,80	3,38	7,42	4,30	87,2	8,50
S23	3,00	17,5	7,61	4,30	87,2	8,50
S24	3,90	16,4	7,38	5,03	86,0	9,00
S25	3,50	16,8	7,51	3,81	90,7	5,50
S26	3,80	11,7	7,62	3,62	85,9	10,5
S27	3,70	9,61	7,56	4,07	90,9	5,00
S28	7,00	8,27	7,57	1,44	92,6	6,00
S29	6,00	5,20	7,42	3,72	78,5	17,8
S30	6,00	10,3	7,39	4,87	87,6	7,50
S31	3,20	5,13	7,51	1,95	94,5	3,50
S32	3,40	7,45	7,54	11,8	83,2	5,00
S33	3,60	6,55	7,48	3,92	90,6	5,50
S34	6,40	12,9	7,74	7,22	92,3	0,50
S35	3,50	9,68	7,80	3,78	89,2	6,50
S36	3,70	2,82	7,34	5,97	83,5	10,5
S37	3,20	4,88	7,41	1,88	95,1	3,00
S38	2,90	1,86	6,81	3,78	89,2	6,50
S39	3,10	2,02	7,45	2,22	91,8	6,00
S40	3,00	6,71	7,26	4,74	79,8	15,5
S41	3,00	1,95	6,12	1,90	84,1	14,0
S42	4,10	23,3	8,81	18,6	75,3	6,15
S43	3,60	9,58	7,58	25,4	70,1	4,50
S44	2,80	13,6	7,38	9,95	84,1	6,00
S45	3,10	11,4	7,89	50,3	44,8	5,00

5.2. Садржај органске материје и карбоната (%), рН и гранулометријски састав (%) земљишта
Срема (Б слој)

Ознака	Орг.мат	СаСО ₃	рН	Песак	Прах	Глина
S1	5,78	2,75	7,21	1,44	96,6	2,00
S2	6,23	1,84	7,11	0,74	97,3	2,00
S3	5,90	2,34	7,32	1,50	96,9	1,58
S4	5,24	1,59	7,20	1,38	96,1	2,50
S5	4,85	2,59	7,42	1,19	97,3	1,51
S6	5,30	9,39	7,65	2,87	89,6	7,50
S7	5,70	11,2	7,52	1,81	97,2	1,00
S8	5,60	12,6	7,69	1,67	90,8	7,50
S9	5,31	20,1	7,84	0,34	88,7	11,0
S10	4,08	19,8	7,91	3,73	73,3	23,0
S11	4,86	17,6	7,72	1,21	94,8	4,00
S12	5,71	13,0	7,76	2,03	95,0	3,00
S13	5,35	12,7	7,59	2,93	89,6	7,50
S14	6,35	18,1	7,72	3,01	67,0	30,0
S15	3,99	21,4	7,93	5,54	77,0	17,5
S16	5,17	18,5	7,48	3,10	82,5	14,4
S17	5,76	11,9	7,83	0,54	86,6	12,9
S18	5,62	5,98	7,23	3,39	93,6	3,00
S19	5,73	10,4	7,65	2,55	97,5	н.д
S20	5,38	11,8	7,24	3,25	94,8	2,00
S21	5,15	13,6	7,54	1,14	97,9	1,00
S22	4,40	3,93	7,52	2,35	93,2	4,50
S23	2,64	8,06	7,58	3,23	83,6	13,2
S24	3,81	16,8	7,71	5,03	86,0	9,00
S25	3,45	16,6	7,31	3,81	90,7	5,50
S26	6,64	7,25	7,34	4,41	86,1	9,50
S27	6,32	10,2	7,51	4,07	90,9	5,00
S28	6,83	6,56	7,31	1,44	92,6	6,00
S29	7,16	3,80	7,20	3,72	78,5	17,8
S30	5,81	7,61	7,40	3,60	90,9	5,50
S31	6,11	5,23	7,27	1,51	97,5	1,00
S32	5,68	8,63	7,28	7,97	89,5	2,50
S33	5,24	5,48	7,18	2,22	97,3	0,50
S34	3,79	13,6	7,42	14,5	70,0	15,5
S35	4,50	5,93	7,27	3,14	96,4	0,50
S36	5,48	3,39	7,35	3,52	96,0	0,50
S37	5,30	13,4	7,42	7,22	92,3	0,50
S38	3,14	1,63	7,34	3,78	89,7	6,50
S39	2,85	12,5	7,72	5,97	83,5	10,5
S40	2,96	20,0	7,89	4,74	79,8	15,5
S41	3,55	1,50	7,47	1,90	84,1	14,0
S42	2,89	21,2	7,93	18,6	75,3	6,15
S43	2,60	11,1	7,58	18,7	75,3	6,00
S44	2,77	13,0	7,65	9,95	84,1	6,00
S45	1,05	10,6	8,71	50,3	44,8	5,00

5.3. Садржај органске материје и карбоната (%), рН и гранулометријски састав (%) земљишта
С. Баната (Т слој)

Ознака	Орг.мат.	СаСО ₃	рН	Песак	Прах	Глина
SB1	6,87	11,9	7,66	1,4	66,6	32,0
SB2	6,49	7,66	7,60	5,47	94,1	0,40
SB3	6,07	н.д.	8,24	20,4	74,6	5,00
SB4	4,38	19,3	8,42	3,51	86,5	10,0
SB5	6,76	10,1	8,46	5,73	92,3	2,00
SB6	4,94	18,0	8,40	3,61	92,9	3,50
SB7	7,06	1,55	8,38	2,69	95,3	2,00
SB8	6,81	н.д.	8,27	16,4	81,7	2,00
SB9	7,31	7,09	7,91	3,26	95,2	1,50
SB10	7,09	8,23	7,95	1,74	95,3	3,00
SB11	5,76	8,48	8,11	7,20	91,8	1,00
SB12	7,79	11,9	7,99	3,19	95,8	1,00
SB13	4,80	16,5	8,50	33,3	66,2	0,50
SB14	7,06	4,39	9,65	5,19	34,3	60,5
SB15	6,51	4,80	6,73	5,73	93,8	0,44
SB16	4,77	18,1	6,44	3,92	95,1	1,00
SB17	6,54	5,93	6,58	3,36	96,1	0,50
SB18	4,43	4,43	8,10	19,1	37,4	43,5
SB19	5,76	6,93	6,91	3,43	96,1	0,50
SB20	5,89	16,1	7,32	4,32	95,2	0,50
SB21	5,61	12,8	7,51	4,46	95,0	0,50
SB22	4,53	4,32	6,06	13,1	86,4	0,50
SB23	5,31	5,14	6,44	8,94	90,1	1,00

5.4. Садржај органске материје и карбоната (%), рН и гранулометријски састав(%) земљишта
С. Баната (Б слој)

Ознака	Орг.мат	СаСО ₃	рН	Песак	Прах	Глина
SB1	1,20	15,2	8,45	0,54	61,5	38,0
SB2	6,23	7,41	7,71	2,59	89,4	8,03
SB3	4,24	6,27	8,40	18,7	80,3	1,00
SB4	5,41	0,09	8,43	7,21	90,3	2,53
SB5	4,15	20,1	8,57	5,11	92,9	2,00
SB6	4,02	22,1	8,47	9,60	88,4	8,00
SB7	4,66	10,8	8,31	2,58	92,4	5,00
SB8	2,39	5,09	8,34	26,3	72,7	1,00
SB9	4,95	21,5	8,09	1,86	84,6	13,5
SB10	5,49	12,8	8,04	2,40	90,1	7,50
SB11	4,37	10,7	8,25	3,93	93,6	2,50
SB12	4,79	16,1	8,04	3,30	91,2	5,48
SB13	4,63	17,1	8,46	27,2	66,8	6,00
SB14	3,23	9,36	9,75	4,44	46,6	49,0
SB15	6,55	5,07	6,53	4,75	94,2	1,00
SB16	5,85	8,36	6,33	4,31	94,7	1,00
SB17	4,97	16,0	6,79	4,43	94,6	1,00
SB18	5,10	6,00	9,35	17,4	37,1	45,5
SB19	6,21	7,32	7,72	3,48	96,5	н.д.
SB20	4,97	22,3	7,87	5,19	94,3	0,50
SB21	5,32	17,9	7,72	4,19	95,3	0,50
SB22	4,52	4,57	7,72	13,6	86,4	н.д.
SB23	6,08	4,68	7,25	6,3	92,2	1,50

5.5. Садржај органске материје и карбоната (%), рН и гранулометријски састав (%) земљишта на растојању 1 m од аутопута (Б слој)

ознака	Орг. мат	СаСО ₃	рН	Песак	Прах	Глина
K1	5,66	13,00	7,21	8,56	85,9	5,50
K2	6,30	18,11	7,35	7,45	89,5	3,09
K3	5,40	13,00	7,49	14,0	54,5	31,5
K4	3,51	18,68	6,34	42,8	48,7	8,50
K5	5,64	21,80	7,51	16,4	78,1	5,50
K6	6,60	18,57	6,65	5,72	93,3	1,00
K7	3,29	17,39	7,68	48,6	45,9	5,50
K8	7,42	29,50	6,58	11,5	80,0	8,50
K9	6,04	23,89	6,73	7,85	86,7	5,50
K10	2,95	14,02	6,20	54,0	45,0	1,00
K11	5,20	13,14	6,62	43,9	53,1	3,00
K12	7,77	14,07	6,20	4,34	94,2	1,50
K13	5,79	15,50	6,28	18,1	74,5	7,50
K14	6,47	10,91	6,00	43,9	48,1	8,00
K15	6,28	16,68	6,04	50,0	49,0	1,00

5.6. Садржај органске материје и карбоната (%), рН и гранулометријски састав (%) земљишта на растојању 5 m од аутопута (Т и Б слој)

Ознака	Орг.мат.	СаСО ₃	рН	Песак	Прах	Глина
5m (Т)						
K1	5,53	16,00	7,17	14,1	84,9	1,00
K2	6,48	23,41	7,31	4,95	95,1	0,00
K3	4,86	20,57	7,46	32,1	66,9	1,00
K4	4,15	19,11	6,06	42,6	52,4	5,00
K5	5,59	21,82	7,52	13,7	81,4	5,00
K6	5,65	18,66	7,04	6,69	86,3	7,00
K7	6,36	17,50	7,66	38,0	59,5	2,50
K8	7,26	25,30	6,59	9,26	85,2	5,50
K9	4,76	26,16	6,79	19,7	68,3	12,0
K10	1,36	10,52	6,35	87,6	10,9	1,50
K11	5,73	13,43	6,67	26,7	68,3	5,00
K12	8,52	16,64	6,27	4,34	94,2	1,50
K13	7,15	13,91	6,06	4,34	91,0	5,00
K14	8,23	11,75	6,11	16,3	77,7	6,00
K15	9,86	12,52	6,21	16,3	75,7	8,00
5m (Б)						
K1	3,52	16,98	7,22	25,8	71,2	3,00
K2	5,47	28,66	7,43	4,27	93,7	2,00
K3	3,19	33,66	7,50	3,29	71,2	25,0
K4	1,44	24,34	6,54	51,3	47,7	1,00
K5	3,70	18,09	7,57	5,22	87,8	7,00
K6	5,59	35,30	7,49	6,74	92,3	1,00
K7	3,40	33,77	7,60	9,65	88,8	1,50
K8	3,43	32,36	6,70	6,52	88,7	4,77
K9	3,09	36,25	6,83	8,45	88,6	3,00
K10	1,70	10,02	6,47	79,8	20,2	0,00
K11	4,89	22,25	6,68	26,1	70,0	3,95
K12	6,17	13,82	6,25	3,71	91,3	5,00
K13	5,65	20,93	6,42	7,26	91,7	1,09
K14	0,96	19,27	6,26	37,8	58,2	4,00
K15	5,11	12,32	6,33	4,84	91,7	3,50

5.7. Садржај органске материје и карбоната (%), рН и гранулометријски састав (%) земљишта на растојању 10 m од аутопута

	Орг.мат	СаСО ₃	рН	Песак	Прах	Глина
K1	5,23	16,14	7,25	12,5	84,5	3,00
K2	5,89	21,48	7,40	8,90	90,6	0,50
K3	4,10	15,43	7,49	16,8	78,2	5,00
K4	3,42	19,95	7,02	42,4	56,6	1,00
K5	6,09	18,95	7,47	2,36	92,5	5,14
K6	5,46	21,00	7,56	6,08	92,9	1,00
K7	2,20	13,75	7,70	74,2	23,3	2,50
K8	6,05	23,00	6,68	6,55	91,5	2,00
K9	3,46	25,39	6,83	21,3	77,7	1,00
K10	1,55	7,59	6,50	82,4	17,1	0,50
K11	4,72	19,27	6,74	11,6	82,4	6,03
K12	6,13	15,57	6,35	5,11	90,4	4,50
K13	6,29	12,16	6,48	1,27	92,3	6,50
K14	5,93	8,20	6,32	4,25	86,8	9,00
K15	4,03	24,89	6,45	3,76	91,7	4,50

5.8. Садржај органске материје и карбоната (%), рН и гранулометријски састав (%) земљишта на растојању 100 m од аутопута

	Орг.мат (%)	СаСО ₃ (%)	рН	Песак (%)	Прах (%)	Глина (%)
K1	5,72	9,59	7,26	10,4	88,6	1,00
K2	6,39	15,59	7,44	5,66	93,3	0,00
K3	4,22	20,20	7,48	9,30	87,7	2,00
K4	6,37	25,80	7,27	2,07	93,9	4,00
K5	7,02	12,64	7,53	2,36	92,5	5,14
K6	6,46	23,73	7,57	3,53	91,5	5,00
K7	6,35	17,66	7,69	7,69	90,3	2,00
K8	6,45	17,57	6,70	4,71	90,8	4,50
K9	5,01	13,16	6,40	20,5	77,0	2,50
K10	2,16	8,34	6,57	84,2	15,8	0,00
K11	5,34	17,89	6,77	17,6	79,9	2,50
K12	6,36	13,20	6,40	5,56	92,9	1,50
K13	7,32	12,09	6,50	7,66	91,8	0,50
K14	4,92	8,34	6,35	7,81	82,2	10,0
K15	5,79	8,70	6,50	5,13	91,9	3,00

ПРИЛОГ 6. Прорачун садржаја елемената (mgkg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта
 6.1. Прорачун садржаја елемената (mgkg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта Срема (Тслој)

	Аслит	Асантр	Влит	Вантр	Сдлит	Сдантр	Сслит	Ссантр	Сулит	Суантр	Нлит	Нантр	Рблит	Рбантр	Зплит	Зпантр	Нглит	Нгантр	Солит	Соантр
S1	2,74	3,39	1,31	5,81	0,18	0,30	22,1	14,6	7,93	17,2	22,2	20,6	7,63	8,53	23,5	19,5	0,12	0,61	10,4	-4,45
S2	3,94	-1,87	1,88	3,44	0,26	0,15	31,8	5,62	11,4	11,1	32,0	6,44	11,0	-2,06	33,8	17,5	0,17	-0,09	14,4	-5,83
S3	6,50	-0,59	3,11	7,21	0,42	-0,06	52,4	9,24	18,8	14,1	52,7	5,24	18,1	2,15	55,7	31,0	0,28	-0,03	11,8	2,35
S4	4,59	-2,86	2,19	0,89	0,30	0,97	37,0	1,59	13,3	9,54	37,2	3,47	12,8	-3,10	39,3	14,7	0,20	0,02	15,0	-5,03
S5	4,08	-2,56	1,95	0,37	0,27	0,10	32,9	3,45	11,8	9,35	33,1	5,04	11,3	-4,52	34,9	12,5	0,18	0,00	13,3	-4,42
S6	6,11	5,20	2,92	6,09	0,40	-0,19	49,3	10,4	17,7	15,7	49,6	5,65	17,0	5,98	52,4	24,2	0,27	-0,11	12,4	0,92
S7	3,30	-1,90	1,58	4,26	0,22	0,12	26,6	4,31	9,55	12,9	26,8	5,42	9,19	-2,71	28,3	14,7	0,14	0,22	11,9	-4,73
S8	6,22	4,62	2,98	7,26	0,41	-0,19	50,2	8,87	18,0	15,3	50,5	7,98	17,3	5,44	53,3	24,4	0,27	-0,05	11,4	2,16
S9	5,79	2,73	2,77	6,68	0,38	-0,13	46,7	3,52	16,7	11,8	47,0	-5,54	16,1	20,2	49,6	20,1	0,25	-0,03	10,3	2,28
S10	6,26	2,12	2,99	4,59	0,41	-0,11	50,5	-5,14	18,1	12,6	50,7	-10,8	17,4	5,87	53,6	13,7	0,27	-0,06	9,33	4,27
S11	7,12	2,30	3,40	21,08	0,46	0,07	57,4	-6,26	20,6	12,0	57,7	-11,1	19,8	17,2	61,0	87,9	0,31	-0,10	10,3	5,16
S12	6,88	-3,75	3,29	9,78	0,45	-0,01	55,5	7,26	19,9	12,6	55,8	-5,20	19,2	18,9	59,0	85,6	0,30	-0,18	10,5	4,43
S13	5,85	2,45	2,80	7,13	0,38	-0,13	47,2	6,37	16,9	8,85	47,4	-9,76	16,3	16,7	50,1	18,4	0,25	0,63	10,1	2,57
S14	2,87	2,84	1,37	8,40	0,19	0,08	23,1	2,60	8,29	11,7	23,3	6,26	7,98	3,09	24,6	16,2	0,12	0,49	7,01	-0,77
S15	6,04	2,52	2,89	11,33	0,39	-0,15	48,7	-12,3	17,5	10,7	49,0	-10,1	16,8	4,46	51,7	12,2	0,26	0,14	9,46	3,67
S16	3,46	3,06	1,65	6,89	0,23	0,06	27,9	-0,66	10,0	11,1	28,0	1,66	9,63	4,41	29,6	9,00	0,15	0,51	9,67	-2,15
S17	6,66	3,78	3,18	7,65	0,43	-0,10	53,7	-4,73	19,2	17,1	54,0	-10,5	18,5	10,5	57,0	17,4	0,29	0,28	10,7	3,82
S18	3,10	-1,73	1,48	3,45	0,20	0,12	25,0	-0,29	8,96	8,10	25,1	-0,37	8,62	-2,20	26,5	10,6	0,13	0,55	10,4	-3,64
S19	3,00	3,42	1,44	3,87	0,20	0,06	24,2	2,19	8,68	12,7	24,3	2,96	8,35	4,59	25,7	8,70	0,13	0,30	7,55	-1,03
S20	3,34	2,71	1,60	6,39	0,22	0,08	26,9	-1,20	9,64	8,04	27,0	1,70	9,28	3,08	28,6	10,8	0,15	0,22	8,72	-1,47
S21	6,71	3,05	3,21	7,29	0,44	-0,02	54,1	1,93	19,4	69,4	54,4	104	18,7	9,09	57,4	134	0,29	0,66	12,1	2,43
S22	8,78	-2,05	4,20	6,81	0,57	-0,21	70,8	59,0	25,4	7,75	71,2	95,7	24,4	1,80	75,2	67,6	0,38	0,48	11,9	7,23
S23	2,62	-0,68	1,25	0,18	0,17	0,04	21,1	12,6	7,56	6,05	21,2	2,31	7,28	42,7	22,4	10,9	0,11	0,34	7,43	-1,74
S24	5,18	3,01	2,48	6,49	0,34	-0,13	41,8	19,2	15,0	12,4	42,0	1,94	14,4	8,64	44,4	27,6	0,23	0,56	9,75	1,51
S25	5,64	3,27	2,70	6,56	0,37	-0,08	45,5	14,5	16,3	10,8	45,8	-1,99	15,7	12,3	48,3	36,8	0,25	0,28	9,87	2,40
S26	3,02	3,21	1,45	7,48	0,20	0,11	24,4	-1,83	8,74	8,23	24,5	5,11	8,42	5,36	25,9	69,5	0,13	0,77	7,25	-0,67
S27	3,71	3,27	1,78	4,03	0,24	0,06	30,0	6,69	10,7	11,2	30,1	25,7	10,3	14,4	31,8	8,10	0,16	0,77	6,36	1,71
S28	4,64	4,33	2,22	5,81	0,30	0,22	37,4	9,16	13,4	24,2	37,6	30,2	12,9	13,0	39,8	19,8	0,20	0,07	8,34	1,76
S29	7,59	3,57	3,63	12,80	0,49	-0,04	61,2	16,4	21,9	27,2	61,5	5,22	21,1	44,2	65,0	81,8	0,33	-0,14	11,5	4,97
S30	3,35	-1,80	1,60	5,18	0,22	0,15	27,0	4,51	9,69	8,42	27,2	10,3	9,33	-0,04	28,7	21,4	0,15	0,10	10,7	-3,40
S31	4,54	-2,79	2,17	2,86	0,30	0,12	36,6	0,55	13,1	9,40	36,8	6,98	12,6	-4,05	38,9	7,80	0,20	0,03	13,7	-3,81
S32	3,44	3,96	1,64	3,62	0,22	0,09	27,7	5,40	9,94	8,68	27,9	12,5	9,57	9,05	29,4	10,3	0,15	0,22	7,38	0,09
S33	3,18	0,83	1,52	5,06	0,21	0,08	25,6	-2,05	9,19	10,5	25,8	1,31	8,85	3,96	27,2	22,6	0,14	0,27	6,47	0,44
S34	2,45	3,31	1,17	8,26	0,16	0,14	19,7	1,36	7,07	10,7	19,8	6,96	6,81	9,66	21,0	33,8	0,11	0,28	5,54	-0,22
S35	3,86	2,58	1,84	7,54	0,25	0,10	31,1	-6,09	11,2	12,0	31,3	-3,38	10,7	3,33	33,0	11,0	0,17	0,05	8,26	0,12
S36	3,96	-2,23	1,89	1,55	0,26	0,08	32,0	0,68	11,5	8,05	32,1	1,50	11,0	-4,09	33,9	12,1	0,17	-0,09	14,0	-5,42
S37	3,79	-2,69	1,81	3,41	0,25	0,12	30,5	0,40	11,0	9,00	30,7	-0,38	10,5	-3,94	32,4	13,9	0,16	-0,06	12,9	-4,66
S38	3,99	2,09	1,91	3,99	0,26	0,01	32,2	-5,93	11,6	9,56	32,4	-4,69	11,1	3,10	34,2	0,70	0,17	0,01	7,80	0,88
S39	3,88	2,71	1,86	4,17	0,25	0,03	31,3	-6,21	11,2	6,65	31,5	-3,70	10,8	3,46	33,3	5,70	0,17	-0,02	7,35	1,08
S40	5,30	1,58	2,53	9,96	0,35	0,12	42,7	-16,8	15,3	3,67	43,0	-8,10	14,7	3,71	45,4	-2,90	0,23	-0,16	9,50	2,02
S41	6,33	-0,54	3,03	6,80	0,41	0,06	51,1	-24,7	18,3	1,43	51,4	-19,1	17,6	5,40	54,3	-17,5	0,28	-0,21	7,76	6,01
S42	11,1	10,4	5,29	16,0	0,72	-0,09	89,3	-19,2	32,0	0,38	89,7	16,6	30,8	36,9	94,8	5,30	0,48	-0,36	7,29	16,8
S43	5,65	1,38	2,70	3,87	0,37	-0,07	45,6	95,0	16,3	78,0	45,8	184	15,7	-3,04	48,4	-14,8	0,25	-0,03	4,99	7,29
S44	7,11	3,35	3,40	3,34	0,46	-0,14	57,3	12,4	20,6	11,2	57,7	31,2	19,8	15,7	60,9	4,90	0,31	-0,23	8,44	7,02
S45	5,69	2,52	2,72	0,08	0,37	-0,02	45,9	-1,66	16,4	6,93	46,1	3,21	15,8	2,90	48,7	12,1	0,25	-0,09	7,37	5,00

6.2. Прорачун садржаја елемената (mg kg⁻¹) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта Срема (Б слој)

	Аслит	Асантр	Влит	Вантр	Сдлит	Сдантр	Слит	Снантр	Силит	Суантр	Нилит	Ніантр	Рвлит	Рвантр	Зплит	Знантр	Нглит	Нгантр	Солит	Соантр
S1	3,74	-2,00	1,79	2,31	0,24	0,10	30,2	6,02	10,8	10,7	30,4	9,01	10,4	-4,73	32,1	13,3	0,16	-0,09	13,8	-5,67
S2	3,98	-2,25	1,90	3,55	0,26	0,12	32,1	5,01	11,5	14,1	32,3	5,82	11,1	-1,40	34,1	21,1	0,17	-0,10	14,1	-5,46
S3	6,56	2,17	3,14	4,25	0,43	0,25	52,9	13,31	19,0	17,7	53,2	6,50	18,3	-7,40	56,2	32,2	0,29	-0,22	12,7	1,57
S4	4,57	-2,88	2,18	1,94	0,30	0,12	36,8	0,02	13,2	9,12	37,0	5,15	12,7	-4,22	39,1	13,5	0,20	-0,11	14,6	-4,69
S5	4,11	-2,99	1,97	0,61	0,27	0,12	33,2	4,46	11,9	10,1	33,3	5,97	11,4	-3,51	35,2	15,4	0,18	-0,10	14,0	-5,02
S6	6,15	5,04	2,94	3,01	0,40	-0,18	49,6	6,02	17,8	10,6	49,9	1,61	17,1	8,92	52,7	18,8	0,27	-0,18	11,8	1,52
S7	3,28	5,21	1,57	4,16	0,21	0,04	26,5	5,21	9,49	13,5	26,6	8,56	9,13	3,69	28,1	11,5	0,14	0,43	9,20	-2,06
S8	5,77	4,36	2,76	-1,94	0,38	-0,18	46,5	11,4	16,7	13,0	46,8	4,37	16,1	28,2	49,4	19,1	0,25	-0,20	10,9	1,68
S9	4,58	2,16	2,19	3,43	0,30	-0,08	36,9	2,12	13,2	7,04	37,1	-3,66	12,7	6,88	39,2	15,3	0,20	-0,08	7,90	2,06
S10	5,31	2,47	2,54	3,72	0,35	-0,19	42,8	1,39	15,3	15,9	43,0	-5,48	14,8	4,80	45,4	18,9	0,23	-0,11	9,80	1,73
S11	5,56	1,70	2,66	10,14	0,36	-0,07	44,8	-0,87	16,1	7,81	45,1	-8,59	15,5	6,25	47,6	26,5	0,24	0,05	9,01	3,07
S12	9,29	-0,33	4,44	6,60	0,61	-0,21	74,9	70,9	26,9	43,6	75,3	89,4	25,8	6,32	79,6	74,9	0,40	-0,18	11,9	8,25
S13	6,17	3,96	2,95	5,16	0,40	-0,12	49,7	17,2	17,8	11,6	50,0	-5,19	17,2	10,6	52,8	11,5	0,27	-0,03	11,8	1,59
S14	2,50	2,68	1,20	4,84	0,16	0,10	20,2	1,35	7,24	9,08	20,3	4,42	6,97	2,74	21,4	10,7	0,11	0,18	6,38	-0,94
S15	5,71	3,64	2,73	4,30	0,37	-0,20	46,0	-8,40	16,5	7,10	46,3	-11,7	15,9	2,06	48,9	12,5	0,25	0,21	8,49	3,92
S16	2,69	2,74	1,29	2,28	0,18	0,07	21,7	-0,36	7,79	7,41	21,8	1,33	7,50	0,85	23,1	4,4	0,12	0,16	6,51	-0,65
S17	6,09	2,47	2,91	5,61	0,40	-0,16	49,1	-5,47	17,6	16,5	49,4	-9,76	17,0	10,1	52,2	11,0	0,26	0,10	9,45	3,80
S18	3,11	-2,71	1,49	3,31	0,20	0,08	25,1	0,50	9,00	7,95	25,2	-0,52	8,66	-2,26	26,7	10,2	0,14	0,32	10,7	-3,90
S19	3,77	3,08	1,80	9,11	0,25	0,10	30,4	-2,78	10,9	8,11	30,6	0,73	10,5	3,04	32,3	8,5	0,16	0,31	9,24	-1,04
S20	3,07	2,99	1,47	4,59	0,20	0,09	24,8	-0,07	8,89	8,17	24,9	1,95	8,55	2,46	26,3	7,4	0,13	0,18	8,60	-1,91
S21	5,90	2,39	2,82	7,76	0,55	-0,25	47,6	2,71	24,4	3,83	68,3	80,0	23,5	-4,41	72,2	12,8	0,37	-0,11	10,3	2,53
S22	8,43	0,45	4,03	5,23	0,38	-0,02	68,0	51,0	17,1	53,6	47,8	-7,53	16,4	16,8	50,5	47,6	0,26	-0,02	11,3	7,02
S23	2,73	2,89	1,30	1,63	0,18	0,02	22,0	12,53	7,89	6,85	22,1	5,71	7,59	0,77	23,4	9,3	0,12	0,22	7,35	-1,42
S24	4,47	2,72	2,14	6,18	0,29	-0,13	36,0	12,08	12,9	8,96	36,2	-2,11	12,4	5,38	38,3	20,6	0,19	0,03	8,88	0,83
S25	4,71	3,34	2,25	4,31	0,31	0,17	38,0	9,94	13,6	7,18	38,2	-5,00	13,1	6,73	40,3	22,3	0,20	0,02	8,98	1,25
S26	3,30	2,86	1,58	8,60	0,22	0,10	26,6	1,25	9,53	12,4	26,7	9,64	9,18	6,78	28,2	40,0	0,14	0,03	7,57	-0,40
S27	4,35	3,44	2,08	8,24	0,28	0,04	35,1	6,66	12,6	11,3	35,2	20,3	12,1	11,8	37,2	15,2	0,19	-0,01	9,13	0,32
S28	4,47	4,36	2,14	5,13	0,29	0,18	36,0	9,59	12,9	12,0	36,2	25,1	12,4	42,2	38,3	16,7	0,19	0,01	9,97	-0,26
S29	7,73	4,41	3,70	6,67	0,50	-0,16	62,4	14,9	22,4	24,7	62,7	20,3	21,5	74,1	66,2	43,4	0,34	0,06	12,3	4,53
S30	3,44	-2,51	1,65	2,98	0,22	0,00	27,8	1,96	9,95	7,42	27,9	5,80	9,58	-3,76	29,5	9,4	0,15	0,16	10,9	-3,42
S31	4,37	-3,25	2,09	2,67	0,29	0,08	35,3	1,13	12,6	9,95	35,4	6,12	12,2	-4,61	37,4	11,4	0,19	0,15	13,7	-4,16
S32	3,48	2,87	1,67	6,03	0,23	0,04	28,1	5,42	10,1	10,8	28,2	10,6	9,69	8,46	29,8	11,4	0,15	0,05	8,12	-0,55
S33	3,77	1,09	1,80	4,63	0,25	0,04	30,4	-2,87	10,9	9,80	30,6	-1,75	10,5	2,16	32,3	16,4	0,16	0,15	7,94	0,25
S34	2,72	4,05	1,30	2,22	0,18	0,05	22,0	3,46	7,88	11,0	22,1	9,09	7,58	6,26	23,3	29,9	0,12	0,10	6,27	-0,35
S35	2,85	3,78	1,36	2,25	0,19	0,04	23,0	-0,37	8,24	11,5	23,1	0,95	7,93	0,32	24,4	10,7	0,12	0,12	6,94	-0,75
S36	4,17	-2,71	2,00	2,15	0,27	0,01	33,7	-6,28	12,1	14,5	33,8	-3,87	11,6	-4,08	35,7	13,6	0,18	-0,04	12,9	-3,84
S37	3,54	-2,21	1,69	1,82	0,23	0,07	28,5	-0,70	10,2	9,51	28,7	-1,74	9,84	-4,46	30,3	11,6	0,15	-0,02	12,7	-4,98
S38	4,11	1,38	1,97	3,50	0,27	-0,03	33,2	-7,75	11,9	5,78	33,3	-4,63	11,4	-0,75	35,2	-2,1	0,18	-0,04	7,87	1,06
S39	3,24	2,99	1,55	2,61	0,21	0,00	26,2	-3,67	9,38	9,57	26,3	-1,50	9,03	0,12	27,8	5,9	0,14	0,04	7,18	-0,12
S40	2,83	3,50	1,35	1,78	0,18	0,01	22,8	-2,75	8,19	6,03	23,0	-1,24	7,88	0,84	24,3	5,6	0,12	0,02	6,52	-0,36
S41	4,42	2,48	2,12	2,70	0,29	-0,02	35,7	-5,88	12,8	4,36	35,9	-6,57	12,3	5,94	37,9	0,6	0,19	0,09	8,75	0,87
S42	7,32	5,33	3,50	1,80	0,48	-0,06	59,0	-5,30	21,2	7,61	59,4	22,7	20,4	-1,87	62,7	10,9	0,32	-0,13	5,78	10,1
S43	6,22	0,95	2,98	7,51	0,41	-0,03	50,2	102	18,0	56,5	50,5	223	17,3	-6,45	53,3	-24,9	0,27	0,00	4,79	8,73
S44	7,03	3,76	3,36	3,20	0,46	-0,13	56,7	4,83	20,3	7,79	57,0	37,2	19,6	2,65	60,2	2,2	0,31	-0,14	8,90	6,38
S45	4,01	2,13	1,92	1,50	0,26	0,00	32,3	-4,98	11,6	3,78	32,5	-2,94	11,2	1,60	34,3	11,7	0,17	0,08	5,13	3,58

*Напомена: прорачунзаСо је вршен употребом Al као нормализатора

6.3. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта С. Баната (Т слој)

	Аслит	Асантр	Влит	Вантр	Сдлит	Сдантр	Сглит	Сгантр	Сулит	Суантр	Нілит	Ніантр	Рвлит	Рвантр	Зплит	Зпантр _p	Нглит	Нгантр	Солит	Соантр
SB1	10,1	-7,28	4,85	1,11	0,63	-0,29	81,2	-47,7	6,20	1,7	82,7	-31,6	28,3	-14,1	87,4	-5,84	0,53	0,12	21,8	-16,2
SB2	10,7	-6,32	5,14	0,73	0,67	-0,04	86,0	-48,2	-12,6	0,84	87,5	-56,0	30,0	-18,6	92,5	-27,4	0,56	-0,04	23,1	-15,7
SB3	8,49	-5,53	4,07	0,24	0,53	0,00	68,1	-42,3	-9,29	0,87	69,3	-27,3	23,7	-15,0	73,3	-21,4	0,44	0,11	18,3	-11,0
SB4	7,75	-4,07	3,71	0,62	0,48	0,00	62,2	-35,0	-9,50	0,81	63,2	-41,3	21,7	-12,2	66,9	-24,9	0,40	0,11	16,7	-9,6
SB5	5,96	-2,78	2,85	4,75	0,37	0,02	47,8	-23,3	-8,79	0,69	48,6	-27,3	16,7	-10,2	51,4	-16,1	0,31	-0,09	12,8	-5,45
SB6	7,08	-3,93	3,39	6,37	0,44	-0,19	56,8	-27,4	-8,13	0,85	57,8	-13,2	19,8	-8,83	61,1	-12,8	0,37	-0,19	15,2	-7,70
SB7	12,9	-9,52	6,19	2,46	0,81	-0,50	104	-59,5	-19,7	0,66	105	-75,9	36,1	-12,1	112	-43,6	0,67	-0,44	27,8	-18,5
SB8	11,5	-9,26	5,49	2,10	0,72	-0,39	91,9	-52,8	-13,5	0,83	93,5	-63,5	32,0	-20,7	98,9	-21,1	0,60	-0,26	24,7	-15,2
SB9	8,11	-0,65	3,89	8,93	0,51	-0,29	65,0	-30,6	-8,78	0,88	66,2	-42,3	22,7	-10,8	70,0	-19,6	0,42	-0,07	17,5	-7,71
SB10	9,43	0,25	4,52	10,8	0,59	-0,23	75,6	-35,7	-13,1	0,73	76,9	-49,2	26,4	2,41	81,3	-21,4	0,49	-0,14	20,3	-9,93
SB11	8,20	-2,56	3,93	10,3	0,51	-0,27	65,8	-24,3	-0,66	1,36	66,9	-33,7	22,9	-9,90	70,8	12,1	0,43	0,20	17,7	-6,04
SB12	7,64	0,95	3,66	9,32	0,48	-0,27	61,3	-25,1	-10,2	0,76	62,4	-33,2	21,4	-6,88	66,0	-13,2	0,40	-0,09	16,5	-6,03
SB13	10,0	-4,28	4,81	7,67	0,63	-0,31	80,5	-36,4	0,68	1,44	81,9	-47,9	28,0	3,19	86,6	6,95	0,52	-0,25	21,6	-11,9
SB14	7,95	-5,15	3,81	9,52	0,50	-0,37	63,8	-28,2	-7,96	0,92	64,9	-31,3	22,2	2,61	68,6	-22,2	0,41	-0,06	17,1	-10,4
SB15	4,63	-1,42	2,22	14,4	0,29	0,02	37,2	-10,3	5,42	1,97	37,8	-9,37	13,0	2,54	40,0	1,08	0,24	0,65	9,97	1,47
SB16	4,12	-0,82	1,97	12,8	0,26	-0,05	33,0	-9,61	5,33	2,03	33,6	-11,3	11,5	3,29	35,5	2,63	0,21	-0,15	8,87	8,10
SB17	4,54	-2,56	2,18	7,37	0,28	0,02	36,4	-11,0	7,17	2,17	37,0	-15,1	12,7	2,57	39,2	-0,82	0,24	-0,19	9,77	1,46
SB18	3,90	-0,55	1,87	14,7	0,24	-0,01	31,3	-9,98	4,61	1,97	31,8	-8,99	10,9	2,20	33,7	1,85	0,20	0,90	8,40	2,39
SB19	4,72	-1,04	2,26	13,7	0,29	-0,03	37,8	-11,0	5,81	2	38,5	-14,7	13,2	4,35	40,7	-2,34	0,25	-0,15	10,2	2,29
SB20	5,05	1,66	2,42	-0,12	0,32	-0,12	40,5	-13,8	5,84	1,96	41,2	-5,92	14,1	8,47	43,6	6,46	0,26	-0,22	10,9	-1,82
SB21	4,54	0,20	2,18	9,78	0,28	-0,06	36,4	-11,3	3,61	1,79	37,1	-15,3	12,7	3,78	39,2	-2,32	0,24	-0,18	9,78	4,74
SB22	4,42	-1,53	2,12	6,62	0,28	0,03	35,5	-8,09	6,78	2,14	36,1	-15,0	12,4	7,16	38,2	9,64	0,23	0,32	9,53	-0,57
SB23	5,35	-2,87	2,57	5,30	0,33	-0,01	42,9	-11,1	8,33	2,15	43,7	-23,4	15,0	7,12	46,2	8,34	0,28	1,33	11,5	-3,74

6.4. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта С. Баната (Т слој)

	Велит	Веантр	Влит	Вантр	Молит	Мо антр
SB1	1,23	-0,72	54,0	-6,05	0,88	-0,10
SB2	1,30	-0,85	57,2	-12,4	0,93	-0,11
SB3	1,03	-0,70	45,3	1,36	0,74	-0,09
SB4	0,94	-0,42	41,3	-1,91	0,67	0,02
SB5	0,72	-0,29	31,8	28,4	0,52	0,04
SB6	0,86	-0,36	37,8	17,3	0,61	0,06
SB7	1,57	-1,06	68,9	-3,54	1,12	-0,61
SB8	1,39	-1,09	61,1	-24,8	0,99	-0,38
SB9	0,99	-0,58	43,2	10,0	0,70	-0,13
SB10	1,15	-0,74	50,2	0,83	0,82	-0,30
SB11	1,00	-0,56	43,7	6,38	0,71	0,31
SB12	0,93	-0,52	40,7	1,83	0,66	-0,04
SB13	1,22	-0,81	53,5	4,50	0,87	0,42
SB14	0,97	-0,69	42,4	-5,74	0,69	-0,12
SB15	0,56	0,38	24,7	5,18	0,40	-0,16
SB16	0,50	0,24	22,0	3,62	0,36	-0,15
SB17	0,55	0,29	24,2	2,03	0,39	-0,22
SB18	0,47	0,31	20,8	6,63	0,34	-0,29
SB19	0,57	0,22	25,1	3,75	0,41	-0,31
SB20	0,61	0,32	26,9	4,97	0,44	-0,40
SB21	0,55	0,21	24,2	3,00	0,39	-0,21
SB22	0,54	0,32	23,6	3,89	0,38	-0,11
SB23	0,65	0,43	28,5	1,08	0,46	-0,03

6.5. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта С. Баната (Б слој)

	Asлит	Asантр	Влит	Вантр	Сдлит	Сдантр	Слит	Сгантр	Солит	Суантр	Нилит	Ніантр	Рблит	Рбантр	Зплит	Знант _p	Нглит	Нгантр	Солит	Соантр
SB1	12,4	-8,93	5,96	1,42	0,78	-0,48	99,7	-56,9	36,0	-2,72	101	-65,6	34,7	-18,8	107	-13,6	0,65	-0,18	26,8	-19,4
SB2	12,0	-7,85	5,77	1,37	0,75	-0,10	96,5	-53,3	34,9	-13,5	98,2	-57,1	33,6	-22,9	104	-30,2	0,63	-0,17	25,9	-18,2
SB3	10,5	-7,55	5,02	1,41	0,65	-0,09	84,0	-51,7	30,4	7,83	85,5	59,4	29,3	-19,1	90,4	7,13	0,55	-0,25	22,5	-13,4
SB4	9,77	-6,19	4,68	1,41	0,61	-0,15	78,4	-45,8	28,3	-10,4	79,7	-32,6	27,3	-18,2	84,3	-29,1	0,51	-0,23	21,0	-13,0
SB5	6,22	-2,39	2,98	5,16	0,39	-0,03	49,9	-22,5	18,0	-9,51	50,8	-30,1	17,4	-10,1	53,7	-14,2	0,32	-0,04	13,4	-4,39
SB6	5,63	-3,13	2,70	4,88	0,35	-0,12	45,1	-21,8	16,3	-7,33	45,9	-23,3	15,7	-9,77	48,5	-13,4	0,29	-0,12	12,1	-5,63
SB7	8,19	-4,33	3,93	7,56	0,51	-0,26	65,7	-30,9	23,8	-10,5	66,8	-55,5	22,9	-10,9	70,7	-17,9	0,43	-0,13	17,6	-8,14
SB8	6,40	-3,30	3,07	6,31	0,40	-0,24	51,4	-26,1	18,6	-5,16	52,3	-28,9	17,9	-10,3	55,3	-4,43	0,33	-0,01	13,8	-6,01
SB9	8,34	-0,13	4,00	11,2	0,52	-0,34	66,9	-30,0	24,2	-8,80	68,0	-44,2	23,3	-9,28	71,9	-23,2	0,43	-0,08	17,9	-8,95
SB10	10,4	-1,67	4,99	11,5	0,65	-0,34	83,6	-42,1	30,2	-15,6	85,0	-54,4	29,1	-15,9	89,9	-29,5	0,54	-0,23	22,4	-11,0
SB11	7,82	-2,85	3,75	9,38	0,49	-0,26	62,7	-26,7	22,7	-4,05	63,8	-35,5	21,9	-10,5	67,5	5,65	0,41	-0,08	16,8	-6,32
SB12	8,55	0,46	4,09	10,9	0,53	-0,35	68,5	-30,3	24,8	-10,8	69,7	-7,66	23,9	-6,63	73,7	-12,3	0,45	0,13	18,4	-6,90
SB13	7,80	-1,38	3,74	11,2	0,49	-0,13	62,6	-16,7	22,6	1,00	63,7	0,55	21,8	0,07	67,3	3,30	0,41	-0,11	16,8	-6,78
SB14	9,84	-6,40	4,72	8,40	0,62	-0,47	78,9	-39,8	28,5	-5,81	80,3	-38,2	27,5	-16,5	84,9	-26,6	0,51	-0,15	21,2	-13,6
SB15	3,81	-0,54	1,83	9,68	0,24	0,02	30,6	-6,51	11,0	7,77	31,1	-3,37	10,6	2,11	32,9	1,74	0,20	0,02	8,20	2,24
SB16	3,85	-1,40	1,84	9,44	0,24	-0,05	30,9	-8,40	11,2	6,49	31,4	-10,9	10,8	3,84	33,2	0,89	0,20	0,46	8,28	2,16
SB17	4,59	-2,43	2,20	8,72	0,29	-0,07	36,8	-11,0	13,3	5,64	37,5	-15,7	12,8	4,06	39,6	0,29	0,24	-0,21	9,88	1,45
SB18	5,27	-0,30	2,53	22,1	0,33	-0,07	42,3	-13,1	15,3	4,56	43,0	-15,1	14,7	1,42	45,5	1,09	0,27	-0,16	11,3	0,14
SB19	3,86	-0,96	1,85	10,6	0,24	-0,03	30,9	-9,00	11,2	5,75	31,5	-10,6	10,8	2,89	33,3	-2,05	0,20	1,22	8,31	6,81
SB20	3,58	0,17	1,72	9,09	0,22	-0,04	28,7	-8,35	10,4	3,46	29,2	-9,76	10,0	1,47	30,9	2,01	0,19	-0,12	7,71	7,91
SB21	3,65	-0,40	1,75	6,53	0,23	-0,06	29,3	-9,12	10,6	2,61	29,8	-10,8	10,2	0,78	31,5	-0,10	0,19	0,03	7,86	12,4
SB22	5,11	-2,82	2,45	7,83	0,32	-0,06	41,0	-10,6	14,8	4,65	41,7	-19,1	14,3	1,32	44,1	3,24	0,27	-0,04	11,0	-2,73
SB23	4,14	-1,71	1,98	2,38	0,26	0,01	33,2	-8,00	12,0	7,68	33,7	-17,2	11,6	5,53	35,7	7,46	0,22	0,82	8,90	-3,23

6.6. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта С. Баната (Б слој)

	Велит	Веантр	Влит	Вантр	Молит	Мо антр
SB1	1,51	-0,96	66,2	-17,6	1,08	-0,43
SB2	1,46	-0,91	64,1	-9,50	1,04	-0,31
SB3	1,27	-0,85	55,8	-8,48	0,91	-0,34
SB4	1,19	-0,70	52,1	-8,69	0,85	-0,19
SB5	0,76	-0,40	33,2	26,9	0,54	0,05
SB6	0,68	-0,31	30,0	18,0	0,49	0,15
SB7	1,00	-0,51	43,7	22,5	0,71	-0,02
SB8	0,78	-0,61	34,1	-9,87	0,56	0,12
SB9	1,01	-0,60	44,4	2,59	0,72	-0,10
SB10	1,27	-0,79	55,5	-2,19	0,90	-0,31
SB11	0,95	-0,57	41,7	2,63	0,68	0,22
SB12	1,04	-0,62	45,5	-1,33	0,74	-0,08
SB13	0,95	-0,53	41,6	11,2	0,68	0,26
SB14	1,20	-0,84	52,5	-2,31	0,85	-0,25
SB15	0,46	0,35	20,3	4,21	0,33	-0,23
SB16	0,47	0,18	20,5	3,15	0,33	-0,15
SB17	0,56	0,20	24,5	3,53	0,40	-0,23
SB18	0,64	0,50	28,1	4,68	0,46	-0,34
SB19	0,47	0,18	20,6	3,46	0,33	-0,11
SB20	0,44	0,26	19,1	3,75	0,31	-0,18
SB21	0,44	0,29	19,5	3,86	0,32	-0,06
SB22	0,62	0,38	27,2	1,91	0,44	0,06
SB23	0,50	0,55	22,0	2,93	0,36	1,90

6.7. Прорачун садржаја елемената (mg kg⁻¹) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта на растојању 1 m од аутопута

	Аслит	Асантр	Влит	Вантр	Сдлит	Сдантр	Сглит	Сгантр	Сулит	Суантр	Нилит	Ніантр	Рвлит	Рвантр	Зллит	Знантр	Нглит	Нгантр	*Солит	Соантр
K1	13,4	-5,40	0,56	-0,23	1,78	-0,72	65,1	-26,4	40,1	-16,2	63,9	-25,8	56,5	-22,9	105	-42,3	0,24	-0,10	21,3	-8,62
K2	10,8	-3,25	0,06	-0,02	1,33	-0,40	124	-37,2	28,3	-8,51	92,2	-27,7	34,3	-10,3	77,5	-23,3	0,22	-0,06	15,4	-4,63
K3	6,34	-1,92	1,45	-0,44	1,34	-0,40	46,3	-14,0	52,0	-15,7	43,1	-13,0	36,5	-11,0	143	-43,3	0,19	-0,06	15,5	-4,68
K4	9,82	-1,96	0,05	-0,01	1,09	-0,22	32,7	-6,53	29,1	-5,82	31,9	-6,37	35,2	-7,03	68,0	-13,6	0,07	-0,01	11,8	-2,35
K5	6,23	-1,20	0,05	-0,01	1,04	-0,20	35,6	-6,83	21,1	-4,04	32,1	-6,17	25,6	-4,91	59,5	-11,4	0,12	-0,02	11,6	-2,22
K6	9,60	-2,63	0,51	-0,14	1,26	-0,34	42,2	-11,6	25,2	-6,91	35,9	-9,85	29,8	-8,19	67,0	-18,4	0,09	-0,03	14,3	-3,93
K7	5,18	0,39	0,05	0,00	0,55	0,04	16,8	1,26	10,7	0,81	15,1	1,14	10,6	0,80	27,8	2,09	0,06	0,00	6,53	0,49
K8	4,95	0,30	0,05	0,00	0,66	0,04	19,5	1,17	13,1	0,79	17,4	1,04	16,3	0,98	32,2	1,93	0,06	0,00	6,72	0,40
K9	7,15	-0,72	0,06	-0,01	0,84	-0,08	24,3	-2,44	16,6	-1,66	21,8	-2,19	18,6	-1,87	41,3	-4,14	0,08	-0,01	9,33	-0,94
K10	2,08	1,55	0,03	0,02	0,21	0,16	5,89	4,38	7,94	5,91	4,47	3,33	4,86	3,62	10,4	7,73	0,05	0,04	2,48	1,85
K11	4,26	0,82	0,04	0,01	0,51	0,10	14,2	2,73	11,9	2,29	12,4	2,38	18,5	3,57	47,1	9,08	0,21	0,04	5,31	1,02
K12	8,82	-2,62	0,07	-0,02	1,36	-0,41	44,0	-13,1	30,3	-9,01	39,2	-11,7	38,5	-11,5	88,9	-26,5	0,11	-0,03	15,3	-4,55
K13	8,68	-2,19	0,07	-0,02	1,25	-0,32	46,7	-11,8	34,0	-8,56	41,5	-10,5	83,2	-21,0	98,3	-24,8	0,07	-0,02	13,5	-3,40
K14	6,83	-1,44	0,06	-0,01	1,56	-0,33	57,5	-12,2	72,5	-15,3	44,5	-9,40	276	-58,3	228	-48,1	0,11	-0,02	12,1	-2,57
K15	10,0	-2,17	0,06	-0,01	1,49	-0,32	52,5	-11,3	62,1	-13,4	46,0	-9,95	273	-59,0	173	-37,4	0,04	-0,01	12,3	-2,66

*Напомена: прорачунзаСојевршенупотребом А1 каонормализатора

6.8. Прорачун садржаја елемената (mg kg⁻¹) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта на растојању 1m од аутопута

	Сблит	Сбантр	Влит	Вантр	Валит	Ваантр	Молит	Моантр
K1	0,51	-0,20	64,2	-26,0	205	-83,0	1,08	-0,44
K2	2,58	-0,77	45,8	-13,7	138	-41,6	1,39	-0,42
K3	0,25	-0,07	43,6	-13,2	188	-56,8	0,66	-0,20
K4	0,75	-0,15	31,8	-6,35	72,2	-14,4	0,49	-0,10
K5	0,15	-0,03	38,7	-7,44	103	-19,8	0,62	-0,12
K6	0,17	-0,05	45,2	-12,4	139	-38,2	0,76	-0,21
K7	0,32	0,02	19,4	1,46	48,1	3,62	0,31	0,02
K8	0,17	0,01	22,8	1,37	60,0	3,60	0,37	0,02
K9	0,16	-0,02	28,3	-2,84	82,9	-8,32	0,42	-0,04
K10	0,19	0,14	7,35	5,47	26,8	20,0	0,10	0,07
K11	0,32	0,06	16,2	3,12	48,4	9,33	0,23	0,04
K12	0,35	-0,10	47,5	-14,1	145	-43,2	0,85	-0,25
K13	0,21	-0,05	38,2	-9,64	159	-40,0	0,83	-0,21
K14	1,23	-0,26	31,6	-6,68	92,5	-19,6	0,78	-0,16
K15	1,43	-0,31	35,2	-7,61	116	-25,2	0,90	-0,19

6.9. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта (Т слој) на растојању 5 m од аутопута

	Аслит	Асантр	Влит	Вантр	Сдлит	Сдантр	Сглит	Сгантр	Сулит	Суантр	Нілит	Ніантр	Рблит	Рвантр	Знлит	Знантр	Нглит	Нгантр	*Солит	Соантр
K1	12,0	-2,52	6,86	-1,44	1,30	-0,27	39,2	-8,22	27,2	-5,70	46,9	-9,84	33,2	-6,97	73,1	-15,3	0,72	-0,15	12,1	-2,54
K2	9,42	-0,65	3,90	-0,27	1,05	-0,07	30,8	-2,12	21,3	-1,47	33,4	-2,30	23,8	-1,63	54,3	-3,73	0,98	-0,07	8,71	-0,60
K3	6,85	0,03	4,44	0,02	0,90	0,00	23,6	0,12	21,1	0,10	26,9	0,13	17,7	0,09	55,1	0,27	0,68	0,00	7,48	0,04
K4	6,74	0,56	5,13	0,43	0,77	0,06	20,7	1,73	17,0	1,43	22,5	1,88	20,8	1,74	47,7	4,00	0,34	0,03	6,43	0,54
K5	9,01	0,22	5,25	0,13	0,96	0,02	27,5	0,66	18,4	0,44	28,2	0,68	19,1	0,46	46,2	1,11	0,38	0,01	7,20	0,17
K6	8,79	-0,34	3,96	-0,15	1,01	-0,04	28,6	-1,11	19,3	-0,75	29,6	-1,15	20,1	-0,78	51,7	-2,01	0,32	-0,01	8,17	-0,32
K7	2,60	1,72	2,00	1,32	0,36	0,24	9,61	6,36	7,16	4,74	9,69	6,41	7,11	4,71	18,8	12,4	0,16	0,10	2,73	1,81
K8	5,14	1,22	2,38	0,57	0,65	0,15	18,0	4,28	13,5	3,21	18,7	4,44	14,5	3,44	31,7	7,54	0,30	0,07	4,93	1,17
K9	4,16	1,24	3,41	1,02	0,54	0,16	13,9	4,14	10,0	2,98	14,4	4,29	9,87	2,94	28,3	8,44	0,38	0,11	4,48	1,34
K10	0,33	1,78	1,08	5,87	0,03	0,17	1,00	5,43	0,55	3,01	0,70	3,80	0,69	3,73	1,50	8,15	0,04	0,23	0,18	0,99
K11	4,87	2,08	2,02	0,87	0,50	0,22	13,9	5,94	10,9	4,67	13,7	5,85	12,2	5,22	31,6	13,5	0,23	0,10	3,70	1,58
K12	8,10	-0,32	3,43	-0,13	1,05	-0,04	29,6	-1,15	29,1	-1,13	31,8	-1,24	23,1	-0,90	58,7	-2,29	0,34	-0,01	8,17	-0,32
K13	11,9	-1,93	4,86	-0,78	1,27	-0,20	36,8	-5,93	28,3	-4,56	41,1	-6,63	29,3	-4,73	70,2	-11,3	0,31	-0,05	10,7	-1,73
K14	6,59	-1,14	3,56	-0,62	1,68	-0,29	41,0	-7,08	49,4	-8,55	46,8	-8,10	69,4	-12,0	151	-26,0	0,09	-0,02	11,0	-1,91
K15	13,9	-2,67	3,89	-0,75	1,62	-0,31	45,8	-8,81	51,4	-9,89	59,4	-11,4	140	-26,8	168	-32,4	0,54	-0,10	11,6	-2,23

6.10. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта (Т слој) на растојању 5 m од аутопута

	Сблит	Сбантр	Влит	Вантр	Валит	Вантр	Молит	Моантр
K1	1,11	-0,23	45,0	-9,45	105	-22,0	0,58	-0,12
K2	0,99	-0,07	36,3	-2,49	98,1	-6,74	0,64	-0,04
K3	0,36	0,00	29,5	0,15	81,8	0,40	0,54	0,00
K4	0,89	0,07	24,2	2,02	46,3	3,88	0,34	0,03
K5	0,85	0,02	34,1	0,82	82,4	1,98	0,72	0,02
K6	1,10	-0,04	35,3	-1,37	94,2	-3,66	0,60	-0,02
K7	0,57	0,38	12,5	8,28	28,7	19,0	0,15	0,10
K8	1,08	0,26	22,8	5,42	58,2	13,8	0,36	0,09
K9	1,00	0,30	22,2	6,61	45,8	13,6	0,26	0,08
K10	0,14	0,73	1,30	7,07	2,14	11,6	0,02	0,09
K11	0,81	0,35	17,9	7,68	45,6	19,5	0,41	0,17
K12	0,31	-0,01	36,6	-1,42	98,1	-3,82	0,62	-0,02
K13	0,10	-0,02	44,6	-7,19	120	-19,4	0,98	-0,16
K14	0,91	-0,16	36,0	-6,23	119	-20,6	0,60	-0,10
K15	1,31	-0,25	46,0	-8,85	122	-23,4	1,08	-0,21

6.11. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта (Б слој) на растојању 5 m од аутопута

	Аслит	Асантр	Влит	Вантр	Сдлит	Сдантр	Сглит	Сгантр	Силит	Суантр	Нилит	Нлантр	Рвлит	Рвантр	Злит	Знантр	Нглит	Нгантр	*Солит	Соантр
K1	7,25	-0,05	3,16	-0,02	0,78	-0,01	23,6	-0,16	15,1	-0,10	29,5	-0,20	14,6	-0,10	44,1	-0,30	0,19	0,00	7,65	-0,05
K2	5,48	0,99	2,12	0,38	0,66	0,12	19,9	3,61	12,9	2,34	20,4	3,70	13,4	2,42	32,3	5,84	0,44	0,08	5,41	0,98
K3	10,9	2,46	2,24	0,50	0,63	0,14	16,9	3,81	13,0	2,92	18,5	4,16	9,85	2,22	30,6	6,88	0,40	0,09	5,03	1,13
K4	2,93	1,65	1,78	1,00	0,32	0,18	11,9	6,69	5,88	3,32	9,85	5,55	5,64	3,18	19,3	10,9	0,09	0,05	3,09	1,74
K5	7,24	-0,09	4,21	-0,05	0,75	-0,01	23,5	-0,28	14,2	-0,17	28,0	-0,33	16,2	-0,19	55,2	-0,65	0,21	0,00	7,73	-0,09
K6	6,02	0,91	2,79	0,42	0,65	0,10	18,8	2,84	12,4	1,87	19,0	2,87	12,8	1,94	35,5	5,37	0,14	0,02	5,70	0,86
K7	4,61	2,00	2,13	0,93	0,49	0,21	13,4	5,80	8,41	3,65	13,2	5,72	8,70	3,77	22,9	9,93	0,14	0,06	3,67	1,59
K8	4,13	0,82	0,03	0,00	0,61	0,12	16,9	3,35	10,5	2,08	15,2	3,00	13,7	2,71	28,1	5,55	0,02	0,00	5,26	1,04
K9	2,60	2,05	2,10	1,66	0,30	0,24	8,66	6,83	4,71	3,71	7,89	6,22	5,57	4,39	14,4	11,37	0,12	0,09	2,36	1,86
K10	0,37	1,49	0,62	2,51	0,03	0,11	1,13	4,61	0,86	3,50	1,01	4,11	1,00	4,05	2,26	9,20	0,05	0,19	0,29	1,20
K11	3,22	1,44	2,11	0,94	0,44	0,20	12,4	5,55	8,03	3,59	12,6	5,65	7,94	3,55	22,4	10,0	0,18	0,08	3,61	1,61
K12	8,51	-0,76	3,12	-0,28	1,06	-0,09	30,7	-2,73	26,8	-2,39	34,7	-3,08	22,2	-1,97	56,2	-4,99	0,34	-0,03	9,10	-0,81
K13	11,1	-1,82	3,79	-0,62	1,28	-0,21	37,3	-6,10	26,2	-4,28	40,2	-6,58	25,5	-4,18	64,3	-10,5	0,43	-0,07	10,8	-1,77
K14	4,59	0,99	2,79	0,60	0,53	0,11	13,0	2,81	10,0	2,16	15,6	3,36	8,25	1,78	31,5	6,79	0,18	0,04	5,11	1,10
K15	15,0	-3,92	4,75	-1,24	1,54	-0,40	50,7	-13,2	34,4	-8,98	62,4	-16,3	38,5	-10,03	81,7	-21,3	0,31	-0,08	13,8	-3,61

6.12. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта (Б слој) на растојању 5 m од аутопута

	Сблит	Сбантр	Влит	Вантр	Валит	Вантр	Молит	Моантр
K1	0,14	0,00	26,4	-0,18	52,8	-0,36	0,34	0,00
K2	0,12	0,02	24,0	4,34	66,1	12,0	0,34	0,06
K3	0,38	0,09	23,7	5,33	42,0	9,45	0,27	0,06
K4	0,29	0,17	10,6	5,95	14,5	8,18	0,10	0,06
K5	0,15	0,00	26,4	-0,31	62,0	-0,73	0,23	0,00
K6	0,13	0,02	23,3	3,51	63,2	9,55	0,15	0,02
K7	0,15	0,07	17,7	7,67	37,3	16,2	0,19	0,08
K8	0,13	0,02	19,3	3,81	67,6	13,4	0,30	0,06
K9	0,08	0,06	11,6	9,19	25,0	19,7	0,10	0,08
K10	0,11	0,44	1,52	6,17	4,47	18,2	0,01	0,02
K11	0,57	0,25	16,6	7,43	40,3	18,0	0,15	0,07
K12	0,16	-0,01	37,6	-3,34	103	-9,14	0,46	-0,04
K13	0,69	-0,11	44,6	-7,29	105	-17,1	0,76	-0,13
K14	0,36	0,08	17,0	3,66	24,5	5,28	0,20	0,04
K15	0,49	-0,13	56,5	-14,8	142	-37,0	0,84	-0,22

6.13. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта на растојању 10 m од аутопута

	Аслит	Асантр	Влит	Вантр	Сдлит	Сдантр	Сглит	Сгантр	Сулит	Суантр	Нілит	Ніантр	Рвлит	Рвантр	Зплит	Знантр	Нглит	Нгантр	*Солит	Соантр
K1	12,8	-4,00	0,07	-0,02	1,43	-0,45	52,0	-16,2	32,5	-10,16	55,2	-17,2	45,4	-14,2	93,7	-29,2	0,37	-0,12	16,0	-4,98
K2	8,41	-1,87	0,06	-0,01	1,12	-0,25	37,4	-8,34	30,9	-6,88	37,3	-8,31	33,3	-7,41	84,7	-18,9	0,56	-0,12	12,5	-2,78
K3	8,18	-2,16	0,47	-0,12	1,19	-0,31	38,0	-10,0	41,3	-10,90	39,6	-10,5	31,6	-8,35	110	-28,9	0,21	-0,06	13,9	-3,68
K4	8,90	-1,58	0,05	-0,01	1,04	-0,19	32,4	-5,74	24,7	-4,38	29,8	-5,29	33,5	-5,94	69,6	-12,3	0,16	-0,03	11,2	-1,98
K5	10,8	-3,14	0,21	-0,06	1,41	-0,41	45,6	-13,3	29,2	-8,52	43,9	-12,8	38,4	-11,2	82,2	-24,0	0,14	-0,04	15,1	-4,40
K6	7,27	-1,16	0,06	-0,01	1,02	-0,16	31,1	-4,97	20,2	-3,23	29,1	-4,64	29,7	-4,74	60,8	-9,72	0,09	-0,01	10,7	-1,71
K7	2,13	1,35	0,04	0,02	0,27	0,17	7,19	4,54	5,45	3,45	6,55	4,14	7,09	4,48	16,2	10,2	0,03	0,02	2,84	1,79
K8	6,02	-0,33	0,05	0,00	0,86	-0,05	24,7	-1,35	18,1	-0,99	23,1	-1,26	24,0	-1,31	47,0	-2,57	0,04	0,00	8,45	-0,46
K9	3,52	0,78	0,04	0,01	0,46	0,10	13,4	2,97	9,59	2,13	12,1	2,69	10,9	2,42	26,0	5,80	0,04	0,01	5,05	1,12
K10	0,59	1,39	0,01	0,04	0,06	0,14	1,48	3,49	1,98	4,66	1,64	3,87	1,87	4,41	4,40	10,3	0,01	0,03	0,67	1,58
K11	4,46	0,13	0,05	0,00	0,66	0,02	18,7	0,53	12,8	0,36	17,6	0,50	17,4	0,49	36,1	1,02	0,03	0,00	7,14	0,20
K12	9,67	-2,62	0,07	-0,02	1,30	-0,35	40,6	-11,0	36,3	-9,83	37,8	-10,2	39,7	-10,7	77,3	-20,9	0,07	-0,02	14,2	-3,84
K13	11,4	-3,58	1,55	-0,48	1,46	-0,46	47,8	-15,0	31,5	-9,86	46,1	-14,4	38,7	-12,1	82,3	-25,7	0,87	-0,27	16,0	-5,00
K14	7,38	-1,67	4,81	-1,09	1,49	-0,34	40,5	-9,18	60,4	-13,68	47,7	-10,8	31,8	-7,21	140	-31,7	0,35	-0,08	12,6	-2,86
K15	9,76	-2,54	0,07	-0,02	1,26	-0,33	39,6	-10,3	23,7	-6,17	43,4	-11,3	32,9	-8,57	69,7	-18,1	0,52	-0,13	13,8	-3,59

6.14. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта на растојању 10 m од аутопута

	Sлит	Sантр	Vлит	Vантр	Валит	Ваантр	Молит	Моантр
K1	0,62	-0,19	49,7	-15,5	178	-55,5	0,84	-0,26
K2	0,29	-0,06	39,3	-8,76	159	-35,4	0,62	-0,14
K3	0,44	-0,11	38,8	-10,2	170	-44,8	0,59	-0,16
K4	0,33	-0,06	37,1	-6,59	101	-17,8	0,44	-0,08
K5	0,44	-0,13	49,4	-14,4	197	-57,5	0,83	-0,24
K6	0,25	-0,04	33,5	-5,35	147	-23,5	0,55	-0,09
K7	0,10	0,07	8,75	5,53	30,0	18,9	0,15	0,10
K8	0,13	-0,01	28,8	-1,57	111	-6,04	0,42	-0,02
K9	0,12	0,03	16,4	3,64	57,4	12,8	0,23	0,05
K10	0,06	0,15	2,04	4,79	6,66	15,7	0,03	0,07
K11	0,15	0,00	21,8	0,62	86,5	2,46	0,35	0,01
K12	0,40	-0,11	43,2	-11,7	175	-47,3	0,74	-0,20
K13	0,25	-0,08	50,0	-15,6	192	-60,0	0,89	-0,28
K14	0,34	-0,08	43,5	-9,86	153	-34,6	0,69	-0,16
K15	0,17	-0,04	41,2	-10,7	140	-36,3	0,72	-0,19

6.15. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта на растојању од 100 m од аутопута

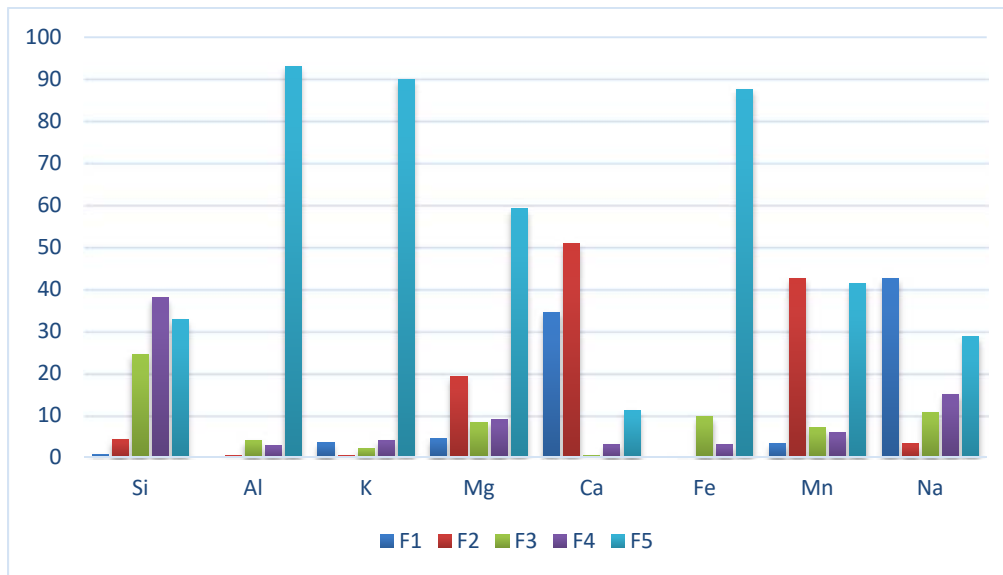
	Аслит	Асантр	Влит	Вантр	Сдлит	Сдантр	Сглит	Сгантр	Силит	Суантр	Нилит	Ніантр	Рвлит	Рвантр	Злит	Знантр	Нглит	Нгантр	*Солит	Соантр
K1	16,1	-6,90	0,73	-0,31	1,87	-0,80	70,6	-30,2	42,8	-18,3	69,8	-29,8	51,6	-22,1	117	-50,3	0,12	-0,05	23,1	-9,86
K2	11,2	-3,74	0,07	-0,02	1,54	-0,51	54,8	-18,2	31,8	-10,6	47,1	-15,7	38,8	-12,9	82,2	-27,4	0,13	-0,04	17,0	-5,65
K3	14,5	-4,51	0,07	-0,02	1,33	-0,41	42,1	-13,1	37,2	-11,5	42,0	-13,0	26,8	-8,33	117	-36,2	0,19	-0,06	15,9	-4,92
K4	18,8	-6,41	0,08	-0,03	1,98	-0,68	60,7	-20,7	48,8	-16,7	53,8	-18,4	55,7	-19,0	115	-39,4	0,09	-0,03	17,4	-5,95
K5	13,9	-5,20	2,12	-0,79	1,78	-0,66	58,3	-21,8	35,6	-13,3	51,0	-19,1	40,9	-15,3	92,0	-34,4	0,10	-0,04	19,3	-7,20
K6	9,03	-2,30	0,32	-0,08	1,23	-0,31	47,4	-12,1	24,9	-6,32	36,0	-9,16	29,1	-7,40	66,4	-16,9	0,09	-0,02	13,6	-3,46
K7	9,81	-2,89	0,77	-0,23	1,36	-0,40	44,6	-13,1	32,9	-9,69	38,7	-11,4	31,9	-9,39	72,7	-21,4	0,08	-0,02	15,2	-4,48
K8	6,98	0,49	3,09	0,22	1,19	0,08	23,8	1,68	19,1	1,35	24,4	1,72	19,2	1,35	44,3	3,13	0,25	0,02	6,59	0,47
K9	5,42	1,57	3,49	1,01	0,80	0,23	16,1	4,67	14,7	4,26	17,1	4,95	15,5	4,50	30,9	8,94	0,21	0,06	4,54	1,31
K10	0,58	2,15	1,36	5,08	0,09	0,32	1,52	5,68	4,13	15,4	1,23	4,58	1,62	6,04	4,21	15,7	0,06	0,22	0,34	1,26
K11	3,35	1,95	1,60	0,93	0,62	0,36	10,9	6,34	9,32	5,42	10,9	6,33	9,84	5,72	22,1	12,9	0,20	0,11	3,02	1,76
K12	8,57	-0,65	2,98	-0,23	1,57	-0,12	30,8	-2,34	23,6	-1,79	34,0	-2,58	23,2	-1,76	54,3	-4,12	0,27	-0,02	8,84	-0,67
K13	10,2	-1,12	5,20	-0,57	1,65	-0,18	33,2	-3,65	25,8	-2,83	37,8	-4,15	25,8	-2,84	58,9	-6,47	0,29	-0,03	9,53	-1,05
K14	7,16	-1,40	8,99	-1,76	2,07	-0,40	35,8	-7,00	58,0	-11,3	43,0	-8,41	28,2	-5,50	135	-26,3	0,43	-0,08	11,7	-2,28
K15	14,3	-3,89	3,82	-1,04	2,23	-0,61	46,9	-12,8	34,6	-9,44	59,0	-16,1	41,8	-11,4	235	-64,2	0,45	-0,12	14,3	-3,90

6.16. Прорачун садржаја елемената (mg kg^{-1}) литогеног и антропогеног порекла у узорцима земљишта на растојању 100 m од аутопута

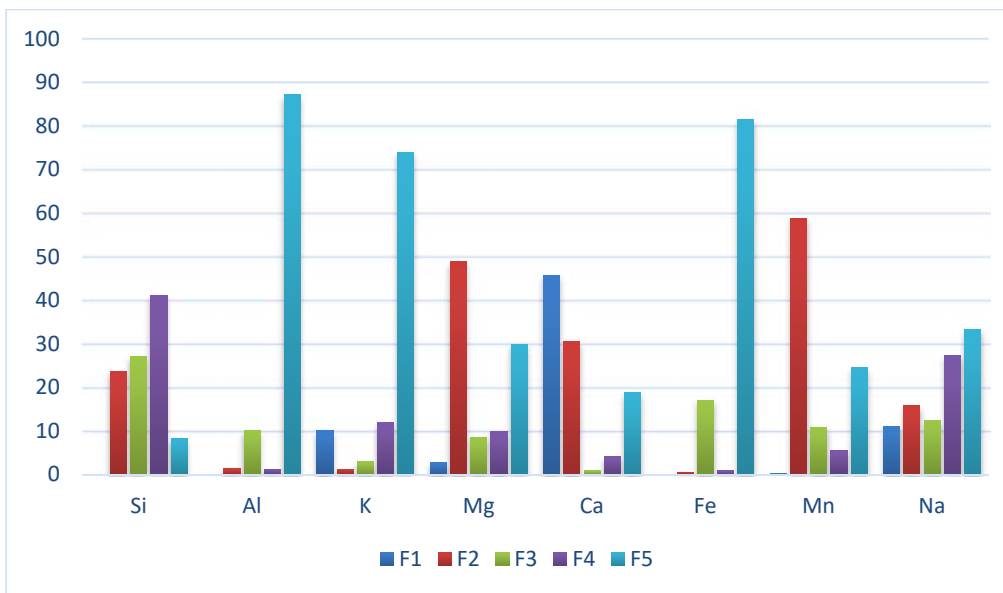
	Sблиг	Sбантр	Vлиг	Vантр	Валит	Ваантр	Молит	Моантр
K1	0,43	-0,19	69,3	-29,6	200	-85,6	1,15	-0,49
K2	0,39	-0,13	56,0	-18,7	186	-61,8	0,91	-0,30
K3	0,17	-0,05	44,0	-13,7	123	-38,1	0,73	-0,23
K4	0,99	-0,34	56,2	-19,2	143	-48,9	0,91	-0,31
K5	0,52	-0,19	62,0	-23,2	189	-70,6	1,13	-0,42
K6	0,29	-0,07	42,4	-10,8	141	-35,8	0,72	-0,18
K7	0,46	-0,14	48,1	-14,2	148	-43,5	0,84	-0,25
K8	1,49	0,11	30,4	2,15	81,4	5,75	0,23	0,02
K9	0,90	0,26	21,0	6,08	57,1	16,5	0,51	0,15
K10	0,28	1,04	1,77	6,61	4,23	15,8	0,02	0,09
K11	0,59	0,34	15,0	8,71	39,8	23,2	0,18	0,10
K12	1,54	-0,12	38,5	-2,92	108	-8,20	0,53	-0,04
K13	0,91	-0,10	40,7	-4,48	113	-12,4	0,91	-0,10
K14	1,46	-0,29	38,7	-7,55	147	-28,7	0,40	-0,08
K15	1,49	-0,41	52,7	-14,4	211	-57,6	0,90	-0,25

ПРИЛОГ 7

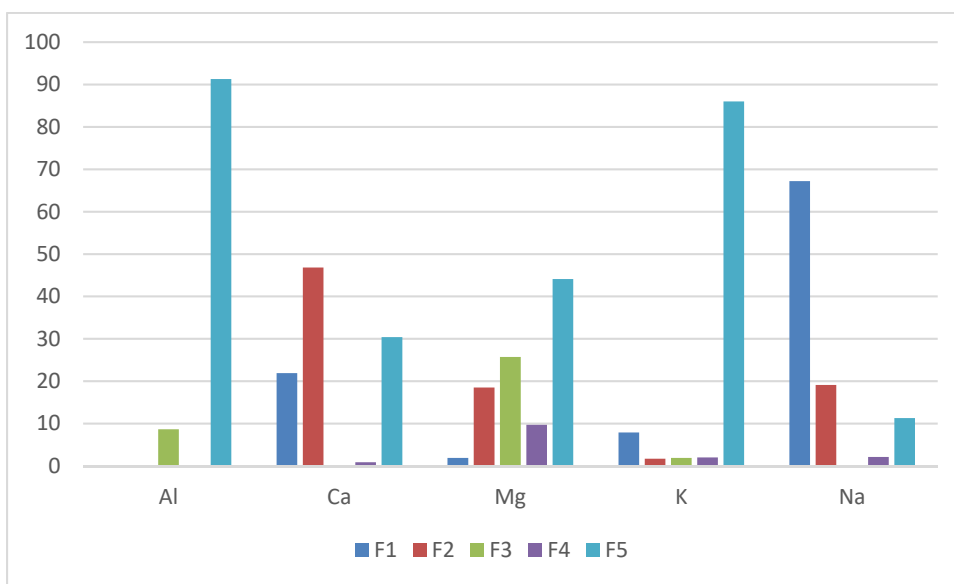
Расподела садржаја макрокомпоненти (%) по фазама секвенцијалне екстракције



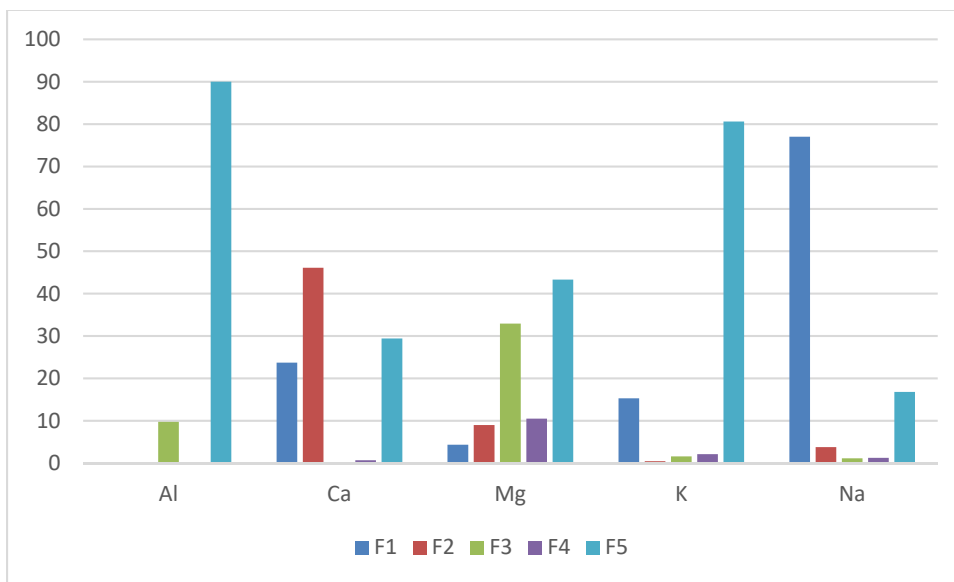
Слика 1. Дијаграм процентуалног учешћа макрокомпонената по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште Срема, слој Т и Б)



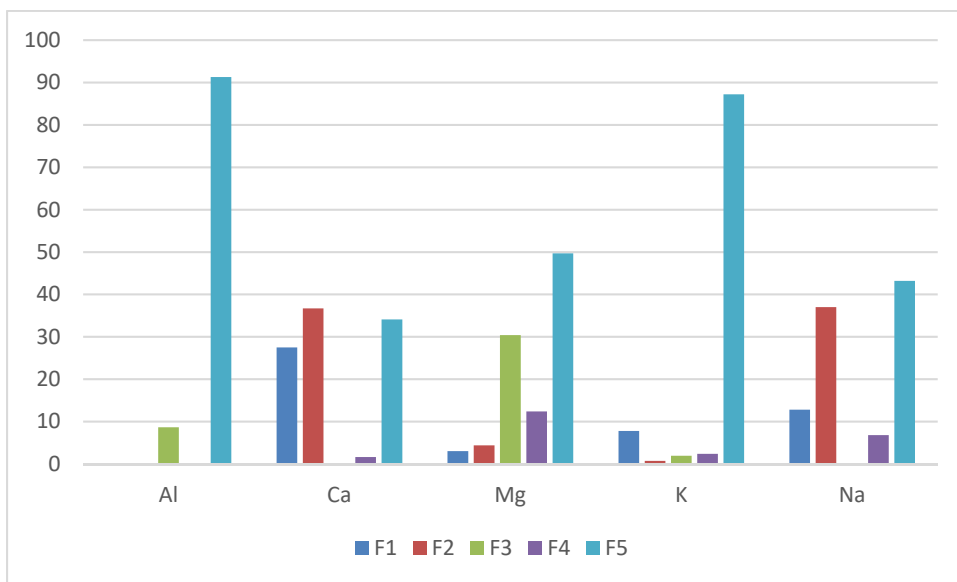
Слика 2. Дијаграм процентуалног учешћа макрокомпонената по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште С. Баната, слој Т и Б)



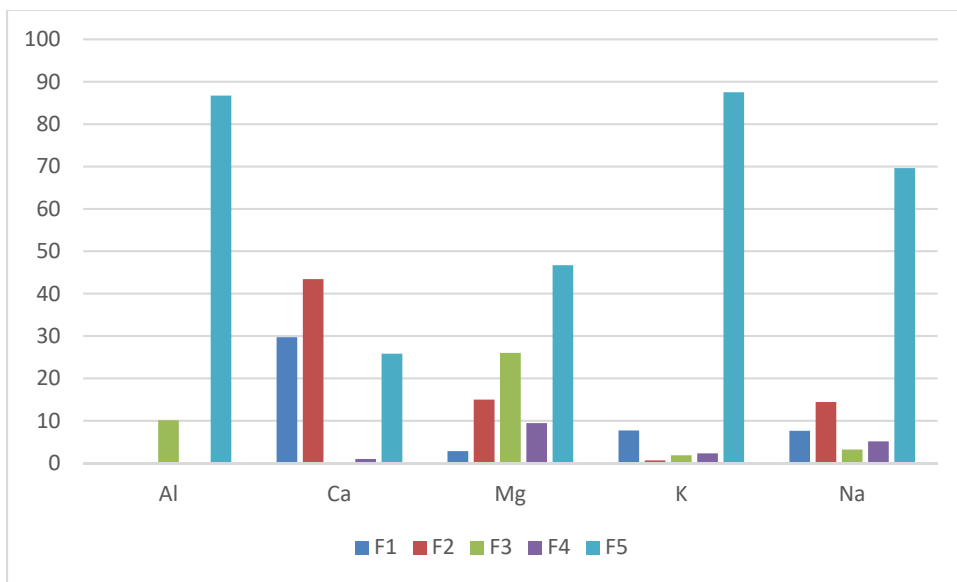
Слика 3. Дијаграм процентуалног учешћа макрокомпонената по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 1 m од аутопута)



Слика 4. Дијаграм процентуалног учешћа макрокомпонената по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 5 m (слој Т и Б) од аутопута)



Слика 5. Дијаграм процентуалног учешћа макрокомпонената по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 10 m од аутопута)



Слика 6. Дијаграм процентуалног учешћа макрокомпонената по фазама секвенцијалне екстракције (земљиште на растојању 100 m од аутопута)

ПРИЛОГ 8.

Статистички тестови

8.1. Wilcoxon – Signed - Rank тест (5%)

Област		Al	As	B	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Co	Zn	Hg	Ca	K	Mg	Na
Срем		0,453	0,859	0,001	0,001	0,055	0,038	0,247	0,045	0,042	0,002	0,059	0,001	0,006	0,004	0,045	0,261	0,924
С. Банат	P*	0,684	0,974	0,853	0,147	0,733	0,886	0,800	0,318	0,531	0,081	0,621	0,684	0,652	0,258	0,590	0,734	0,575
Аутопут(5m)		0,035	0,035	0,035	0,070	0,035	0,007	0,118	0,035	0,035	0,007	1,00	0,035	0,070	0,035	0,070	0,118	0,007

*P-кофицијент < 0,05- хипотеза о статистички значајној разлици резултата се прихвата

ПРИЛОГ 9

Статистички тестови - ANOVA

9.1. Резултати ANOVA (једнофакторска) теста разлике садржаја микроелемената у обрадивом и необрадивом земљишту С. Баната (n=23, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит.
Између група	57,80425	3	19,26808	0,061116	0,980009	2,7826
Унутар групе	16393,98	52	315,2688			
Укупно	16451,78	55				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F – статистичка (израчуната) вредност, P – ниво статистичке значајности

9.2. Резултати ANOVA теста (једнофакторска) разлике рН вредности по растојању у земљишту око аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит.
Између група	0,71478	3	0,23826	0,823784	0,486282	2,769431
Унутар групе	16,19668	56	0,289226			
Укупно	16,91146	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F – статистичка (израчуната) вредност, P – ниво статистичке значајности

9.3. Резултати ANOVA (једнофакторска) теста разлике органске материје по растојању у земљишту око аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит.
Између група	15,807	3	5,269	2,091143	0,111684	2,769431
Унутар групе	141,1018	56	2,519675			
Укупно	156,9088	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F – статистичка (израчуната) вредност, P – ниво статистичке значајности

9.4. Резултати ANOVA (једнофакторска) теста разлике садржаја карбоната по растојању у земљишту око аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	75,97922	3	25,32641	0,932482	0,431143	2,769431
Унутар групе	1520,972	56	27,16021			
Укупно	1596,951	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.5. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја As по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	171,1998	14	12,22856	9,262514	8,69E ⁻⁰⁹	1,935009
Унутар групе	35,37751	3	11,7925	8,932222	0,000107	2,827049
Грешка	55,44925	42	1,32022			
Укупно	262,0266	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.6. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Cd по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	3,666191	14	0,261871	20,91763	1,61E ⁻¹⁴	1,93500
Унутар групе	1,0039	3	0,334633	26,72975	7,86E ⁻¹⁰	2,82704
Грешка	0,525804	42	0,012519			
Укупно	5,195895	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.7. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Со по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата (SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	300,6236	14	21,47311	15,34944	3,26E-12	1,935009
Унутар групе	41,97888	3	13,99296	10,00247	4,24E-05	2,827049
Грешка	58,75593	42	1,398951			
Укупно	401,3584	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.8. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Сг по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	4833,666	14	345,2618	5,48375	8,34E-06	1,93500
Унутар групе	562,0324	3	187,3441	2,97556	0,04228	2,82704
Грешка	2644,354	42	62,96081			
Укупно	8040,052	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.9. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Си по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	4767,283	14	340,5202	11,60342	2,95E-10	1,935009
Унутар групе	166,3313	3	55,44376	1,889277	0,146079	2,827049
Грешка	1232,555	42	29,34655			
Укупно	6166,169	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.10. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Ni по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	5127,542	14	366,253	12,11121	1,51E-10	1,935009
Унутар групе	126,164	3	42,05467	1,390659	0,258878	2,827049
Грешка	1270,114	42	30,24082			
Укупно	6523,82	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.11. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Pb по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P-value	F crit
Између група	33302,2	14	2378,729	2,314412	0,018196	1,935009
Унутар групе	7751,171	3	2583,724	2,513864	0,07137	2,827049
Грешка	43167,16	42	1027,79			
Укупно	84220,53	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.12. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Ва по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадра(MS)	F	P	F крит
Између група	36224,39	14	2587,456	9,746381	4,13E-09	1,935009
Унутар групе	6628,587	3	2209,529	8,322811	0,000185	2,827049
Грешка	11150,1	42	265,4787			
Укупно	54003,08	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.13. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Мо по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	1,391857	14	0,099418	7,367622	2,1E-07	1,935009
Унутар групе	0,076538	3	0,025513	1,890661	0,145846	2,827049
Грешка	0,566746	42	0,013494			
Укупно	2,035141	59				

Напомена: df – степени слободe, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.14. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Fe по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	1,75E+09	14	1,25E+08	9,123421	1,08E-08	1,935009
Унутар групе	77578552	3	25859517	1,882776	0,147175	2,827049
Грешка	5,77E+08	42	13734784			
Укупно	2,41E+09	59				

Напомена: df – степени слободe, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.15. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Mn по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	1020051	14	72860,76	14,3876	9,49E-12	1,935009
Унутар групе	123642,1	3	41214,02	8,138412	0,000219	2,827049
Грешка	212693,7	42	5064,135			
Укупно	1356386	59				

Напомена: df – степени слободe, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.16. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Sb по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни			
			квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	2,125309	14	0,151808	0,979984	0,48907	1,935009
Унутар групе	3,789929	3	1,26331	8,155201	0,000216	2,827049
Грешка	6,506156	42	0,154908			
Укупно	12,42139	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F – статистичка (израчуната) вредност, P – ниво статистичке значајности

9.17. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Zn по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни			
			квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	32265,12	14	2304,651	4,986545	2,45E-05	1,935009
Унутар групе	12632,98	3	4210,993	9,111271	9,16E-05	2,827049
Грешка	19411,31	42	462,174			
Укупно	64309,4	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F – статистичка (израчуната) вредност, P – ниво статистичке значајности

9.18. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја V по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни			
			квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	2754,773	14	196,7695	19,36014	6,24E-14	1,935009
Унутар групе	254,3113	3	84,77042	8,340556	0,000182	2,827049
Грешка	426,8729	42	10,16364			
Укупно	3435,957	59				

Напомена: df – степени слободе, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F – статистичка (израчуната) вредност, P – ниво статистичке значајности

9.19. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја В по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	34,00605	14	2,429003	1,27291	0,263981	1,935009
Унутар групе	160,0145	3	53,33815	27,95166	4,25E-10	2,827049
Грешка	80,1456	42	1,908229			
Укупно	274,1661	59				

Напомена: df – степени слободe, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

9.20. Резултати ANOVA (двофакторска) теста разлике садржаја Нg по растојању у земљишту око и дуж аутопута (n=15, $\alpha=0,05$)

Извор варијације	Сума квадрата(SS)	df	Просечни квадрат(MS)	F	P	F крит
Између група	0,318732	14	0,022767	1,077532	0,403777	1,935009
Унутар групе	0,775684	3	0,258561	12,2376	6,88E-06	2,827049
Грешка	0,887394	42	0,021128			
Укупно	1,98181	59				

Напомена: df – степени слободe, $F_{\text{крит}}$ – статистичка табеларна вредност, F-статистичка (израчуната) вредност, P– ниво статистичке значајности

ПРИЛОГ 10

СІА вредности у узорцима земљишта

10.1. СІА вредности у узорцима земљишта Срема (слој Т и Б)

Узорци	Т слој	Б слој
S1	92,40	96,29
S2	96,78	96,84
S3	92,23	97,59
S4	96,62	96,80
S5	96,39	96,22
S6	91,21	80,22
S7	95,46	86,21
S8	87,04	87,40
S9	67,45	58,48
S10	61,29	60,35
S11	67,76	63,61
S12	73,39	91,64
S13	62,77	91,10
S14	64,62	62,49
S15	66,48	57,20
S16	85,02	60,56
S17	74,69	70,98
S18	93,96	87,64
S19	86,14	97,21
S20	91,88	82,91
S21	92,24	65,41
S22	88,48	96,97
S23	57,46	62,88
S24	68,85	57,24
S25	62,42	59,42
S26	66,70	82,54
S27	74,81	91,91
S28	90,14	96,88
S29	83,94	97,12
S30	89,88	95,13

10.2. СІА вредности у узорцима земљишта Срема (слој Т и Б)

Узорци	Т слој	Б слој
S31	96,38	96,19
S32	91,16	93,98
S33	85,70	96,41
S34	68,63	63,38
S35	85,64	72,71
S36	96,59	95,87
S37	94,82	94,78
S38	92,00	98,07
S39	91,81	86,36
S40	91,62	57,06
S41	92,90	98,04
S42	43,23	32,07
S43	57,62	61,30
S44	70,97	75,70
S45	62,72	68,36
Средња вредност	80,89	80,39

10.3. CIA вредности у узорцима земљишта С.Баната на растојању (слој Т и Б)

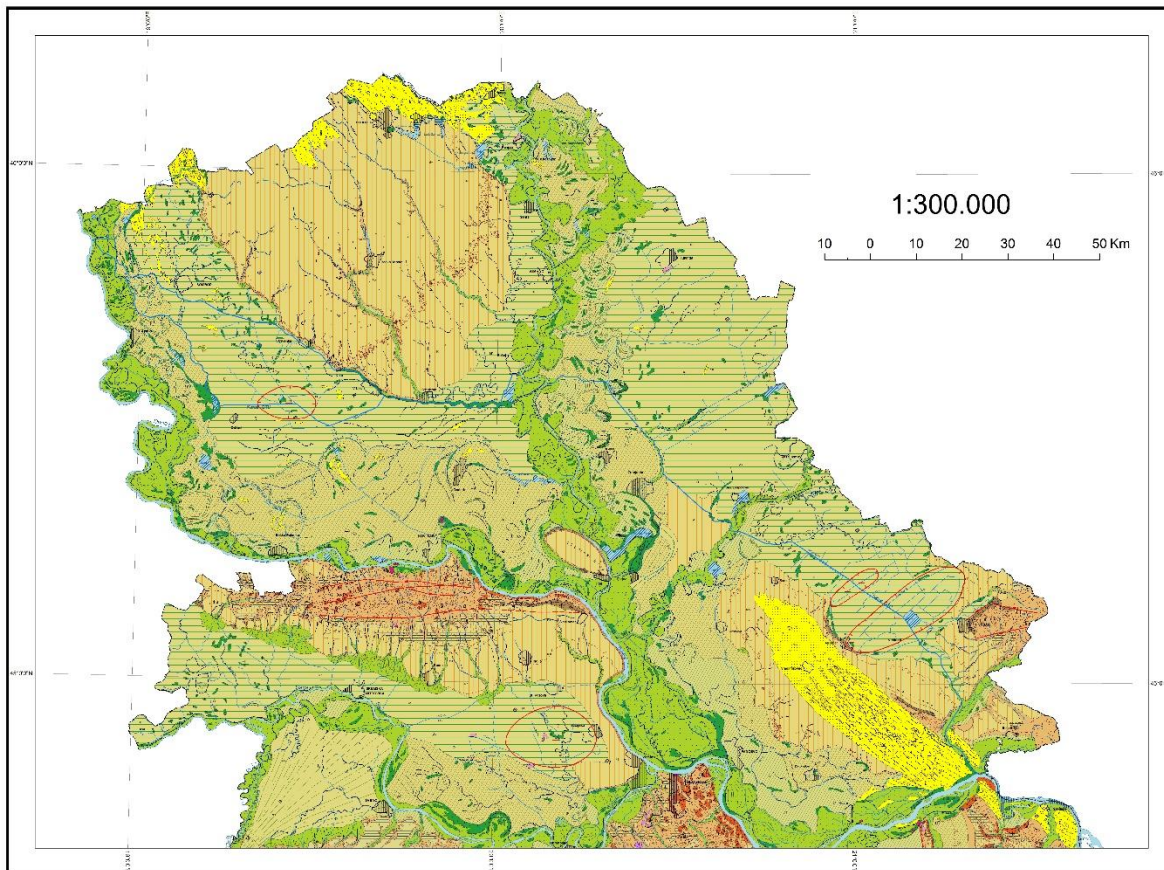
Узорци	Т слој	Б слој
SB1	90,67	90,81
SB2	86,88	87,35
SB3	86,18	86,67
SB4	86,16	85,73
SB5	81,59	83,62
SB6	82,34	83,79
SB7	86,95	84,46
SB8	85,54	82,77
SB9	81,42	78,14
SB10	84,52	85,19
SB11	79,98	79,13
SB12	81,82	81,43
SB13	89,45	78,30
SB14	78,33	89,68
SB15	88,47	89,4
SB16	57,93	76,73
SB17	87,32	75,02
SB18	75,57	77,00
SB19	83,06	82,03
SB20	56,93	47,49
SB21	71,20	59,07
SB22	86,60	88,87
SB23	91,02	91,93
Средња вредност	81,73	81,07

10.4. СІА вредности у узорцима земљишта на растојању од 1 m, 5 m (слој Т и Б), 10 m, 100 m од аутопута

Узорци	1 m	5m (Т слој)	5m (Б слој)	10m	100m
К1	79,46	60,76	60,06	55,59	82,82
К2	59,95	54,65	44,49	56,13	70,33
К3	56,79	59,40	27,74	57,91	50,19
К4	44,84	47,70	30,23	43,73	51,14
К5	46,81	57,96	53,11	65,36	73,77
К6	60,65	60,66	42,11	53,19	60,60
К7	51,88	54,61	30,85	48,39	66,36
К8	34,94	45,95	30,31	43,35	63,21
К9	48,23	47,97	25,56	30,19	75,40
К10	41,51	49,51	43,99	53,58	75,74
К11	46,78	56,75	48,98	48,03	57,56
К12	70,27	67,87	70,15	66,26	77,46
К13	57,64	66,82	60,91	67,75	74,57
К14	62,98	67,55	44,33	75,01	77,27
К15	51,75	51,49	80,71	46,52	84,66
Средња вредност	54,30	56,64	46,24	54,07	64,40

ПРИЛОГ 11

Геоморфолошка Карта Војводине са легендом (модификовано по Менковићу и сарадницима, 2015).



ЛЕГЕНДА LEGEND

МОРФОГЕНЕЗА И МОРФОГРАФИЈА MORPHOGENESIS AND MORPHOGRAPHY

ЕНДОГЕНИ РЕЉЕФ ENDOGENETIC RELIEF

ТЕКТОНОГЕНИ РЕЉЕФ TECTOGENETIC RELIEF

	Расед, сигурно лоциран <i>Fault, certainly located</i>
	Расед, покривен или несигурно лоциран <i>Covered or uncertainly located fault</i>
	Релативно спуштен блок <i>Downthrown block</i>
	Чело навлаке <i>Front of thrust</i>
	Хорст <i>Horst</i>
	Ров <i>Graben</i>
	Неотектонска депресија <i>Neotectonic depression</i>

ВУЛКАНОГЕНИ РЕЉЕФ VOLCANOGENETIC RELIEF

	Подручје терцијарног вулканизма <i>Area of Tertiary volcanism</i>
	Претпостављени центар вулканске активности <i>Presumed center of volcanic activity</i>
	Остаци калдере <i>Caldera rim remnants</i>
	Вулкански нек <i>Volcanic neck</i>

ЕГЗОГЕНИ РЕЉЕФ EXOGENETIC RELIEF

ЕЛУВИЈАЛНИ РЕЉЕФ ELUVIAL RELIEF

	Зараван на којој преовлађује елувијални процес <i>Plateau of prevailing eluvial process</i>
--	--

ДЕЛУВИЈАЛНО-ПРОЛУВИЈАЛНИ РЕЉЕФ DELUVIO-PROLUVIAL RELIEF

	Подручје спирања и јаружања <i>Area of rill and gully erosion</i>
	Земљане пирамиде <i>Earth pillars or pyramids</i>
	Превој <i>Crossing</i>
	Делувијално - пролувијални застор <i>Deluvio - proluvial pediment deposit</i>
	Пролувијална лепеза <i>Proluvial fan</i>

КОЛУВИЈАЛНИ РЕЉЕФ COLLUVIAL RELIEF

	Стеновити одсек - ескарпман <i>Rocky escarpment</i>
	Стрма стеновита падина са појавама осипања и ороњавања <i>Steep slope with landslides</i>
	Колувијални застор <i>Colluvial pediment deposit</i>
	Клизишта уопште, активна и умирена <i>Landslide, active or calmed</i>
	Ожиљак клизишта са смером клизања <i>Landslide scar with slide direction</i>

ФЛУВИЈАЛНИ РЕЉЕФ FLUVIAL RELIEF

	Клисура - кањон <i>Gorges - canyons</i>
	Епигенетска долина <i>Epigenetic valley</i>
	Повећање нагиба уздужног профила водотока <i>Slope angle increase at longitudinal stream profile</i>
	Смањење нагиба уздужног профила водотока <i>Slope angle decrease at longitudinal stream profile</i>
	Водопад <i>Waterfall</i>
	Долина у лесу <i>Valley in loess</i>
	Долина преграђена еолским песковима, реконструисана <i>Valley divided with eolian sand barrier, reconstructed</i>
	Напуштено речно корито <i>Abandoned river trough</i>
	Укљештени меандар <i>Constrained meander</i>
	Укљештени меандар, одсечен <i>Constrained meander, cutted</i>
	Пиратерија <i>Stream piracy</i>
	Речне терасе <i>River terraces</i>
	Речна тераса покривена лесом <i>River terrace covered by loess</i>
	Глациофлувијалне терасе <i>Glaciofluvial terraces</i>
	Терасни одсек <i>Terrace escarpment</i>
	Одсек лесне заравни <i>Loess plain escarpment</i>
	Оцедни речни ток <i>Drained river current</i>
	Суви канал оцедног тока <i>Dry channel of drained currents</i>
	Алувијална равана <i>Alluvial plain</i>
	Траса пешчаних спрудова <i>Trace of sandy banks</i>
	Речно острво - ада <i>Sand bar - island</i>
	Плавинска лепеза сталних речних токова <i>Rock mantled slope of permanent river flows</i>
	Стара, напуштена плавина <i>Old, abandoned flood</i>
	Хидрографски чвор Балканског полуострва <i>Hydrographic node of Balkan peninsula</i>

ФЛУВИО-БАРСКИ РЕЉЕФ FLUVIO-SWAMP RELIEF

	Баре и мочваре <i>Swamps and marshes</i>
	Мртваја - напуштени меандар <i>Oxbow lake - abandoned meander</i>
	Река у фази забаривања <i>River becoming swamp</i>
	Природно језеро у фази забаривања <i>Natural lake becoming swamp</i>
	Флувио - барско дно Панонског басена <i>Fluvio - swamp bottom of Pannonian basin</i>
	Флувио - барско дно у крашким пољима <i>Fluvio - swamp bottom in karstic valleys</i>

МАРИНСКО-ЛИМНИЧКИ РЕЉЕФ MARINE-LACUSTRINE RELIEF

	Маринско - лимничка тераса (површ) <i>Marine - lacustrine terrace (plain)</i>
	Маринско - лимничка тераса покривена лесом <i>Marine - lacustrine terrace covered by loess</i>
	Трагови некадашње обалске линије <i>Traces of previous coast line</i>

КРАШКИ РЕЉЕФ KARSTIC RELIEF

	Подручје развоја крашког процеса <i>Area of developed karstic forms</i>
	Крашко поље <i>Karstic valley ("polje")</i>
	Крашка увала <i>Karstic valley sink</i>
	Сува крашка долина <i>Dry karstic valley</i>
	Долина са viseћим ушћем <i>Valley with hanging mouth</i>
	Слепа долина <i>Blind valley</i>
	Понор - активан, повремени или напуштени <i>Abyss - active, periodical or abandoned</i>
	Јама <i>Pit</i>
	Пећина <i>Cave</i>
	Природни мост - прераст <i>Natural bridge - pass</i>
	Крашки извор - врело <i>Karstic spring</i>
	Бигрене каскаде (наслаге бигра) <i>Travertine cascades</i>

ЕОЛСКИ РЕЉЕФ EOLIAN RELIEF

	Лесна зараван <i>Loess plain</i>
	Лесна дина <i>Loess dune</i>
	Издувина <i>Blown forms</i>
	Пешчани покров високих дина <i>Sandy cover of high dunes</i>
	Пешчани покров ниских дина <i>Sandy cover of low dunes</i>
	Пешчани покров са слабо израженим динама <i>Sandy cover of weakly exposed dunes</i>
	Индивидуални пешчани брежуљак <i>Individual sandy bar</i>
	Смер доминантног ветра <i>Direction of dominant wind strike</i>

ПЕРИГЛАЦИЈАЛНИ РЕЉЕФ PERIGLACIAL RELIEF

	Подручје развоја крио - нивационих процеса <i>Area of development of cryo - nivulated processes</i>
--	--

ГЛАЦИЈАЛНИ РЕЉЕФ GLACIAL RELIEF

	Подручје плеистоценске глацијације <i>Area of Pleistocene glaciation</i>
	Цирк <i>Cirque</i>
	Валов <i>Glacial trough</i>
	Мутониране стене <i>"Roche moutonnée"</i>
	Морена <i>Moraines</i>
	Смер кретања плеистоценских ледника <i>Direction of Pleistocene glacier movings</i>

АНТРОПОГЕНИ РЕЉЕФ ANTHROPOGENETIC RELIEF

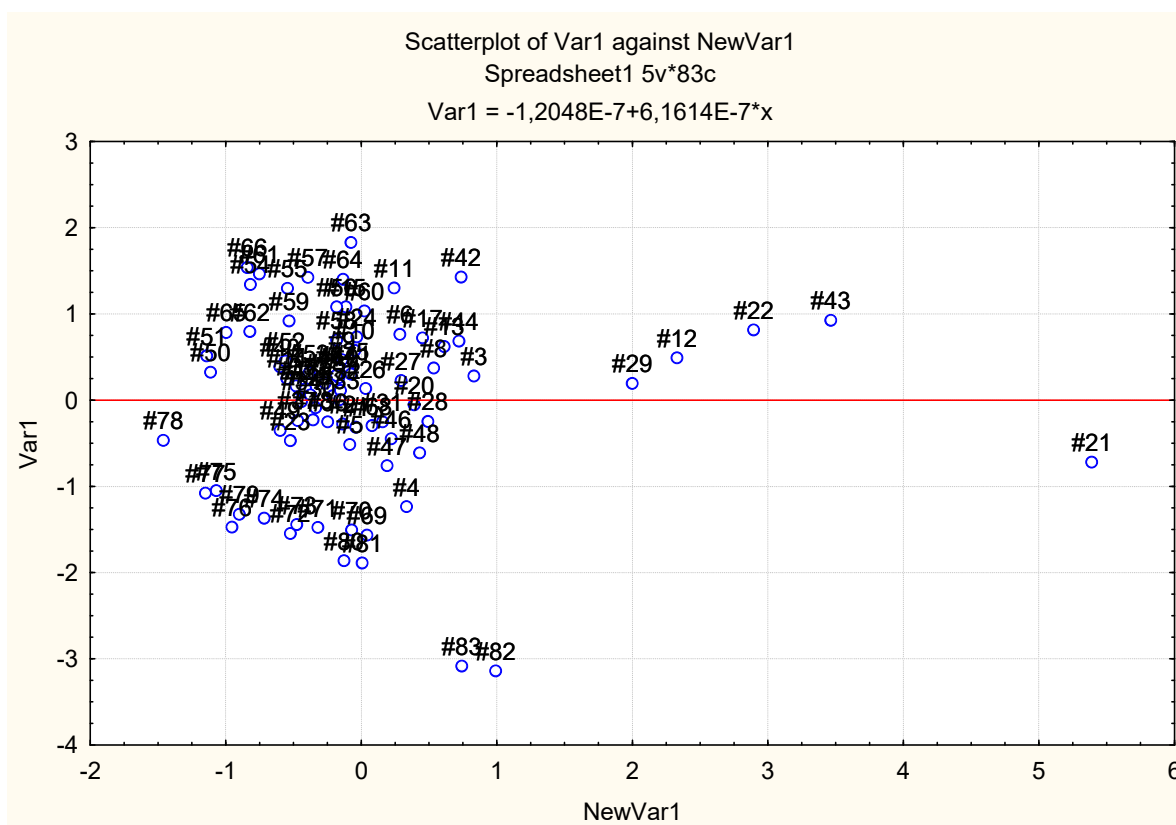
	Урбана средина <i>Settlement</i>
	Ископ <i>Hole</i>
	Депонија <i>Waste dump</i>
	Ископи шљунка испуњени водом <i>Gravel excavations filled with water</i>
	Рибњак <i>Fish - pond</i>
	Вештачко језеро <i>Artificial lake</i>
	Велики канал Дунав - Тиса - Дунав <i>Channel Dunav - Tisa - Dunav</i>
	Мањи канал <i>Small channel</i>
	Водоодбрамбени насип <i>Waterdefence bank</i>

ПРИЛОГ 12

Диференцијација локалитета применом статистичке анализе

У овом прилогу испитана је почетна хипотеза о употреби статистичке обраде резултата добијених применом секвенцијалне екстракције у сврху диференцирања најконтаминиранијих узорака земљишта, као и оних којих нису значајно контаминирани. Како се из претходног целокупног излагања може закључити, услед повећаног садржаја већег броја елемената, најконтаминиранији локалитети испитиване области Срема, С. Баната и Бачке, су: област поред кожаре (S 21, S22), цементаре (S41, S42), урбане области (S29) и постројења за обраду метала (S12) у Срему; алувијон Тисе (SB1), индустријска област Зрењанина (текстилна, рециклирање метала, пумпа - SB13, обрадиво земљиште (SB3) и локалитет у близини канала Брзава (S23) у Средњем Банату; локалитети поред пута (K1, K2, K3, K14 и K15, подручје близине Фрушке Горе и алувијона Дунава.

Применом статистичке обраде података PCA (Q mode) потврђени су ови резултати издвајањем наведених локалитета (Слика 48); На овој слици, издвојени су узорци под бројем 68, 82 и 83 представљају локалитете S23, K14 и K15. Насупрот овим локалитетима, број «78» представља узорак K10, који је најмање контаминирани у односу на остале испитиване узорке. На овај начин потврђена је постављена хипотеза



Слика 12.1.. Резултати примене PCA (Q mode)

Биографија ауторке

Маја Познановић Спахић је рођена у Београду, 28.12.1975. Основну школу и гимназију завршила је у Београду. Дипломирала је 2004. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду, при Катедри за Примењену хемију и хемију животне средине и стекла диплому Дипломирани хемичар.

Од 2004. запослена је у хемијској лабораторији „Геоинститута“ на радном месту хемичара аналитичара. Кроз активно радно учешће ангажована је у оквиру више пројеката Министарства Енергетике, Рударства, и Екологије. Као стручни сарадник, учествовала је у изради студија Сектора хидрогеологије, Сектора Истраживања минералних сировина, као и при лабораторијским пословима израде Геолошких карата Србије и интернационалног пројекта Геолошка Карта Либије 1 : 250 000. Данас ради на месту начелника одељења Хемијске лабораторије Геолошког Завода Србије, у звању Вишег саветника.

Била је стипендиста »Балканског удружења за заштиту животне средине БЕНА« у сарадњи са »CARLSBERG« Србија, за 2007/2008. годину, за пројекат: „Испитивање подземних и бунарских вода у региону Београда“.

Године 2009. је стекла диплому Мастер хемије, при Катедри за Примењену хемију и Хемију животне средине Хемијског факултета у Београду. Исте године уписала је докторске студије при Катедри за Аналитичку хемију Хемијског факултета Универзитета у Београду.

Кандидаткиња је до сада објавила шест научних радова у међународним часописима. Резултати проистекли из истраживања представљених овом дисертацијом, публиковани су у три ауторска рада - два рада су објављена у истакнутом међународном часопису (M22) и трећи у међународном часопису (M23). Коаутор је три рада, од којих је један објављен у врхунском међународном часопису (M21), један у истакнутом међународном часопису (M22) и један у међународном часопису (M23). Такође, аутор је 14 и коаутор 9 научних саопштења презентованих на међународним скуповима и скуповима од националног значаја, од којих су у пет представљени резултати приказани у оквиру ове дисертације.

Целокупна библиографија кандидаткиње је категорисана према Правилнику о поступку вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата (Сл. Гласник РС 24/2016, 21/2017) и представљена је у даљем тексту.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја

M21 - рад у врхунском међународном часопису

Nenadović S., Nenadović M., Kljajević Lj., Vukanać I., **Poznanović M.**, Mihajlović-Radosavljević A. (2012) *Vertical distribution of natural radionuclides in soil: Assessment of external exposure of population in cultivated and undisturbed areas*, Science of the Total Environment, 429, 309-316.

Environmental sciences (31/210) **IF₂₀₁₂=3,258 (M21)**

M22 - рад у истакнутом међународном часопису

1. Tančić P, Dimitrijević R., **Poznanović M.**, Pačevski A., Sudar S (2012) *The cristal structure and chemical composition of Ludwigit from Vranovac ore deposit (Boranja Mt Serbia)*, Acta Geologica Scinica, 86, 1524-1538.

Geoscience, Multidisciplinary (77/172), **IF₂₀₁₂=1,568 (M22)**

Poznanović Spahić, M., Sakan, S., Cvetković, Ž., Tančić, P., Trifković, J., Nikić, Z., Manojlović, D. (2018) *Assessment of contamination, environmental risk, and origin of heavy metals in soils surrounding industrial facilities in Vojvodina (Serbia)*. Environmental Monitoring and Assessment, 190, <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6583-9>.

Environmental sciences (135/241) **IF₂₀₁₇=1,804 (M22)**

Poznanović Spahić, M., Manojlović, D., Cvetković, Ž., Tančić, P., Nikić, Z., Kovačević R., Sakan, S. (2019) *Environmental impact of industrial and agricultural activities to the trace element content in soil of Srem (Serbia)*, Environmental Monitoring and Assessment 191, <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7268-8>

Environmental sciences (142/251) **IF₂₀₁₈=1,959 (M22)**

M23 - рад у међународном часопису

1. Petrović T. M., Zlokolica-Mandić M., Veljković N., Papić P. J., **Poznanović M. M.**, Stojković J. S., Magazinović S. M. (2012) *Macro and microelements in bottled and tap waters of Serbia*, Hemijska Industrija, 66 (1), 107-122.

Engineering, chemical (104/133) **IF₂₀₁₂ =0,463 (M23)**

2. **Poznanović Spahić, M.**, Sakan, S., Glavaš-Trbić, B., Tančić, P., Škrivanj, S., Kovačević, J., Manojlović, D. (2018). *Natural and anthropogenic sources of chromium, nickel and cobalt in soils impacted by agricultural and industrial activity (Vojvodina, Serbia)*, Journal of Environmental Science and Health. Part A: Toxic Hazardous Substances and Environmental Engineering, <http://www.tandfonline.com/loi/lesa20>

Environmental sciences (178/251) **IF 2018=1,536 (M23)**

Саопштења на научним скуповима

М33-саопштење са међународног скупа штампано у целини

Poznanović M, Tančić P, Petrović S (2006) “*Mineralogically-chemical characteristic of the mud sample from the Koviljaca spa*”, 5th Geological Congress on Regional geoscientific Cartography and information systems (ECONGEO 2006), June 2006, Barcelona, Spain, Proceedings Vol 1, SO3 Mineral resources and geothermal energy, 278-280

Познановић М., Јакшић Љ. (2006) “Одређивање тешких метала у глинама за хуману употребу” 1. Међународни конгрес »Екологија здравље и спорт«, јун 2006., Бања Лука, Република Српска. Зборник радова, секција И/1

Познановић М., Танчић П. (2006) “Минеролошко-хемијске карактеристике и састав микроелемената лековитог блата Бање Ковиљаче (Западна Србија)”, 1. Међународни конгрес »Екологија здравље и спорт«, јун 2006., Бања Лука, Република Српска. Зборник радова, секција И/1ц

Tančić P, **Poznanović M.**, Petrović S. (2006) “*New occurrence of gypsum in Belgrade city (Serbia)*”, National Conference with international participation GEOSCIENCE 2006, November -December 2006, Sofia, Bulgaria. Proceedings, 431-434

Spahić D., **Poznanović M.**, Tančić P. (2007) „Characterization of the abandoned slag disposal at the Babe village locality (Kosmaj, Serbia) with reconsideration about its potential eco hazard to the surrounding area”, XI International Eco-conference, September 2007., Novi Sad. Proceedings Vol 1, 149-156

Tančić P., Spahić D, **Poznanović M.** (2009) „*Characterization of abandoned slag disposal at Babe village (Mt. Kosmaj, Serbia)*”, XIII International Eco-conference, September 2009., Novi Sad. Proceedings 269-276

Tančić P., **Poznanović M.** (2010) „*Preliminary data on crystal-chemical characteristics of beryl from CerMt. (Serbia)*“, XIX CBGA Congres, Thessaloniki Proceedings, spec. vol. 99, 341-346

Poznanović Spahić M., Sakan S., Manojlović D., Tančić P., Škrivanj S., Kovačević J., Petrović S. (2017) *Heavy metals in soils of Srem (Vojvodina)*, 25th International conference Eco-ist 2017, Jun 2017, Vrnjačka Banja. Proceedings, 347-354

Poznanović Spahić M., Sakan S., Manojlović D., Tančić P., Škrivanj S., Kovačević J., Nikić Z. (2017) *Chromium, Nickel, and Cobalt in soils of Srem and C. Banat*, XXI International Eco-conference Environmental protection of urban and suburban settlements, September 2017, Novi Sad. Proceedings, 115-122

M-34 Саопштење са међународног скупа штампано у изводу

1. **Poznanović M.**, Đakonović M., Spahić D. (2005), „*Analysis of water quality after flood in area of Jaša Tomić*”, International conference on new water culture of south east European countries, October 2005, Athens, Greece. Book of abstracts, 56

2. Tančić P., **Poznanović M.**, Mojić S., Kovačević D. (2007) „*Finding of hematite (specularite) at Duskina Mala locality near Presevo, South Serbia*”, National conference GEOSCIENCES 2007, November 2007, Sofia, Bulgaria. Proceedings, 56-57

3. Tančić P., **Poznanović M.**, Sudar S. (2008) „*Occurrence of Ludwigit from the Vranovac locality (Boranja, Vt Serbia)*”, 33rd International Geological Congress MPM-01 General contributions to mineralogy, August 2008, Oslo, Norway

4. **Познановић М.**, Горданић В., Марковић И. (2008) „*Детерминација радиоактивних елемената у води са аспекта дефинисања екоклошког статуса региона Беле Цркве, Вршац, (Војводина)*, V Симпозијум Хемија и заштите животне средине, мај 2008, Тара, Србија. Књига извода, секција Ф/252

5. Marinković G., Papić O., Andrijašević J., **Poznanović Spahić M.** (2017) *Quality and utilization potential of Serbia's mineral water resources*, 44th Annual Congress of the International Association of Hydrogeologists (IAH) Groundwater Heritage and Sustainability, September 2017, Dubrovnik, Croatia, Book of abstracts, 438

M63- Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини

Ђокић Б., **Познановић М.**, Јовановић М. (2008) „*Тешки метали у водама око јаловишта оловно-цинкане руде (Леце, Јужна Србија)*”, Међународна конференција “Отпадне воде комунални чврсти отпад и опасан отпад”, април 2008, Вршац, Србија. Зборник радова, Секција Ц/344

Познановић М., Поповић Љ., Манојловић Д. (2009) „*Домаћа и међународна регулатива у погледу арсена у води за пиће на примеру извора САКИНАЦ (Авала)*”, 38. Конференција о

актуелним проблемима коришћење и заштите вода „Вода 2009”, јун 2009, Тара, Србија. Књига извода, секција 4, 467- 472

Познановић М., Поповић З., Томић В., Раданов Ж. (2009) „Мониторинг квалитета подземних вода земунског лесног платоа”, 38. Конференција о актуелним проблемима коришћење и заштите вода „Вода 2009”, јун 2009, Тара, Србија. Књига извода, секција 2, 325-331

Познановић М., Поповић Љ. (2009) “Арсен у подземној води извора Авале (Србија)”, 30. Стручно-научни скуп са међународним учешћем Водовод и канализација, октобар 2009., Дрвенград. Зборник радова, 63-67

Живковић Ц., **Познановић М.(2010)** „Појава високоминерализованих вода на територији Брзе Паланке (Грабовица)“, 15. Конгрес геолога Србије са међународним учешћем, мај 2010, Београд. Зборник радова, 533-536

Познановић Спахић М., Манојловић Д., Сакан С., Шкривањ С., Главаш-Трбић Б., Танчић П., Петровић С (2017). *Концентрација и биодоступност токсичних метала у земљишту Средњег Баната (Војводина, Србија)*, 4. Научно-стручни скуп, Политехника 2017, децембар 2017, Београд. Зборник радова, 183-187

Познановић Спахић М., Сакан С. (2018) *Процена степена контаминације земљишта Војводине тешким металима и ризика употребом различитих коефицијената*, 17. Конгрес Геолога Србије, мај 2018, Врњачка Бања. Књига апстраката (1), 215-220

М64- Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу

Познановић М., Дамњановић Д., Трбојевић Ђ., Вукадиновић И. (2010) „Расподела садржаја тешких метала у седиментима и потенцијални ризик загађивања подземне воде на територији Београда“, 15. Конгрес геолога Србије са међународним учешћем, мај 2010, Београд. Зборник радова, 624

Познановић Спахић М., Сакан С., Манојловић Д., Шкривањ С. (2018)*Процена степена контаминације токсичним елементима земљишта око индустријских објеката Срема: Ксреф фактор*, 8. Симпозијум Хемија и заштита животне средине – ENVIROCHEM 2018, мај 2018, Крушевац. Књига извода, 77-78

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Маја Познановић Спахић

број уписа ДХ 09/2017

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

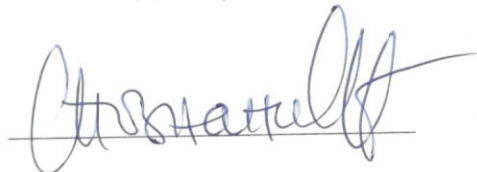
Токсични и потенцијално токсични микроелементи као показатељи различитих

извора загађења у земљишту

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Београду, 18.02.2020.

Потпис докторанда



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора **Маја Познановић Спахић**

Број уписа **ДХ 09/2017**

Студијски програм **Доктор хемије**

Наслов рада **Токсични и потенцијално токсични микроелементи као показатељи различитих извора загађења у земљишту**

Ментор **др Драган Манојловић**

Ментор **др Сања Сакан**

Потписани _____

Потписани _____


изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду

Потпис докторанда

У Београду, 18.02.2020.



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Токсични и потенцијално токсични микроелементи као показатељи различитих

извора загађења у земљишту

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

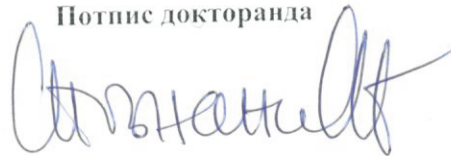
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 18.02.2020.

Потпис докторанда



1. Ауторство - Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ



Маја М. Познановић Спахић

**ТОКСИЧНИ И ПОТЕНЦИЈАЛНО
ТОКСИЧНИ МИКРОЕЛЕМЕНТИ КАО
ПОКАЗАТЕЉИ РАЗЛИЧИТИХ ИЗВОРА
ЗАГАЂЕЊА У ЗЕМЉИШТУ**

Докторска дисертација

Београд, 2020

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF CHEMISTRY



Maja M. Poznanović Spahić

**TOXIC AND POTENCIAL TOXIC
MICROELEMENTS AS INDICATOR OF
DIFFERENT SOURCES OF THE SOILS
CONTAMINATION**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2020