

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Јелена П. Богосављевић

СВОЈСТВА ЗЕМЉИШТА ОБРАЗОВАНИХ НА КРЕЧЊАЧКИМ  
МАСИВИМА ЈУГОИСТОЧНЕ СРБИЈЕ И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА  
ФЛОРИСТИЧКИ САСТАВ ТРАВЊАЧКИХ ЗАЈЕДНИЦА

Докторска дисертација

Београд, 2023.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Jelena P. Bogosavljević

PROPERTIES OF SOILS FORMED ON THE LIMESTONE MASSIFS  
OF SOUTHEASTERN SERBIA AND THEIR INFLUENCE ON THE  
FLORISTIC COMPOSITION OF GRASSLAND COMMUNITIES

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2023.

## **МЕНТОРИ:**

**др Свјетлана Радмановић, ванредни професор**  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

**др Светлана Аћић, доцент**  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

## **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:**

**др Александар Ђорђевић, редовни професор**  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

**др Зора Дајић Стевановић, редовни професор**  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

**др Владимир Ћирић, ванредни професор**  
Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет

**др Лазар Калуђеровић, доцент**  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

**др Урбан Шилц, научни саветник**  
Академија наука и уметности Република Словенија, Биолошки институт „Др Јован Хаџи“

Датум одбране докторске дисертације: \_\_\_\_\_

## Захвалница

Задовољство ми је да се захвалим људима који су на било који начин подржали, олакшали и допринели изради докторске дисертације.

Првенствено захвалност дугујем менторкама др Свјетлани Радмановић и др Светлани Аћић, на пруженој помоћи, стручним сугестијама и смерницама током истраживачког рада и израде докторске дисертације, као и члановима комисије др Александру Ђорђевићу и др Зори Дајић Стевановић који су учествовали у осмишљавању овог рада. Такође, желим да се захвалим члановима комисије др Владимиру Ђирићу, др Лазару Калуђеровићу и др Урбану Шилићу на корисним саветима и сугестијама, који су допринели квалитету докторске дисертације.

Посебну захвалност дугујем колегама из Лабораторије за исхрану биљака, Института за мултидисциплинарна истраживања, под руководством др Мирослава Николића.

Желим да изразим захвалност др Ивану Скадрићу на несебичној помоћи приликом анализе микробима земљишта. Захваљујем се др Бошку Гајићу на помоћи приликом одређивања водних капацитета земљишта, затим др Дејану Прелевићу и господину Драгану Јовићу на помоћи током анализе минералног састава земљишта.

Посебно се захваљујем колеги маг. инж. пољ. Стефану Колашинцу на помоћи и корисним саветима у једном делу статистичке обраде података.

Хвала свим колегама са Катедре за педологију и геологију уз које сам направила своје прве истраживачке кораке у области Педологије.

Од свег срца хвала драгој др Снежани Бранковић из Института за биологију и екологију, ПМФ-а у Крагујевцу, на несебичној подршци и разумевању.

Хвала мојим пријатељима на мотивационој подршци, пруженом стрпљењу и разумевању током читавог периода израде докторске дисертације.

На крају, посебну захвалност дугујем мојој породици за сву љубав и подршку.

Јелена П. Богосављевић

# Својства земљишта образованих на кречњачким масивима југоисточне Србије и њихов утицај на флористички састав травњачких заједница

## Резиме

Кречњачки масиви и на њима образована земљишта су доста распрострањена у Србији, како у источној, у подручју Карпатско-балканског планинског система, тако и у западној Србији и представљају станишта различитих заједница природних и полуприродних травњака. О планинским земљиштима се недовољно зна, јер је већина светских програма истраживања земљишта оријентисана на обрадива земљишта у циљу повећања пољопривредне производње. Међутим, да би се поставили приоритети у очувању природе и управљању природним стаништима планинских региона, неопходне су детаљније информације о биодиверзитету аутохтоне флоре и фауне, као и односима између својстава земљишта и живог света који насељава ова станишта. Циљ истраживања ове докторске дисертације је утврђивање утицаја морфолошких, физичких и хемијских карактеристика земљишта и њихове систематске припадности, на тип и флористички састав травњачких биљних формација, као и земљишног микробиома на кречњачким масивима југоисточне Србије.

Након детаљних педолошких проучавања, према домаћој класификацији, издвојена су два типа земљишта: кречњачко-доломитна црница (калкомеланосол) и рендзина. Истраживана земљишта у међународном WRB 2022 систему класификације одговарају лептосолима (Leptosols), фаоземима (Phaeozems) и умбрисолима (Umbrisols).

Извршена су детаљна фитоценолошка истраживања травњачке вегетације. Кластер анализом вегетација истраживаног подручја груписана је у четири кластера, који одговарају травњачким свезама: *Festucion valesiacaе* (кластер 1), *Saturejion montanae* на нижим надморским висинама (кластер 2), *Saturejion montanae* на вишим надморским висинама (кластер 3) и *Koelerio-Festucion dalmaticaе* (кластер 4).

Ординационе методе мултиваријантне статистике коришћене су у циљу утврђивања утицаја карактеристика земљишта на развој травњачке вегетације. Резултати показују да, од основних својстава земљишта, дубина и садржај глине утичу на развој заједница свезе *Festucion valesiacaе*, затим садржај хумуса, СЕС и садржај праха на *Saturejion montanae*, док на развој вегетације типа *Koelerio-Festucion dalmaticaе* утичу садржај песка, рН и степен zasiћености базним катјонима. Даље, резултати указују да су лакоприступачни Mg, Mn и Ni значајни за свезу *Festucion valesiacaе*, Fe и Zn за *Saturejion montanae*, а Ca и Cu за *Koelerio-Festucion dalmaticaе*.

Група *Saturejion montanae* се развила искључиво на кречњачко-доломитној црници, група *Koelerio-Festucion dalmaticaе* на рендзини, док је *Festucion valesiacaе* присутна на оба типа земљишта.

Анализе микробиома земљишта употребом секвенцирања наредне генерације показале су да не постоје значајне разлике у микробном саставу испитиваних земљишта.

**Кључне речи:** кречњачко-доломитна црница, рендзина, лептосоли, фаоземи, умбрисоли, травњачка вегетација, *Festucion valesiacaе*, *Saturejion montanae*, *Koelerio-Festucion dalmaticaе*, ординационе методе.

**Научна област:** Биотехничке науке

**Ужа научна област:** Педологија

**УДК:** 631.44:551.432]:633.2.03(497.11-12)(043.3)

# Properties of soils formed on the limestone massifs of southeastern Serbia and their influence on the floristic composition of grassland communities

## Summary

Limestone massifs and the soils formed on them are widespread in Serbia, both in eastern Serbia, in the area of the Carpatho-Balkan mountain system as well as in western Serbia, and represent the habitats of various communities of natural and semi-natural grasslands. Not much is known about mountain soils, as most soil research programs worldwide focus on arable soils to increase agricultural production. However, to prioritize the conservation and management of natural habitats in mountainous regions, more detailed information is needed on biodiversity of autochthonous flora and fauna and on the relationships between soil properties and habitat in these localities. The aim of the research in this dissertation is to determine the influence of morphological, physical and chemical properties of the soil and their systematic affiliation on the type and floristic composition of grassland formations and the soil microbiome in the limestone massifs of southeastern Serbia.

After detailed pedological investigations, two soil types were distinguished according to the national classification: Limestone-dolomite black soil (Calcomelanosol) and Rendzina. According to the international classification system WRB 2022, the studied soils correspond to Leptosols, Phaeozemes and Umbrisols.

Detailed grassland vegetation phytocenological studies were carried out. By means of a cluster analysis, the vegetation of the study area was divided into four clusters corresponding to the grassland communities: *Festucion valesiaca* (cluster 1), *Saturejion montanae* at lower altitudes (cluster 2), *Saturejion montanae* at higher altitudes (cluster 3), and *Koelerio-Festucion dalmatica* (cluster 4).

Detrended correspondence analysis was used to determine the influence of soil properties on the development of grassland vegetation. The results show that among the main soil properties, soil depth and clay content affect the development of *Festucion valesiaca* vegetation, followed by humus content, CEC and silt content in the development of *Saturejion montanae*, while the development of *Koelerio-Festucion dalmatica* type vegetation is influenced by sand content, pH and base saturation. In addition, the results show that plant-available Mg, Mn, and Ni are significant for the separation of *Festucion valesiaca*, Fe and Zn for *Saturejion montanae*, and Ca and Cu for *Koelerio-Festucion dalmatica*.

The *Saturejion montanae* group developed exclusively on limestone-dolomitic black soil, the *Koelerio-Festucion dalmatica* group on rendzina, while *Festucion valesiaca* occurred on both soil types.

Analyzes of the soil microbiome using next generation sequencing showed that there are no significant differences in the microbial composition of the examined soils.

**Keywords:** Limestone-dolomite black soil, Rendzina, Leptosols, Phaeozemes, Umbrisols, grassland vegetation, *Festucion valesiaca*, *Saturejion montanae*, *Koelerio-Festucion dalmatica*, ordination analysis.

**Research field:** Biotechnical sciences

**Specific research field:** Pedology

**UDK:** 631.44:551.432]:633.2.03(497.11-12)(043.3)

## САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. НАУЧНИ ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА .....	2
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ .....	3
3.1. Кречњаци и генеза земљишта на тврдим кречњацима.....	3
3.2. Земљишта планинских региона .....	3
3.2.1. Кречњачко-доломитна црница (калкомеланосол) .....	4
3.2.2. Рендзина.....	5
3.3. Вегетација травњака .....	6
3.4. Односи између својстава земљишта и вегетације .....	7
3.5. Земљиште и микробиом .....	11
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ.....	13
4.1. Опште карактеристике истраживаних локалитета .....	13
4.2. Испитивање особина земљишта .....	16
4.2.1. Теренска истраживања земљишта .....	16
4.2.2. Лабораторијска истраживања земљишта.....	16
<i>Методe испитивања физичких особина земљишта .....</i>	<i>16</i>
<i>Методe испитивања хемијских особина земљишта.....</i>	<i>17</i>
<i>Метода испитивања минералошког састава земљишта .....</i>	<i>18</i>
<i>Метагеномска анализа микробиома земљишта.....</i>	<i>18</i>
4.2.3. Климатски подаци.....	18
4.2.4. Класификација земљишта .....	18
4.3. Испитивање вегетације травњака .....	18
4.4. Статистичка обрада података .....	19
5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА .....	20
I ДЕО.....	21
5.1. Особине земљишта .....	21
5.1.1. Морфолошке особине земљишта .....	21
5.1.2. Физичке особине земљишта .....	28
5.1.3. Хемијске особине земљишта .....	36
5.1.4. Минералошки састав матичног супстрата и земљишта .....	40
5.1.5. Класификација земљишта .....	47
II ДЕО .....	52
5.2. Однос земљишта и вегетације .....	52
5.2.1. Карактеристике вегетације травњака.....	52
<i>Кластер 1: заједнице свезе Festucion valesiacaе .....</i>	<i>55</i>
<i>Кластери 2 и 3: заједнице свезе Saturejion montanae .....</i>	<i>56</i>
<i>Кластер 4: заједнице свезе Koelerio-Festucion dalmaticaе .....</i>	<i>58</i>

5.2.2. Карактеристике земљишта мешовитих узорака са плотова фитоценолошких снимака.	59
5.2.3. Утицај карактеристика земљишта на флористички састав травњачких заједница кречњачких масива југоисточне Србије .....	67
5.2.4. Класификација земљишта и вегетација травњака .....	73
5.2.5. Еколошка анализа вегетације травњака југоисточне Србије.....	74
5.2.6. Утицај величине подручја истраживања на диференцијацију биљних формација и однос земљиште-вегетација .....	76
III ДЕО.....	84
5.3. Анализа микробиома земљишта употребом секвенцирања наредне генерације.....	84
5.3.1. Контрола квалитета секвенци .....	84
5.3.2. Рарефакција алфа диверзитета (алфа рарефакција).....	84
5.3.3. Алфа и бета диверзитет .....	85
5.3.4. Диференцијална анализа микробиома земљишта.....	89
6. ЗАКЉУЧАК .....	92
7. ЛИТЕРАТУРА.....	94
8. ПРИЛОЗИ .....	111
8.1. Слике .....	111
8.2. Табеле .....	120
Биографија .....	144
Изјава о ауторству.....	145
Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада.....	146
Изјава о коришћењу.....	147



## 1. УВОД

Предмет истраживања ове докторске дисертације су својства земљишта образованих на кречњачким масивима југоисточне Србије и њихов утицај на састав биљног покривача.

Земљишта која се образују на кречњацима распрострањена су углавном у планинском региону Србије и представљају станишта различитих заједница природних и полуприродних травњака. Планинске регије имају важну улогу за живот на овој планети, али такође имају осетљиве екосистеме који су јако сложени и подложни променама. Земљишта су уско повезана са овим екосистемима и стога показују сличне особине. Због великих разлика у условима животне средине на релативно малим удаљеностима, планинска подручја су често места изузетног биодиверзитета (Egli и Poulenard, 2016).

Планинска земљишта се углавном дефинишу као слабо развијена, скелетна, плитка и богата хумусом. Она такође могу бити и веома разнолика, то јест могу значајно варирати унутар ограничених подручја због различите експозиције и нагиба терена. Већина светских програма истраживања земљишта оријентисана је на обрадива земљишта у циљу повећања пољопривредне производње, тако да се о планинским земљиштима недовољно зна. Међутим, многе биљке, укључујући усеве, прилагодиле су се расту на планинским земљиштима, а вегетација на већим надморским висинама има неколико кључних улога у овим екосистемима, укључујући и контролу ерозије (FAO, 2015).

Травњаци представљају једну од најобимнијих и најразноврснијих биљних формација на свету (García-Mijangos et al. 2021). Вегетација травњака је тип биљног покривача у коме доминирају различите врсте трава (*Poaceae*) или граминоида (*Cyperaceae* и *Juncaceae*) и где је општа покривност већа од 25% (Janišová et al., 2011), док дрвенасте врсте (патуљасте грмови, жбуње и дрвеће), ако су уопште присутни, имају знатно нижу покривност од трава (Dengler et al., 2020). Природни и полуприродни травњаци Србије представљају изузетан природни ресурс, од великог значаја не само у фитоценолошком, фитогеографском и синтаксономском погледу, већ и са привредног гледишта травњаци играју прворазредну улогу. Они представљају огромне и непроцењиве резерве сточне хране, које се недовољно користе (Којић и сар., 2004). Заузимају око 1,4 милиона хектара, што чини 27% укупне територије Србије (Dajić Stevanović et al., 2010).

Познато је да својства земљишта условљавају промену флористичког састава биљног покривача, доминантних врста и укупне биолошке разноврсности (Csontos et al., 2021).

Да би се поставили приоритети у очувању природе и управљању природним стаништима планинских региона, неопходне су детаљније информације о биодиверзитету аутохтоне флоре и фауне, као и односима између својстава земљишта и живог света који насељава ова станишта (FAO, 2015).

У овој докторској дисертацији проучаван је свеобухватан утицај великог броја морфолошких, физичких и хемијских параметара земљишта на развој и ботанички састав примарних и секундарних травњачких заједница са више одабраних локалитета југоисточне Србије (Ртањ, Озрен, Девица, Сићевачка клисура, Јелашничка клисура, Сува планина). Очекује се да ће спроведена истраживања поред значајног доприноса познавању педолошког и вегетацијског покривача југоисточне Србије и генералном познавању односа земљиште-вегетација, имати и значаја у смислу смерница одрживог коришћења и очувања ових специфичних станишта.

## 2. НАУЧНИ ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања ове докторске дисертације је утврђивање утицаја морфолошких, физичких и хемијских карактеристика земљишта и њихове систематске припадности, на тип и флористички састав травњачких биљних формација, као и земљишног микробиома на кречњачким масивима југоисточне Србије. За остваривање постављеног циља било је неопходно:

- Дефинисање типова земљишта на одабраним локалитетима природних и полуприродних травњака југоисточне Србије, отварањем педолошких профила и детаљном анализом морфолошких, физичких, хемијских и минералних карактеристика земљишта;
- Синтаксономска карактеризација травњачких заједница којом су констатовани типови травњачке вегетације кроз прикупљање фитоценолошких снимака и других података на терену, као и анализу добијених података;
- Карактеризација микробиома испитиваних земљишта.

### 3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

#### 3.1. Кречњаци и генеза земљишта на тврдим кречњацима

Кречњаци су седиментне стене органског или хемијског порекла. Термин „кречњак“ се односи на седиментне стене које се углавном састоје од калцијум-карбоната (најмање 50%  $\text{CaCO}_3$ ) (Barth, 2020). Међутим, садржај  $\text{CaCO}_3$  у већини кречњака је често изнад 95% (Šiler et al., 2018). Кречњаци, доломити, глинци и пешчари чине 99% свих седиментних стена. Кречњаци су најраспрострањеније карбонатне стене и једне од најраспрострањенијих седиментних стена уопште. Могу се јавити као слојеви различите дебљине (од танкоплочастих до банковитих кречњака) или могу бити неслојевити када их називамо масивним кречњацима. Углавном су тврди (једри) или ситнокристалести када им се зрна једва виде голим оком. Прелом им је нераван, а кадкад и изразито шкољкаст. Боја кречњака је различита у зависности од примеса. Састављени су од калцита али су ретко чисти. Обично садрже хемијске примесе гвожђа, мангана и магнезијума, затим примесе глине, зрна песка, а могу садржати органску материју и друго. Кречњаци се лако растварају у киселинама и то је једна од најважнијих особина по којој се на терену лако разликују од осталих карбонатних стена, нарочито од доломита (Ђорђевић и сар., 1991).

Познато је да земљиште настаје као резултат комплексног деловања педогенетских фактора: матичног супстрата, вегетације, рељефа, климе и човека, а као систем, укључујући и земљиште, налази се у стању динамичке равнотеже. Матични супстрат директно утиче на процесе формирања земљишта (Mason et al., 2016; Rodrigo-Comino et al., 2018), јер се временским утицајем полако распада, дајући грубу или ситније зрнасту подлогу за даље процесе алтерације (Loba et al., 2020). Тврди кречњаци према хемијском саставу, минералском склопу, начину распадања и другом, представљају веома специфичан матични супстрат који има веома јак утицај на генезу и својства земљишта. Особеност једрих кречњака произилази из чињенице да из њихове целокупне масе свега неколико процената (некада је то и мање од 1%), даје минералну масу земљишта, док се остатак који је већи од 90% трајно губи у облику лакорастворљивог бикарбоната. Низак садржај нерастворљивог остатка (резидуалног материјала) код тврдих кречњака условљава дугу и специфичну генезу земљишта (Кнежевић и Кошанин, 2009). Према литератури (Küfmann, 2003; Retallack, 2008), генеза земљишта на кречњаку је резултат континуиране акумулације нерастворног остатка стене услед растварања. Већина кречњака је мезозојске старости и сматра се хемијски чистим, са ниским садржајем детритног материјала, односно од само 1-2% нерастворљивог остатка (Gams, 1974, 2003; Ogorelec и Rothe, 1993) до максимално 9% (Kranjc, 1980; Pleničar и Dozet, 1994). У досадашњим истраживањима има веома мало података о минералском саставу нерастворног остатка, као и о корелацији која постоји између минералског састава нерастворног остатка и минералског састава земљишта. У неким скорије објављеним радовима, поред резидуалног материјала, говори се и о еолском материјалу који је наносен на кречњаке и који, такође, утиче на особине земљишта (Martignier et al., 2015; Loba et al., 2020).

#### 3.2. Земљишта планинских региона

Планинска подручја покривају, у зависности од тога која се дефиниција примењује, отприлике између 22% и 25% укупне територије Земље (Grabherr и Messerli, 2011). Планинске регије имају важну улогу за живот на овој планети, али такође имају осетљиве екосистеме који су јако сложени и подложни променама. Земљишта су уско повезана са овим екосистемима и стога показују сличне особине. Ова осетљивост или брзина и правац промена у основи зависе од састава матичног супстрата на коме се земљиште развија, а на који делују остали педогенетски фактори. Због великих разлика у условима животне средине

на релативно малим удаљеностима, планинска подручја су често места изузетног биодиверзитета (Egli и Poulenard, 2016). Земљишта која се образују на тврдим кречњацима распрострањена су углавном у планинском региону. Већина планинских земљишта еволуира споро, јер ниске температуре ограничавају биолошку активност, генезу и еволуцију земљишта. Планинска земљишта се генерално дефинишу као слабо развијена, скелетна, плитка и богата хумусом. Она су такође веома разнолика и могу значајно да варирају унутар ограничених подручја због различите експозиције и нагиба терена. Генерално, постоји мишљење да са повећањем надморске висине земљишта су мање плодна и развијена (FAO, 2015).

### 3.2.1. Кречњачко-доломитна црница (калкомеланосол)

У првим класификацијама земљишта Србије кречњачко-доломитна црница (калкомеланосол) је заједно са ранкерима називана „планинска црница“, и то због упадљиво тамне боје хумусног хоризонта и претежне везаности за планински регион (Ćirić, 1984). Касније су у свим класификацијама раздвојена земљишта са А – R профилем на карбонатним и силикатним супстратима, а за земљишта са А – R профилем на тврдим и чистим мезозојским кречњацима и доломитима је уведен назив „кречњачко-доломитна црница“.

Данас, према званичном систему класификације земљишта Србије (Škorić i sar., 1985), кречњачко-доломитна црница или калкомеланосол припада реду аутоморфних и класи хумусно-акумулативних земљишта са грађом профила А – R (изнад А хоризонта може се јавити и органогени – О хоризонт). образује се на тврдим, компактним кречњацима и доломитима код којих је изражено само хемијско распадање (растварање калцита), какви су наши мезозојски и палеозојски кречњаци и доломити. Црница је примарни развојни стадијум на кречњаку и као таква може се образовати на свим надморским висинама од нивоа мора до преко 2000 m, али се претежно развија у високопланинском региону где екстремни климатски услови погодују њеном образовању. Такође, овај тип земљишта се образује на рељефу који изразито погодује ерозији. Плиће црнице обрасле су травњачком вегетацијом, која има улогу у контроли ерозије, а дубље шумском вегетацијом.

Кречњачко-доломитне црнице су подељене на подтипове – према степену развоја: 1) органогена црница, 2) органоминерална црница, 3) посмеђена црница и 4) оцрвеничена; Затим су, кречњачко-доломитне црнице подељене на варијетете – према дубини: за органогену: 1) литична (контакт са тврдом стеном до 15 cm), 2) скелетна колувијална (>50% скелета и дубља од 15 cm), за органоминералну: 1) литична (контакт са тврдом стеном до 25 cm), 2) колувијална (дубља од 30 cm и садржи најмање 20% несортираног скелета); форме – према форми хумуса: 1) са моличним хумусом, 2) са органичним хумусом (Škorić i sar., 1985). У Србији је картирано преко 160.000 ha под калкомеланосолом (Ђорђевић и Радмановић, 2018). У WRB (World Reference Base for Soil Resources) класификационом систему (IUSS Working Group WRB, 2022) калкомеланосоли углавном одговарају лептосолима (Leptosols).

Боја калкомеланосола је тамносмеђа до црна, према Munsell атласу: chroma око 0-1, value 2 (Škorić, 1986). Црнице су плитка, добро аерисана, сува и топла земљишта. На овом типу земљишта биљке се лети развијају у сушним условима, доминира ксерофитна вегетација. Кречњачко-доломитне црнице су бескарбонатна земљишта иако се развијају на карбонатном супстрату, али је адсорптивни комплекс доста засићен јонима  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ . Хемијска реакција ових земљишта је неутрална до кисела што зависи од развојне фазе, климатских услова и вегетације. Количина хумуса и степен хумификације доста варирају. Органогене црнице могу садржати од 25% до чак 50% хумуса, а органоминералне од 10% до 25%. Од хранива, захваљујући хумусу, највише има азота и судећи по његовој укупној количини, ово су земљишта богата азотом, али су сиромашна приступачним облицима азота због слабо изражене минерализације органских материја. Такође, слабо су обезбеђена

приступачним облицима фосфора, док калијума има више. Фактори који ограничавају производну способност калкомеланосола су дубина и јака водопрпусност, због тога биљке на њима страдају од суше. Већи део површина је под природном ксерофитном вегетацијом ливада и пашњака, мањи део је под шумама, док се јако мале површине користе за гајење кромпира, ражи, јечма и пшенице (Ćirić, 1984; Ђорђевић и Радмановић, 2018).

Кречњачко-доломитне црнице у нашој земљи проучавали су Живковић и Пантовић (1953), Танасијевић и сар. (1966), Антоновић и сар. (1974), Ђорђевић (1996, 2001, 2002а, б, 2005), Кнежевић и Кошанин (2004, 2009), Антоновић и Мрвић (2008), Životić et al. (2019) и други.

### 3.2.2. Рендзина

Према домаћој класификацији (Škorić i sar., 1985), рендзина је тип земљишта из реда аутоморфних и класе хумусно-акумулативних земљишта са А – АС – С – R профилем, који је развијен на матичној стени која садржи више од 20% кречњачког материјала (осим земљишта са А – R профилем на тврдом чистом кречњаку или доломиту, која су класификована као посебан тип земљишта: кречњачко-доломитна црница – калкомеланосол о којој је било речи у претходном делу текста). Образују се у различитим биоклиматским условима, али њиховом трајном одржању боље погодује аридна клима. На њима се развијају различите шумске фитоценозе, а у источној, поготову у југоисточној Србији, клима је ариднија па је природна вегетација оскуднија и доминира травњачка вегетација. На површинама које се обрађују доминирају пшеница и кукуруз.

Рендзине су подељене на подтипове – према матичном супстрату: 1) на лапорцу, лапоровитим и меким кречњацима, 2) на лесу и лесоликим седиментима, 3) на морени, 4) на доломитној трошини, 5) на карбонатном песку, 6) на карбонатном шљунку; варијетете – према стадијуму еволуције: 1) карбонатни, 2) излужени, 3) посмеђени, 4) колувијални; форме – према текстури и садржају скелета (Škorić i sar., 1985). У Србији је картирано преко 260.000 ha рендзина (Ђорђевић и Радмановић, 2018), а рендзина на лапорцу, лапоровитом и меком кречњаку представља најраспрострањенији подтип у нашој земљи (Radmanović et al. 2017). Широм света, термин рендзина и/или парарендзина се користи за означавање земљишта формираног на различитим матичним супстратима (Florea и Munteanu, 2000; Шишов et al., 2000; Němeček и Kozak, 2002). У Светској референтној бази за земљишне ресурсе (IUSS Working Group WRB, 2022) рендзине одговарају углавном рендзичним лептосолима (Rendzic Leptosols) или фаоземима (Phaeozems), али и многим другим референтним групама као што су: регосоли (Regosols), ареносоли (Arenosols), умбрисоли (Umbrisols) и камбисоли (Cambisols) (Radmanović et al. 2020).

Рендзина је жуто црвене (2,5 YR) или жуће боје (Torrent et. al., 1983). Механички састав рендзине зависи од супстрата на коме се образује. Најповољнији механички састав имају рендзине образоване на лесу – иловасте, док су оне образоване на лапорцима који су богати глином – глинуше, на доломиту – иловасте пескуше и на морени – јако скелетне. Од матичне подлоге, односно механичког састава зависе и остале физичке и физичко-механичке особине. Текстурни састав повећава или смањује пропусност, порозност и водне капацитете. Код овог типа земљишта доминирају мрвичасте структурни агрегати који се одликују високом водоотпорношћу, на обрадивим површинама агрегати постају ситнији, а њихова водоотпорност се смањује (Pavlović et al., 2017).

Једна од основних одлика рендзина је присуство карбоната, чија концентрација у земљишту зависи од њиховог садржаја у супстрату, од развојне фазе земљишта и од интензитета испирања (Singer et al., 1998). Генетски млада земљишта, образована на матичном супстрату богатом карбонатима могу садржати од 10% до 50% карбоната у А хоризонту. Старије рендзине и оне које су образоване на супстрату сиромашном

карбонатима, у влажнијим областима, у површинском хоризонту могу бити бескарбонтане. Карбонати проузрокују неутралну до благо алкалну реакцију (pH 7-8). Лесивиране или браунизиране рендзине имају слабо киселу реакцију, а засићеност адсорптивног комплекса базним катјонима код оваквих земљишта је ниска (Miechówka и Drewink, 2018). Садржај хумуса, као и његов састав, указују на изражену хумификацију. Рендзине под природном вегетацијом на нижим надморским висинама садрже од 5% до 10% хумуса, а на вишим и до 20%, док је његов садржај нешто нижи на земљиштима која се обрађују (2-5%). Хумус се састоји од хуминских киселина које су везане калцијумом. Однос C/N се креће у граници од 8 до 12 и показује висок садржај азота у хумусу (Shiskov и Kolev, 2014). Концентрација хранљивих елемената (N, P, K) је средња до висока али је њихова укупна количина некада ограничена уколико је профил плитак (Ђорђевић и Радмановић, 2018). Рендзине под травњачком вегетацијом су јако плитке, само до 20 cm (Pavlović et al., 2017). Услед мале дубине и склетности, производне способности рендзина често нису велике и поред добрих хемијских особина. Такође, поред дубине и склетности, ограничавајући фактор за коришћење рендзина у пољопривреди може бити и стрмина нагиба. Дубоке рендзине су погодне за пољопривредну производњу и од посебног су значаја за виноградарство и воћарство (Ђорђевић и Радмановић, 2018).

Проучавањем рендзина у нашој земљи бавили су се Живковић и сар. (1972, 1981), Миљковић (1972), Антоновић и сар. (1974), Спасојевић и сар. (1975), Кнежевић и Кошанин (2004, 2009), Супаћ et al. (2006a, b, c, 2007a, b, c, 2008) Гајић и Џивковић (2006a), Гајић et al. (2006b), Антоновић и Мрвић (2008), Radmanović et al. (2015a, b, 2017, 2020) и тако даље.

### 3.3. Вегетација травњака

Екосистеми природних и полуприродних травњака су највећи терестрични биоми на Земљи, који покривају 40% земљине површине (Hu et al., 2016; Lyu et al., 2020). Травњаци представљају једну од најобимнијих и најразноврснијих биљних формација на свету, али су потцењени и недовољно истражени (García-Mijangos et al. 2021). Природни и полуприродни травњаци Европе су носиоци значајног биодиверзитета многих група биљних и животињски организама. Уколико се упореде са кишним шумама у тропским областима, које су препознате као екосистеми изузетног биодиверзитета, диверзитет травњачких екосистема посматран на мањим површинама (100 m<sup>2</sup>) премашује тропске кишне шуме (Wilson et al., 2012). Nobohm и Bruchmann (2009), WallisDeVries и van Swaay (2009) наводе да је велики део флоре и фауне Европе представљен врстама које су уско специјализоване за живот у травњачким екосистемама, а многе од њих представљају ендемичне врсте. Поред вредности у очувању биодиверзитета и значаја за пољопривреду, природни и полуприродни травњаци пружају и бројне такозване екосистемске услуге (Han et al., 2020), посебно имају битну улогу у апсорпцији угљен-диоксида и ублажавању ефеката климатских промена (Ammann et al., 2009; Whittingham, 2011). У Србији вегетација ливада и пашњака такође представља веома важан биолошки и пољопривредни ресурс. Заузима око 1,4 милиона хектара, што чини 27% укупне територије земље (Dajić Stevanović et al., 2010) и по обиму ово је најраспрострањенији тип агроекосистема у ширем смислу. Постоје бројне дефиниције травњачке вегетације (Gibson, 2009). Вегетација травњака је тип биљног покривача у коме доминирају различите врсте трава (*Poaceae*) или граминоида (*Cyperaceae* и *Juncaceae*) и где је општа покривност већа од 25% (Janišová et al., 2011), док дрвенасте врсте (патуљасте грмови, жбуње и дрвеће), ако су уопште присутни, имају знатно нижу покривност од трава (Dengler et al., 2020). Травњаци по пореклу могу бити примарни и секундарни. Примарни природни травњаци су настали као првобитни облик вегетације на неком станишту, њима није претходила ниједна друга биљна формација и нису подложни сукцесијама, јер представљају климакс вегетацију за то подручје, које је углавном непогодно за развој шуме, док секундарни природни травњаци настају под утицајем антропогеног фактора и имају далеко већи економски значај (Којић и сар., 2004; Стошић и Лазаревић, 2007). У нашој

земљи примарни травњаци су присутни у вишим планинским пределима, где владају еколошки услови у којима се не могу развити шуме, било због ниских годишњих температура (изнад горње шумске границе у високопланинским пределима), било због високих летњих температура и дугог сушног периода (у Панонској низији - степска вегетација), као и на местима где је земљиште превлажено (мочваре, тресетишта). Секундарни травњаци су антропогеног порекла и настали су у зони шумске вегетације, на шумским стаништима, где се јављају после потискивања шумске вегетације од стране човека. Овакви травњаци се углавном развијају у зони шума на надморској висини испод 1800 m. Треба нагласити да травњаци секундарног порекла представљају најраспрострањенији травњачки комплекс у Србији, као и на читавом Балканском полуострву и шире (Којић и сар., 2004; Lazarević и Stošić, 2009). Будући да се травњачке заједнице развијају у различитим условима климе, као и на различитим типовима геолошке подлоге и земљишта, тако су флористички састав и карактеристике ових биљних заједница веома различити. Ливаде и пашњаци у Србији су препознатљиви по високом диверзитету врста и значајној конзервационој вредности (Tomović et al., 2014), пошто представљају станишта многих ретких, угрожених и ендемичних биљних и животињских врста. Интензивно истраживање биодиверзитета травњака у Србији започето је педесетих година прошлог века и базирало се на методолошком приступу Braun-Blanquet (1964), што је резултирало многим студијама о флористичкој и вегетацијској разноликости различитих географских подручја земље, које су сумирали Којић и сар. (2004).

Поред природних, постоје и сејани (вештачки) травњаци који заузимају значајне површине. У овом случају не ради се о природним травњачким биљним заједницама већ о агрикултурним засадима, који по свом настанку, нези и искоришћавању представљају нормалне пољопривредне културе (укључене у систем плодореда), који нису део природног травњачког биодиверзитета неке области (Којић и сар., 2004).

### **3.4. Односи између својстава земљишта и вегетације**

Да би се поставили приоритети у очувању природе неопходне су детаљније информације о односу између својстава земљишта и флористичког диверзитета у различитим екосистемима и пределима (FAO, 2015). У еколошким студијама, интеракција земљиште-биљка је важан фактор који описује карактеристике животне средине (Dölarlan et al., 2017).

Вегетација представља један од најважнијих педогенетских фактора који утиче на физичка, хемијска и биолошка својства земљишта (Zhang et al., 2022). Биљни покривач је кључни фактор који утиче на контролу ерозије земљишта и микроклиму, а тиме и на микробиолошку активност (Cheng, 2022). Fischer et al. (2015) истичу да промене у богатству биљних врста имају значајан ефекат на хидрауличка својства земљишта. Заправо, повећањем богатства биљних врста значајно се повећава инфилтрација, што даље утиче на површинско отицање воде и ерозију земљишта. Неколико студија је повезало богатство биљних врста са повећањем надземне и подземне биомасе (Tilman et al. 2001; Roscher et al. 2005; Spehn et al. 2005; Marquard et al. 2009; Ravenek et al. 2014). Од надземне и подземне продуктивности биљака зависи количина органске материје у земљишту, а органска материја може имати индиректан утицај на формирање и стабилизацију земљишних пора (Six et al. 2004), што даље утиче на запреминску густину (Haynes и Naidu 1998; Zacharias и Wessolek 2007) и стабилност структурних агрегата (Péridé and Ouimet 2008), и коначно на инфилтрацију (Berglund et al. 1980; Franzluebbers 2002). Такође, продуктивност биљака утиче и на присуство глиста (Spehn et al. 2000), које стварају ходнике и на тај начин повећавају пропусност земљишта за воду. Поред надземног склопа, густина кореновог система такође значајно утиче на интензитет ерозије (Cheng et al., 2022). Штавише, коренов систем има комплексан утицај на физичка, хемијска и биолошка својства земљишта. Тако на пример, преко утицаја на структуру и порозност, значајно утиче на водни и ваздушни режим

земљишта. Продирањем кроз земљиште коренов систем формира макропоре које погодују дренажи (Angers и Caron, 1998). Према величини, поре у земљишту се могу поделити на макро, мезо и микропоре (Beven 1981; Beven и Germann 2013), а на травњацима се инфилтрација управо побољшава протоком воде кроз макропоре (Fischer et al., 2015). Коренови стварају зоне пуцања које доприносе фрагментацији земљишта и формирању повољних структурних агрегата. Овај феномен је појачан циклусима влажења и сушења који такође утичу на раст биљака. Исушивање такође изазива скупљање земљишта које утиче на агрегацију. Учвршћивање корена и његове излучевине, које се понашају као цементни материјал, такође потпомажу стабилизацију структурних агрегата земљишта. Корен и биљни остаци, као извор угљеника, представљају извор хранљивих материја за микрофлору и фауну које доприносе формирању и стабилизацији структуре. Заузврат, промене у структури изазване биљкама ће утицати на њихов раст углавном модификовањем физичких особина у зони ризосфере, пре свега водног режима, као и хранљивог режима земљишта (Angers и Caron, 1998). Корен такође упија воду и хранљиве материје, а излучује екскудате у ризосферу повећавајући ензимске активности микроорганизама (Boldrin et al., 2022).

С друге стране, као што је познато, развој вегетације условљен је различитим факторима спољашње средине, где су доминантни утицаји земљишта и климе. Састав врста и физиономија биљних заједница су у корелацији са едафским карактеристикама локалитета (Šamonil, 2007). Пре свега, својства земљишта одређују начин његовог коришћења и тип вегетације која се на њему развија. Вегетација травњака образује се на подручјима са различитим земљишним и другим еколошким условима, као што су геоморфолошки (висина, нагиб, експозиција), климатски (падавине, температура), геолошки (везано/растресито, базно/кисело) и други (Aćić et al., 2013; Baumann et al., 2016). Својства земљишта условљавају флористички састав биљног покривача, доминацију одређених биљних врста и укупну биолошку разноврсност (Alzarrah et al., 2021; Csontos et al., 2021).

По свом утицају на развој вегетације, најзначајнијим факторима су се показали текстура (Pedashenko et al., 2013; Dölarslan et al., 2017), структура (Armas-Herrera et al., 2020), дубина земљишта (Baumann et al., 2016), рН и/или степен засићености базним катјонима (Chytrý et al., 2010; Roem и Verendse, 2000; Pedashenko et al., 2013; Dölarslan et al., 2017), количина органске материје у земљишту (Dölarslan et al., 2017), влажност и хранива (Pedashenko et al., 2013; Kuzemko, 2014).

У аридним и полусушним травњацима, разноврсност биљака је регулисана углавном доступношћу воде и хранљивих материја у земљишту (Dingaаn et al. 2017). Већа влажност земљишта утиче на бољу покривност биљака, али Cingolani et al. (2003) наводе да се у хидроморфним условима богатство врста смањује са повећањем влажности земљишта. Богатство врста у зељастој вегетацији уско је повезано са доступношћу хранива биљкама (Roem и Verendse, 2000). На хранљиви режим у великој мери може утицати рН и садржај органске материје. Доступност фосфора (P), калијума (K), цинка (Zn), гвожђа (Fe) и мангана (Mn) опада са повећањем рН вредности, повећањем садржаја карбоната и са смањењем садржаја органске материје (Chandel et al., 2017; Mandal et al., 2018). На доступност азота (N) мање утиче киселост земљишта, јер је пре свега одређена минерализацијом органског N, што зависи од количине органске материје (Roem и Verendse, 2000).

Познато је да повећана доступност нутријената смањује богатство врста у травњачким заједницама (Verendse и Elberse, 1990). Разноликост врста је највећа тамо где нема довољно доступних хранљивих материја и стога биљке не расту високо, тако да нема конкуренције за светлошћу, али стрес околине није превелики услед мање расположивости хранива (Grime, 1979; Moore и Keddy, 1989). На високо продуктивним травњацима, неколико високих и брзорастућих врста надмашује спорије растуће врсте у борби за светлост (Roeling et al. 2018), тако да је примећено повећање продуктивности травњака и смањење богатства врста као одговор на обогаћивање земљишта нутријентима (Crawley et al. 2005; Hautier et al. 2009).



Braakhekke (1980) и Tilman (1982) такође наводе да је богатство врста веће на местима где је раст биљака ограничен недостатком различитих нутријената. Теоријски модели су показали да конкурентне биљне врсте које су ограничене различитим хранљивим материјама могу коегзистирати без компетитивног искључивања (Braakhekke, 1980). Тип ограничења хранљивим материјама не утиче само на број врста које могу коегзистирати, већ и на њихов састав. Биљне заједнице у којима је раст биљака ограничен азотом разликују се по саставу врста од биљних заједница које су ограничене фосфором, иако можда нема разлике у продуктивности (Verhoeven et al., 1993; Koerselman и Meuleman, 1996; Verhoeven et al., 1996). Тако на пример, висок садржај фосфора има негативан утицај на свеукупно богатство врста, а посебно на врсте које су класификоване као угрожене и врсте у нестајању (Wassen et al., 2005). Показало се да је већа вероватноћа да ће неке угрожене врсте опстати на стаништима са ниским садржајем фосфора у поређењу са оним са ограниченим садржајем других нутријената (Hejman et al., 2007a).

Поред садржаја, међусобни односи нутријената такође утичу на састав врста. Ertsen (1998) описује скуп података са N:P односима испод 14 и N:K односима испод 1,5. Потврђена је позитивна корелација између богатства врста и N:P односа. Ови подаци у комбинацији са резултатима које су представили Roem и Berendse (2000) указује на високо богатство врста у травњачким екосистемима при средњим N:P односима.

Различити начини (испаша, кошење) и интензитет коришћења земљишта такође утичу на појаву доминантних врста и покровне вредности ценобионата биљних заједница (Armas-Netter et al., 2020). У Европи је екстензивна испаша представљала традиционални начин коришћења високих планинских подручја још од неолита, углавном због лимитирајућих карактеристика земљишта, сложене топографије и оштре климе, који ограничавају друге намене земљишта (Lasanta, 2010; Egli и Poulenard, 2016). Већина планинских травњака су секундарне биљне заједнице чије очување захтева редовно одржавање, посебно кошењем и испашом, како би се избегла поновна колонизација жбуња и дрвећа. Међутим, друштвено-економске промене, које су се десиле од средине двадесетог века, довеле су до опадања или престанка ових начина коришћења у многим планинским областима Европе. Услед смањења или престанка кошења и испаше, природна сукцесија у почетку узрокује повећање популације потенцијално доминантних врста (Bobbink и Willems, 1987), губитак диверзитета и пасторалне вредности (Bueno et al., 2011; García-González и Gómez García, 2014) и на крају доводи до развоја жбунасте и дрвенасте вегетације, што данас представља озбиљну претњу очувању травњака (Nadal-Romero et al., 2018). Међутим, интензивирање коришћења земљишта или конверзија у обрадиве површине такође доводе до губитка биодиверзитета специфичног за травњаке (Dengler и Tischew, 2018). Травњаци умереног појаса су међу најугроженијим биомима на свету са највећим уделом конверзије станишта, али и најнижом заштитом. Неопходно је разумети обрасце биодиверзитета травњака и како на њих утиче начин коришћења земљишта, да бисмо могли да осмислимо акције очувања и одрживог коришћења травњака (García-Mijangos et al. 2021).

Током последњих деценија доста студија било је посвећено истраживању односа вегетације и животне средине на травњацима.

У региону крајњег запада атлантске Европе (Шпаније, Француске, Британије и Ирске), на подручју од скоро 1500 km од севера ка југу, однос између вегетације и животне средине проучавали су Duckworth et al. (2000). Иако се кречњачка травњачка вегетација јавља широм немедитеранске Европе, ова студија је - фокусирана на регион са сличном атлантском климом, што је омогућило истраживање односа вегетације и других фактора животне средине, а без утицаја великих климатских разлика.

Bruun и Ejrnæs (2000) представили су анализу градијента 620 узорака вегетације који покривају већину флористичких и еколошких варијација у полуприродној вегетацији травњака на добро дренираним земљиштима у Данској.

Janišová (2005) je izučavala odnos vegetacije suvih travњака и фактора животне средине на једном кречњачком локалитету у западној Словачкој. Показало се да јако мале разлике у еколошким условима станишта, и особине земљишта су јако битне за заједнице сувих травњака реда *Festucetalia valesiacaе*. У планинском ланцу Бескиди (јужна Пољска) Корећ et al. (2010) проучавали су утицај топографских и педолошких фактора на богатство врста и диверзитет травњачке вегетације. Утврђено је да су главни фактори који су довели до смањења разноликости врста повећање надморске висине и алкалности земљишта. Мерунковá и Chytrý (2012) су у јужном делу Чешке истраживали планинске травњаке и одредили главне карактеристике земљишта (влажност, доступност хранљивих материја, рН) које су утицале на разноврсност овог типа вегетације.

Проучавањем сувих травњака у Бугарској бавили су се Pedashenko et al. (2013), један од главних циљева студије био је увид у улогу фактора средине у обликовању флористичког састава проучаваних заједница. Студија је спроведена у два контрастна подручја северозападне Бугарске која припадају окрузима Софија, Пловдив и Враца. Резултати ове студије су показали да су особине земљишта биле доминантни фактори који су одређивали вегетацијске разлике у истраживаном подручју. Издвојене су три класе, *Festuco-Brometea*, *Calluno-Ulicetea* и *Koelerio-Corynephoretea*. Класа *Festuco-Brometea* развила се на земљиштима са високим рН вредностима и високим садржајем хумуса, *Koelerio-Corynephoretea* је везана за кисела земљишта сиромашна хумусом, док је *Calluno-Ulicetea* повезујућа карика између претходне две класе.

Moeslund et al. (2013) су испитали односе између састава и богатства биљних врста и четири функционална топографска фактора, који представљају: топографску влажност, интензитет сунчевог зрачења, топлотни биланс и изложеност ветру. Резултати показују да топографија игра важну улогу у обликовању типова травњачке вегетације на локалном и регионалном нивоу у северозападном делу Европе и то првенствено утицајем на влажност земљишта.

Синтаксономијом, екологијом и биодиверзитетом сувих травњака у области централног Подоља (Украјина) бавили су се Kuzemko et al. (2014). У проучаваном региону главни фактор диференцијације травњачких заједница била је реакција земљишта.

Baumann et al. (2016) спровели су своје истраживање на алпским травњацима у југозападном делу европских Алпа. Овом студијом потврђено је да су надморска висина, просечна дубина земљишта, као и садржај скелета три главна фактора средине која утичу на разноликост и састав травњачких заједница.

Bahrami et al. (2017) истраживали су вегетацију на три планинска станишта у западном Азербејџану. Циљ ове студије био је да се испита однос карактеристика земљишта и биљних врста како би одредили факторе између три станишта пашњака. Три испитивана локалитета: травњак, травњак-шикара и шикара су се налазиле на истим надморским висинама и истим експозицијама, како би се избегли ефекти осталих фактора средине. Резултати су показали да су ЕС и садржај органске материје међу особинама земљишта најважнији за дистрибуцију вегетације на три станишта пашњака.

Dölarıslan et al. (2017) су спровели студију у региону централне Анадолије у Турској да би истражили везу између физичких и хемијских својстава земљишта и индекса биљне разноврсности у семиаридним травњацима. Утврђено је да на биљни диверзитет и богатство врста на травњацима у испитиваном подручју првенствено утичу количина органске материје и садржај азота.

На сувим травњацима у осам региона северне Евроазије, распоређених од запада ка истоку: Чешка Република и Словачка, Бугарска (укључујући и југоисточну Румунију), подножје планине Јужног Урала, северни Казахстан и југозападни Сибир, северне планине Алтај-Сајан, јужне планине Алтај-Сајан, јужна Монголија и централна Јакутија, Palpurina et

al. (2017) су испитивали какав је однос између богатства биљних врста и рН вредности земљишта у условима са различитим нивоима падавина, као и који су релативни ефекти рН вредности земљишта и падавина на богатство врста. Однос између богатства биљних врста и рН вредности земљишта на сувим травњацима се мења, са смањењем регионалних падавина у Евроазији, од унимодалног, преко негативног, до непостојећег.

Dingaаn et al. (2017) су истраживали везу између хемијских својстава земљишта и разноликости биљака у полусушним травњацима јужне Африке. Резултати указују на рН вредност земљишта као главну карактеристику која одређује разноврсност биљних врста у полусушним травњацима.

Roeling et al. (2018) су проучавали значај односа хранљивих материја који утиче на варијације у саставу врста на евроазијским травњацима. Поред рН вредности и влажности земљишта, однос N/P је био битан фактор који је утицао на богатство врста. Такође, утврђено је да је однос N/P био битнији за састав врста од доступности ових елемената појединачно.

Испитивањем утицаја физичких особина земљишта на дистрибуцију травњачке вегетације у Саудијској Арабији бавили су се Alzarah et al. (2020). Просторном анализом интензитета у вези са одабраним физичким варијаблама земљишта, садржај песка и влажност земљишта најзначајније су утицали на дистрибуцију вегетационог покривача.

У нашој земљи, односом фактора животне средине, пре свега основних карактеристика земљишта, и дистрибуције секундарних травњачких заједница до сада су се бавили само Аџић et al. (2013) на једном локалитету у источној Србији. За потребе ове студије анализирано је укупно 60 фитоценолошких снимака. Извршене су лабораторијске анализе физичких и хемијских особина, као и класификација земљишта. Кластер анализом издвојене су три заједнице и то: *Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum*, *Asperulo-Agrostietum vulgaris* и *Danthonietum calycinae*. Заједница *Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum elatioris* развила се на посмеђеној рендзини (Cambic Leptosol Eutric) и дистричном смеђем земљишту (Ferralic Cambisol Dystric). Заједница *Danthonietum calycinae* је била присутна на лесивираним земљишту (Haplic Luvisols Epydistic), које има врло неповољне хемијске особине, док је појава *Asperulo-Agrostietum vulgaris* везана за превлажена, глејна и псеудоглејна земљишта (Umbric Gleysol Distric и Umbric Stagnosol Distric).

### 3.5. Земљиште и микробиом

Земљиште представља један од најбогатијих микробних екосистема на Земљи (Gans et al., 2005). Микроби играју бројне кључне улоге у функцијама екосистема земљишта (Orgiazzi et al., 2016). Микроорганизми у земљишту су препознати као саставни део копнених екосистема јер играју централну улогу у трансформацији хранљивих материја и у продуктивности, саставу и разноврсности биљних заједница (Nannipieri et al., 2020). Бактерије и гљиве су одговорне за разградњу органске материје (ОМ) и кружење лако доступних хранљивих материја за биљке, регулишући 90% протока енергије. Такође, играју кључну улогу у биоремедијацији земљишта, разграђујући токсичне хемикалије путем метаболочких и кометаболочких путева. Микроорганизми могу имати стимулативно или инхибирајуће дејство на биљке ослобађањем метаболита различитим активностима (Caracciolo et al. 2017).

Физичко-хемијске карактеристике земљишта имају значајан утицај на микробиом земљишта (Kumar et al., 2022; Sui et al., 2021; Singh et al., 2022). Студије су показале да фактори, као што су садржај воде, укупни угљеник, рН, електрична проводљивост, укупни сумпор и капацитет катјонске измене (СЕС), могу утицати на богатство и разноврсност микроба (Fuentes et al., 2022).

Наше знање о микробиому земљишта ограничено је огромном микробном разноврсношћу која карактерише копнене екосистеме и сложеношћу интеракције земљиште-

биљка-микроби (Francioli et al., 2018). Заиста, земљиште је често називано „црном кутијом“ због велике количине микробних популација у земљишту ( $10^8$ - $10^{11}$  ћелија по граму и вероватно хиљаде, ако не и милиони различитих врста) и методолошких изазова њихове карактеризације (Cortois и De Deyn, 2012; Francioli et al., 2016; Tkacz et al., 2020). Познавање микробних заједница, које живе у системима земљишта и на интерфејсу корен биљке-земљиште, важно је за повећање одрживости у пољопривреди (Nesme et al., 2016; Thompson et al. 2017; Delgado-Baquerizo et al., 2018). Огроман напредак у технологијама секвенцирања дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК) омогућио је анализу и увид у састав и понашање микробних заједница у различитим срединама. Карактеризација микробне заједнице у земљишту се обично спроводи путем PCR (eng. *Polymerase Chain Reaction*) амплификације таксономских маркерских гена (названих „ДНК бар кодови“). Тренутно се метабаркодирање често користи за стицање увида у структуру и динамику микробних заједница кроз анализу релативне заступљености и таксономске разноврсности унутар узорка (Peiffer et al., 2013; Degruene et al., 2017). Са појавом ових технологија, најновији истраживачки изазови су у области анализе и интерпретације података (Joos et al., 2020). Прокариоти (археје и бактерије) и гљиве су највише проучавани микроби у земљишту и на корену биљака (Francioli et al., 2021). Питања о саставу микробне заједнице могу се решити секвенцирањем гена 16S рибозомске рибонуклеинске киселине (РНК) (Bulgarelli et al. 2013) директно из ДНК екстраховане из земљишта, без икаквих корака култивације из узорка животне средине (Killham и Prosser, 2007).

Микробиом земљишта игра веома важну улогу у травњачким екосистемима. Међутим, сложеност микробиома отежава потпуно разумевање његове улоге у травњачким заједницама (Bastida et al., 2021). Микробиом земљишта утиче на састав и богатство врста у травњачким заједницама пре свега преко свог утицаја на карактеристике земљишта (Chao et al., 2022). С друге стране, биљке утичу на микробе у земљишту преко количине и квалитета органских остатака. Показало се да микробне заједнице у земљишту доследно реагују на промене у доступности хранљивих матрија (Leff et al., 2015). Све у свему, микробиом је битна компонента екосистема травњака и његов значај не треба занемарити, већ истраживања треба интензивирати.

## 4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

### 4.1. Опште карактеристике истраживаних локалитета

Истраживано подручје обухвата локалитете југоисточне Србије који се налазе на сличној геолошкој подлози, али са различитим карактеристикама рељефа (надморска висина, стрмина нагиба, експозиција), климе (падавине, температура, ветар) и вегетације, што је значајно утицало на физичке, хемијске и биолошке карактеристике образованих земљишта. У оквиру ове докторске дисертације вршена су испитивања особина земљишта и њиховог утицаја на флористички састав вегетације на следећих шест локалитета: Ртањ, Девица, Озрен, Сићевачка клисура, Јелашничка клисура и Сува планина (слика 1). Све поменуте планине и клисуре припадају Карпатско-балканском планинском систему.

**Планина Ртањ** налази се у југозападном делу Карпатско-балканског планинског система. Према геолошкој карти Србије (размера 1:100 000), основну стенску масу овог подручја чине слојевити и банковити кречњаци (ГеолИСС, 2023). Посебну вредност представља специфичан крашки рељеф стрмих падина, са дубоким јамама и доминантним купастим врхом Шиљак (1565 m), од којег се под различитим угловима спуштају планинске падине. Нарочито су интересантни крашки облици рељефа са бројним дубоким јамама и различитим облицима есхумираног субкутаног краса (Dajić Stevanović et al., 2015). Од специфичности флоре и вегетације, издваја се мешовита заједница јеле (*Abies alba*) и букве (*Fagus moesiaca*), са северне стране планине, која допире до самог Шиљка, док су падине окренуте југу обрасле заједницама камењара, пашњака и жбуња (Aćić et al., 2017). До данас, постоји мали број података о земљиштима кречњачког масива Ртња. Резултате механичког састава и хемијских својства земљишта ове планине представили су у својој студији Живковић и Пантовић (1954). Такође, земљиште је на овом подручју проучавано и приликом картирања басена реке Тимок (Антоновић и сар., 1974), и дефинисани су типови: сирозем, камењар, рендзина и смеђе земљиште. Ртањ је заштићено подручје, у рангу специјалног резервата природе (Службени гласник РС, бр. 18/2019).

**Планина Озрен** представља последњу антиклиналу и Балканску планину на северозападу. Према геолошкој карти Србије (размера 1:100 000), на овом локалитету као матични супстрати могу се срести слојевити и банковити кречњаци, као и комбинација пешчара, кречњака и доломита (ГеолИСС, 2023). Највиши врх Озрена је Лесковик (1174 m). Поред шумских заједница са *Quercus ceris*, *Q. frainetto* и *Carpinus orientalis*, на овој планини се развијају и реликтне заједнице као што су *Syringo-Carpinetum orientalis* и *Cotino-Syringetum vulgaris* (Aćić et al., 2017). Кречњачким земљиштима Озрена бавили су се до сада само Кнежевић и Кошанин (2004), где се заједнице планинске букве развијају на: камењару, делувијуму, црници на кречњаку, рендзини и смеђем земљишту на кречњаку. Озренске ливаде су под заштитом државе (Службени гласник РС, бр. 102/2010).

**Планина Девица** је међу најсевернијим Балканским планинама, у близини границе између Карпатских и Балканских планина. Према геолошкој карти Србије (размера 1:100 000), геолошку подлогу овог подручја чине кречњаци старости креде, а најзаступљенији су тврди (једри) кречњаци (ГеолИСС, 2023). Матична стена често избија на површину у виду великих блокова стена, а није редак случај да се по површини јаве крупнији и ситнији одломци физички распаднутих стена. Средишњи део планине Девице заузима висораван на око 1100 метара надморске висине на којој се налази и сам највиши врх, Чапљинац (1186 m). На кречњачким стаништима планине Девице развијене су реликтне полидоминантне шумске заједнице са *Carpinus orientalis* и степска травна вегетација (свезе *Saturejion montanae* и *Festucion valesiaca*). Међу специфичним биљним врстама ове планине, могу се издвојити: *Hypericum rumeliacum*, *H. rochelii*, *Hyssopus officinalis*, *Gymnadenia conopsea* и *Himantaglossum calcaratum* (Aćić et al., 2017). До данас на кречњачком масиву Девице нису

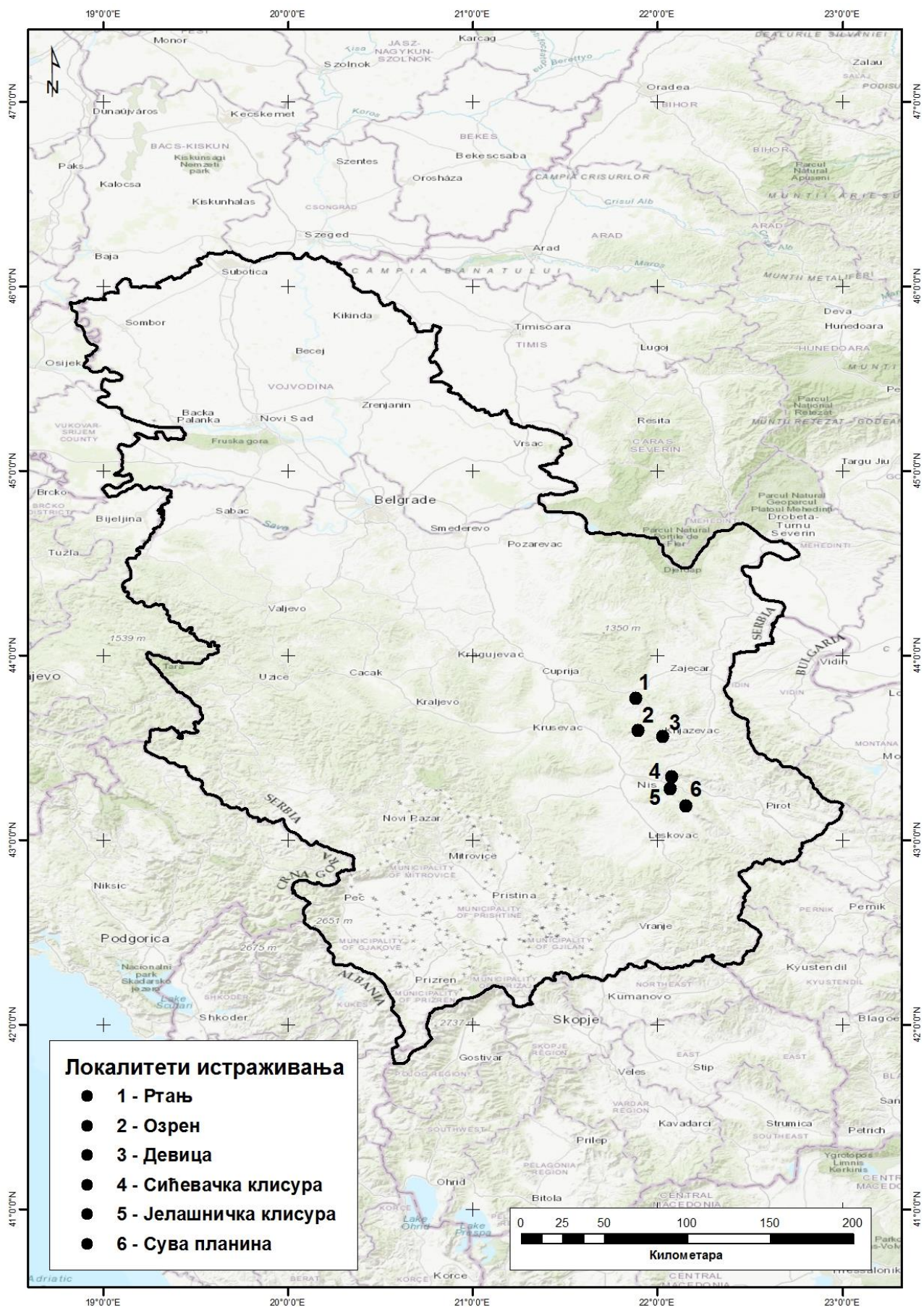
спроведена педолошка истраживања, тако да података о земљиштима овог подручја још увек нема. Упркос изузетним природним вредностима, планина Девица је још увек незаштићено подручје.

**Сићевачка клисура** представља пробојницу реке Нишаве кроз Куновичку површ која тече између јужних падина Сврљишких планина и Суве планине. Према геолошкој карти Србије (размера 1:100 000), најраспрострањенија геолошка подлога за образовање земљишта су слојевити банковити кречњаци и доломити, а местимично се јављају пешчари и глинци (ГеолИСС, 2023). У оквиру клисуре издвајају се три морфолошке целине - Градишки кањон, Просечка клисура и Островичка котлина. На подручју клисуре регистровано је присуство већег броја ендемичних, ендемореликтних и реликтних врста биљака као што су *Achillea clypeolata*, *Tragopogon pterodes*, *Ruta graveolens*, *Prunus mahaleb* (Аџић et al., 2017). Подаци о земљишту Сићевачке клисуре приказани су у студији „Земљишта слива Нишаве” (Антоновић и Мрвић, 2008). Картирани су следећи типови: литосол, калкомеланосол и рендзина. Сићевачка клисура је заштићено подручје у рангу парка природе (Службени гласник РС, бр. 16/2000).

**Јелашничка клисура** се налази у Понишављу, пружа се правцем северозапад-југоисток. Према геолошкој карти Србије (размера 1:100 000), матичну подлогу на овом локалитету чине банковити и слојевити кречњаци и доломити (ГеолИСС, 2023). Одсеци клисуре су степенасто распоређени и водном ерозијом разбијени на стеновите ртове, усамљене зупце, платна и стубове. Клисура је станиште природних реткости и ендемореликтних врста као што су српска рамонда (*Ramonda serbica*), Наталијина рамонда (*Ramonda nathaliae*) и српска вијошница (*Parietaria serbica*) (Аџић et al., 2017). Земљишта овог подручја проучавали су Антоновић и Мрвић (2008), и картирали типове: литосол, калкомеланосол и рендзина. Јелашничка клисура је заштићено подручје у рангу специјалног резервата природе (Службени гласник РС, бр. 9/1995).

**Сува планина** се налази у југозападном делу Карпатско-балканског планинског система. Према геолошкој карти Србије (размера 1:100 000), геолошку подлогу на овом подручју чине банковити и слојевити кречњаци и доломити (ГеолИСС, 2023). Кречњаци ове планине богати су фосилном флором и фауном. Релјеф је веома разуђен, са великим висинским разликама од 250 m до 1810 m надморске висине, највиши врх је Трем (1810 m). Масив се одликује изузетним појавама и облицима крашког релјефа. Флора се састоји од многих ендемичних, реликтних или заштићених врста као што су *Achillea ageratifolia*, *Edraianthus serbicus*, *Lilium jankae*, *Silene sendtneri*, *Eryngium palmatum* и друге. Поред тога, присутна су и два локална ендемита - Панчићева кандилка (*Aquilegia pancicii*) и српска ружа (*Rosa serbica*), (Аџић et al., 2017). Земљишта на Сувој планини први је проучавао Павићевић давне 1953. године (Павићевић, 1953), и дефинисао рудо земљиште на кречњаку као засебан тип. Земљиште на овом локалитету испитивано је и приликом картирања басена реке Нишаве (Антоновић и Мрвић, 2008) и дефинисани су типови: литосол, калкомеланосол и калкокабисол. Сува планина је заштићено подручје у рангу специјалног резервата природе (Службени гласник РС, бр. 72/2015).

Поред целокупног подручја југоисточне Србије, истраживање је било усмерено и на релативно ограничено подручје (Ртањ) да би се утврдио утицај величине подручја на диференцијацију биљних формација, као и на однос земљиште-вегетација.



Слика 1. Истраживани локалитети

## 4.2. Испитивање особина земљишта

### 4.2.1. Теренска истраживања земљишта

Теренска испитивања земљишта обухватила су две фазе:

#### I. Мешовити земљишни узорци

На месту узорковања сваког фитоценолошког снимка (10 m<sup>2</sup>):

- Узет је један мешовити узорак земљишта из пет мешовитих узорака (дубине 0-10 cm) распоређених по принципу случајности (Dengler et al., 2016), укупан број мешовитих узорака је 96;
- Измерена је дубина земљишта на пет слободно изабраних тачака (Dengler et al., 2016);
- Извршено је просторно позиционирање и измерена надморска висина GPS уређајем на сваком месту узорковања;
- Одређена је експозиција компасом и нагиб терена инклинометром.

#### II. Педолошки профили

Педолошки профили су отворани на свим локалитетима. Број профила, који су били детаљно истражени, зависио је од хетерогености сваког подручја понаособ (сваки тип земљишта је покривен најмање једним репрезентативним профилем на сваком локалитету). Укупно је отворено 22 педолошка профила на читавом подручју истраживања југоисточне Србије. На планини Ртањ проучено је осам профила, на Озрену три, а на Девици четири. Због хомогености педолошког покривача на локалитетима клисура отворен је мањи број земљишних профила, и то: један профил у Сићевачкој и два у Јелашничкој клисури. Укупан број отворених профила на Сувој планини било је четири.

За сваки профил описани су елементи спољашње морфологије (географски положај и надморска висина, мртви покривач, живи покривач, каменитост и скелетност), као и унутрашње морфологије (грађа профила, присуство калцијум-карбоната, биолошка активност, развијеност кореновог система и специфична педогенетска новообразовања), (IUSS Working Group WRB, 2022);

Узети су узорци земљишта по генетским хоризонтима у нарушеном стању и природном склопу (цилиндрима од 100 cm<sup>3</sup>, у три понављања).

### 4.2.2. Лабораторијска истраживања земљишта

#### *Методe испитивања физичких особина земљишта*

- Боја земљишта у сувом и влажном стању Манселовим атласом боја (FAO, 2006);
- Садржај скелета (Бошњак et al., 1997);
- Механички састав земљишта пипет методом, са припремом узорка Е варијантом пирофосфатне методе (Бошњак et al., 1997);
- Агрегатни састав земљишта, методом Савинова (Бошњак et al., 1997);
- Просечни масени пречник и просечни геометријски пречник процењени су у складу са Hillel (2004), а индекс структурне стабилности према Pieri (1992);
- Текстурна класа земљишта преко текстурног троугла (USDA троугао);
- Запреминска густина, цилиндрима запремине 100 cm<sup>3</sup> (Carter, 1993);
- Специфична густина, методом пикнометра са ксилолом (Carter, 1993);



- Укупна порозност, рачунским путем (Бошњак et al., 1997);
- Ретенциони водни капацитет, на 33 kPa, методом Ричардса, помоћу „Pressure plate extractor” (Carter, 1993);
- Влажност трајног увенућа биљака, на 1500 kPa, методом Ричардса, помоћу „Pressure plate extractor” (Carter, 1993);
- Биљкама приступачна влага, рачунским путем (Бошњак et al., 1997);
- Брзина водопропустиљивости (филтрација) на уређају са променљивим притиском (Carter, 1993);
- Апсолутни ваздушни капацитет, рачунским путем (Бошњак et al., 1997);
- Температурни режим и режим влажности процењени су на основу климатских података (Soil Survey Staff, 1999). Коришћене су вредности средње месечне температуре ваздуха, падавина (1991-2020) и потенцијална евапотранспирација (1971-2000) за станице у Димитровграду и Нишу (РХМЗ, 2023). Станица Димитровград одабрана је за Ртањ, Девицу, Озрен и Суву планину јер је најсличнија поменути локалитетима према надморској висини и подацима о потенцијалној евапотранспирацији (ЕТП), док је станица Ниш географски најближа истраживаним клисурама. Средња годишња температура земљишта процењена је додавањем 2 °C средњој годишњој температури ваздуха (Husnjak et al., 2014; Radmanović и Đorđević, 2021; Soil Survey Staff, 1999).

#### *Методe испитивања хемијских особина земљишта*

- Активна киселост земљишта, рН у H<sub>2</sub>O (однос земљиште:вода 1:2,5), потенциометријски са стакленом електродом (van Reeuwijk, 2002);
- Разменљива (супституциона) киселост, рН у 1 М KCl (однос земљиште:калијум-хлорид 1:2,5), потенциометријски са стакленом електродом (van Reeuwijk, 2002);
- Садржај калцијум-карбоната (CaCO<sub>3</sub>) у земљишту волуметријском методом са Шајблеровим калциметром (Nelson, 1982);
- Садржај хумуса дихроматном методом Тјурина у модификацији Симакова (Tjurin, 1931; Simakov, 1957);
- Хидролитичка киселост у бескарбонатним земљиштима, методом Капена (Минеев et al., 2001);
- Сума разменљиво-адсорбованих базних катјона, екстракцијом у 1 М амонијум-ацетату рН 7 (van Reeuwijk, 2002);
- Капацитет катјонске измене, рачунским путем (Минеев et al., 2001);
- Степен засићености базама рачунским путем (Минеев et al., 2001);
- Садржај приступачног фосфора (P), АЛ-методом (Enger и Riehm, 1958);
- Садржај приступачних (изменљивих) макроелемената (K, Na, Ca, Mg) екстракцијом у 1 М амонијум-ацетату рН 7, однос земљиште:раствор за екстракцију 1:10 (Allen, 1974), мерењем концентрације у екстракту оптичком емисионом спектроскопијом са индукованом спрегнутом плазмом (ICP-OES);
- Садржај приступачних микроелемената (Cu, Fe, Mn, Ni, Mo) екстракцијом у раствору DTPA-TEA рН 7,3, однос земљиште:раствор 1:2 (Allen, 1974), мерењем концентрације у екстрактима ICP-OES.

### *Метода испитивања минералошког састава земљишта*

- Минералошки састав земљишта, одређен је методом дифракције помоћу X зрака (XRD) на дифрактометру Philips PW 1710. Услови снимања су били: напон  $U = 36 \text{ kV}$ ; јачина струје  $I=18 \text{ mA}$ ; почетак снимања на  $4^\circ\theta$ ; брзина  $10/\text{min}$ ;  $R/C = 4/2$  (Soil Survey Staff, 2011).
- За испитивање минералошког састава матичног супстрата и земљишта је изабрано седам педолошких профила (5, 10, 13, 14, 16, 17 и 21). За све узорке су снимљени дифрактограми праха матичног супстрата, укупног узорка земљишта, дифрактограми праха резидијума, дифрактограми оријентисаног узорка глиновите фракције, дифрактограми узорка засићеног етилен-гликолом (EG) глиновите фракције и дифрактограми узорка жареног на  $550^\circ\text{C}$  глиновите фракције. Минералошки састав је одређен квалитативно употребом литературе (Михеев, 1957) и на основу базе података RRUFF (<https://rruff.info/>).

### *Метагеномска анализа микробиома земљишта*

За испитивање микробиома земљишта изабрано је шест педолошких профила (7, 10, 13, 16, 17, 19). Узорци су узети из површинског А хоризонта у октобру месецу.

- Изолација целокупне дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК) из узорка земљишта извршена је помоћу кита ZymoBIOMICS 96 DNA Kit (Zymo research);
- Амплификација хиперваријабилног региона V3-V4 гена за 16S рибозомску рибонуклеинску киселину (рРНК) ланчаном реакцијом полимеразе (eng. Polymerase Chain Reaction - PCR) и универзалним ДНК прајмерима 341F и 806R (Joos et al., 2020);
- Библиотеке су конструисане коришћењем Nextera XT DNA Library Preparation Kit (Illumina);
- Библиотеке су секвенциране коришћењем Illumina MiSeq v3 технологије ( $2 \times 300$  бп, упарени крај) од стране Macrogen.

#### **4.2.3. Климатски подаци**

- Климатски подаци (просек за 30 година) за хидрометеоролошке станице најближе испитиваним локалитетима преузети су од Републичког хидрометеоролошког завода (РХМЗ, 2022).

#### **4.2.4. Класификација земљишта**

Класификација земљишта је изведена према:

- Званичној класификацији земљишта у Србији (Škorić i sar., 1985) на свим систематским нивоима;
- Међународној WRB 2022 класификацији (IUSS Working Group WRB, 2022) на оба нивоа (референтна група, основни и допунски квалификатори).

#### **4.3. Испитивање вегетације травњака**

- Фитоценолошка истраживања вегетације вршена су модификованом методом Швајцарско-Француске фитоценолошке школе Braun-Blanquet (1964), према van der Maarel (2012);

- Биљке су сакупљане, хербаризоване и детерминисане уз коришћење таксономских кључева и релевантне ботаничке литературе (Josifović, 1970-1977; Jávorka et Csapody 1991; Sarić, 1992);
- Номенклатура и таксономски положај биљних врста усклађен је према Euro+Med PlantBase (<https://www.emplantbase.org/home.html>).

#### 4.4. Статистичка обрада података

У истраживањима вегетације и земљишта коришћени су:

- Мултиваријациона кластер анализа (Cluster Analysis) у програму PC-ORD 5 (McCune et Mefford, 1999) којом су добијени кластери фитоценолошких снимака;
- Како би се утврдиле дијагностичке врсте за сваки кластер у програму JUICE 7.0 (Tichý, 2002), израчуната је везаност сваке врсте за сваки кластер помоћу  $\phi$  коефицијента као мере везаности (fidelity measure) (Chytrý et al., 2002);
- Униваријантна анализа варијансе (One-Way ANOVA) је примењена да би се утврдило да ли постоји статистички значајна разлика ( $p=0,05$ ) у карактеристикама рељефа и земљишта за издвојене биљне кластере, коришћењем SPSS 21.0 софтвера (IBM, Chicago, USA);
- Duncan-ов тест је коришћен за испитивање статистичке значајности разлика између варијабли. Тест је спроведен помоћу софтвера SPSS 21.0 софтвера (IBM, Chicago, USA);
- Mann-Whitney U тест за поређење параметара земљишта и рељефа на ужем подручју истраживања, употребом SPSS 21.0 софтвера (IBM, Chicago, USA);
- Ординационе методе мултиваријантне статистике примењене су коресподентном анализом (Detrended Correspondence Analysis - DCA) и анализом неметричког вишедимензионалног скалирања (Nonmetric Multidimensional Scaling - NMDS) у програму JUICE 7.0 (Tichý, 2002) и програмском окружењу R (<http://www.r-project.org>) помоћу пакета vegan (<http://cc.oulu.fi/~jarioksa/softhelp/vegan.html>), у циљу утврђивања утицаја земљишта на појаву различитих биљних заједница;
- VIF (*Variance Inflation Factor*) у циљу утврђивања колинеарности између фактора земљишта (Oksanen, 2022);
- Еколошке индикаторске вредности биљних врста за светлост, температуру, влажност, реакцију земљишта, континенталност и количину хранљивих материја преузети су из Pignatti et al. (2005).

Биоинформатичка обрада података о земљишном микробиому састојала се из три корака:

- Пре-процесовање података добијених масивним паралелним секвенцирањем (прочишћавање секвенци према Фредовом скору, тримовање секвенци, уклањање химеричних и некомплетних секвенци) (Bolyen et al., 2019);
- Поравнавање прочитаних наспрам референтних секвенци из прокариотске базе података, затим нотирање секвенци и одређивање таксона (Quast et al., 2013);
- Реконструкција алфа и бета диверзитета, идентификација свих таксона и њихове релативне заступљености у узорцима, као и диференцијална анализа наспрам типа земљишта (Bolyen et al., 2019).

## 5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Резултати докторске дисертације обухватају три дела. У првом делу приказани су резултати детаљних истраживања земљишта на свим локалитетима. Такође, у овом делу представљена је и класификација земљишта која је изведена према званичном систему класификације земљишта у Србији (Škorić i sar., 1985), на свим систематским нивоима, као и међународној WRB 2022 класификацији (IUSS Working Group WRB, 2022), на оба нивоа (референтна група, основни и допунски квалификатори).

У другом делу дисертације представљена су истраживања мешовитих земљишних узорака и травњачке вегетације на подручју југоисточне Србије, која су обухватила фитоценолошка истраживања, затим истраживања утицаја физичких и хемијских карактеристика земљишта на флористички састав травњачких заједница, као и истраживања утицаја еколошких фактора на диференцираност травњачке вегетације помоћу индикаторских вредности биљака.

У трећем делу ове докторске дисертације приказани су подаци о саставу микробиома испитиваних земљишта, као и резултати диференцијалне анализе наспрам типа земљишта.

## I ДЕО

У овом делу приказани су резултати детаљних педолошких истраживања земљишта на истраживаном подручју.

### 5.1. Особине земљишта

#### 5.1.1. Морфолошке особине земљишта

На седам испитиваних локалитета укупно је отворено 22 педолошка профила (слика П17), чије су екто и ендоморфолошке особине представљене у табелама 1 и 2. Елементи спољашње и унутрашње морфологије за сваки педолошки профил су на терену описивани према WRB 2022 (IUSS Working Group WRB, 2022).

На подручју Ртња отворено је и описано осам профила (1-8), који се налазе на надморској висини од 889 m до 1030 m, нагибу од 2% до 9% и различитој експозицији (јужна, југоисточна, југозападна и западна) (слика 2). На површини је било стеновитих издана величине мањих стена (30 cm) и камења (6-20 cm), изузев код профила 7 и 8. Стеновитост је хетерогена, од свега 5% па до 30%. Истраживана земљишта су развијена на једром кречњаку, тип земљишта кречњачко-доломитна црница. Профили су отворани до чврсте стене и њихова дубина се креће од 18 cm до 50 cm, са просеком од  $26,5 \pm 11,9$  cm, што сврстава ова земљишта у плитка и средње дубока (Pelišek, 1964). Коренов систем је био изразито развијен, како у профилима овог, тако и профилима осталих локалитета. Прелаз између хоризоната је неправилан (цепови дубљи него што су широки), изузев прелаза између површинског и потповршинског хоризонта профила 4 и 7. Профили су били бескелетни што указује да нема физичког распадња стена, већ само хемијског, које је карактеристично за једре кречњаке. Боја земљишта у сувом стању је углавном веома тамно сиво браон, док је у влажном стању од веома тамно браон до црне, док се потповршински хоризонти профила 4 и 7 одликују веома тамно сиво браон бојом. Земљиште је бескарбонатно читавом дубином профила и овај податак потврђује тврдњу да се земљиште развија од резидуалног материјала који заостаје након растварања карбонатне стене (Кнежевић и Кошанин, 2009).

Планинске црнице, које су на истом локалитету проучавали Живковић и Пантовић (1954), биле су сличне дубине, са том разликом што је било и јако плитких (<10 cm).



Слика 2. Ендоморфологија профила 3 (А); ектоморфологија профила 3 (Б); локалитет (В)

На платоу планине Девице на готово истој надморској висини од 886 m до 887 m отворена су укупно четири профила (9-12). Код профила 10 (слика 3) на површини није било стеновитих издана, док су код осталих профила били у мањој мери присутни стеновити издани величине камења (6-20 cm). Матични супстрат од кога се земљиште развило јесте тврди кречњак, тип земљишта кречњачко-доломитна црница. Дубина профила је од 13 cm до 25 cm ( $17,6 \pm 5,32$ ) и према класификацији Pelišek (1964) могу се сврстати у веома плитка и плитка земљишта. Прелаз између хоризоната је неправилан. Профиле карактериште одсуство скелета. У сувом стању земљиште је тамно браон, веома тамно сиво браон и веома тамно сиво. У влажном стању земљиште се одликује тамно браон и црном бојом. Карбонати нису били присутни у земљишту испитиваних профила на овом локалитету.

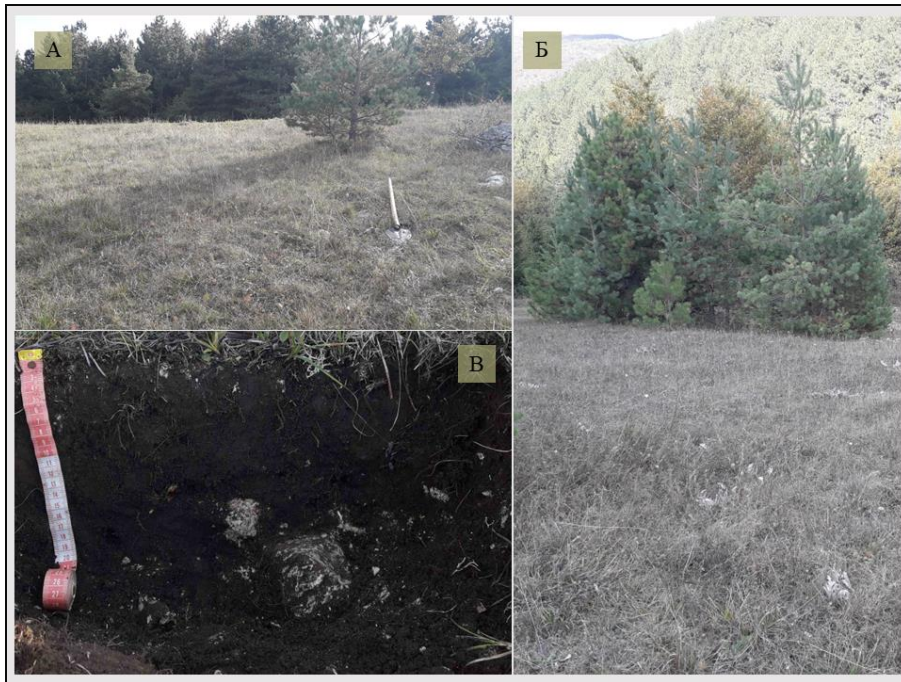


Слика 3. Ендоморфологија профила 10 (А); узимање узрака у ненарушеном стању (Б); екторморфологија профила 10 (В) и (Г).

На планини Озрен отворено је три профила (13-15) на јако сличној надморској висини од 1011 m и 1035 m. Терен на коме су отварани профили је имао благ нагиб 3% (профил 15) и 4% (профили 13 и 14). Профили су имали различите експозиције (источну, јужну и југоисточну). Код профила 13 на површини није било стеновитих издана, а терен око осталих профила је био у одређеној мери прекривен изданима величине камења (6-20 cm) и мањих стена (20-60 cm). Геолошки супстрат је био различит. Земљиште профила 13 образовало се на карбонатном песку (рендзина), профила 14 на тврдом (кречњачко-доломитна црница), а профила 15 (слика 4) на меком кречњаку (рендзина). Дубина отварања профила 13 је била 70 cm. С обзиром на то, да су земљишта преостала два профила развијена на консолидованим стенама, она су била знатно плића, 18 cm (профил 14) и 20 cm (профила 15). Земљиште профила 13 спада у средње дубока, а профила 14 и 15 у плитка (Pelišek, 1964). Прелаз између хоризоната профила 13 је скоро раван, док је код профила 14 и 15 неправилан. Код профила 13 боја је са повећањем дубине светлија, веома тамно сива (А хоризонт), затим тамно сива (АС хоризонт) и на крају бела (С хоризонт). Боја профила 14 је веома тамно браон, а профила 15 браон. Профили 13 и 15 су карбонатни, док је профил 14 бескарбонатан.

Дубина солума рендзине, коју су на Озрену проучавали Кнежевић и Кошанин (2004), је око 70 cm, слична дубини рендзине истраживане на растреситом супстрату. Просечна дубина црница коју су такође проучавали поменути аутори била је 55 cm, знатно већа у односу на

црницу која је део истраживања ове дисертације, реч је о подтипу посмеђена црница, док је црница у овом истраживању органоминерална.



Слика 4. Ектоморфологија профила 15 (А) и (Б); ендоморфологија профила 15 (В).

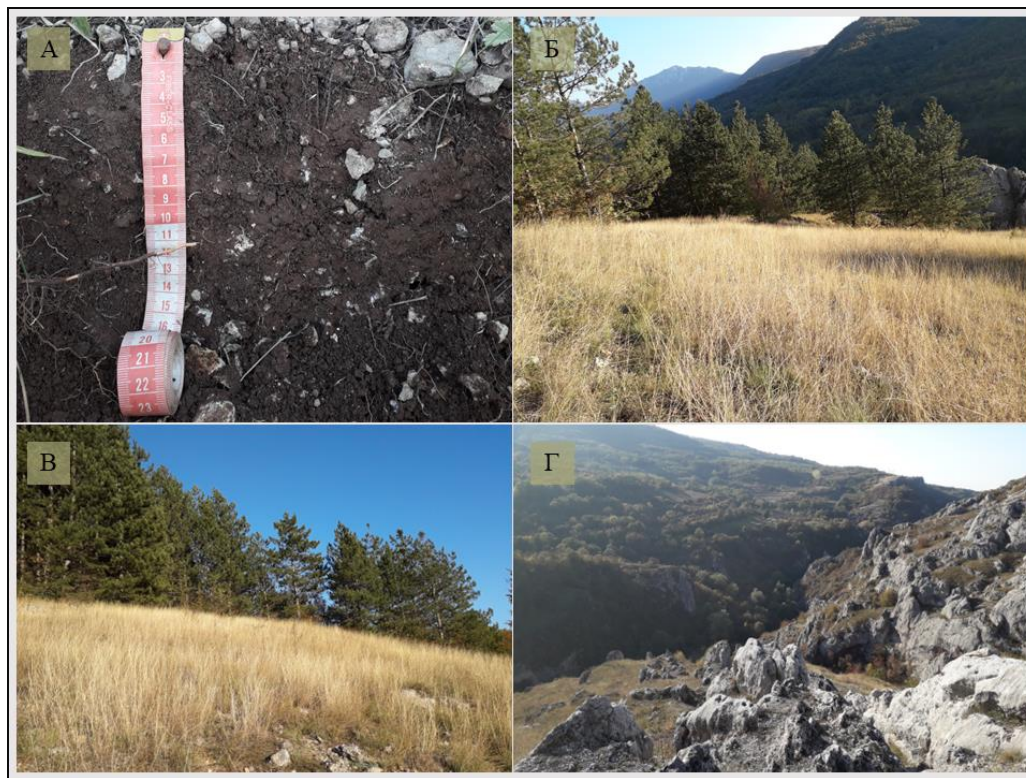
Због хомогености земљишног покривача, на подручју Сићевачке клисуре отворен је један профил (16) (слика 5) на 514 m н.м., нагибу од 15% и источној експозицији. Стеновитост површине износи 35%. Земљиште је образовано на меком кречњаку (рендзина). Дубина солума је 15 cm и ово земљиште спада у класу плитких (Pelišek, 1964). Прелаз између хоризоната је таласаст. Боја у сувом стању браон, а у влажном тамно црвенкасто браон. Земљиште је скелетно и карбонатно.

На поменутом локалитету, према ендоморфолошкој особини дубина слична је и рендзина коју су ипитивали Антоновић и Мрвић (2008).



Слика 5. Ендоморфологија (А) и ектоморфологија профила 16 (Б) и (В).

У области Јелашничке клисуре отворено је и описано укупно два профила (17 и 18). Профил 17 (Слика 6) је отворен на 461 m н.м., нагибу од 15% и западној експозицији. Профил 18 се налази на 402 m н.м., нагибу од 10% и северној експозицији. Стеновитост површине за оба профила је око 35%. Матични супстрат је у оба случаја меки кречњак (рендзина). Дубина профила је јако слична: 16 cm и 15 cm, сврставају се у плитка земљишта (Pelišek, 1964). Прелаз између хоризоната је скоро па раван. Боја у сувом стању је браон, а у влажном тамноцрвенкасто браон. У оба профила су били присутни карбонати и скелет.



Слика 6. Ендоморфологија профила 17 (А); екторморфологија профила 17 (Б и В); изглед Јелашничке клисуре (Г).

На Сувој планини отворено је и описано 4 педолошка профила (19-22) (слика 7). Профили су отворани на различитој надморској висини (1319-1543 m), нагибу (2-25%) и експозицији (јужна и западна). Стеновитост површине за све профиле била је око 5%. Земљиште се образовало на једром кречњаку (тип кречњачко-доломитна црница). Просечна дубина црница на овом локалитету је  $17,0 \pm 4,08$  cm, припадају плитким земљиштима (Pelišek, 1964). Прелаз између хоризоната је неправилан. У сувом стању боја земљишта је веома тамно сива, црна или веома тамно браон. Боја у влажном стању је црна, или веома тамно браон. Земљиштњ је било безскелета и бескарбоната. У профилима овог локалитета, као и осталих није забележено присуство специфичних педогенетских новообразовања.

Калкомеланосоли, које су на овом локалитету истраживали Антоновић и Мрвић (2008), су нешто дубљи, са просеком  $26,5 \pm 5,21$  cm.





Слика 7. Ектоморфологија (А) и (Б) и ендоморфологија профила 19 (В).

У овом делу дисертације на сликама 2-7 приказане су фотографије унутрашње и спољашње морфологија по једног проучаваног профила са сваког локалитета. Профили чије фотографије екто и ендоморфологија нису представљене у овом делу дисертације, приказани су у поглављу Прилози на сликама П1-П16 (профил 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 21 и 22, редом).

Табела 1. Ектоморфологија истраживаних профила

Локалитет	Профил	Тип травњака	Латитуда (°)	Долгитуда (°)	Надморска висина (m)	Рељеф (опис)	Позиција у рељефу	Експозиција	Нагиб (%)	Стеновитост (%)	Величина стеновитих издана (cm)
Ртањ	1	<i>Festucion valesiacaе</i>	43,7578180	21,8863137	908	LL	LS	западна	3	5	6-20
	2		43,7577236	21,8860032	904	LL	LS	западна	2,5	5	6-20
	3		43,7569681	21,8856948	905	LL	LS	јужна	9	20	6-30
	4		43,7649370	21,8823770	1030	LL	MS	југозападна	9	5	6-20
	5		43,7621173	21,8818797	978	LL	MS	југозападна	9	30	6-20
	6		43,7608833	21,8809431	943	LL	MS	југозападна	5	30	6-20
	7		43,7598136	21,8842041	922	LL	LS	југоисточна	2	нема	нема
	8		43,7589626	21,8849478	899	LL	LS	југоисточна	2	нема	нема
Девница	9	<i>Saturejion montanae</i>	43,5649079	22,0288113	986	LL	CR	нема	0	5	6-20
	10		43,5646858	22,0295907	987	LL	CR	нема	0	нема	нема
	11		43,5636229	22,0306777	986	LL	CR	југоисточна	1	15	6-20
	12		43,5606684	22,0333264	986	LL	CR	нема	0	15	6-20
Озрен	13	<i>Festucion valesiacaе</i>	43,5932156	21,8948336	1035	LL	UP	јужна	3	нема	нема
	14		43,5934434	21,8960791	1035	LL	UP	југоисточна	4	30	6-20
	15		43,5933987	21,8928904	1011	LL	UP	источна	4	30	6-20
Сићевачка клисура	16	<i>Koelerio-Festucion dalmaticaе</i>	43,3406398	22,0794239	514	SH	MS	источна	15	35	6-30
Јелашничка клисура	17	<i>Koelerio-Festucion dalmaticaе</i>	43,27897	22,06897	461	SH	UP	западна	15	35	6-30
	18		43,28065	22,06657	402	SH	MS	северна	13	35	6-30
Сува планина	19	<i>Saturejion montanae</i>	43,18459	22,16694	1741	SM	UP	западна	25	5	6-20
	20		43,18853	22,15958	1543	SM	MS	јужна	20	5	6-20
	21		43,19776	22,14322	1319	LL	TS	западна	2	5	6-20
	22		43,19145	22,15277	1393	LL	LS	западна	3	5	6-20

Рељеф: LL - заравњен терен, SH - брдо са средњим градијетом, SM - планина са средњим градијетом; позиција у рељефу: CR - гребен, LS - доњи нагиб, MS - средњи нагиб, TS - нагиб ножице, UP - горњи нагиб.

Табела 2. Ендоморфологија истраживаних профила

Локалитет	Профил	Хоризонт	Дубина (cm)	Матични супстрат	Прелаз између хоризоната	Боја (суво)	Боја (влажно)	Количина скелета (%)	Величина скелета (mm)	Карбонати (%)	
Ртањ	1	A	0-18	SO1	неправилан	10 YR 3/2	10 YR 2/2	нема	нема	нема	
	2	A	0-24	SO1	неправилан	10 YR 3/2	10 YR 2/2	нема	нема	нема	
	3	A	0-20	SO1	неправилан	10 YR 3/4	10 YR 2/2	нема	нема	нема	
	4	A (B)rz	0-22 22-40	SO1	скоро па раван неправилан	10 YR 3/1 10 YR 3/3	10 YR 2/1 10 YR 3/2	нема	нема	нема	
	5	A	0-22	SO1	неправилан	10 YR 3/2	10 YR 2/2	нема	нема	нема	
	6	A	0-18	SO1	неправилан	10 YR 3/2	10 YR 2/2	нема	нема	нема	
	7	A (B)rz	0-29 29-50	SO1	скоро па раван неправилан	10 YR 3/2 10 YR 3/2	10 YR 2/2 10 YR 3/2	нема	нема	нема	
	8	A	0-20	SO1	неправилан	10 YR 2/2	10 YR 2/1	нема	нема	нема	
Девица	9	A	0-13	SO1	неправилан	10 YR 3/3	10 YR 2/2	нема	нема	нема	
	10	A	0-25	SO1	неправилан	10 YR 3/2	10 YR 2/1	нема	нема	нема	
	11	A	0-16	SO1	неправилан	10 YR 3/2	10 YR 2/2	нема	нема	нема	
	12	A	0-15	SO1	неправилан	10 YR 3/1	10 YR 2/2	нема	нема	нема	
Озрен	13	A AC C	0-36 36-70 >70	SO1	скоро па раван скоро па раван скоро па раван	5 YR 3/1 10 YR 4/1 10 YR 8/2	5 YR 2/1 10 YR 2/1 10 YR 7/2	нема	нема	60 70 90	
	14	A	0-18	SO1	неправилан	10 YR 2/2	10 YR 2/1	нема	нема	0	
	15	A	0-20	SO1	неправилан	7,5 YR 5/4	10 YR 2/2	нема	нема	20	
	Сићевачка клисура	16	A	0-15	UF1	таласаст	7,5 YR 5/4	5 YR 3/3	50	60-200	10
	Јелашничка клисура	17 18	A A	0-16 0-15	SO1 SO1	скоро па раван скоро па раван	5 YR 4/2 7,5 YR 4/2	5 YR 3/3 5 YR 2/2	40 70	60-200 60-200	15 20
Сува планина	19	A	0-23	SO1	неправилан	10 YR 3/1	10 YR 2/1	нема	нема	нема	
	20	A	0-14	SO1	неправилан	5 YR 2/1	10 YR 2/1	нема	нема	нема	
	21	A	0-22	SO1	неправилан	10 YR 3/1	10 YR 2/2	нема	нема	нема	
	22	A	0-19	SO1	неправилан	10 YR 2/2	10 YR 2/1	нема	нема	нема	

Матични супстрат: SO1 - кречњак; UF1 - песак и шљунак.

### 5.1.2. Физичке особине земљишта

Резултати анализе механичког састава земљишта представљени су у табели 3. У табели 4 су приказане текстурне класе и класификације земљишта према садржају скелета. Подаци о агрегатном саставу и структурним индексима су дати у табелама 5, 6 и 7, а водно-ваздушне особине у табели 8.

На подручју Ртња земљиште има глиновито иловасту текстуру, са високим процентом физичке глине (0,02 mm) 71,2-83,6%. Садржај песка, праха и глине у А хоризонту свих профила је прилично сличан. У (B)tz хоризонту посмеђених кречњачко-доломитних црница (профили 4 и 7) садржај глине се благо повећава.

Резултати указују на повољну структуру испитиваних калкомеланосола. Садржај агрономски најповољнијих агрегата (0,25-10 mm) је у свим профилима прелазно 80% (90,5±3,57% у просеку). Међу овим агрегатима доминирају мрвичести. Просечни масени пречник за суво просејавање (сПМП) је показао вредност у распону од од 3,02 mm до 5,53 mm, док се вредност истог индекса за мокро просејавање (мПМП) креће од 1,9 mm до 3,3 mm. Однос мПМП и сПМП је индикатор стабилности структурних агрегата. Утврђена је мала промена у величини агрегата након мокрог просејавања, у просеку 0,668±0,109 mm. Стабилност земљишних агрегата се такође може изразити сувим и влажним просечним геометријским пречником (ПГП). Вредност сПГП је од 1,40 mm у профилу 8 до 2,00 mm у профилу 7. мПГП је био између 1,04 mm и 1,62 mm. У свим испитиваним профилима земљишта индекс стабилности структуре (ИС) је већи од 19% (32,9±7,05), што указује на изузетно стабилну структуру, без ризика од структурне деградације земљишта (Pieri, 1992).

Запреминска густина је један од најважнијих показатеља компактности земљишта. Испитивана земљишта имају растресити хумусни хоризонт, чије су се вредности запреминске густине кретале углавном око 1 g·cm<sup>-3</sup>, изузев профила 8 (0,764 g·cm<sup>-3</sup>).

Укупна порозност испитиваних земљишта на овом локалитету је одлична према класификацији коју је предложио Каџински (1958). Порозност аерације је прелазила 30,9% вол. (34,7±3,24).

Максимални водни капацитет свих испитиваних профила је изнад 68% вол. (71,8±2,27% вол.). Пољски водни капацитет показао је високе вредности (преко 35,0% вол.), али су и вредности влажности трајног увенућа биљака биле релативно високе (преко 21,7% вол., са просеком 26,9±20,02% вол.). Разлика између наведених граница влажности, односно капацитет продуктивне влаге се креће од 8,50% до 11,81%. Изразито висок апсолутни ваздушни капацитет, са више од 30,9% вол. (профил 7) је карактеристичан за испитиване црнице, а вредност је и до 40% вол. (профил 8).

Коефицијент филтрације не прелази 66,4 cm·h<sup>-1</sup> (профил 8), док у профилу 4 износи само 21,1 cm·h<sup>-1</sup>.

Сличног механичког састава су црнице које су на овом локалитету испитивали Живковић и Пантовић (1954), са том разликом што је садржај честица мањих од 0,02 mm био нешто нижи. Података о другим физичким карактеристикама истраживаних земљишта у овој студији није било.

На планини Девици, профили 9 и 11 су лакшег механичког састава (прашкасто глиновита иловача) у односу на профиле 10 и 12 у којима је садржај глине изнад 41% (прашкаста глинуша).

Земљиште се одликује повољном структуром. Структурни агрегати испитиваних профила су по својој величини најповољнији - мрвичести. Њихов сПМП се креће у распону од 2,53 mm до 5,16 mm (3,54±1,14). Садржај микроагрегата у калкомеланосолима овог

локалитета је мањи од 2%. Висок однос између мПМП и сПМП ( $0,82 \pm 0,078$  mm) говори о малој промени величине структурних агрегата након мокрог просејавања. Ово земљиште је стабилне структуре и то потврђује изузетно висок СИ ( $36,8 \pm 14,5\%$ ) (Pieri, 1992).

Узорке у ненарушеном стању на овом локалитету било је могуће узети само за профил 10, тако да податке о запреминској густини и водно-ваздушним особинама имамо само за поменути профил. Вредност волумне густине указује да земљиште није збијено.

Земљиште се одликује високим апсолутним ваздушним капацитетом. Пропустљивост земљишта за воду је средња. Према класификацији коју је предложио Каџински (1958) укупна порозност је одлична. Порозност аерације износи 28,3% вол.

На планини Озрен земљиште профила 13 (рендзина на карбонатном песку) је лакшег механичког састава, узорци прве две дубине припадају текстурној класи песковита иловача, садржај песка је нешто виши на доњој дубини. Узорак треће дубине је текстурна класа песак, са доминацијом ситног песка (92,8%). Садржај скелета у профили 13 се повећава са повећањем дубине. Површински узорак је слабо скелетоидан, док је подповршински скелетоидан (Граџанин, 1945). Профил 15 (рендзина на меком кречњаку) одликује нешто тежи механички састав који одговара прашкастој иловачи, док земљиште профила 14 (кречњачко-доломитна црница) има прашкасто глиновиту текстуру са високим процентом честица мањих од 0,002 mm (44,4%).

Код профила 13 према сПМП доминантни структурни агрегати су мрвичасте величине 1,91 mm, слично и према сППП 1,01 mm. Садржај микроагрегата се после мокрог просејавања благо повећава. Однос између мПМП и сПМП, за прву и другу дубину је 0,60 mm и 0,85 mm, редом. Вредности СИ указују на стабилну структуру. Узорак треће дубине овог профила је безструктуран. Повољан агрегатни састав је такође одлика профила 14 и 15. За ова два профила су такође карактеристични јако повољни и стабилни мрвичасте структурни агрегати. Висок мПМП/сПМП однос указује на малу промену величине агрегата након мокрог просејавања, то јест говори о њиховој водоотпорности. Вредности СИ указују на изузетно стабилну структуру, без ризика од деградације земљишта.

За све профиле на овом локалитету узимани су узорци у непоремећеном стању, за профил 13 цилиндри су узети само за прву дубину (0-36 cm). Вредности Запреминске густине указују да је земљиште у А хоризонту рендзина и црнице доста растересито. Укупна порозност је висока за све профиле, као и порозност аерације.

Максимални водни капацитет је био изнад 70% вол. за све профиле. Најниже вредности пољског водног капацитета, влажности вентућа и капацитета продуктивне влаге имала је рендзина на карбонатном песку, док су рендзина на меком кречњаку и црница на једром кречњаку имале више вредности поменутих капацитета, који су били слични за ова два профила иако је реч о различитим типовима земљишта. Најслабије пропусна за воду јесте рендзина на меком кречњаку, док је рендзина на карбонатном песку нешто пропуснија. Црница има највећу филтрациону способност међу проучаваним земљиштима.

Сличне текстуре су рендзине и црнице које су на овом локалитету проучавали Кнежевић и Кошанин (2004). Као и у овој докторској дисертацији, у студији поменутих аутора текстурни састав рендзине на меком кречњаку, за разлику од црница на једром кречњаку, карактерише мање учешће колоидне фракције, а веће учешће праха и песка.

У Сићевачкој клисури земљиште је јако скелетоидно према Граџанин-у (1945). Фракција ситне земље припада текстурној класи прах, са ниским садржајем песка и глине.

За ово земљиште су карактеристични врло повољни и стабилни мрвичасте структурни агрегати. Мега и микроагрегати су заступљени у малом проценту, док је садржај макроагрегата чак 88,8%. Величина агрегата се незнатно мења након мокрог просејавања што потврђује и висок мПМП/сПМП однос ( $0,851$  mm). СИ износи 30,7% и ова вредност

указује на изузетно стабилну структуру. Због високог садржаја скелета није било могуће узети узорке у непоремећеном стању.

Рендзина коју су у студији „Земљишта слива Нишаве“ на овом локалитету проучавали Антоновић и Мрвић (2008) се доста разликује по текстури од рендзине истраживане у оквиру ове докторске дисертације, која садржи више песка и глине.

Профили у Јелашничкој клисури се пре свега одликују врло великим садржајем скелета. Земљиште профила 17 је јако скелетоидно, а профила 18 скелетно (Граџанин, 1945). Механички састав ситне земље ова два профила се разликује. Земљиште профила 17 је прашкаста иловача, а профила 18 прах са врло ниским садржајем колоидних честица.

Структура ових земљишта се одликује високим садржајем агрономски најповољнијих агрегата (0,25-10 mm) и ниским садржајем мега (>10 mm) и микроагрегата (<0,25 mm). Међу агрегатима доминирају мрвичести. Изузетно висок мППП/сППП однос код профила 18 и висок код профила 17 указује на то да се агрегати слабо мењају под утицајем воде. Вредности СИ такође потврђују изузетну стабилност структурних агрегата, без ризика од структурне деградације земљишта. Ово је од изузетног значаја јер ове рендзине покривају стрме и нагнуте терене и природно су склонике ерозији водом и деградацији земљишта.

Због високог садржаја скелета, није било могуће узети цилиндрице са узорцима у природном склопу.

На Сувој планини испитивана земљишта не садрже честице веће од 2 mm (скелет). Доминантна текстурна класа јесте прашкасто глиновита иловача (профили 19, 20 и 21), изузетак је земљиште профила 22 које садржи нешто мање колоидних честица и припада текстурној класи прашкаста иловача. Просечна вредност садржаја песка у нашим испитиваним земљиштима је свега  $2,74 \pm 1,19\%$ .

Сви анализирани профили земљишта на Сувој планини имају повољну структуру и водостабилне агрегате са малим ризиком од структурне деградације земљишта. Просечан садржај агрономски најповољнијих агрегата (0,25-10 mm) износи  $96,3 \pm 0,826\%$ . О високој стабилности агрегата говори чињеница да водостабилни агрегати >1 mm чине 54,5%-76,0%, односно  $65,0 \pm 9,50\%$  у просеку. Такође висок однос између мППП и сППП је показатељ стабилности структурних агрегата. У свим испитиваним профилима земљишта СИ је већи од 68,30% ( $91,4 \pm 30,2\%$ , у просеку), што указује на изузетно стабилну структуру.

Узорке у непоремећеном није било могуће узети због мале дубине земљишта.

Црнице које су на овом локалитету испитиване у оквиру студије „Земљишта слива Нишаве“ (Антоновић и Мрвић, 2008), одликују се доста вишим садржајем песка ( $45,1 \pm 3,21\%$ ) у односу на црнице испитиване у овој докторској дисертацији.

Табела 3. Механички састав испитиваних профила земљишта

Профил	Хоризонт	Дубина (cm)	Садржај механичких фракција у %						
			Скелет	Крупан песак	Ситан песак	Крупан прах	Ситан прах	Глина	Физичка глина
			>2 mm	2-0,2 (mm)	0,2-0,05 (mm)	0,05-0,02 (mm)	0,02- 0,002 (mm)	<0,002 (mm)	<0,02 (mm)
1	A	0-18	НО	0,540	4,20	19,4	43,8	32,0	75,9
2	A	0-24	НО	0,279	2,56	21,8	44,0	31,3	75,3
3	A	0-20	НО	0,296	2,43	26,1	43,9	27,3	71,2
4	A	0-22	НО	0,430	2,75	22,5	46,4	27,8	74,3
	(B)rz	22-40	НО	0,095	1,45	22,2	47,8	28,4	76,3
5	A	0-22	НО	0,115	1,59	18,1	46,6	33,6	80,2
6	A	0-18	НО	0,199	1,14	26,1	42,5	30,1	72,6
7	A	0-29	НО	0,238	1,06	15,3	51,2	32,2	83,4
	(B)rz	29-50	НО	0,378	2,15	13,8	47,0	36,6	83,6
8	A	0-20	НО	0,445	1,35	25,3	44,6	28,4	72,9
9	A	0-13	НО	0,206	0,710	25,6	43,9	29,6	73,5
10	A	0-25	НО	0,613	5,11	15,5	37,1	41,7	78,8
11	A	0-16	НО	0,160	0,954	20,7	42,1	36,0	78,1
12	A	0-15	НО	0,308	0,902	14,3	42,3	42,2	84,5
	A	0-36	8,53	5,66	50,2	5,87	13,9	15,8	29,7
13	AC	36-70	18,4	3,83	58,2	2,55	6,69	10,3	17,0
	C	>70	НО	1,93	92,8	0,710	0,240	4,32	4,60
14	A	0-18	НО	0,747	1,53	15,0	38,4	44,4	82,7
15	A	0-20	НО	1,04	20,82	17,7	36,4	24,0	60,4
16	A	0-15	47,3	1,81	3,84	12,0	23,1	11,9	35,0
17	A	0-16	35,6	4,95	2,74	10,8	24,0	21,8	45,8
18	A	0-15	68,9	4,26	1,45	7,24	12,3	5,84	18,2
19	A	0-23	НО	0,160	1,09	21,7	49,2	27,9	77,1
20	A	0-14	НО	0,250	0,494	31,4	39,8	28,0	67,9
21	A	0-22	НО	0,141	1,10	17,5	51,8	29,4	81,2
22	A	0-19	НО	0,455	1,93	19,9	51,6	26,2	77,8

НО-није одређено

Табела 4. Класификација земљишта према садржају скелета и текстурне класе ситне земље испитиваних профила

Профил	Хоризонт	Дубина (cm)	Класификација земљишта према садржају скелета (Gračanin, 1945)	Текстурна класа ситне земље (USDA) (Natural Resource Conservation Service, 2004)
1	A	0-18	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
2	A	0-24	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
3	A	0-20	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
4	A	0-22	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
	(B)rz	22-40	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
5	A	0-22	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
6	A	0-18	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
7	A	0-29	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
	(B)rz	29-50	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
8	A	0-20	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
9	A	0-13	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
10	A	0-25	безскелетно	прашкаста глинуша
11	A	0-16	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
12	A	0-15	безскелетно	прашкаста глинуша
	A	0-36	слабо скелетоидно	песковита иловача
13	AC	36-70	склетоидно	песковита иловача
	C	>70	безскелетно	песак
14	A	0-18	безскелетно	прашкаста глинуша
15	A	0-20	безскелетно	прашкаста иловача
16	A	0-15	јачо скелетоидно	прах
17	A	0-16	јачо скелетоидно	прашкаста иловача
18	A	0-15	скелетно	прах
19	A	0-23	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
20	A	0-14	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
21	A	0-22	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
22	A	0-19	безскелетно	прашкаста иловача



Табела 5. Садржај структурних агрегата након сувог просејавања

Профил	Хоризонт	Дубина (cm)	Садржај фракција ваздушно сувих агрегата у %							
			>10 (mm)	10-5 (mm)	5-3 (mm)	3-2 (mm)	2-1 (mm)	1-0,5 (mm)	0,5-0,25 (mm)	<0,25 (mm)
1	A	0-18	7,49	17,3	17,4	19,0	24,3	5,95	6,15	2,36
2	A	0-24	10,9	17,7	14,4	17,5	26,3	4,79	6,54	1,87
3	A	0-20	8,95	21,8	16,2	16,7	26,0	3,83	5,08	1,41
4	A	0-22	6,88	23,7	15,9	17,0	22,3	5,13	6,43	2,70
	(B)rz	22-40	4,16	19,1	18,7	18,9	21,4	3,51	9,02	5,16
5	A	0-22	2,93	15,9	21,5	24,7	24,3	4,02	5,24	1,53
6	A	0-18	3,72	14,3	21,2	22,3	26,0	3,65	6,73	2,14
7	A	0-29	10,3	23,7	18,1	15,8	21,1	4,36	5,34	1,93
	(B)rz	29-50	14,5	30,6	24,1	13,9	10,3	1,54	3,05	2,04
8	A	0-20	3,14	12,3	13,4	22,2	38,5	2,95	5,87	1,66
9	A	0-13	1,10	8,09	13,8	22,3	40,7	5,00	7,66	1,32
10	A	0-25	13,3	27,3	21,8	15,1	16,1	2,19	3,02	1,17
11	A	0-16	0,850	10,4	27,2	27,7	24,0	2,83	5,27	1,77
12	A	0-15	2,52	12,9	26,6	27,2	22,3	2,71	4,63	1,14
	A	0-36	0,54	2,73	15,4	14,4	36,3	5,86	20,3	4,55
13	AC	36-70	HO	0,780	4,02	8,22	16,0	19,0	46,1	5,93
	C	>70	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO
14	A	0-18	2,11	11,0	25,5	28,2	23,5	2,37	5,67	1,70
15	A	0-20	0,570	12,8	27,4	21,0	22,8	3,13	8,23	4,00
16	A	0-15	0,440	3,53	10,0	22,3	35,6	6,56	17,3	4,21
17	A	0-16	1,88	10,6	18,9	20,7	31,7	2,73	9,78	3,69
18	A	0-15	-	0,780	5,94	13,4	41,1	4,44	16,5	17,82
19	A	0-23	1,01	10,4	19,9	20,6	32,5	3,13	9,62	2,90
20	A	0-14	1,75	3,81	12,8	29,1	35,7	4,57	10,7	1,59
21	A	0-22	2,17	18,7	21,3	19,7	22,4	3,81	9,46	2,48
22	A	0-19	0,590	6,35	12,9	26,4	36,2	5,03	10,4	2,12

HO - није одређено

Табела 6. Садржај структурних агрегата након мокрог просејавања

Профил	Хоризонт	Дубина (cm)	Садржај фракција водоотпорних агрегата у %							
			>10 (mm)	10-5 (mm)	>3 (mm)	3-2 (mm)	2-1 (mm)	1-0,5 (mm)	0,5-0,25 (mm)	<0,25 (mm)
1	A	0-18	НО	6,30	37,4	7,00	24,2	14,0	2,32	8,76
2	A	0-24	НО	9,52	26,1	9,50	27,7	14,9	2,36	9,86
3	A	0-20	2,88	5,76	24,5	10,9	26,6	12,0	1,70	15,7
4	A	0-22	НО	4,38	23,5	10,3	26,2	11,1	3,48	21,1
	(B)rz	22-40	2,32	8,96	33,7	8,52	17,8	12,5	1,82	14,5
5	A	0-22	0,820	7,22	35,2	9,14	24,4	9,58	1,64	12,0
6	A	0-18	НО	4,56	34,6	14,2	21,6	10,9	1,46	12,7
7	A	0-29	4,06	11,6	36,6	6,08	16,6	12,2	2,14	10,6
	(B)rz	29-50	НО	3,20	53,8	8,14	16,9	7,00	1,04	9,92
8	A	0-20	НО	4,82	17,0	9,00	33,7	16,6	2,16	16,7
9	A	0-13	НО	2,46	29,4	8,66	29,3	11,5	1,62	17,1
10	A	0-25	9,32	9,88	34,0	7,08	16,5	11,0	1,82	10,5
11	A	0-16	НО	2,28	52,8	7,18	15,1	10,3	1,62	10,7
12	A	0-15	1,22	4,02	43,3	8,56	18,4	11,3	1,74	11,4
	A	0-36	НО	0,580	12,2	7,36	13,9	21,1	5,86	38,9
13	AC	36-70	НО	НО	4,80	5,36	9,72	30,2	32,6	17,3
	C	>70	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО
14	A	0-18	1,58	4,40	39,8	9,24	22,3	9,64	1,60	11,4
15	A	0-20	НО	3,18	35,8	8,34	22,2	11,5	1,58	17,3
16	A	0-15	НО	1,80	17,8	12,5	22,1	15,2	2,26	28,4
17	A	0-16	НО	3,64	25,9	10,7	29,5	15,4	2,10	12,8
18	A	0-15	НО	0,880	8,26	9,34	37,5	15,9	3,34	24,8
19	A	0-23	0,660	8,00	29,4	9,56	21,6	10,0	1,52	19,2
20	A	0-14	НО	3,52	7,38	6,86	36,7	14,7	3,24	27,5
21	A	0-22	0,780	16,0	36,8	6,44	15,9	10,4	2,72	10,9
22	A	0-19	НО	2,52	13,4	9,52	34,9	17,4	2,66	19,6

НО - није одређено

Табела 7. Структурни индекси

Профил	Хоризонт	Дубина (cm)	сПМП (mm)	мПМП (mm)	мПМП/сПМП	сППП (mm)	мППП (mm)	ИС (%)
1	A	0-18	3,81	2,63	0,691	1,49	1,27	30,8
2	A	0-24	4,11	2,54	0,620	1,53	1,22	31,2
3	A	0-20	4,21	2,54	0,603	1,58	1,34	33,5
4	A	0-22	4,06	2,04	0,501	1,53	1,03	38,0
	(B)rz	22-40	3,54	2,89	0,817	1,41	1,23	38,0
5	A	0-22	3,43	2,73	0,796	1,53	1,25	29,0
6	A	0-18	3,37	2,51	0,744	1,45	1,22	42,7
7	A	0-29	4,50	3,34	0,742	1,93	1,62	27,0
	(B)rz	29-50	5,53	2,92	0,527	2,00	1,35	19,0
8	A	0-20	3,02	1,92	0,637	1,40	1,04	40,0
9	A	0-13	2,53	2,12	0,841	1,35	1,10	54,7
10	A	0-25	5,16	3,74	0,725	1,78	1,40	19,4
11	A	0-16	3,06	2,78	0,908	1,56	1,31	38,2
12	A	0-15	3,39	2,77	0,819	1,51	1,27	34,8
	A	0-36	1,91	1,14	0,598	1,01	0,735	13,1
13	AC	36-70	0,986	0,838	0,850	0,843	0,767	5,28
	C	>70	НО	НО	НО	НО	НО	0,005
14	A	0-18	3,19	2,77	0,866	1,46	1,27	27,6
15	A	0-20	3,05	2,32	0,762	1,39	1,13	35,3
16	A	0-15	1,93	1,64	0,851	1,13	0,904	30,7
17	A	0-16	2,83	2,15	0,761	1,33	1,13	17,1
18	A	0-15	1,36	1,35	0,992	0,918	0,886	64,6
19	A	0-23	2,74	2,52	0,920	1,33	1,13	92,2
20	A	0-14	2,35	1,43	0,609	1,27	0,869	133,8
21	A	0-22	3,41	3,27	0,958	1,44	1,34	68,3
22	A	0-19	2,35	1,65	0,701	1,27	0,973	71,5

сПМП - просечни масени пречник за суво просејавање, мПМП - просечни масени пречник за мокро просејавање, мПМП/сПМП - однос; сППП - просечни геометријски пречник за суво просејавање, мППП - просечни геометријски пречник за мокро просејавање; ИС - индекс стабилности структуре; НО - није одређено

Табела 8. Специфична и запреминска густина и водно-ваздушне карактеристике земљишта

Профил	Хоризонт	Дубина (cm)	Специфична густина ( $g \cdot cm^{-3}$ )	Запреминска густина ( $g \cdot cm^{-3}$ )	Максимални водни капацитет (% вол.)	Пољски водни капацитет (% вол.)	Влажност венућа (% вол.)	Капацитет продуктивне влаге (% вол.)	Укупна порозност (% вол.)	Порозност аерације (% вол.)	Апсолутни ваздушни капацитет (% вол.)	Коефицијент филтрације ( $cm \cdot h^{-1}$ )
1	A	0-18	2,32	0,953	72,7	40,4	29,6	10,8	59,0	32,3	32,3	28,8
2	A	0-24	2,55	0,931	71,4	36,3	27,8	8,50	63,5	35,2	35,2	65,3
3	A	0-20	2,33	0,906	69,8	35,2	25,9	9,31	61,1	34,6	34,6	60,4
4	A	0-22	2,33	0,928	72,3	36,6	28,0	8,64	60,2	35,7	35,7	21,1
5	A	0-22	2,33	0,937	71,6	38,3	27,0	11,3	59,7	33,3	33,3	37,6
7	A	0-29	2,73	1,03	69,0	38,1	26,6	11,5	62,4	30,9	30,9	46,0
8	A	0-20	2,27	0,764	76,0	35,0	23,1	11,9	66,4	41,0	41,0	66,5
10	A	0-25	2,52	1,10	67,2	38,9	29,1	9,77	56,3	28,3	28,3	38,6
13	A	0-36	2,35	0,967	70,8	29,6	21,7	7,90	58,8	40,7	40,7	38,7
14	A	0-18	2,33	0,883	76,1	43,2	35,1	8,09	62,1	32,9	32,9	49,9
15	A	0-20	2,28	0,785	75,6	43,0	30,4	12,6	65,6	32,6	32,6	23,5

### 5.1.3. Хемијске особине земљишта

Резултати основних хемијских особина земљишта и садржаја макро и микроелемената приказани су у табелама 9 и 10.

Испитивана земљишта на подручју Ртња су умерено кисела до неутрална, pH у  $H_2O$  се креће између 5,76 и 6,85, са просечном вредношћу од  $6,46 \pm 0,393$ . pH у KCl се креће од 4,99 до 6,19, у просеку  $5,71 \pm 0,441$ . Садржај хумуса у А хоризонту црница се кретао у интервалу од 9,04% (профил 7) до 13,4 (профил 6), са просеком  $10,7 \pm 1,67$ . По дубини профила садржај хумуса се смањивао тако да је нешто нижи за (B)tz хоризонт профила 4 и 7. Вредности хидролитичке киселости (Н) у свим испитиваним узорцима нису прелазиле  $6,75 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$  (у просеку  $3,90 \pm 1,77 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Сума разменљиво адсорбованих базних катјона (S) варира у анализираним узорцима земљишта Ртња од  $31,3 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$  до  $57,9 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ . У профилима црница одређен је састав адсорбованих базних катјона. У свим профилима СЕС је веома висок, а међу адсорбованим катјонима преовлађују јони  $Ca^{2+}$  (91,6-96,6%). Земљишта су високо zasiћена базама, између 82,5% и 96,7%,  $92,4 \pm 4,61\%$  у просеку. С обзиром на то да су земљишта развијена на компактном кречњаку садрже велике количине калцијума доступног биљкама, такође су добро снабдевена калијумом и магнезијумом, док је садржај фосфора низак, према класификацијама које наводе Џамић и Стевановић (2000) и Barker и Pilbeam (2006).

Истражена земљишта су углавном добро снабдевена биљкама доступним микроелементима, са изузетком Мо који је био у опсегу дефицита, према Lindsay и Norvell (1978) и Џамић и Стевановић (2000).

Црнице које су на овом локалитету проучавали Живковић и Пантовић (1954) су сличних основних хемијских особина. Резултати одређивања садржаја лако мобилних форми микроелемената (Cu, Zn, Co, Ni, Cr, Pb и Mn) у студији Ђорђевић и сар. (1992) указују да су скоро сви изучавани профили кречњачких црница и рудих земљишта на кречњаку са ове планине у средњем или високом степену обезбеђени мобилним формама свих седам

микроелемента. При томе је утврђено да је површински хоризонт (А) у свим истраживаним профилима најбогатији мобилним Mn, чији просечни садржај у том хоризонту износи  $375 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , што је у потпуној сагласности са резултатима ове докторске дисертације.

Хемијска реакција црница на планини Девици је углавном благо кисела до неутрална. Вредности активне киселости (pH у  $\text{H}_2\text{O}$ ) се крећу у интервалу од 6,05 до 6,90, са просеком  $6,50 \pm 0,352$ . Слично кретање показује и разменљива киселост (pH у KCl) која у земљишту профила 10 и 9 показује вредност од 5,23 и 6,27, редом. Просечан садржај хумуса у испитиваном земљишту износи  $13,8 \pm 3,23\%$ , што сврстава ова земљишта у веома јако хумусна (Gračanin, 1945). Хидролитичка киселост варира у распону од  $1,98 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$  до  $6,34 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ , у просеку  $3,54 \pm 1,92 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Сума разменљиво адсорбованих базних катјона креће се у границама од  $40,5 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$  до  $59,0 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ , са средњом вредношћу  $52,2 \pm 8,07 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ . СЕС има високе вредности, од  $46,9 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$  до  $61,0 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Адсорптивни комплекс земљишта је у највећој мери засићен јонима  $\text{Ca}^{2+}$  ( $95,3 \pm 0,523\%$ ).

Земљишта испитиваних профила су у високом степену обезбеђена приступачним калцијумом, веома добро и добро су обезбеђена магнезијумом и калијумом, док су сиромашна када је реч о лакоприступачном фосфору према Џамић и Стевановић (2000) и Barker и Pilbeam (2006). Испитиване црнице на планини Девици су у високом степену обезбеђене приступачним облицима микроелемената, изузев Мо (према Lindsay и Norvell, 1978; Џамић и Стевановић, 2000).

Рендзине на планини Озрен су карбонатне, садржај калцијум-карбоната у површинском хоризонту достиже чак 67,0%. Са повећањем дубине, повећава се и садржај калцијум-карбоната. Рендзина на меком кречњаку (профил 15) одликује се нижим садржајем калцијум-карбоната у односу на рендзину профила 13. Присуство калцијум-карбоната условљава алкалну реакцију земљишта. pH вредност је у корелацији са садржајем карбоната и код профила 13 се креће у интервалу од 7,56 (благо алкална) у површинском хоризонту до 8,50 (јако алкална) у матичном сусптрату. Вредности за супституциону киселост (pH у KCl) су изнад 7,22. Хемијска реакција рендзине на меком кречњаку (профил 15) је благо алкална. Садржај хумуса у профила 13 правилно се смањује са повећањем дубине земљишта. Рендзина на меком кречњаку (профил 15) је веома јако хумусна. Код карбонатних рендзина, хидролитичка киселост је једнака нули, сума разменљиво адсорбованих базних катјона и СЕС су високи.

Испитиване рендзине су добро обезбеђене приступачним облицима макро и микронутријената, изузев фосфора и молибдена.

Кречњачко-доломитна црница на Озрену (профил 14) је веома слабо карбонатна (Pelišek, 1964), претпоставља се да овај јако мали удео карбоната потиче од зоне растварања стене. Неутралне је реакције, са високим вредностима суме базних катјона и СЕС-а. Одликује је висок садржај биљкама приступачних облика макро и микроелемената, са изузетком фосфора и молибдена.

Рендзине и кречњачко-доломитне црнице под шумском вегетацијом на планини Озрен истраживали су Кнежевић и Кошанин (2004). Поменути аутори су за рендзине и црнице добили сличне вредности садржаја калцијум-карбоната и реакције земљишта. Садржај лакоприступачног фосфора био је низак, што је такође у сагласности са резултатима добијеним у овом истраживању.

Рендзина Сићевачке клисуре је средње карбонатна (Pelišek, 1964) и неутралне реакције (pH у  $\text{H}_2\text{O}$ ). Према садржају хумуса, земљиште се може сврстати у врло јако хумусна (Gračanin, 1945). Вредност суме адсорбованих базних катјона је доста висока, исто као и СЕС-а. Једна од главних карактеристика јесте и максимална засићеност базним катјонима, са доминацијом јона  $\text{Ca}^{2+}$  (91,8%). Земљиште је слабо обезбеђено приступачним фосфором и молибденом, док је добро обезбеђено осталим макро и микроелементима.

Рендзина коју су на овом локалитету проучавали Антоновић и Марвић (2008) садржала је нешто више карбоната, а самим тим је била и алкалнија у односу на рендзину обухваћену овим истраживањем.

Рендзине Јелашничке клисуре су јако карбонатне ( $14,8 \pm 2,72$ ) (Pelišek, 1964) и благо алкалне (pH у  $H_2O$   $7,58 \pm 0,148$ ). Земљиште је јако и веома јако хумусно (Gračanin, 1945). Ове рендзине карактерише висока сума адсорбованих базних катјона, висок СЕС и степен zasiћености базних катјона. У погледу садржаја хранљивих материја резултати лабораторијских истраживања показују слабу обезбеђеност у лакоприступачном фосфору и добру обезбеђеност у лакоприступачним облицима осталих нутријената.

Калкомеланосоли Суве планине су према pH вредностима у  $H_2O$  и KCl-у неутралне реакције, Земљиште је веома јако хумусно. Просечна вредност хидролитичке киселости је  $2,91 \pm 0,663$ . Црнице на овом локалитету се одликују високим вредностима суме адсорбованих базних катјона, СЕС-а и степена zasiћености базним катјонима. Садржај лакоприступачног фосфора је низак, док је обезбеђеност другим нутријентима углавном добра.

Табела 9. Основне хемијске особине земљишта истраживаних педолошких профила

Профил	Хоризонт	Дубина (cm)	Хумус (%)	pH у $H_2O$	pH у KCl	CaCO <sub>3</sub> (%)	H (cmol·kg <sup>-1</sup> )	S (cmol·kg <sup>-1</sup> )	СЕС (cmol·kg <sup>-1</sup> )	V (%)
1	A	0-18	11,3	6,32	5,58	0,00	4,06	53,4	57,4	92,9
2	A	0-24	10,7	6,22	5,39	0,00	5,03	46,8	51,8	90,3
3	A	0-20	10,1	6,68	5,88	0,00	2,78	50,0	52,8	94,7
4	A	0-22	11,8	6,78	6,12	0,00	4,17	56,5	60,7	93,1
	(B)rz	22-40	11,4	6,69	6,19	0,00	1,84	53,6	55,5	96,7
5	A	0-22	10,2	6,83	6,01	0,00	2,35	51,7	54,1	95,7
6	A	0-18	13,4	6,85	6,05	0,00	2,24	57,9	60,1	96,3
7	A	0-29	9,04	5,76	4,99	0,00	6,63	31,3	38,0	82,5
	(B)rz	29-50	7,45	5,90	5,03	0,00	6,75	35,9	42,6	84,2
8	A	0-20	12,1	6,60	5,84	0,00	3,14	51,6	54,7	94,3
9	A	0-13	16,7	6,90	6,27	0,00	1,98	59,0	61,0	96,8
10	A	0-25	9,21	6,05	5,23	0,00	6,34	40,5	46,9	86,5
11	A	0-16	14,2	6,60	5,89	0,00	3,14	55,3	58,4	94,6
12	A	0-15	15,1	6,48	5,83	0,00	2,69	54,0	56,7	95,3
13	A	0-36	10,5	7,56	7,22	67,0	HO	38,8	38,8	100,0
	AC	36-70	4,68	7,78	7,51	77,8	HO	25,4	25,4	100,0
	C	>70	0,050	8,50	8,74	100,0	HO	5,04	5,04	100,0
14	A	0-18	12,9	7,30	6,63	0,640	HO	78,6	78,6	100,0
15	A	0-20	16,2	7,53	6,97	24,9	HO	55,5	55,5	100,0
16	A	0-15	10,2	7,64	7,25	7,12	HO	53,9	53,9	100,0
17	A	0-16	7,83	7,68	7,03	12,9	HO	60,2	60,2	100,0
18	A	0-15	23,9	7,47	7,15	16,8	HO	67,2	67,2	100,0
19	A	0-23	26,9	6,85	6,32	0,00	3,00	61,5	64,5	95,3
20	A	0-14	38,5	6,61	6,23	0,00	3,36	72,1	75,4	95,5
21	A	0-22	20,9	6,73	6,07	0,00	3,32	56,4	59,8	94,4
22	A	0-19	20,4	7,00	6,43	0,00	1,94	62,3	64,2	97,0

H - хидролитичка киселост; S - сума разменљиво адсорбованих базних катјона; V - степен zasiћености базним катјонима; HO - није одређено

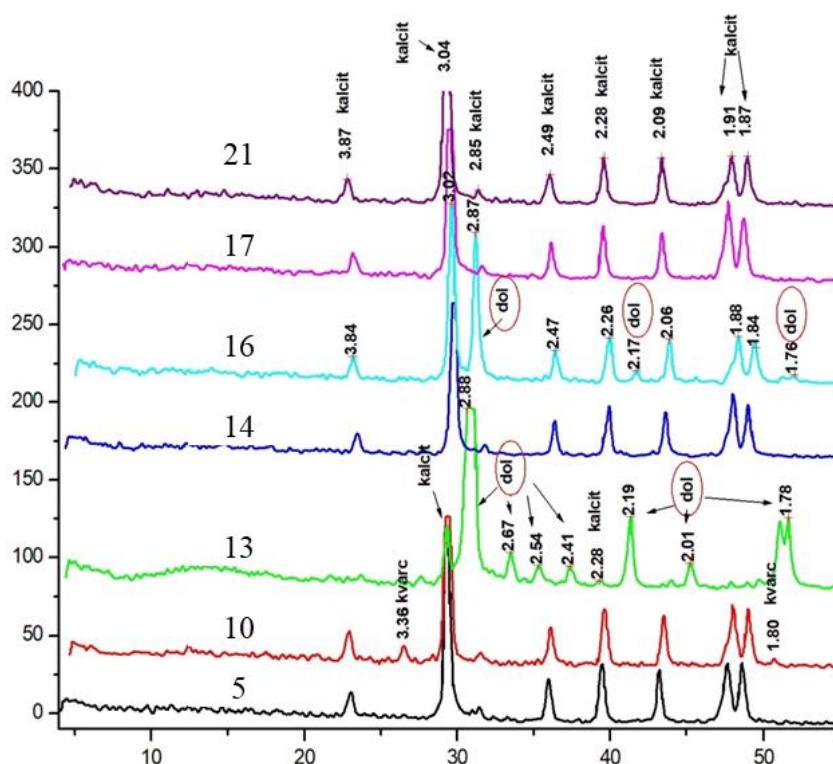
Табела 10. Садржај макро и микроелемената у земљишту истраживаних педолошких профила

Профил	Хоризонт	Дубина	Na	K	Mg	Ca	P	Mo	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
			(mg·kg <sup>-1</sup> )										
1	A	0-18	16,7	256,3	162,3	10255,6	2,01	0,028	97,3	39,3	1,04	1,13	0,824
2	A	0-24	12,7	180,2	170,8	8964,0	1,57	0,026	101,9	33,8	0,849	1,13	0,609
3	A	0-20	16,1	177,8	183,0	9586,2	0,567	0,020	86,1	21,4	0,563	0,945	0,614
4	A	0-22	11,3	222,0	228,4	10797,2	3,71	0,018	76,0	27,8	1,17	1,05	0,693
	(B)rz	22-40	9,48	167,9	166,9	10357,4	0,960	0,016	59,5	25,2	1,06	0,930	0,336
5	A	0-22	19,3	210,6	169,1	9937,7	0,175	0,021	85,7	21,3	1,03	1,31	0,673
6	A	0-18	20,4	223,5	155,3	11181,1	0,567	0,019	66,6	24,8	0,754	1,27	0,950
7	A	0-29	13,7	232,5	235,5	5740,9	0,393	0,022	119,2	46,4	2,29	1,40	1,24
	(B)rz	29-50	10,8	194,6	137,1	6842,0	0,742	0,020	85,4	38,2	2,19	1,16	0,315
8	A	0-20	10,6	211,0	212,7	9842,1	0,567	0,018	85,6	31,7	1,20	1,16	0,798
9	A	0-13	13,9	420,9	208,3	11226,3	1,75	0,018	62,1	29,6	1,12	1,35	2,798
10	A	0-25	11,7	213,1	187,6	7672,1	0,00	0,022	109,1	38,0	3,19	1,29	0,724
11	A	0-16	10,4	246,0	190,7	10599,2	0,218	0,018	68,2	29,5	1,34	1,15	0,959
12	A	0-15	16,2	249,3	208,8	10319,9	0,175	0,020	74,7	28,2	1,46	1,24	1,55
	A	0-36	10,0	78,2	510,5	6851,4	29,3	0,00	12,2	32,9	0,17	0,425	4,85
13	AC	36-70	6,48	25,9	390,9	4402,6	15,8	0,00	3,88	20,6	0,105	0,254	2,37
	C	>70	2,63	0,00	50,3	922,0	2,36	0,00	0,485	0,848	0,000	0,086	0,000
14	A	0-18	13,4	211,0	205,2	15256,4	7,81	0,030	76,7	29,0	1,09	1,34	0,760
15	A	0-20	16,5	130,0	634,3	9969,3	3,71	0,003	19,3	43,2	0,567	0,772	2,71
16	A	0-15	12,3	805,4	277,5	9899,6	3,58	0,008	45,6	13,9	0,552	1,18	1,50
17	A	0-16	15,8	211,6	285,5	11437,3	1,57	0,014	36,5	10,7	0,527	1,28	1,05
18	A	0-15	14,7	219,1	109,1	13130,3	5,67	0,009	25,5	30,8	0,340	1,11	2,87
19	A	0-23	18,3	293,5	148,3	11881,2	5,11	0,021	32,0	111,6	0,723	0,740	4,37
20	A	0-14	39,7	456,7	238,3	13750,6	3,71	0,069	33,5	115,0	0,535	1,06	9,76
21	A	0-22	9,46	167,8	155,3	10935,6	1,88	0,017	22,7	51,4	0,919	0,772	1,91
22	A	0-19	16,1	220,1	207,3	11988,4	6,07	0,021	33,1	47,2	1,17	0,861	3,13

#### 5.1.4. Минералошки састав матичног супстрата и земљишта

##### Минералошки састав матичног супстрата

Рендгенски дијаграми матичне стене показали су да се пет од седам испитаних профила налазе на кречњацима изграђеним од калцита (профили 5, 10, 14, 17 и 21) (слика 8). Профили 5, 10, 14 и 21 се односе на кречњачко-доломитне црнице образоване на тврдим кречњацима, а профил 17 на рендзину образовану на меком кречњаку. Профил 13 рендзине са Озрена је образован на доломитском песку у коме се јавља и мала количина калцита. Матични супстрат профила 16 рендзине са Сићевачке клисуре је мешавина калцита и доломита. У матичном супстрату профила 10 кречњачко-доломитне црнице са Девице налази се и мала количина кварца.



Слика 8. Рендгенска дифракција праха матичног супстрата

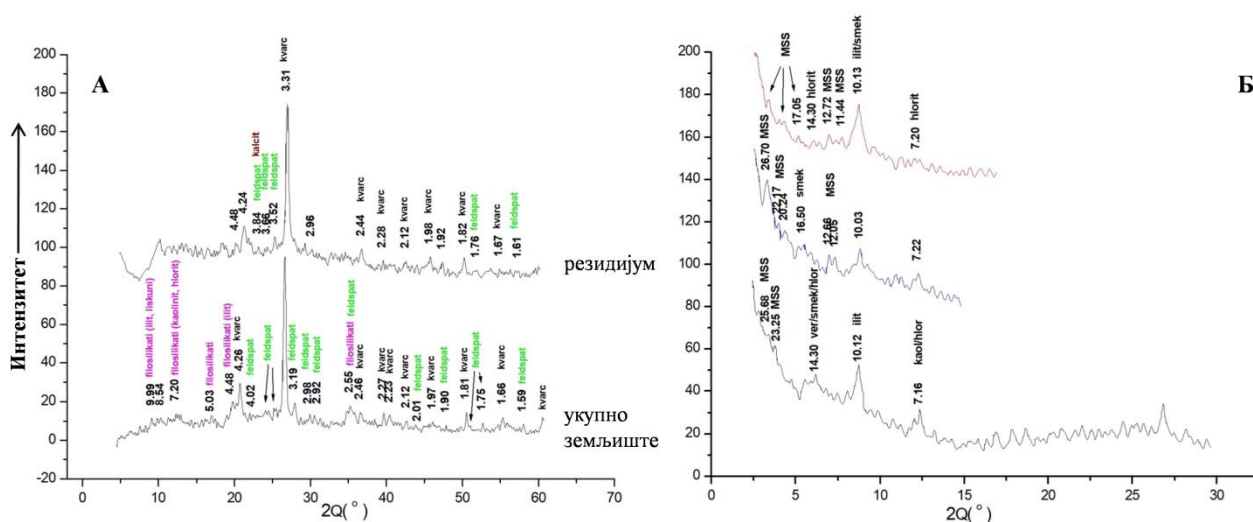
##### Минералошки састав земљишта

На слици 9А приказани су дијаграми праха укупног земљишта и резидијума, а на слици 9Б рендгенски дијаграми глиновите фракције профила 5 кречњачко-доломитне црнице са Ртња. У укупном узорку и у резидијуму доминантни минерали су кварц, филосиликати и фелдспати. У узорку резидијума се јављају фелдспати у мањој количини у односу на укупан узорак земљишта. То значи да је присуство ових минерала у земљишту једним делом последица транспорта у егзогеним процесима, а не само последица растварања матичног супстрата. У резидијуму има и мање филосиликата. Очекивано је да у земљишту буде више филосиликата у односу на резидијум пошто брзим растварањем матичног супстрата киселином не могу да се баш симулирају сви природни педогенетски процеси. Овде се мисли



и на процес хидратације којим настају филосиликати у највећој мери.

Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције профила 5 показао је најинтензивнију рефлексију на 10,12 Å. Ова рефлексија остаје на истом положају после третмана етилен-гликолом, а након жарења се њен интензитет мало појачава због доприноса рефлексије смектита чија се рефлексија након жарења помера на око 10 Å. То је показатељ присуства илита. Рефлексија на 14,30 Å код ваздушног сувог узорка може да буде показатељ хлорита, смектита или вермикулита у земљишту. Након жарења на 550 °С ова рефлексија је делом остала је на истом положају (14,30 Å) што указује на заступљеност хлорита у узорку. Потврда овога је постојање мале широке рефлексије на 7,20 Å, која представља рефлексију другог реда хлорита. Ако упоредимо рефлексију на 7,26 Å код ваздушно сувог узорка са рефлексијом на 7,20 Å код жареног узорка, видимо да је дошло до смањивања интензитета пика, што нам говори да ипак постоји и мала количина каолинита у узорку. Рефлексија на 14,30 Å код ваздушног сувог узорка делимично се помера и на више вредности међуслојног растојања (16,50Å) након засићења етилен гликолом. То је последица постојања одређене количине смектита у узорку глиновите фракције. Такође, у узорку се могу наћи и мешано слојевити силикати који су карактеристични за глиновите фракције земљишта. Нису рађене додатне анализе да би се утврдио тип мешано слојевитих силиката пошто их има мало у глиновитој фракцији, што важи и за остале испитиване профиле. Свакако је илит најдоминантнији минерал фракције глине профила 5.

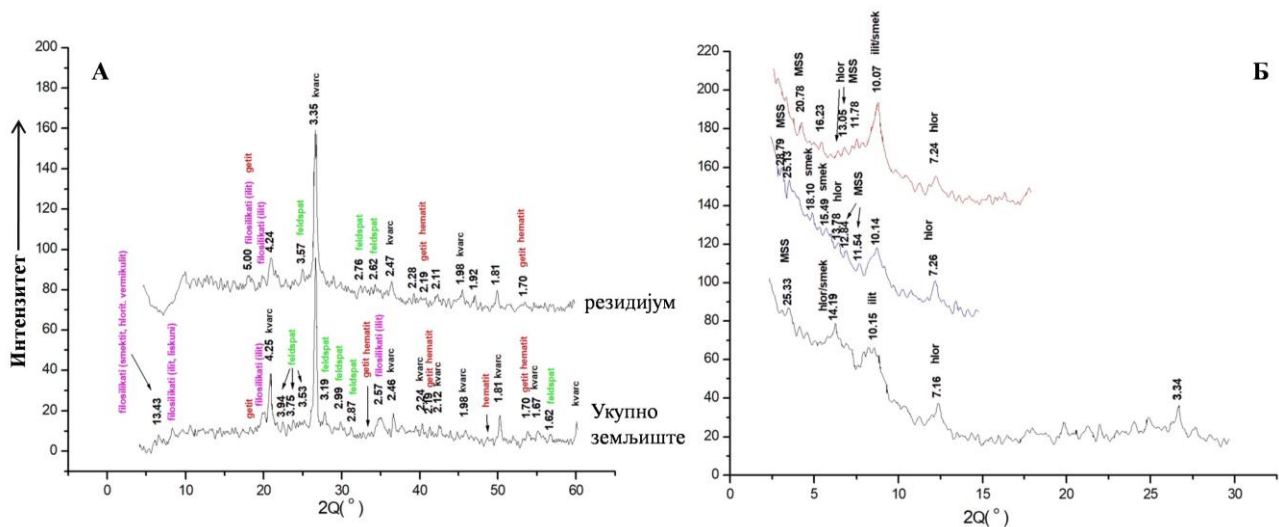


Слика 9. Рендгенски дијаграм резидијума и укупног узорка земљишта профила 5 (А). Рендгенски дијаграм глиновите фракције земљишта профила 5 (Б) црна линија -ваздушно сув узорак, плава линија - засићен етилен гликолом, црвена линија - жарен узорак.

На слици 10А приказани су дијаграми праха укупног земљишта и резидијума, а на слици 10Б рендгенски дијаграми глиновите фракције профила 10 кречњачко-доломитне црнице са Девице. Као што се са дијаграма може видети, и у укупном узорку и у резидијуму доминантни минерали су кварц, филосиликати и фелдспати. У укупном земљишту има и мала количина гетита и хематита. И у узорку резидијума се такође јављају фелдспати, гетит и хематит. То значи да су ови минерали последица растварања матичног супстрата. Главне рефлексије које су карактеристичне за гетит (4,18 Å и 2,44 Å) се не могу лепо видети због пикова кварца. Међутим, рефлексија на 2,19 Å и 1,70 Å се јављају управо код гетита и хематита. Слични резултати су добијени и у претходним истраживањима (Маркоски, 2013).

Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта профила 10 показао је најинтензивније рефлексије на 14,19 Å, 10,15 Å и 7,16 Å. Рефлексија на 10,15 Å је

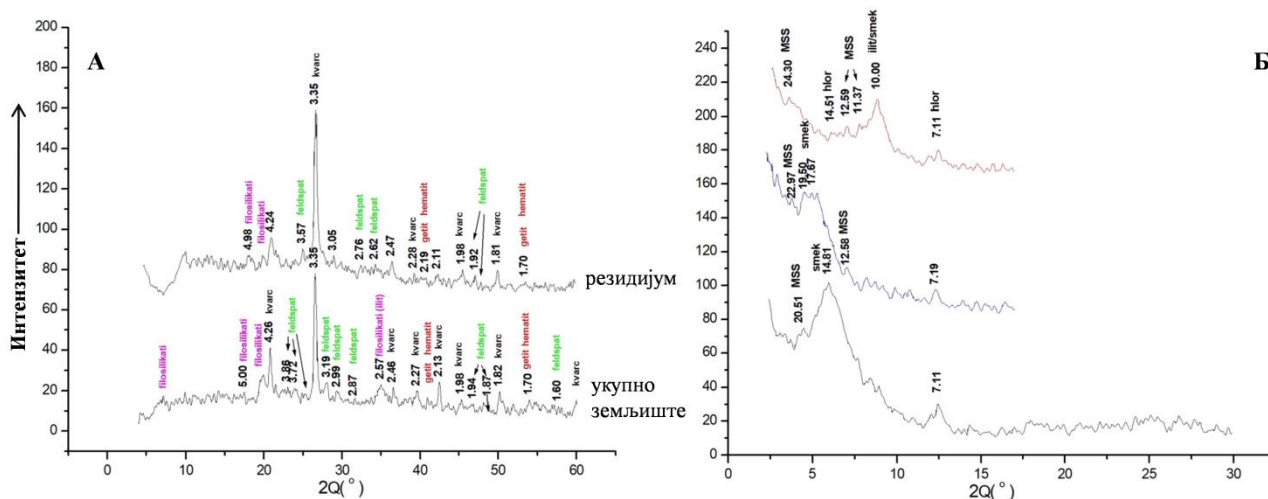
рефлексија која престава минерал илит у глиновитој фракцији, пошто остаје на истом положају после третмана етилен-гликолом, а након жарења се њен интензитет појачава због доприноса рефлексије смектита чија се рефлексија након жарења помера на око  $10\text{\AA}$ . Рефлексија на  $14,19\text{\AA}$  код ваздушног сувог узорка раздвојила се на неколико рефлексија након третмана етилен гликолом. Један део се након засићења померио на  $18,10\text{\AA}$  и  $15,49\text{\AA}$  а након жарења на око  $10\text{\AA}$ , што представља присуство смектита у фракцији глине. Други део је након засићења и након жарења на  $550\text{ }^\circ\text{C}$  остао на приближно истом положају што указује на присуство хлорита у узорку. Потврда хлорита је постојање рефлексије на  $7,24\text{\AA}$  код жареног узорка. То је рефлексију другог реда хлорита. Такође, у узорку се могу наћи и мешано слојевити силикати који су карактеристични за глиновиту фракцију земљишта. Дакле у фракцији глине доминанти минерали су илит, хлорит и смектити.



Слика 10. Рендгенски дијаграм глиновите фракције земљишта профила 10 (А) црна линија - ваздушно сув узорак, плава линија - засићен етилен гликолом, црвена линија - жарен узорак. Рендгенски дијаграм резидијума и укупног узорка земљишта профила 10 (Б).

На слици 11А приказани су дијаграми праха укупног земљишта и резидијума, а на слици 11Б рендгенски дијаграми глиновите фракције профила 14 кречњачко-доломитне црнице са Озрена. И у овом случају у укупном узорку и у резидијуму доминантни минерали су кварц, филосиликати и фелдспати. И овде се види, на основу интензитета пикова, да је у укупном земљишту нешто већа количина филосиликата и фелдспата у односу на резидијум. Ово је већ објашњено у узорцима профила 5 и 10. Такође, и у укупном земљишту и у резидијуму се јавља мала количина гетита и хематита. То значи да су ови минерали у земљишту остатак растварања матичног супстрата. То је такође примећено и код других узорка а објашњено је у претходним истраживањима (Маркоски, 2013).

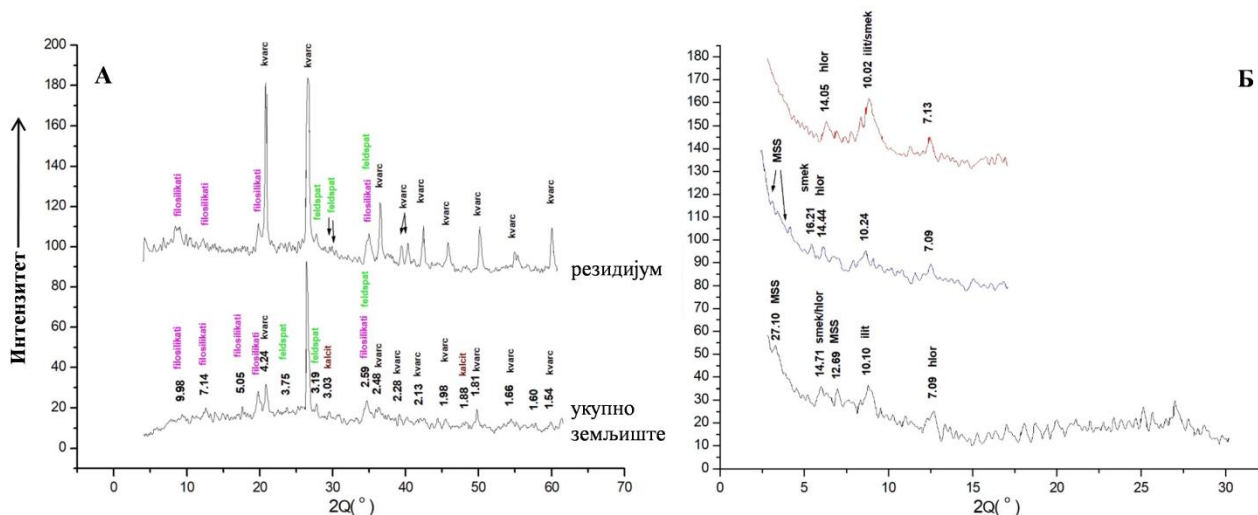
Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта профила 14 разликује се од свих осталих узорка. Наиме овде су смектити најдоминантнији минерали. Најинтензивнија рефлексија код ваздушно сувог узорка је на  $14,81\text{\AA}$ . Оне се након третмана етилен гликолом помера на  $17,67\text{\AA}$  и  $19,50\text{\AA}$  а након жарења на око  $10\text{\AA}$  што је карактеристично понашање за смектите у фракцији глине. Рефлексије на  $14,51\text{\AA}$  и на  $7,11\text{\AA}$  након жарења на  $550\text{ }^\circ\text{C}$  указују на присуство хлорита у узорку. Такође, у узорку се могу наћи и мешано слојевити силикати који су карактеристични за глиновите фракције земљишта.



Слика 11. Рендгенски дијаграм резидијума и укупног узорка земљишта профила 14 (А). Рендгенски дијаграм глиновите фракције земљишта профила 14 (Б) црна линија - ваздушно сув узорак, плава линија - засићен етилен гликолом, црвена линија - жарен узорак

На слици 12А приказани су дијаграми праха укупног земљишта и резидијума, а на слици 12Б рендгенски дијаграми глиновите фракције профила 21 кречњачко-доломитне црнице са Суве планине. На дијаграму се може видети да је и у укупном узорку и у резидијуму доминантан минерал кварц. Осим кварца се јављају и филосиликати и фелдспати. Разлика између резидијума и укупног земљишта је у присуству мале количине карбоната (калцит) у укупном земљишту док ових минерала нема у резидијуму, пошто су растворени киселином. Кварца има више у резидијуму у односу на само земљиште што је и очекивано (Маркоски, 2013.).

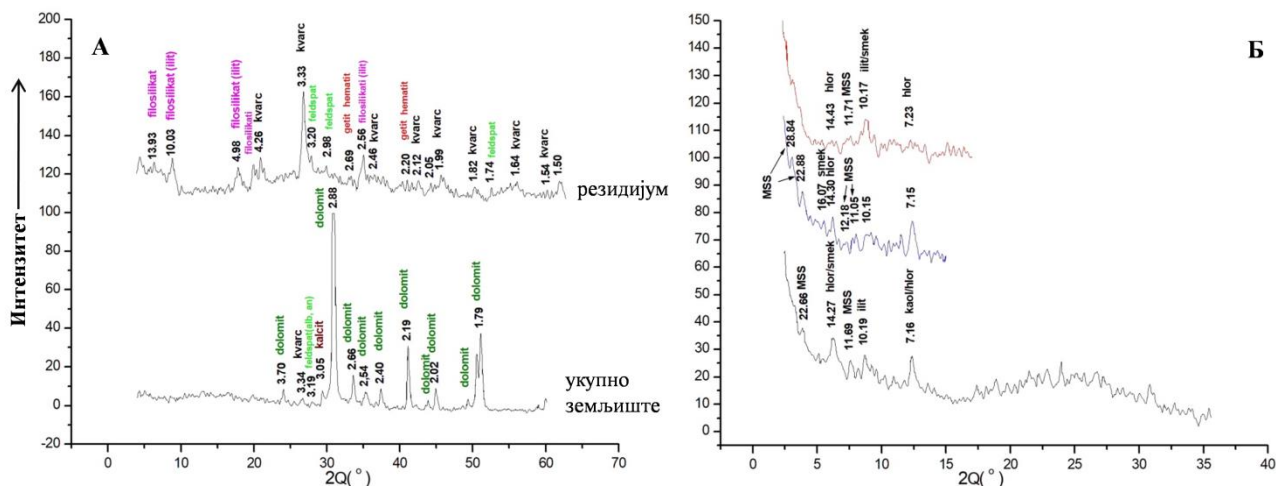
Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта профила 21 показао је најинтензивније рефлексије на 14,71 Å, 12,69 Å, 10,10 Å и 7,09 Å. Рефлексија на 10,10 Å је најдоминантнија рефлексија која представља минерал илит у глиновитој фракцији, пошто остаје на истом положају после третмана етилен-гликолом, а након жарења се њен интензитет појачава због доприноса рефлексије смектита чија се рефлексија након жарења помера на око 10 Å. Рефлексија на 14,71 Å код ваздушно сувог узорка раздвојила се на две рефлексије након третмана етилен гликолом. Један део се након засићења померио на 16,21 Å а након жарења на око 10 Å што представља присуство смектита у фракцији глине. Други део је након засићења остао на 14,44 Å, а након жарења на 550 °C на 14,05 Å што указује на присуство хлорита у узорку. Потврда хлорита је постојање рефлексије на 7,13 Å код жареног узорка. То је рефлексија другог реда хлорита. Такође, у узорку се могу наћи и мешано слојевити силикати који су карактеристични за глиновите фракције земљишта (27,10 Å и 12,69 Å код ваздушно сувог узорка).



Слика 12. Рендгенски дијаграм резидијума и укупног узорка земљишта профила 21 (А). Рендгенски дијаграм глиновите фракције земљишта профила 21 (Б) црна линија - ваздушно сув узорак, плава линија - засићен етилен гликолом, црвена линија - жарен узорак

На слици 13А приказани су дијаграми праха укупног земљишта и резидијума, а на слици 13Б рендгенски дијаграми глиновите фракције профила 13 рендзине са Озрена. У овом профилу јако су велике разлике између укупног узорка земљишта и резидијума. Наиме, у укупном земљишту доминантни минерал је доломит, уз мало калцита, кварца и фелдспата. Са друге стране у резидијуму доминантни минерали су кварц, филосиликати и фелдспати, са мало гетита и хематита. Матична стена на испитиваном профилу је доминантно доломит са мало калцита. Стога, очекивано је да резидијум буде јако богат доломитом који није растворљив у хладној хлороводоничној киселини за разлику од калцита. Одсуство доломита у резидијуму је вероватно последица тога што је процес растварања резидијума трајао дуго и убрзан је употребом хлороводоничне киселине. Такође, након растварања, испирање је вршено употребом 0,1М НСl. То је све могло довести до растварања доломита. Наиме, матични супстрат је растваран 8 дана уз константно додавање киселине, и касније испирање. Доломит не реагује бурно са хладном хлороводоничном киселином, за разлику од калцита, коме када је спрашен до фракције песка треба око 30 секунди да се раствори у хладној НСl (10%). Доломиту исте фракције треба преко 10 минута.

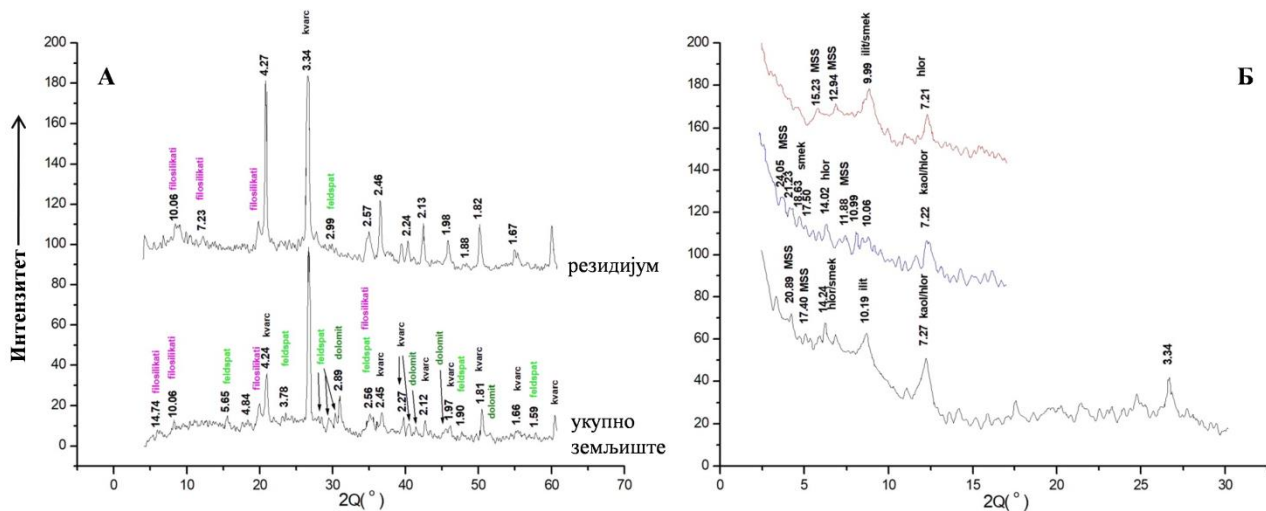
Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта профила 13 показао је најинтензивније рефлексије на 14,27 Å, 10,19 Å и 7,16 Å. Рефлексија на 10,19 Å је рефлексија која представља минерал илит у глиновитој фракцији, пошто остаје на скоро истом положају после третмана етилен-гликолом, а након жарења се њен интензитет појачава због доприноса рефлексије смектита чија се рефлексија након жарења помера на око 10 Å. Рефлексија на 14,27 Å код ваздушног сувог узорка раздвојила се на неколико рефлексија након третмана етилен-гликолом. Један део се након засићења померио дајући мали пик на 16,07 Å а након жарења на око 10 Å што представља присуство мале количине смектита у фракцији глине. Други део је након засићења остао на 14,30 Å а након жарења на 550 °C на 14,43 Å што указује на присуство хлорита у узорку. Потврда хлорита је постојање рефлексије на 7,23Å код жареног узорка. То је рефлексија другог реда хлорита. Приметно је да ова рефлексија (7,23 Å) има знатно мањи интензитет од рефлексије ЕГ и ВС узорка. То је резултат постојања одређене количине и каолинита у узорку. Жарењем долази до колапса структуре каолинита и пик на око 7 Å више се не види. Такође, у узорку се могу наћи и мешано слојевити силикати (МСС) који су иначе карактеристични за глиновите фракције земљишта.



Слика 13. Рендгенски дијаграм резидијума и укупног узорка земљишта профила 13 (А). Рендгенски дијаграм глиновите фракције земљишта профила 13 (Б) црна линија - ваздушно сув узорак, плава линија - засићен етилен гликолом, црвена линија - жарен узорак

На слици 14А приказани су дијаграми праха укупног земљишта и резидијума, а на слици 14Б рендгенски дијаграми глиновите фракције профила 16 рендзине са Сићевачке клисуре. У оба узорка доминантан минерал је кварц, а јављају се и филосиликати и фелдспати. На дијаграму укупног земљишта види се и одређена количина доломита који се не јавља у резидијуму. Матични супстрат је показао да је у питању калцитско доломитски седимент, тако да је очековано присуство доломита у земљишту. Са друге стране одсуство доломита у резидијуму је објашњено код профила 13.

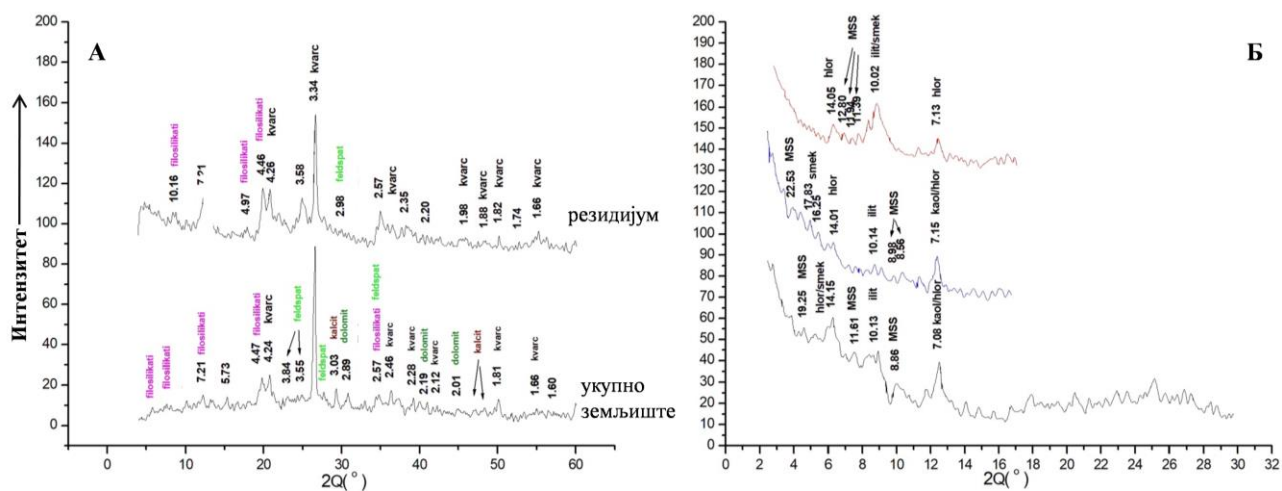
Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта профила 16 показао је најинтензивније рефлексije на 14,24 Å, 10,19 Å и 7,27 Å (слика 13Б). Рефлексija на 10,19 Å је рефлексija која преставља минерал илит у глиновитој фракцији, пошто остаје на истом положају после третмана етилен-гликолом, а након жарења се њен интензитет мало појачава због доприноса рефлексije смектита чија се рефлексija након жарења помера на око 10 Å. Рефлексija на 14,24 Å код ваздушног сувог узорка раздвојила се на неколико рефлексija након третмана етилен гликолом. Један део се након засићења померио на 17,50 Å и 18,63 Å, а након жарења је дошло до колапса на око 10 Å и преклапања са рефлексijом илита, што је карактеристика смектита у фракцији глине. Други део је након засићења остао на 14,02 Å што указује на присуство хлорита у узорку. Потврда хлорита је постојање рефлексije на 7,21 Å код жареног узорка. То је рефлексija другог реда хлорита. Такође, у узорку се могу наћи и мешано слојевити силикати који су карактеристични за глиновите фракције земљишта.



Слика 14. Рендгенски дијаграм резидиума и укупног узорка земљишта профила 16 (А). Рендгенски дијаграм глиновите фракције земљишта профила 16 (Б) црна линија -ваздушно сув узорак, плава линија - засићен етилен гликолом, црвена линија - жарен узорак

На слици 15А приказани су дијаграми праха укупног земљишта и резидијума, а на слици 15Б рендгенски дијаграми глиновите фракције профила 17 рендзине са Јелашничке клисуре. Разлике се могу видети у садржају кацлита и доломита кога има у укупном узорку док га нема у резидијуму. Као што је поменуто, резидијум је добијен растварањем 10% хлороводичном киселином док је земљиште формирано растварањем атмосферским водама. Отуда у земљишту мања количина карбоната којих нема у резидијуму.

Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта профила 17 показао је најинтензивније рефлексije на 14,15 Å, 10,13 Å и 7,08 Å. Рефлексija на 10,13 Å је рефлексija која преставаља минерал илит у глиновитој фракцији, пошто остаје на истом положају после третмана етилен-гликолом, а након жарења се њен интензитет знатно појачава због доприноса рефлексije смектита чија се рефлексija након жарења помера на око 10 Å. Рефлексija на 14,15 Å код ваздушног сувог узорка раздвојила се на неколико рефлексija након третмана етилен гликолом. Један део се након засићења померио на 17,83 Å и 16,25 Å а након жарења на око 10 Å што је типично понашање смектита у фракцији глине. Други део је након засићења остао на 14,01 Å а након жарења на 550 °C на 14,05 Å што указује на присуство хлорита у узорку. Потврда хлорита је постојање рефлексije на 7,13 Å код жареног узорка. То је рефлексiju другог реда хлорита. Ипак ако упоредимо интензитете рефлексije на око 7 Å, евидентно је да након жарења долази до смањења интензитета тако да се може закључити да у узорку има и мала количина каолинита. Такође, у узорку се могу наћи и мешано слојевити силикати који су карактеристични за глиновите фракције земљишта.



Слика 15. Рендгенски дијаграм резидијума и укупног узорка земљишта профила (А). Рендгенски дијаграм глиновите фракције земљишта профила 17 (Б) црна линија - ваздушно сув узорак, плава линија - засићен етилен гликолом, црвена линија - жарен узорак

Минералозна анализа укупних земљишних узорка је показала да је у кречњачко доломитној црници присутан кварц, затим филосиликати и фелдспати, а у једном профилу гетит и хематит. У резидијуму кречњачко-доломитних црница присутни су фелдспати и филосиликати у мањој количини у поређењу са укупним узорком, као и гетит и хематит у једном профилу. У фракцији глине доминира илит, затим смектит па хлорит, а присутни су и мешовито-слојевити минерали. У само једном профилу се јавља каолинит.

Укупни узорци земљишта типа рендзине садрже калцит и/или доломит, фелдспате, кварц и филосиликате, а у резидијуму су присутни кварц, фелдспати, филосиликати и у једном профилу мало гетита и хематита. У фракцији глине рендзина присутни су илит, смектит, затим хлорит и мешовито-слојевити минерали, као и нешто каолинита.

Генерално, на основу минералског састава геолошког супстрата, нерастворног остатка и укупног узорка земљишта, највећи део минерала у земљишту је исти као и у нерастворном остатку, углавном кварц, фелдспати и филосиликати, а понегде се јављају и гетит и хематит. Фелдспата има готово увек мање у резидијуму у односу на укупан узорак земљишта што значи да је присуство ових минерала у земљишту једним делом последица транспорта егзогеним процесима, а не само последица растварања матичног супстрата. Према Durn-у (2003), однос садржаја хематита и гетита у укупном узорку земљишта у поређењу са нерастворним остатком указује на могућност формирања хематита преко гетита (процесом рубификације) у самом земљишту. Друго могуће порекло тих минерала је транспортовање из неког спољашњег извора. На жалост, у овом истраживању пикови хематита и гетита су сувише мали да би се извели сигурни закључци. У укупном узорку земљишта углавном има више филосиликата у поређењу са резидијумом, што је било и за очекивати. У свим узорцима глиновите фракције јавља се углавном иста асоцијација минерала, а то су илит, смектит, хлорит и мешано слојевити силикати. Понегде се јавља и каолинит, и то у два профила рендзине и једном профилу кречњачко-доломитне црнице.

### 5.1.5. Класификација земљишта

Према званичном систему класификације земљишта Србије (Škorić i sar., 1985) на истраживаним локалитетима кречњачких масива југоисточне Србије идентификована су два типа земљишта, кречњачко-доломитна црница (калкомеланосол) и рендзина. Оба споменута типа припадају реду аутоморфних и класи хумусно-акумулативних земљишта. У Светској референтној бази за земљишне ресурсе – WRB 2022 (IUSS Working Group WRB, 2022)

испитивани профили одговарају лептосолима (Leptosols), фаоземима (Phaeozems) и умбрисолима (Umbrisols). У табели 11 приказана је детаљна класификација земљишта према домаћој класификацији (Škorić i sar., 1985), а у табели 13 према међународној WRB 2022 класификацији (IUSS Working Group WRB, 2022).

Кречњачко-доломитна црница (калкомеланосол) присутна је на четири локалитета (Ртањ, Девица, Озрен и Сува планина). Истраживани профили припадају већем броју подипова, форми и варијетата. У Србији се подтипови кречњачко-доломитне црнице издвајају на основу развојне фазе земљишта, варијетети према дубини, а форме према форми хумуса (Škorić i sar., 1985). Највећи број истраживаних профила калкомеланосола припада подтипу органоминерална црница, грађе профила А – R, свега један профил на Сувој планини припада подтипу органогена црница такође грађе профила А – R, док два профила на Ртњу одговарају подтипу посмеђена црница са грађом профила А – (B)rz – R. Све органоминералне и органогена црница припадају истом варијетету - литичне и истој форми - с моличним хумусом. Проучаване посмеђене црнице немају варијетете и форме.

Рендзина је идентификована на три истраживана локалитета (Озрен, Јелашничка и Сићевачка клисура). У Србији се подтипови рендзина издвајају према матичном супстрату, варијетети према стадијуму еволуције, форме према текстури и садржају скелета (Škorić i sar., 1985). Најзаступљенији подтип у оквиру ових проучавања јесте рендзина на меком кречњаку са грађом профила А – R, свега један профил на Озрену припада подтипу рендзина на карбонатном песку са грађом профила (А – AC – C) . Сви варијетети су карбонатни, док постоји већи број форми: песковита, слабо скелетна; иловаста; иловаста, средње скелетна, као и иловаста, јако скелетна.

Према WRB 2022 (IUSS Working Group WRB, 2022) истраживани профили земљишта садрже органски угљеник и минералну материју, а неки и карбонате као дијагностичке материјале и континуирану стену као дијагностичку особину (табела 12). У свим профилима молични је једини дијагностички хоризонт. На основу дијагностичких материјала, особина и хоризонта на подручју истраживања издвојене су три референтне групе земљишта, и то: лептосоли (Leptosols), фаоземи (Phaeozems) и умбрисоли (Umbrisols). Поред референтне групе, за сваки профил земљишта су дефинисани и главни и допунски квалификатори.



Табела 11. Класификација земљишта према званичном систему класификације земљишта Србије (Škorić i sar., 1985)

Локалитет	Профил	Нивои класификације			
		Тип	Подтип	Варијетет	Форма
Ргањ	1	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
	2	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
	3	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
	4	кречњачко-доломитна црница	посмеђена црница	-	-
	5	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
	6	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
	7	кречњачко-доломитна црница	посмеђена црница	-	-
	8	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
Девица	9	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
	10	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
	11	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
	12	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
Озрен	13	рендзина	на карбонатном песку	карбонатни	песковита, слабо скелетна
	14	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
	15	рендзина	на меком кречњаку	карбонатни	иловаста
Сићевачка клисура	16	рендзина	на меком кречњаку	карбонатни	иловаста, средње скелетна
Јелашничка клисура	17	рендзина	на меком кречњаку	карбонатни	иловаста, средње скелетна
	18	рендзина	на меком кречњаку	карбонатни	иловаста, јако скелетна
Сува планина	19	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
	20	кречњачко-доломитна црница	органогена црница	литична	с моличним хумусом
	21	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом
	22	кречњачко-доломитна црница	органоминерална црница	литична	с моличним хумусом

Табела 12. Дијагностички матријали, особине и хоризонт које садрже профили према WRB 2022 класификацији (IUSS Working Group WRB, 2022)

Профил	Дијагностички материјали	Дијагностичке особине	Дијагностички хоризонт
1	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
2	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
3	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
4	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
5	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
6	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
7	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
8	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
9	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
10	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
11	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
12	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
13	карбонати, минерална материја, органски угљеник	-	молични
14	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
15	карбонати, минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
16	карбонати, минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
17	карбонати, минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
18	карбонати, минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
19	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
20	органска материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
21	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични
22	минерална материја, органски угљеник	континуирана стена	молични

Табела 13. Класификација земљишта према међународној WRB 2022 класификацији (IUSS working group)

Локалитет	Профил	Главни квалификатори	Референтна група	Допунски квалификатори
Ртањ	1	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	2	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	3	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	4	Eutric Leptic Rendzic (еутрични лептични рендзични)	Phaeozems (фаоземи)	(Hyperhumic, Loamic) (хиперхумични, лоамични)
	5	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	6	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	7	Eutric Leptic Chernic Rendzic (еутрични лептични чернични рендзични)	Phaeozems (фаоземи)	(Loamic) (лоамични)
	8	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
Девица	9	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	10	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	11	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	12	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
Озрен	13	Mollic Chernic (молични чернични)	Umbrisols (умбрисоли)	(Siltic) (силтични)
	14	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	15	Calcaric Rendzic (калкарични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
Сићевачка клисура	16	Calcaric Rendzic Skeletic (калкарични рендзични скелетични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
Јелашничка клисура	17	Calcaric Rendzic Skeletic (калкарични рендзични скелетични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	18	Calcaric Rendzic Skeletic (калкарични рендзични скелетични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
Сува планина	19	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	20	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	21	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)
	22	Eutric Rendzic (еутрични рендзични)	Leptosols (лептосоли)	(Humic, Loamic) (хумични, лоамични)

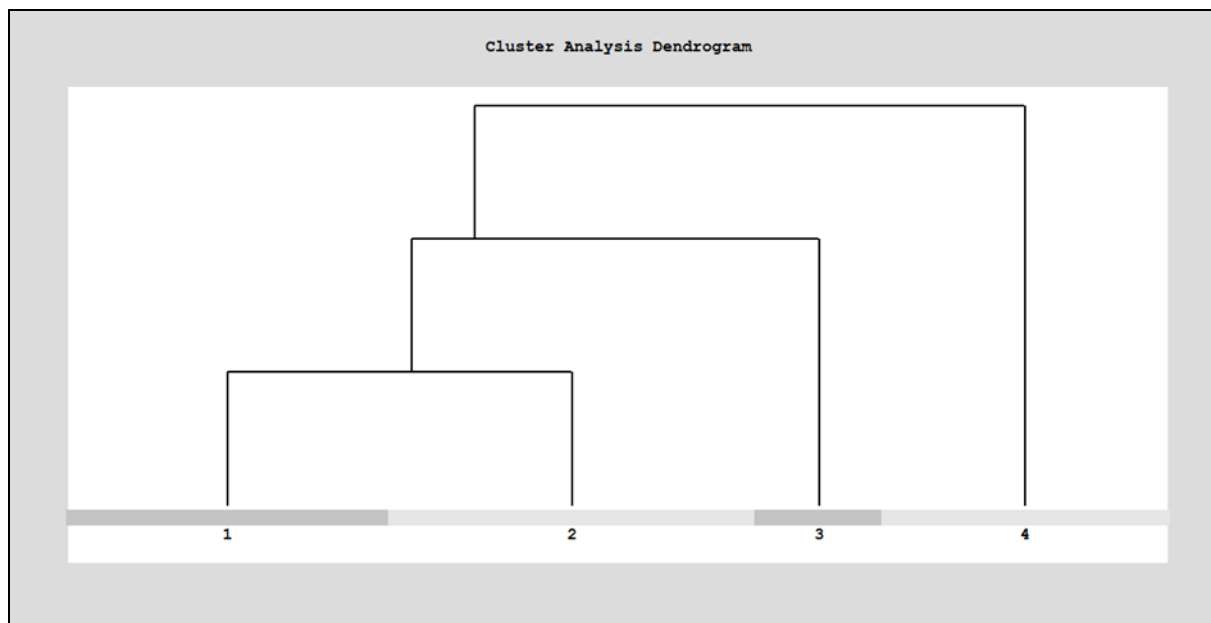
## II ДЕО

У овом делу дисертације представљена су истраживања земљишта и травњачке вегетације на подручју југоисточне Србије, која су обухватила фитоценолошка, затим истраживања односа између карактеристика земљишта и вегетације која се на њему развија и еколошка истраживања. Травњаци одређеног дела испитиваних локалитета се углавном користе за испашу, али су значајне површине напуштене због депопулације руралних подручја у југоисточној Србији и Балкану уопште (Pedashenko et al., 2013). Напуштање травњака доводи до брзих промена у њиховој структури и саставу, као и до значајног нарушавања биодиверзитета (Stevens, 2010). Примећено је значајно смањење биодиверзитета травњачких заједница у Европи током последњих деценија (Klimek et al., 2007; Middleton, 2013).

### 5.2. Однос земљишта и вегетације

#### 5.2.1. Карактеристике вегетације травњака

У оквиру проучаваних травњачких типова вегетације утврђено је укупно 374 биљних врста. Класификација 96 фитоценолошких снимака (слика П17) травњачке вегетације која је развијена на истраживаним локалитетима приказана је на дендрограму (слика 16), као и у синоптичким таблицама (табеле 14 и П1). Кластер анализом фитоценолошки снимци груписани су у четири групе које су представљене са три свезе и то: *Festucion valesiacaе* Klika 1931 (кластер 1), *Saturejion montanae* Horvat in Horvat et al. 1974 (кластери 2 и 3), *Koelerio-Festucion dalmaticaе* Randelović et Ružić 1986 (кластер 4). Подела на четири кластера нам је била довољна да еколошки опишемо вегетацију на испитиваном подручју југоисточне Србије. На дендрограму можемо уочити да се кластери 1 и 2 издвајају заједно што указује да су слични, на њих се надовезује кластер 3, а затим кластер 4.



Слика 16. Класификација травњачке вегетације на истраживаним локалитетима.  
Кластер 1 - *Festucion valesiacaе*, кластери - 2 и 3 - *Saturejion montanae*,  
кластер 4 - *Koelerio-Festucion dalmaticaе*

Табела 14. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	28	32	11	25
<b><i>Festucion valesiaceae</i></b>	—			
<i>Poa compressa</i>	75 <sup>38,9</sup>	22 <sup>—</sup>	36 <sup>—</sup>	—
<i>Orlaya grandiflora</i>	79 <sup>35,7</sup>	22 <sup>—</sup>	—	40 <sup>—</sup>
<i>Crupina vulgaris</i>	50 <sup>27</sup>	19 <sup>—</sup>	—	—
<i>Filipendula vulgaris</i>	39 <sup>24,2</sup>	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Knautia arvensis</i>	29 <sup>22,6</sup>	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Fragaria viridis</i>	54 <sup>19,7</sup>	12 <sup>—</sup>	36 <sup>—</sup>	—
<i>Muscari tenuiflorum</i>	25 <sup>19,3</sup>	—	—	—
<i>Festuca valesiaca</i>	96 <sup>19,2</sup>	75 <sup>—</sup>	36 <sup>—</sup>	28
<i>Elymus hispidus</i>	32 <sup>18,2</sup>	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Inula oculus-christi</i>	29 <sup>16,5</sup>	—	—	—
<i>Galium verum</i>	29 <sup>15,9</sup>	6 <sup>—</sup>	—	—
<b><i>Saturejion montanae</i></b>				
<i>Potentilla tommasiniana</i>	—	97 <sup>24,7</sup>	73 <sup>—</sup>	96 <sup>7,9</sup>
<b><i>Saturejion montanae</i> ca <i>Sesleria latifolia</i></b>				
<i>Sesleria latifolia</i>	—	16 <sup>—</sup>	91 <sup>54,4</sup>	16 <sup>—</sup>
<i>Geranium sanguineum</i>	—	—	55 <sup>36,7</sup>	—
<i>Cerastium banaticum</i>	—	6 <sup>—</sup>	91 <sup>34,2</sup>	—
<i>Centaurea triumfetti</i>	7 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	73 <sup>32,1</sup>	—
<i>Dianthus petraeus</i>	—	6 <sup>—</sup>	45 <sup>18,6</sup>	4 <sup>—</sup>
<i>Trifolium alpestre</i>	25 <sup>—</sup>	28 <sup>—</sup>	73 <sup>15,8</sup>	—
<i>Cotoneaster integerrimus</i>	—	3 <sup>—</sup>	36 <sup>14,5</sup>	—
<i>Sedum ochroleucum</i>	—	34 <sup>—</sup>	73 <sup>14,4</sup>	—
<i>Bromus erectus</i>	4 <sup>—</sup>	6 <sup>—</sup>	55 <sup>12,4</sup>	4 <sup>—</sup>
<i>Primula veris</i>	—	3 <sup>—</sup>	36 <sup>11,9</sup>	—
<i>Genista tinctoria</i>	4 <sup>—</sup>	16 <sup>—</sup>	55 <sup>10,2</sup>	—
<b><i>Koelerio-Festucion dalmaticae</i></b>				
<i>Trigonella monspeliaca</i>	—	—	—	48 <sup>41,2</sup>
<i>Bombicylaena erecta</i>	4 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	—	60 <sup>37,9</sup>
<i>Dichanthium ischaemum</i>	11 <sup>—</sup>	—	—	88 <sup>35,2</sup>
<i>Fumana procumbens</i>	—	—	—	40 <sup>34,7</sup>
<i>Convovulus cantabrica</i>	—	—	—	72 <sup>31,5</sup>
<i>Sideritis montana</i>	21 <sup>—</sup>	12 <sup>—</sup>	—	80 <sup>31</sup>
<i>Teucrium polium</i>	—	—	—	52 <sup>28,5</sup>
<i>Xeranthemum annuum</i>	—	—	—	40 <sup>27,7</sup>
<i>Crepis sancta</i>	—	3 <sup>—</sup>	—	36 <sup>27,1</sup>
<i>Sedum urvillei</i>	7 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	—	52 <sup>21,2</sup>
<i>Linaria genistifolia</i>	—	—	9 <sup>—</sup>	36 <sup>20,5</sup>
<i>Helianthemum salicifolium</i>	—	—	—	32 <sup>11,9</sup>
<b><i>Festucetalia valesiaceae</i></b>				
<i>Carduus candicans</i>	25 <sup>29,3</sup>	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Syringa vulgaris</i>	25 <sup>25</sup>	—	9 <sup>—</sup>	—

Наставак табеле 14. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	28	32	11	25
<i>Potentilla argentea</i>	25 <sup>24,5</sup>	–	–	–
<i>Veronica jacquinii</i>	79 <sup>18,4</sup>	34 <sup>–</sup>	64 <sup>–</sup>	4 <sup>–</sup>
<i>Plantago lanceolata</i>	32 <sup>17,6</sup>	–	9 <sup>–</sup>	4 <sup>–</sup>
<i>Euphorbia cyparissias</i>	71 <sup>12,5</sup>	31 <sup>–</sup>	27 <sup>–</sup>	24 <sup>–</sup>
<i>Teucrium chamaedrys</i>	93 <sup>–</sup>	84 <sup>–</sup>	73 <sup>–</sup>	44 <sup>–</sup>
<b><i>Stipo pulcherrimae- Festucetalia pallentis</i></b>				
<i>Satureja montana</i> subsp. <i>kitaibelii</i>	50 <sup>–</sup>	19 <sup>–</sup>	36 <sup>–</sup>	28 <sup>–</sup>
<i>Carex humilis</i>	46 <sup>–</sup>	41 <sup>–</sup>	73 <sup>–</sup>	4 <sup>–</sup>
<i>Asperula purpurea</i>	50 <sup>–</sup>	94 <sup>–</sup>	73 <sup>–</sup>	80 <sup>–</sup>
<i>Allium flavum</i>	39 <sup>–</sup>	28 <sup>–</sup>	73 <sup>–</sup>	36 <sup>–</sup>
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	54 <sup>–</sup>	44 <sup>–</sup>	64 <sup>–</sup>	76 <sup>–</sup>
<i>Teucrium montanum</i>	36 <sup>–</sup>	69 <sup>–</sup>	36 <sup>–</sup>	52 <sup>–</sup>
<i>Artemisia alba</i>	64 <sup>–</sup>	62 <sup>–</sup>	27 <sup>–</sup>	4 <sup>–</sup>
<i>Asperula cynanchica</i>	61 <sup>–</sup>	78 <sup>–</sup>	64 <sup>–</sup>	84 <sup>–</sup>
<i>Euphorbia falcata</i>	–	–	–	32 <sup>36,1</sup>
<i>Medicago minima</i>	11 <sup>–</sup>	6 <sup>–</sup>	–	48 <sup>35,1</sup>
<i>Paliurus spina-christi</i>	–	–	–	20 <sup>31,9</sup>
<i>Ononis pusilla</i>	–	–	–	32 <sup>26,1</sup>
<i>Aegilops neglecta</i>	–	–	–	24 <sup>25,7</sup>
<i>Crepis foetida</i>	4 <sup>–</sup>	–	–	32 <sup>19,6</sup>
<i>Linum tenuifolium</i>	–	–	–	20 <sup>18,6</sup>
<i>Acinos arvensis</i>	43 <sup>–</sup>	16 <sup>–</sup>	27 <sup>–</sup>	72 <sup>17,5</sup>
<i>Scabiosa triniifolia</i>	–	–	–	32 <sup>10,4</sup>
<i>Hypericum rumeliacum</i>	18 <sup>–</sup>	41 <sup>–</sup>	–	64 <sup>2,4</sup>
<i>Ornithogalum kochii</i>	–	47 <sup>21,9</sup>	18 <sup>–</sup>	12 <sup>–</sup>
<i>Arabis auriculata</i>	7 <sup>–</sup>	28 <sup>21,5</sup>	–	–
<i>Centaurea stoebe</i>	25 <sup>–</sup>	69 <sup>8,9</sup>	36 <sup>–</sup>	20 <sup>–</sup>
<i>Chamaecytisus jankae</i>	32 <sup>–</sup>	50 <sup>–</sup>	64 <sup>–</sup>	4 <sup>–</sup>
<i>Leontodon crispus</i>	46 <sup>–</sup>	62 <sup>–</sup>	9 <sup>–</sup>	60 <sup>–</sup>
<b>Остале врсте</b>	25 <sup>–</sup>	34 <sup>–</sup>	64 <sup>–</sup>	12 <sup>–</sup>
<i>Festuca rupicola</i>	43 <sup>–</sup>	31 <sup>–</sup>	27 <sup>–</sup>	20 <sup>–</sup>
<i>Anthyllis vulneraria</i>	61 <sup>–</sup>	47 <sup>–</sup>	55 <sup>–</sup>	8 <sup>–</sup>
<i>Carex caryophyllea</i>	11 <sup>–</sup>	31 <sup>–</sup>	64 <sup>–</sup>	–
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	32 <sup>–</sup>	19 <sup>–</sup>	55 <sup>–</sup>	4 <sup>–</sup>
<i>Galium mollugo</i> agg.	50 <sup>–</sup>	28 <sup>–</sup>	18 <sup>–</sup>	24 <sup>–</sup>
<i>Geranium columbinum</i>	50 <sup>–</sup>	38 <sup>–</sup>	55 <sup>–</sup>	–
<i>Hypericum perforatum</i>	32 <sup>–</sup>	25 <sup>–</sup>	–	52 <sup>–</sup>
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	32 <sup>–</sup>	28 <sup>–</sup>	45 <sup>–</sup>	20 <sup>–</sup>
<i>Koeleria splendens</i>	46 <sup>–</sup>	25 <sup>–</sup>	–	48 <sup>–</sup>
<i>Melica ciliata</i>	29 <sup>–</sup>	31 <sup>–</sup>	36 <sup>–</sup>	–
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> subsp. <i>herbaceum</i>	46 <sup>–</sup>	19 <sup>–</sup>	–	44 <sup>–</sup>
<i>Alyssum alyssoides</i>	25 <sup>–</sup>	34 <sup>–</sup>	64 <sup>–</sup>	12 <sup>–</sup>

Наставак табеле 14. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	28	32	11	25
<i>Eryngium campestre</i>	18 <sup>–</sup>	47 <sup>–</sup>	–	32 <sup>–</sup>
<i>Draba lasiocarpa</i>	–	22 <sup>–</sup>	36 <sup>–</sup>	20 <sup>–</sup>
<i>Avenula pubescens</i>	7 <sup>–</sup>	–	36 <sup>–</sup>	–
<i>Crataegus monogyna</i>	39 <sup>–</sup>	38 <sup>–</sup>	–	8 <sup>–</sup>
<i>Medicago falcata</i>	39 <sup>–</sup>	38 <sup>–</sup>	–	8 <sup>–</sup>

#### Кластер 1: заједнице свезе *Festucion valesiacaе*

Вегетација кластера 1 одговара свези *Festucion valesiacaе*, која обухвата суве травњаке и степе које се развијају у најсушнијим и најтоплијим регионима централне Европе, углавном на кречњачкој подлози, у којима се појављују шумски елементи или врсте које се развијају на ивици шума (Mucina et al. 2016). За разлику од оних у централној Европи, заједнице из Србије се углавном налазе у брдско-планинским пределима (Јовановић-Дуњић 1955, 1956; Horvat и сар., 1974; Којић и сар., 1998). Развијају се на плитким до умерено дубоким земљиштима са високим садржајем хумуса на кречњаку или доломиту (Janišová et al., 2007; Chytrý, 2010; Vasilev и Apostolova, 2013). У овој свези доминирају усколисне траве као што су *Festuca valesiaca*, *F. rupicola*, *F. dalmatica*, *Poa angustifolia*, *Koeleria nitidula*, *Stipa capillata*, *S. eriocaulis*, *S. pennata* и *S. pulcherrima*. Специфичност овим заједницама дају Балкански ендемити, као што су *Achillea clypeolata*, *Hypericum rumeliacum*, *Tragopogon balcanicum* и *Dianthus moesiacus* (Vasilev и Apostolova, 2013). Према Vassilev (2012) балкански ендемити чине од 7% до 10% састава врста поменуте свезе. Врсте заједница свезе *Festucion valesiacaе* су добро прилагођене сувим и топлим летима. Свеза *Festucion valesiacaе* се може наћи на равним до умерено нагнутим теренима са различитим експозицијама. Специфични микроклиматски услови омогућавају развој степске вегетације и на већим надморским висинама. Заједнице поменуте степске свезе су секундарног порекла, развијају се под утицајем човека услед уништавања термофилних шума *Quercus cerris* и *Q. frainetto* (Vasilev и Apostolova, 2013; Aćić et al., 2015). Сечом шума долази до формирања разноврсне вегетације травњачко-степског типа на стаништима која имају ксеротермни карактер (Диклић и Николић, 1972, Блаженчић и Вуковић, 1983). Биљке свезе *Festucion valesiacaе* су типичне зељасте врсте и овај тип вегетације карактерише затворена структура. Заједнице ове степске свезе често формирају мозаичне комплексе са заједницама свеза *Saturejion montanae* и *Chrysopogono-Danthonion calycinae*, свезама реда *Astragalo-Potentilletalia* и вегетацијом класе *Thero-Brachypodietea* (Vasilev и Apostolova, 2013).

На истраживаном подручју југоисточне Србије вегетација *Festucion valesiacaе* се развила на планининама Ртањ и Озрен (слика 17; П17). Вегетација кластера 1 у оквиру поменутих локалитета развија се на надморској висини од 854 m до 1013 m, најчешће на јужној и југозападној експозицији и нагибу од 2° до 20°. Степска свеза кластера 1 представљена је са 28 фитоценолошких снимака, а дијагностичке врсте су биле *Crupina vulgaris*, *Elymus hispidus*, *Festuca valesiaca*, *Filipendula vulgaris*, *Fragaria viridis*, *Galium verum*, *Inula oculus-christi*, *Knautia arvensis*, *Muscari tenuiflorum*, *Orlaya grandiflora* и *Poa compressa*. Врсте *Artemisia alba*, *Festuca valesiaca* и *Teucrium chamaedrys* су биле константне, а *Artemisia alba*, *Festuca rupicola*, *Festuca valesiaca*, *Fragaria viridis*, *Orlaya grandiflora* и *Thymus pulegioides* доминантне.

Земљишта на којима се развила степска вегетација овог кластера су веома плитка до средње дубока и безскелетна, углавном прашкасто глиновито иловаста и прашкасто иловаста, изузев једног узорка који је песковита иловача. Ова земљишта су јако хумусна до веома јако хумусна, умерено киселе до благо алкалне реакције, са високим вредностима суме разменљиво адсорбованих базних катјона, СЕС-а и степена zasiћености базним катјонима и ниским вредностима хидролитичке киселости. Одликује их добра обезбеђеност лакоприступачним макро и микроелементима, изузев фосора и молибдена. Вегетација ове степске свезе развијена је на земљиштима типа кречњачко-доломитна црница и рендзина (Škorić i sar., 1985), а у међународном систему класификације (IUSS Working Group WRB, 2022) испитивана земљишта одговарају лептосолима (Leptosols), фаоземима (Phaeozems) и умбрисолима (Umbrisols).



Слика 17. Вегетација свезе *Festucion valesiacaе*

#### Кластери 2 и 3: заједнице свезе *Saturejion montanae*

Вегетација кластера 2 и 3 одговара свези *Saturejion montanae*. Субмедитеранско-субконтинентална степска свеза *Saturejion montanae* је балканска ендемична савеза распрострањена у источној Србији и Бугарској (Vassilev и Apostolova, 2013; Mucina et al. 2016). Степске травњачке заједнице у којима доминирају врсте *Carex humilis*, *Stipa pulcherrima* и *Potentilla tommasiniana* развијају се на вишим надморским висинама, на плиткој кречњачко-доломитној црници. Терени су благо до умерено нагнути. Ове заједнице називају се још и планинске степе и управо геолошка подлога и тип земљишта који се образује на кречњачким масивима условљава еколошко и флористичко приближавање заједница планинских травњака степским заједницама (Јовановић-Дуњић, 1983). Ксеротермне степске асоцијације *Potentillo tommasinianaе-Caricetum humilis* Јовановић-Дуњић 1955 и *Carici humilis-Stipetum grafianaе* Јовановић-Дуњић 1955 припадају свези *Saturejion montanae* (Јовановић-Дуњић, 1955; Којић и сар., 1998; Лакушић и Сабовљевић, 2005; Horvat et al., 1974) и овакав статус ксеротермних заједница са кречњака потврдила је



нумеричка анализа травњачке вегетације класе *Festuco-Brometea* у Србији (Aćić et al., 2015; Aćić et al., 2018). Према Pedashenko et al. (2013) и Vassilev и Apostolova (2013) балканска свеза *Saturejion montanae* распрострањена је и у Бугарској.

Свеза *Saturejion montanae* распрострањена је у централном делу Балканског полуострва (Vassilev и Apostolova, 2013) где је степски утицај мали, али састав врста садржи неке степске елементе као што су *Festuca valesiaca*, *Festuca rupicola*, *Stipa capillata*, *Paeonia tenuifolia* и тако даље, и за разлику од типичних степских заједница, траве су овде праћене различитим врстама хамефита, углавном из фамилије *Lamiaceae* (*Satureja* spp., *Thymus* spp., *Teucrium* spp.).

Заједнице ове свезе могу се представити као реликтни тип вегетације успостављен током последњег лацијалног периода и очуван облик „медитеранске вегетације“ у унутрашњем делу Балкана. На подручју Балканског полуострва кречњачки терени су познати као „медитеранске оазе“ за медитеранску вегетацију (Vassilev и Apostolova, 2013), где се налазе врсте уобичајене за суве травњаке у медитеранском басену као што су *Sideritis montana*, *Artemisia alba*, *Melica ciliata*, *Dichantium ischaemum*, *Helianthemum canum* и *Convolvulus cantabrica*. У саставу врста преовлађују евроазијске и евромедитеранске врсте. Todorova и Tzonev (2010) истичу да заједнице свезе *Saturejion montanae* углавном имају отворену хоризонталну структуру, богате су биодиверзитетом и врсте *Satureja montana*, *S. kitaibelii*, *Festuca dalmatica*, *Festuca valesiaca*, *Artemisia alba*, *Dichantium ischaemum* и *Chrysopogon gryllus* су присутне са релативно високом покривношћу.

Кластер 2 обухвата вегетацију свезе *Saturejion montanae* која се развија на Девици и Сувој планини (слика 18А; П17). Заједнице ове свезе развијају се на надморској висини од 937 до 1493 m, на равном терену до оног са 30° нагиба, углавном западне и југозападне експозиције. Број фитоценолошких снимака је 32, а дијагностичка врста је *Potentilla tommasiniana*. Врсте *Artemisia alba*, *Asperula purpurea*, *Festuca valesiaca*, *Potentilla tommasiniana* су забележене у минимално 15% снимака. У биљном покривачу доминирају *Artemisia alba*, *Carex humilis*, *Festuca rupicola*, *Festuca valesiaca*, *Potentilla tommasiniana*, *Thymus pannonicus* и *Thymus pulegioides*.

Заједнице свезе *Saturejion montanae* кластера 3 присутне су на Сувој планини (слика 18Б; П17). У односу на заједнице кластера 2 развијају се на већој надморској висини, на теренима који су већег нагиба али су земљишта била ипак нешто дубља, а самим тим и влажнија. Број фитоценолошких снимака за овај кластер је 11. Степска вегетација кластера 3 развила се на надморској висини од 1352 m до 1555 m, југоисточној експозицији, нагибу од 15° до 30°. Врсте са вредностима  $\phi$  коефицијента већим од 0,10 биле су: *Bromus erectus*, *Centaurea triumfetti*, *Cerastium banaticum*, *Cotoneaster integerrimus*, *Dianthus petraeus*, *Genista tinctoria*, *Geranium sanguineum*, *Primula veris*, *Sedum ochroleucum*, *Sesleria latifolia*, *Trifolium alpestre*. Посебно је значајно присуство врсте *Sesleria latifolia* која је имала вредност  $\phi$  коефицијента већу од 0,5. Константне врсте кластера 3 биле су: *Carex humilis*, *Festuca rupicola*, *Geranium sanguineum* и *Sesleria latifolia*. Врсте са покривношћу већом од 20% у укупном броју снимака биле су: *Festuca bosniaca*, *Festuca rupicola*, *Geranium sanguineum* и *Sesleria latifolia*.

Земљишта на којима су развијене степске травњачке заједнице кластера 2 и 3 на испитиваним локалитетима су веома плитка и плитка, безскелетна, прашкасто глиновито иловасте, прашкасто иловасте и иловасте текстуре. Ова земљишта су изузетно богата хумусом (јако хумусна до органска). Хемијска реакција земљишта је умерено кисела до благо алкална. Затим, земљишта кластера 2 и 3 се одликују ниским вредностима хидролитичке киселости и високим вредностима суме разменљиво адсорбованих базних катјона, СЕС-а и степена zasiћености базним катјонима. Такође, карактерише их добра обезбеђеност у већини лакоприступачних макро и микроелемената, изузев фосфором којим су слабо до средње обезбеђена, док је лакоприступачни молибден у дефициту. Степска

вегетација кластера 2 и 3 развијена је искључиво на кречњачко доломитним црницама (Škorić i sar., 1985), које у WRB 2022 класификационом систему (IUSS Working Group WRB, 2022) одговарају лептосолима (Leptosols).



Слика 18. Вегетација свезе *Saturejion montanae* (кластер 2) - на нижим надморским висинама (А) и *Saturejion montanae* (кластер 3) - на вишим надморским висинама (Б).

#### Кластер 4: заједнице свезе *Koelerio-Festucion dalmaticaе*

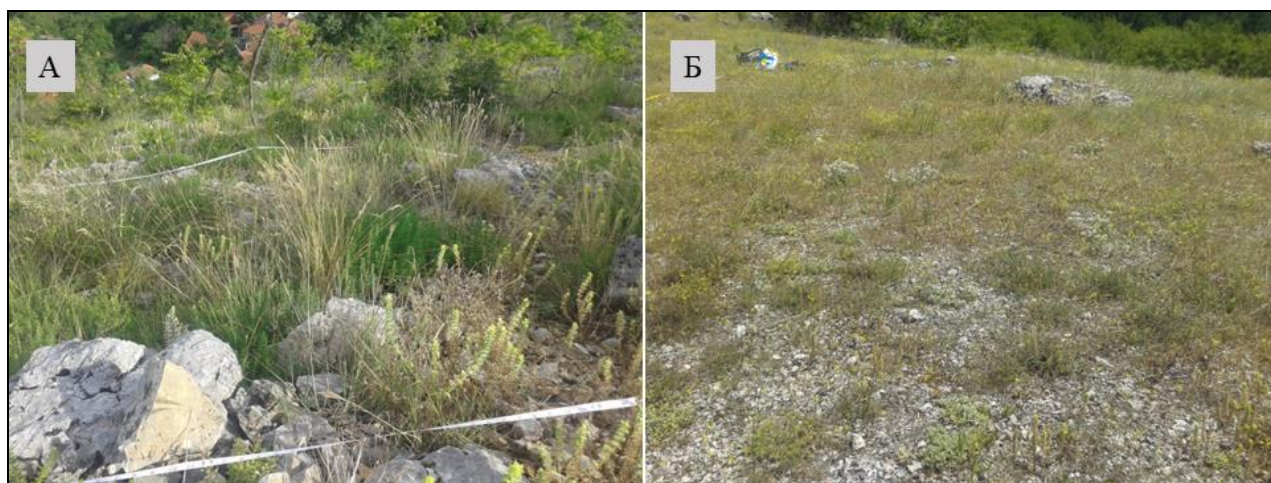
Вегетација кластера 4 припада свези *Koelerio-Festucion dalmaticaе*. Заједнице ове свезе присутне су у најјужнијим крајевима Србије и на Косову. Региони у којима се развија вегетација ове свезе су под утицајем субмедитеранске климе, која продире на север дуж река Вардар, Јужна Морава и Топлица. Свеза *Koelerio-Festucion dalmaticaе* обухвата ксерофилне ливаде и пашњаке који се развијају на различитој геолошкој подлози (кречњаку, доломиту и серпентиниту), на плитком скелетном земљишту и каменитом терену (Matevski et al., 2018). Према Ранђеловић и Ружић (1983) и Лакушић и Сабовљевић (2005), карактеристичне врсте ових заједница су *Allium flavum*, *Andropogon ischaetum*, *Asperula cynanchica*, *Bromus squarrosus*, *Vupleurum apiculatum*, *Convolvulus cantabrica*, *Festuca dalmatica*, *Fumana procumbens*, *Linaria genistifolia*, *Sideritis montana*, *Scleranthus perennis*, *Teucrium chamaedrys*, *Trifolium dalmaticum*, *Xeranthemum annuum* итд.

Од свих истраживаних локалитета, заједнице свезе *Koelerio-Festucion dalmaticaе* насељавају стрме кречњачке падине Сићевачке (слика 19А; П17) и Јелашничке (слика 19Б; П17) клисуре, што указује на специфичност ових станишта. Кречњачке клисуре Балканског полуострва су веома интересантни геоботанички феномени. То је због чињенице да су биле један од најважнијих рефугијума арктотерцијарне флоре током леденог доба. Рефугијални карактер клисура условљен је посебним геоморфолошким, геолошким и климатским факторима који су омогућили опстанак великог броја врста различитих еколошких захтева, од осетљивих, представљених терцијерним реликтима, до оних које насељавају екстремна станишта као што су неке понтско-медитеранске врсте. У том смислу се клисуре и кањони источне Србије, а самим тим и Сићевачка и Јелашничка клисура, издвајају као посебни

центри стварања и очувања ендемско-реликтне флоре и вегетације (Никетић, 1986). Висока морфолошка пластичност подручја Сићевачке и Јелашничке клисуре, педолошке карактеристике терена, уз климатске и микроклиматске факторе, условили су висок биодиверзитет овог подручја, а самим тим и разноврсност флоре и вегетације (Lazarević et al., 2007).

Ксерофилна травњачка вегетација кластера 4 се развија на надморској висини од 338 m до 798 m, на терену јужне експозиције, који је раван или са чак 60° нагиба. Кластер 4 представљен је са укупно 25 фитоценолошких снимака, а дијагностичке врсте биле су: *Bombicylaena erecta*, *Convovulus cantabrica*, *Crepis sancta*, *Dichanthium ischaetum*, *Fumana procumbens*, *Helianthemum salicifolium*, *Linaria genistifolia*, *Scabiosa triniifolia*, *Sedum urvillei*, *Sideritis montana*, *Teucrium polium*, *Trigonella monspeliaca* и *Xeranthemum annuum*. Биљне врсте забележене у минимално 15% снимака биле су: *Dichanthium ischaetum* и *Potentilla tommasiniana*, док се биљни покривач одликовао доминацијом следећих врста: *Vupleurum baldense*, *Potentilla tommasiniana* и *Teucrium chamaedrys*.

Земљишта на којима су се развиле ксерофилне травњачке заједнице овог кластера су су веома плитка (<15 cm), скелетоидна, јако скелетоидна и скелетна. Текстурне класе ситне земље су прашкаста иловача и иловача. Ова земљишта су веома хумусна и веома јако хумусна, неутрална и благо алкална. Као и земљишта претходна три кластера карактеришу их високе вредности суме разменљиво адсорбованих базних катјона, СЕС-а и степена zasiћености базним катјонима, као и добра обезбеђеност лакоприступачним формама макро и микроелемената, изузев фосфора и молибдена. Вегетација овог кластера развија се на рендзинама (Škorić i sar., 1985), које у WRB 2022 класификационом систему (IUSS Working Group WRB, 2022) одговарају лептосолима (Leptosols).



Слика 19. Вегетација свезе *Koelerio-Festucion dalmaticae*. Сићевачка клисура (А) и Јелашничка клисура (Б)

### 5.2.2. Карактеристике земљишта мешовитих узорака са плотова фитоценолошких снимака

Географски положај фитоценолошких снимака, карактеристике рељефа и дубина земљишта приказани су на слици П17 и у табели П2. Анализирана физичка и хемијска својства у мешовитим узорцима земљишта за сваки фитоценолошки снимак приказана су у табелама П3, П4, П5 и П6. Узорковање је вршено на надморској висини од 338 m до 1555 m, различитом нагибу и експозицији. Средње вредности дубине земљишта варирају у интервалу од свега 2,20 cm до 35,6 cm. Углавном се одликују прашкасто глиновито иловастом и

прашкасто иловастом текстуром, мањи број узорака припада текстурној класи иловача, а само један песковитој иловачи. Испитивана земљишта су умерено кисела до благо алкална. Земљишта су богата хумусом, чији садржај варира у широком интервалу од 6,31% до 37,9%. Сва земљишта карактеришу високе СЕС и V вредности, док су Н вредности ниске. С обзиром на то да су земљишта развијена на тврдом и меком кречњаку, као и на доломитном песку, садржај лакоприступачног калцијума је висок. Земљишта су такође добро снабдевена биљкама доступним облицима калијума и магнезијума, док су углавном сиромашна лакоприступачним фосфором, изузев седам узорака који су средње обезбеђени или врло богати овим елементом, према класификацији Џамић и Стевановић (2007) и Barker и Pilbeam (2006). Што се тиче биљкама лакоприступачних облика микроелемената, земљишта су средње до високо обезбеђена бакром, високо обезбеђена гвожђем и манганом, ниско до високо обезбеђена цинком, док су сиромашна и врло сиромашна молибденом, према класификацији Lindsay и Norvell (1978) и Џамић и Стевановић (2007).

Како би утврдили да ли се карактеристике земљишта и рељефа статистички значајно разликују за четири издвојена биљна кластера примењена је униваријантна анализа варијансе (One-Way ANOVA). Према резултатима анализе варијансе постоји статистички значајна разлика ( $p < 0,05$ ) између већине испитиваних параметара рељефа и земљишта (табела 15) за све четири групе испитиване травњачке вегетације. Експозиција, сума разменљиво адсорбованих базних катјона и садржај калцијума биле су варијабле које се статистички нису значајно разликовале ( $p > 0,05$ ) између четири групе вегетације.

Табела 15. Анализа варијансе земљишних и рељефских параметара за четири групе травњачке вегетације

Земљишни и рељефски параметри	Јединице мере	Сума квадрата	Степен слободе	Средњи квадрат	F	p
Надморска висина	m	10016794,2	3	3338931,4	206,3	0,000
Нагиб	°	2867,2	3	955,7	12,1	0,000
Експозиција	/	31982,0	3	10660,7	1,71	0,171
Дубина земљишта	cm	1482,6	3	494,2	15,4	0,000
Песак 2-0,05 (mm)	%	3341,4	3	1113,8	15,5	0,000
Прах 0,05-0,002 (mm)	%	1360,7	3	453,6	7,07	0,000
Глина <0,002 (mm)	%	1173,3	3	391,1	19,4	0,000
Хумус	%	1431,8	3	477,3	17,6	0,000
pH (H <sub>2</sub> O)	/	17,3	3	5,77	36,5	0,000
Хидролитичка киселост	cmol·kg <sup>-1</sup>	318,8	3	106,3	28,5	0,000
Сума разменљиво адсорбованих базних катјона	cmol·kg <sup>-1</sup>	413,8	3	137,9	1,40	0,247
СЕС	cmol·kg <sup>-1</sup>	1100,8	3	366,9	4,23	0,007
Степен засићености базним катјонима	%	1109,1	3	369,7	19,8	0,000
Na	mg·kg <sup>-1</sup>	2731,2	3	910,4	6,32	0,001
K	mg·kg <sup>-1</sup>	67171,4	3	22390,5	3,11	0,030
Mg	mg·kg <sup>-1</sup>	138762,9	3	46254,3	4,66	0,004
Ca	mg·kg <sup>-1</sup>	14959272,7	3	4986424,2	1,26	0,291
P	mg·kg <sup>-1</sup>	6602,1	3	2200,7	6,18	0,001
Mo	mg·kg <sup>-1</sup>	0,007	3	0,002	8,76	0,000
Mn	mg·kg <sup>-1</sup>	75515,3	3	25171,8	22,9	0,000
Fe	mg·kg <sup>-1</sup>	61270,2	3	20423,4	40,8	0,000
Ni	mg·kg <sup>-1</sup>	8,33	3	2,78	24,9	0,000
Zn	mg·kg <sup>-1</sup>	181,5	3	60,5	9,41	0,000
Cu	mg·kg <sup>-1</sup>	3,00	3	0,999	6,16	0,001

Статистички значајна разлика  $p < 0,05$

Даље, за тестирање разлика између рељефских и земљишних карактеристика четири кластера примењен је Duncan тест (статистичка значајност разлика  $p < 0,05$ ). Резултати Duncan-овог теста приказани су у табели 16. Генерално највише се разликују параметри кластера 4 у односу на остале кластере.

Резултати показују да се надморска висина, као фактор рељефа, статистички значајно разликује између сва четири кластера. На најнижим висинама развиле су се заједнице свезе *Koelerio-Festucion dalmaticae*, а на највишим *Saturejion montanae* (кластер 3). Вредности нагиба терена се нису статистички значајно разликовале између кластера 1 и 2, као ни између 3 и 4, али је нагиб терена кластера 1 и 2 био значајно блажи у поређењу са кластерима 3 и 4, Експозиција је била варијабла која се статистички није значајно разликовала међу испитиваним кластерима.

Duncan-ов тест потврђује да се већина варијабли земљишта статистички значајно разликују међу кластерима.

Заједнице свезе *Saturejion montanae* (кластер 3) развијају се на вишим надморским висинама у поређењу са *Saturejion montanae* (кластер 2) али на теренима који су благе микродепресије где се образује нешто дубље земљиште, из тог разлога је овај параметар сличнији кластеру 1, а не кластеру 2, иако вегетација кластера 2 и 3 одговара истој свези *Saturejion montanae*. Највише просечне вредности садржаја песка су утврђене за кластер 4, односно за земљишта клисура која су образована на стрмим и каменитим теренима, а истовремено ти узорци садрже значајно мање фракције глине. Садржај праха је веома висок у свим узорцима, а у узорцима кластера 2 и 3 значајно већи у поређењу са преостала два кластера.

Вредности садржаја хумуса кластера 1 и 4 је статистички значајно мања у поређењу са кластерима 3 и 2. Такође, кластер 3 је значајно хумознији од кластера 2. Земљишта кластера 3 која се образују на највишим надморским висинама одликују се и највећим садржајем хумуса. На вишим надморским висинама владају услови (нижа температура и већа влажност) у којима је израженији процес хумификације, тако да је очекивано да ова земљишта буду најбогатија хумусом.

Даље, Duncan-ов тест показује да нема статистички значајне разлике између рН вредности земљишта кластера 1, 2 и 3, док су рН вредности земљишта кластера 4 значајно већа у односу на остала три кластера. Земљишта кластера 4 су карбонатна и испољила су највише рН вредности.

Сума разменљиво адсорбованих базних катјона је варијабла која се статистички значајно не разликује између земљишта свих испитиваних кластера травњачке вегетације. Вредности СЕС-а су највеће у земљиштима кластера 3 што је у корелацији са садржајем хумуса ( $r=0,754$ ;  $p=0,007$ ). Како је у тим земљиштима садржај глине релативно низак, она није значајно утицала на адсорпцију катјона ( $r=-0,611$ ;  $p=0,046$ ). Утицај хумуса на СЕС је био пресудан и у осталим кластерима. Најниже СЕС вредности су имала земљишта кластера 4 где је био и најнижи садржај хумуса. Ова земљишта су образована на стрмијим нагибима па су подложнија ерозији, а самим тим су плића и са мање акумулираних органских материја. Највишим степеном zasiћености базним катјонима (готово 100%) одликовала су се земљишта кластера 4 што је и очекивано јер су била карбонатна. Даље, најниже вредности степена zasiћености базним катјонима карактеришу земљишта кластера 3 где су измерене и најниже рН вредности. Заправо, на земљиштима овог кластера развила се вегетација *Saturejion montanae* на вишим надморским висинама, на теренима које су благе микродепресије па су самим тим и нешто дубља земљишта. На вишим надморским висинама клима је влажнија, земљиште је нешто дубље јер је образовано у микродепресијама, услед чега је површинско отицање воде смањено, а проток воде кроз земљиште већи што доводи до елувијације база, смањења степена zasiћености базним катјонима и коначно смањења рН

вредности. За преостала два кластера су вредности степена засићености базним катјонима такође у корелацији са рН.

Што се тиче макроелемената, једини елемент чије се вредности нису статистички значајно разликовале према резултатима Duncan-овог теста јесте калцијум, што је и очекивано јер су сва земљишта развијена на кречњачким подлогама које су углавном изграђене од калцијум-карбоната, па је самим тим врло очекивано да су и земљишта добро обезбеђена овим елементом. Најниже вредности садржаја биљкама лакоприступачног облика магнезијума биле су у земљиштима кластера 4, док се земљишта кластера 1, 2 и 3 одликују прилично уједначеним концентрацијама овог елемента. Вредности садржаја лакоприступачног натријума у земљиштима кластера 1 и 3 су врло сличне, и значајно веће од вредности кластера 2 и 4. Садржај лакоприступачног калијума у земљиштима кластера 4 је значајно мањи у поређењу са садржајем ових елемената у земљиштима кластера 1, 2 и 3. Садржај лакоприступачног фосфора је био најнижи у земљиштима која су садржала најмање хумуса (кластер 4), а највиши у земљиштима кластера 3 где је и највећи садржај хумуса.

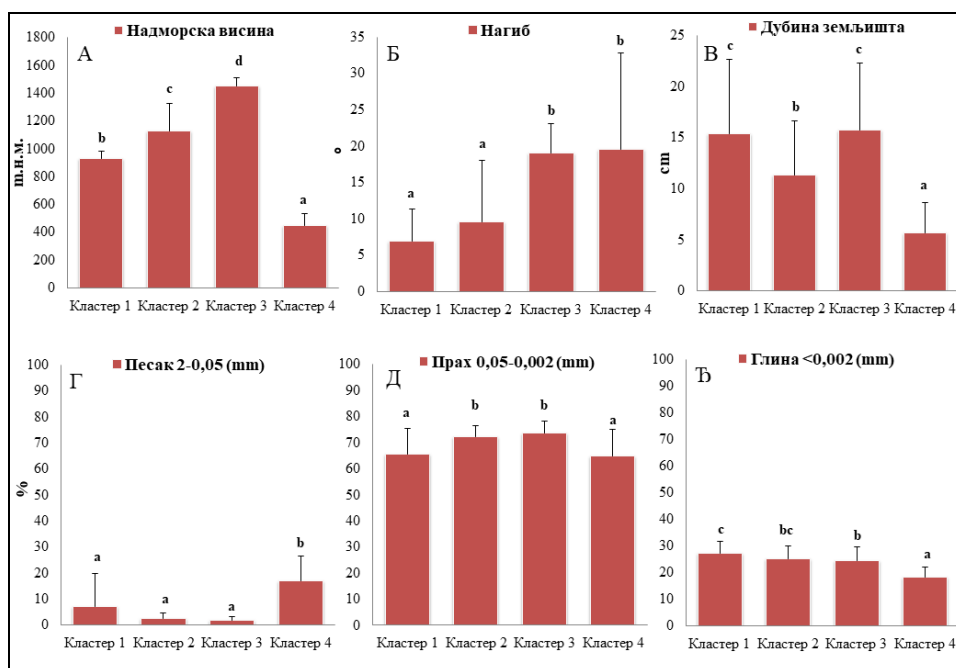
Садржај свих испитиваних микроелемената се статистички значајно разликовао између издвојених земљишних кластера. Садржај лакоприступачног бакра је био највиши у земљиштима кластера 4 и статистички се значајно разликовао у односу на садржај овог елемента у осталим кластерима. У земљиштима кластера 3 запажена је највећа концентрација лакоприступачног гвожђа. Највиши садржај лакоприступачног мангана био је у земљиштима кластера 1, а најнижи у земљиштима кластера 4. Сва испитивана земљишта одликовала су се ниским садржајем лакоприступачног молибдена који се статистички значајно разликовао за кластере 1, 2 и 3. Садржај лакоприступачног молибдена у земљиштима кластера 4 се статистички значајно разликовао само од кластера 3. Управо је највиши просечни садржај молибдена запажен у земљиштима кластера 3. Вредности просечног садржаја лакоприступачног никла се статистички значајно не разликују између кластера 1 и 2, док се ове вредности између кластера 3 и 4 значајно разликују међусобно, као и са вредностима кластерима 1 и 2. Просечни садржај лакоприступачног цинка је био највиши у земљиштима кластера 3 и статистички се значајно разликовао од садржаја овог елемента у земљиштима осталих кластера. Просечни садржај цинка у земљиштима кластера 1, 2 и 3 је прилично уједначен, без статистички значајних разлика.

Табела 16. Рељефске и земљишне карактеристике за кластер 1 (*Festucion valesiacaе*); кластер 2 (*Saturejion montanae*); кластер 3 (*Saturejion montanae*); кластер 4 (*Koelerio-Festucion dalmaticaе*)

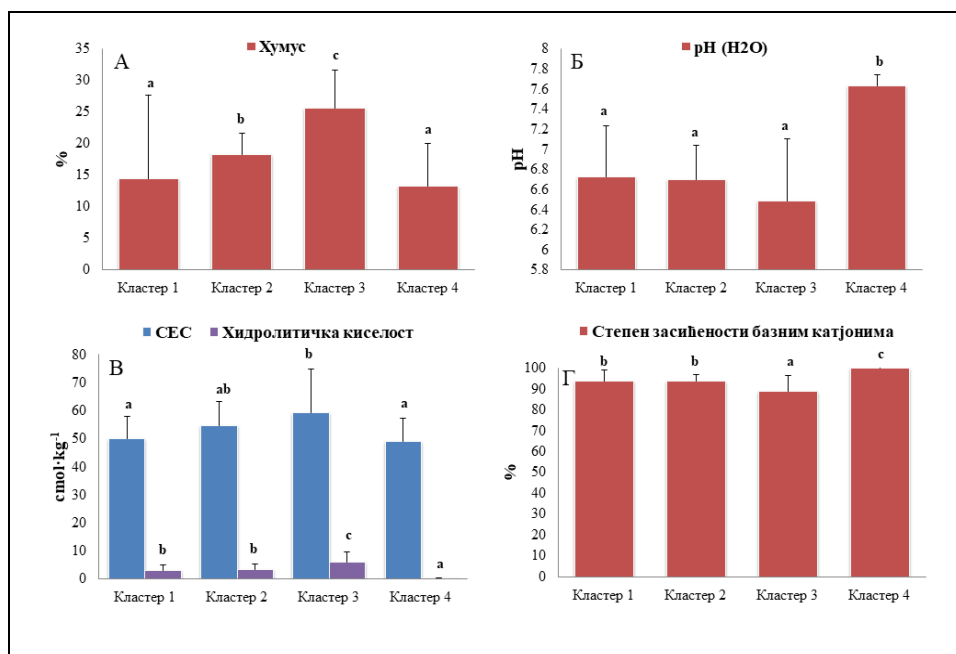
Рељефске и земљишне карактеристике	Јединице мере	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4
Број узорака	-	28	32	11	25
Надморска висина	m	926,6±52,8 <sup>b</sup>	1124,8±198,0 <sup>c</sup>	1450,5±56,2 <sup>d</sup>	447,4±83,5 <sup>a</sup>
Нагиб	°	6,84±4,54 <sup>a</sup>	9,50±8,58 <sup>a</sup>	19,0±4,07 <sup>b</sup>	19,48±13,29 <sup>b</sup>
Експозиција	-	163,6±77,7 <sup>нз</sup>	203,4±78,3 <sup>нз</sup>	214,5±87,2 <sup>нз</sup>	187,2±56,3 <sup>нз</sup>
Дубина земљишта	cm	15,4±7,24 <sup>c</sup>	11,3±5,34 <sup>b</sup>	15,7±6,63 <sup>c</sup>	5,68±2,94 <sup>a</sup>
Песак 2-0,05 (mm)	%	7,21±12,6 <sup>a</sup>	2,60±1,92 <sup>a</sup>	1,97±1,22 <sup>a</sup>	17,0±9,6 <sup>b</sup>
Прах 0,05-0,002 (mm)	%	65,5±10,0 <sup>a</sup>	72,4±4,24 <sup>b</sup>	73,8±4,54 <sup>b</sup>	64,9±10,1 <sup>a</sup>
Глина <0,002 (mm)	%	27,2±4,53 <sup>c</sup>	25,0±4,79 <sup>bc</sup>	24,2±5,30 <sup>b</sup>	18,2±3,30 <sup>a</sup>
Хумус	%	14,4±3,26 <sup>a</sup>	18,3±5,95 <sup>b</sup>	25,6±6,87 <sup>c</sup>	13,2±5,17 <sup>a</sup>
pH (H <sub>2</sub> O)	-	6,73±0,503 <sup>a</sup>	6,70±0,340 <sup>a</sup>	6,49±0,620 <sup>a</sup>	7,63±0,110 <sup>b</sup>
Хидролитичка киселост	cmol·kg <sup>-1</sup>	2,98±1,96 <sup>b</sup>	3,49±1,75 <sup>b</sup>	6,02±3,78 <sup>c</sup>	0,051±0,254 <sup>a</sup>
Сума разменљиво адсорбованих базних катјона	cmol·kg <sup>-1</sup>	47,1±8,59 <sup>нз</sup>	51,1±8,92 <sup>нз</sup>	53,4±17,2 <sup>нз</sup>	49,2±8,22 <sup>нз</sup>
СЕС	cmol·kg <sup>-1</sup>	50,1±7,83 <sup>a</sup>	54,6±3,33 <sup>ab</sup>	59,4±15,4 <sup>b</sup>	49,2±8,20 <sup>a</sup>
Степен засићености базним катјонима	%	93,6±5,46 <sup>b</sup>	93,5±3,33 <sup>b</sup>	89,0±7,53 <sup>a</sup>	99,9±0,546 <sup>c</sup>
Na	mg·kg <sup>-1</sup>	23,1±17,3 <sup>b</sup>	12,8±6,48 <sup>a</sup>	21,5±12,5 <sup>b</sup>	10,8±9,9 <sup>a</sup>
K	mg·kg <sup>-1</sup>	279,7±70,4 <sup>a</sup>	298,4±78,3 <sup>a</sup>	364,3±140,3 <sup>b</sup>	277,8±77,1 <sup>a</sup>
Mg	mg·kg <sup>-1</sup>	243,6±103,5 <sup>b</sup>	238,8±114,4 <sup>b</sup>	274,9±104,0 <sup>b</sup>	163,2±67,9 <sup>a</sup>
Ca	mg·kg <sup>-1</sup>	8846,7±1741,9 <sup>нз</sup>	9665,0±1706,6 <sup>нз</sup>	10013,0±3519,4 <sup>нз</sup>	9414,0±1669,5 <sup>нз</sup>
P	mg·kg <sup>-1</sup>	17,0±19,0 <sup>a</sup>	14,3±12,2 <sup>a</sup>	41,9±39,8 <sup>b</sup>	20,3±10,4 <sup>a</sup>
Mo	mg·kg <sup>-1</sup>	0,036±0,024 <sup>a</sup>	0,049±0,011 <sup>b</sup>	0,065±0,015 <sup>c</sup>	0,043±0,011 <sup>ab</sup>
Mn	mg·kg <sup>-1</sup>	114,8±45,9 <sup>c</sup>	81,0±33,8 <sup>b</sup>	93,2±25,4 <sup>b</sup>	40,0±10,0 <sup>a</sup>
Fe	mg·kg <sup>-1</sup>	34,8±11,2 <sup>ab</sup>	42,9±23,1 <sup>b</sup>	108,7±49,3 <sup>c</sup>	21,2±8,8 <sup>a</sup>
Ni	mg·kg <sup>-1</sup>	0,986±0,443 <sup>b</sup>	0,943±0,306 <sup>b</sup>	1,28±0,394 <sup>c</sup>	0,381±0,146 <sup>a</sup>
Cu	mg·kg <sup>-1</sup>	1,49±0,529 <sup>a</sup>	1,29±0,263 <sup>a</sup>	1,48±0,331 <sup>a</sup>	1,76±0,414 <sup>b</sup>
Zn	mg·kg <sup>-1</sup>	3,02±2,13 <sup>a</sup>	3,80±2,57 <sup>a</sup>	7,65±3,65 <sup>b</sup>	3,44±2,34 <sup>a</sup>

Статистички значајна разлика  $p < 0,05$ ; нз - није статистички значајно  
 За свако својство рељефа и земљишта представљене су средње вредности±стандардне девијације

Варијабле које су се статистички значајно разликовале приказане су графички (слике 20, 21, 22 и 23).

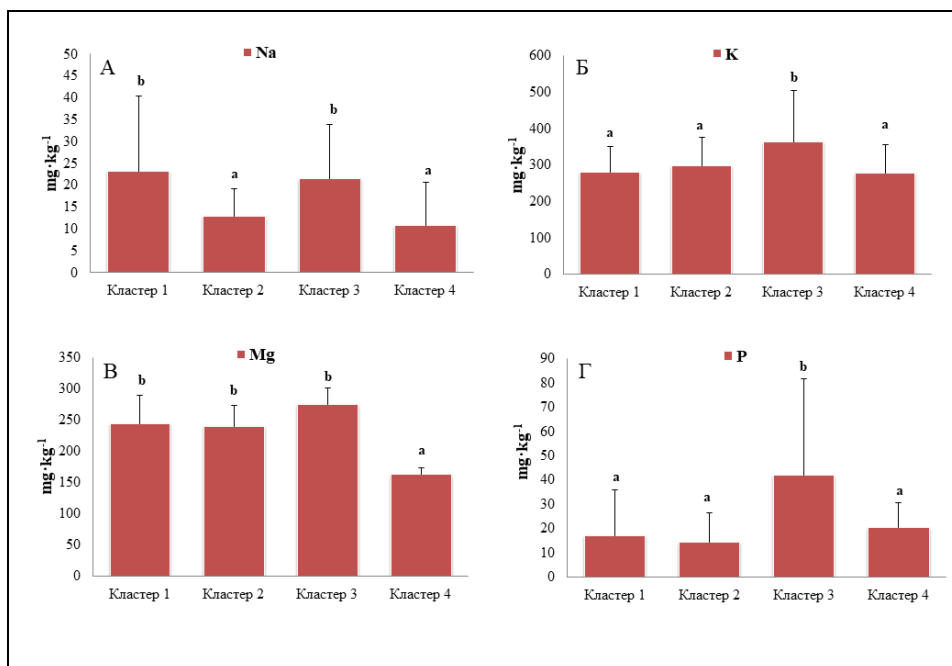


Слика 20. Дијаграм средњих вредности и стандардних девијација за рељефске и неке земљишне варијабле које су се статистички значајно разликовале (А) надморска висина; (Б) нагиби; (В) дубина земљишта; (Г) садржај песка; (Д) садржај праха; (Ђ) садржај глине за кластер 1 (*Festucion valesiacaе*), кластери 2 и 3 (*Saturejion montanae*) и кластер 4 (*Koelerio-Festucion dalmaticaе*) на основу Duncan-овог теста ( $p < 0,05$ )

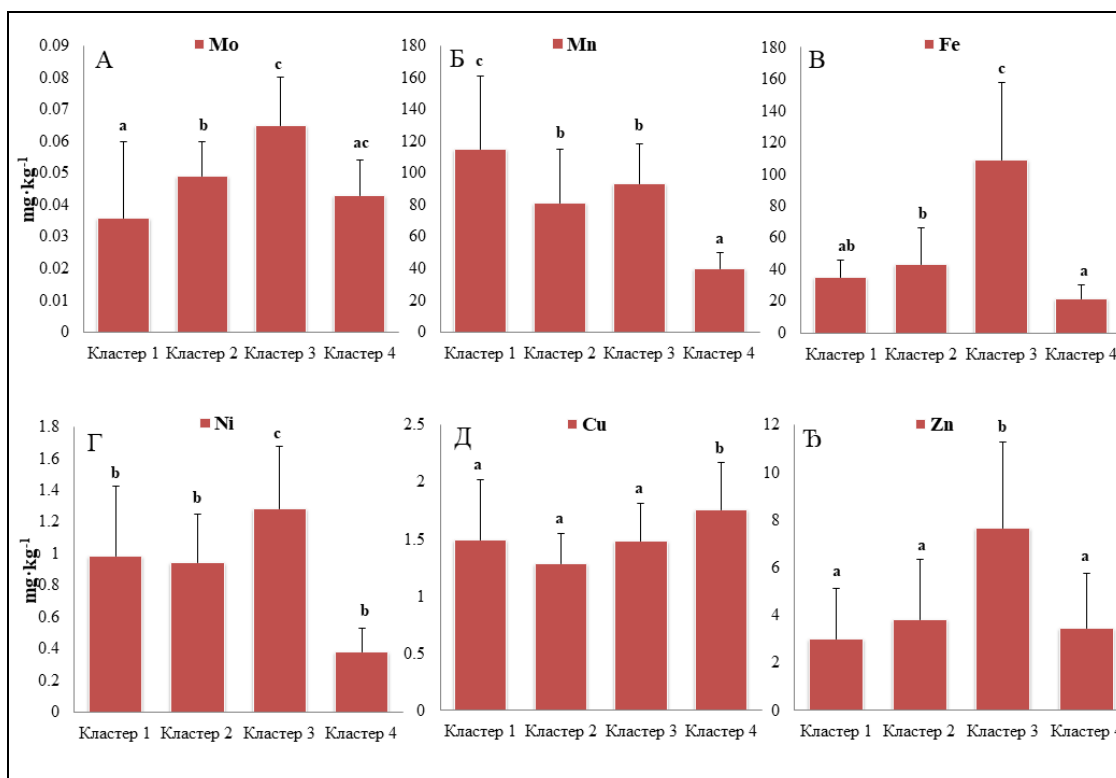


Слика 21. Дијаграм средњих вредности и стандардних девијација за основне хемијске особине земљишта које су се статистички значајно разликовале (А) хумус; (Б) pH; (В) СЕС и хидролитичка киселост; (Г) степен zasiћености базним катјонима за кластер 1 (*Festucion valesiacaе*), кластери 2 и 3 (*Saturejion montanae*) и кластер 4 (*Koelerio-Festucion dalmaticaе*) на основу Duncan-овог теста ( $p < 0,05$ )





Слика 22. Дијаграм средњих вредности и стандардних девијација за испитиване макроелементе земљишта који су се статистички значајно разликовали (А) натријум; (Б) калијум; (В) магнезијум; (Г) фосфор за кластер 1 (*Festucion valesiaca*), кластери 2 и 3 (*Saturejion montanae*) и кластер 4 (*Koelerio-Festucion dalmatica*) на основу Duncan-овог теста ( $p < 0,05$ )



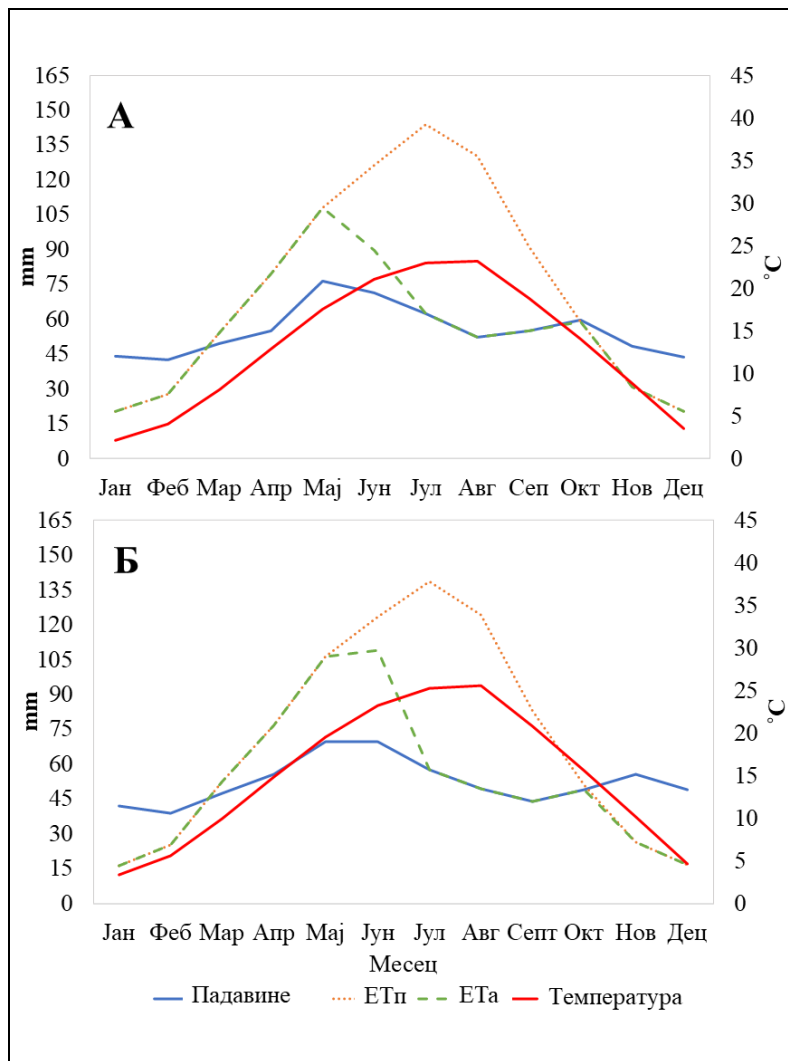
Слика 23. Дијаграм средњих вредности и стандардних девијација за испитиване микроелементе земљишта који су се статистички значајно разликовали (А) молибден; (Б) манган; (В) гвожђе; (Г) никл; (Д) бакар; (Б) цинк за кластер 1 (*Festucion valesiaca*), кластери 2 и 3 (*Saturejion montanae*) и кластер 4 (*Koelerio-Festucion dalmatica*) на основу Duncan-овог теста ( $p < 0,05$ )

Будући да недостају измерени подаци о влажности и температури земљишта за испитиване мешовите узорке, режими температуре и влажности земљишта су процењени на основу климатских података према Soil Survey Staff (1999). Температура и влага контролишу раст биљака, опстанак земљишне фауне и образовање земљишта. Дакле, поменуте карактеристике имају велики утицај на биолошке, хемијске и физичке процесе у земљишту.

Процењена средња годишња температура земљишта на истраживаним подручјима је 13,1 °C и 14,8 °C, а средње летње и зимске температуре земљишта разликовале су се за 19,2 °C и 20,1 °C. Земљишта испуњавају критеријуме за мезични температурни режим. На температуру земљишта утичу и својства земљишта која одређују капацитет земљишта да апсорбује и преноси топлоту, као што су садржај воде, порозност и механички састав. Такође, на температуру земљишта у великој мери утичу карактеристике локалитета, као што су дренажа, вегетација, сезонски снежни покривач, стрмина и изглед падине, надморска висина и географска ширина (Soil Survey Staff 1999, 2015).

На дијаграму (слика 24) се може уочити да падавине превазилазе потенцијалну евапотранспирацију (ЕТп) у периоду од октобра до фебруара у Димитровграду (слика 24А), и од новембра до фебруара у Нишу (слика 24Б). У том периоду долази до складиштења воде у земљишту. Вода акумулирана у различитим слојевима земљишта препозната је као важан покретач продуктивности и одрживости аридних и полусушних терестричних екосистема (Deng et al., 2016a). ЕТп је у марту премашила падавине, али је стварна евапотранспирација (ЕТа) и даље једнака потенцијалној јер се поред падавина искоришћава вода акумулирана у претходном периоду. Ускладиштена вода је служила као допуна ЕТа три месеца. Сходно томе, у периоду од јуна до октобра (Димитровград), то јест од јуна до новембра (Ниш) очекује се дефицит воде. Евентуална мања инфилтрација воде и расположиви капацитет воде, узроковани геоморфолошким и физичким својствима испитиваних земљишта, могу додатно повећати дефицит воде, али се очекује да су падавине у летњим месецима довољне да се избегну дуги периоди сушних дана. Сва истраживана земљишта одговарају устичном режиму влажности земљишта. Устични (ustic) је привремено сув режим за земљишта у средњим климатским условима, између сувог (аридног) и влажног (удског) (Soil Survey Staff; 2015). Даље, Soil Survey Staff (1999) додаје да су у умереним регионима субхумидне или семи-аридне климе са устичним режимом кишне сезоне обично пролеће и лето или пролеће и јесен, али никада зима. На дијаграмима (слика 24А и Б) се јасно види да на подручју југоисточне Србије највише падавина има у пролеће и рано лето (јун месец), а најмање зими. Земљиште са устичким режимом влажности је повремено влажно, а повремено суво. Влага је ограничена, али обично доступна током периода вегетације. У подручјима са устичним режимом влажности аутохтоне биљке су углавном једногодишње или биљке које имају период мировања док је земљиште суво (Soil Survey Staff, 1999).

С обзиром на то да су земљишта развијена у сличним климатским условима, процењени режим влажности земљишта (слика 24) указује на недостатак воде у летњој сезони што доводи до стреса биљака услед суше. Нажалост, у будућности се очекује пораст дефицита воде. Према климатским пројекцијама (Mihailović et al., 2016; Ćirić et al., 2017), за Србију се генерално до краја овог века предвиђа повећање температуре и смањење влажности земљишта. Многи модели су развијени за процену температуре и режима влажности земљишта услед недостатака измерених података о температури и влажности (Lu et al., 2016). Zdruli et al., (2001) истичу да процењени режими температуре и влажности земљишта могу бити јако корисни у идентификацији подручја у којима ће пољопривредна суша вероватно бити проблем.



Слика 24. Средња месечна количина падавина, потенцијална (ETп) и стварна (ETA) евапотранспирација (у mm) и температура земљишта (у °C), на основу хидрометеоролошких података (PXMЗ, 2023) и Soil Survey Staff методе (Soil Survey Staff, 1999). Станице Димитровград (А) и Ниш (Б)

У студији Deng et al. (2016b) утврђено је да су промене у биљном диверзитету у аридним и полусушним травњачким екосистемима блиско одређене влагом у земљишту, као и атмосферском влажношћу, и да већи садржај воде у земљишту и већа влажност ваздуха погодују већој разноврсности биљака. Такође, многе студије су се фокусирале на индиректне ефекте воде на састав травњачке вегетације преко њеног утицаја на хранљиве материје у земљишту (Wu et al., 2013), акумулацију угљеника (Deng et al., 2014) и микробни састав земљишта (Bell et al., 2014; Zhang et al., 2014). Суша у нашим испитиваним травњацима није утицала на богатство врста, травњачка вегетација на свим локалитетима се одликује изузетним биодиверзитетом.

### 5.2.3. Утицај карактеристика земљишта на флористички састав травњачких заједница кречњачких масива југоисточне Србије

Нека ранија истраживања показала су да је начин коришћења травњака (кошење или испаша) кључни фактор који утиче на богатство врста и флористички састав (Klimek et al., 2007; Cousins et al., 2009). Међутим, својства земљишта као што су рН и природне концентрације елемената су такође важни. Штавише, оне могу постати главни покретачи

варијација у богатству и саставу врста, посебно ако је начин коришћења релативно исти и константан за проучавану вегетацију (Merunková и Chytrý, 2012).

Међу еколошким факторима одговорним за изглед вегетационог типа и са њим повезан флористички састав, поред својстава земљишта, често се помињу рељеф (углавном нагиб и надморска висина) и клима (температуре и падавине) (Pedashenko et al., 2013; Baumman et al., 2016; Armas-Herrera et al., 2020; Fu et al., 2022).

Сложени односи између земљишта и вегетације травњака проучавани су са различитих аспеката (Cingolani et al., 2013; Pedashenko et al., 2013; Kuzemko et al., 2014). Подаци о утицају основних својстава земљишта на развој различитих травњачких заједница у региону централног Балкана су објављени (Аџић et al., 2013), али још увек недостају детаљне анализе. Ова дисертација се фокусира на односе земљиште-травњачка вегетација, укључујући утицаје морфолошких, затим основних физичко-хемијских карактеристика земљишта и утицај садржаја лакоприступачних облика макро и микроелемената. Такође, пошто литературни подаци студија о вегетацији ретко дају таксономију земљишта (Аџић et al., 2013; Pedashenko et al., 2013) и поређење добијених података је отежано, класификовали смо испитивана земљишта према домаћој (Škorić i sar., 1985) и међународној WRB 2022 класификацији (IUSS Working Group WRB, 2022).

У различитим физичко-хемијским условима земљишта, затим при различитој дубини земљишта и различитим карактеристикама рељефа (надморска висина, нагиб и експозиција), вегетација травњака испољава разлике у флористичком саставу што резултира формирањем четири различита типа вегетације: *Festucion valesiacaе* (кластер 1), *Saturejion montanae* (кластери 2 и 3) и *Koelerio-Festucion dalmaticaе* (кластер 4). Заправо кластери 2 и 3 одговарају свези *Saturejion montanae* са том разликом што су заједнице ове свезе кластера 3 развијене на већим надморским висинама на стрмијим теренима, али су земљишта ипак нешто дубља услед чега се очекује да је и влажност земљишта нешто виша. Значајну разноврсност степских травњака представљају свезе *Festucion valesiacaе*, *Saturejion montanae* и *Koelerio-Festucion dalmaticaе*. Као што је већ напоменуто, специфичне карактеристике заједница ових свеза су присуство многих медитеранских врста, као и балканских ендемита, који дефинишу истраживану вегетацију као субмедитеранску-субконтиненталну степену.

Како би се утврдило које особине земљишта и рељефа су карактеристичне за испитиване типове травњачке вегетације, примењена је NMDS ординациона анализа. Ова анализа омогућила је индикацију земљишних варијабли важних за описивање карактеристика типова вегетације која је представљена кластерима.

На NMDS ординационом дијаграму (слика 25) представљен је пасиван положај основних карактеристика земљишта и надморске висине и четири групе фитоценолошких снимака травњачке вегетације истраживаних локалитета добијене кластер анализом.

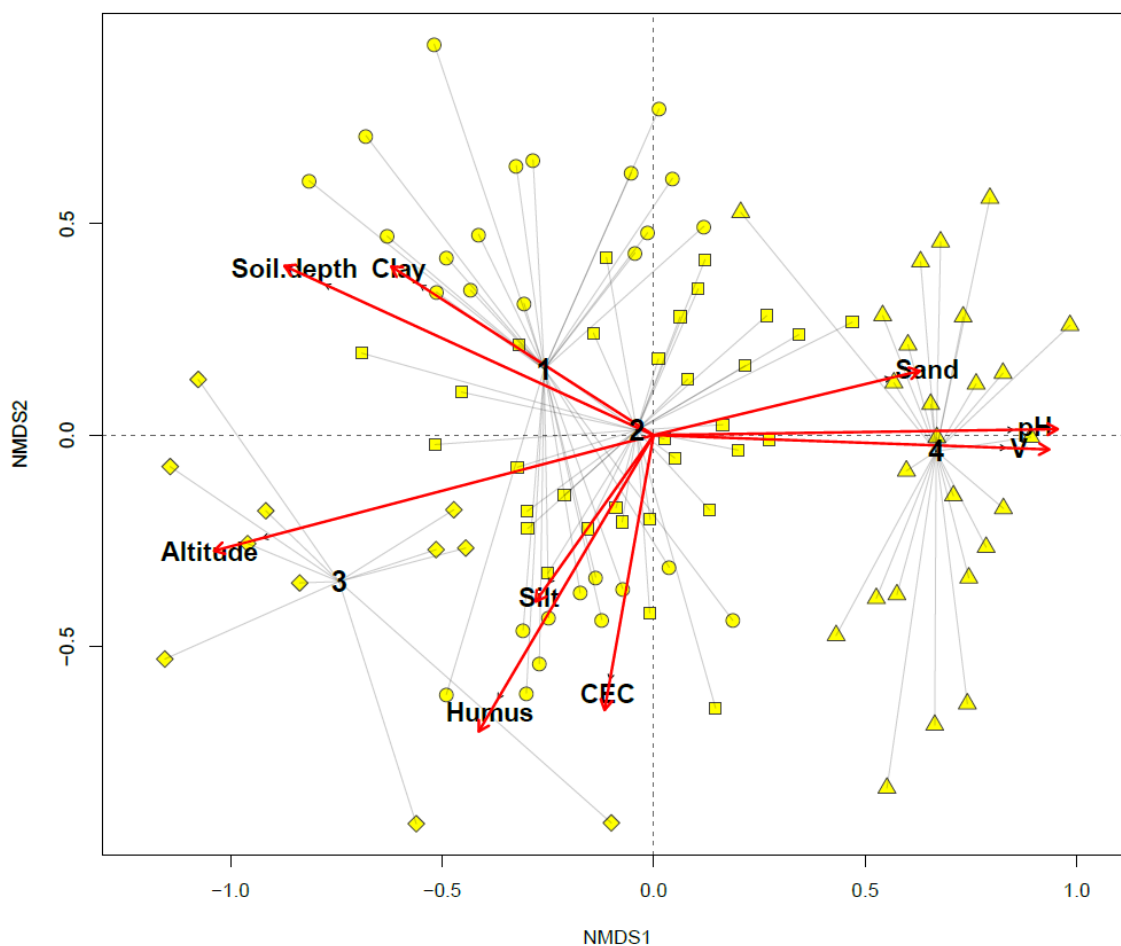
Како је након прорачунатог VIF (*Variance Inflation Factor*) постојала висока колинеарност између појединих фактора земљишта, што их чини неприхватљивим за NMDS анализу, Н и S вредности нису анализиране.

На ординационом дијаграму (слика 25) се може јасно уочити да се већина снимака свезе *Festucion valesiacaе* налази у левом делу графика. Снимци свезе *Saturejion montanae* (кластер 2) делом су сконцентрисани на левој, а делом на десној страни графика, док је *Saturejion montanae*, (кластер 3) издвојен у доњем левом углу графика. Степске травњачке заједнице кластера 1 и кластера 2 развијене су на Ртњу, Девици, Озрену и Сувој планини. Снимци свезе *Koelerio-Festucion dalmaticaе* (кластер 4), која се развила у Сићевачкој и Јелашничкој клисури, груписани су на десној страни графика. Груписање указује да се вегетација клисура прилично разликује у односу на вегетацију осталих локалитета. Дубина земљишта, садржај песка, глине и хумуса, рН, СЕС и степен zasiћености базним катјонима, поред надморске висине, били су најважнији фактори који су одређивали флористички

састав травњака на истраживаном подручју. Прва ординациона оса (NMDS1) је у негативној корелацији са вредностима дубине земљишта ( $r=-0,967$ ;  $p=0,001$ ) и глине ( $r=-0,841$ ;  $p=0,001$ ), док је позитивна корелација утврђена за песак ( $r=0,972$ ;  $p=0,001$ ), рН ( $r=0,972$ ;  $p=0,001$ ) и степен zasiћености базним катјонима ( $r=0,999$ ;  $p=0,001$ ). Биљке кластера 4 се развијају на земљиштима са већим садржајем песка и алкалнијом реакцијом, а биљке кластера 1 на дубљим земљиштима која садрже више глине. Поред тог, прва оса је у негативној корелацији са вредностима надморске висине ( $r=-0,967$ ;  $p=0,001$ ) и може се уочити да се степске травњачке заједнице кластера 3 развијају на највећим надморским висинама. Друга оса је добро корелирала са следећим варијаблама: прах ( $r=-0,816$ ;  $p=0,001$ ), хумус ( $r=-0,861$ ;  $p=0,001$ ) и СЕС ( $r=-0,967$ ;  $p=0,001$ ). Сви параметри који су били у корелацији са другом осом добро описују кластер 3 (*Saturejion montanae*).

Травњачка вегетација свезе *Festucion valesiacaе* насељавала је дубља земљишта на површинама са благим нагибом, док су врсте *Saturejion montanae* преферирале нешто плића земљишта образована на теренима са умереним нагибом. Заједнице свезе *Koelerio-Festucion dalmaticaе* развијене су на најплићим земљиштима која су богата скелетом услед физичког распадања меких кречњака. Ова земљишта образована су на каменитим теренима са израженијим нагибом.

Познато је да земљишта на равнијим теренима (вегетацијски тип *Festucion valesiacaе* и *Saturejion montanae*) нису изложена процесима ерозије и мање је површинско отицање воде. Због тога су ова земљишта дубља и инфилтрација воде је већа. Већа инфилтрација воде значи већи проток воде и елувијацију база, а самим тим рН и степен zasiћености базама у овим земљиштима се смањује. Насупрот томе, земљишта на стрмијим падинама (суви травњаци *Koelerio-Festucion dalmaticaе*) више су изложена ерозији и отицању површинских вода, што заузврат доводи до мање дубине земљишта и мање инфилтрације воде. У складу са претходно наведеним, ксерофилна вегетација кластера 4 развила се на земљишту са највишим рН и V вредностима, такође ова земљишта су скелетна, а одликују се и највишим садржајем песка. Степске заједнице свеза *Festucion valesiacaе* и *Saturejion montanae* углавном су везане за земљишта са неутралном реакцијом. С обзиром на то да је процес хумификације израженији на вишим надморским висинама, а да су се заједнице кластера 3 развиле на највећим надморским висинама, као што је и очекивано, оне су присутне на земљишту са највишим садржајем хумуса и највећим вредностима СЕС-а. Као што је већ поменуто, сва испитивана земљишта имала су високе вредности пољског водног капацитета (табела 8), али је укупно приступачна вода биљкама ниске вредности услед мале дубине земљишта. С обзиром на то да се земљишта налазе у сличним климатским условима, процењени режим влажности земљишта (слика 24) указује на недостатак воде у летњој сезони што доводи до појаве суше због чега се на овим стаништима развијају суви травњаци.



Слика 25. NMDS ординациони дијаграм фитоценолошких снимака травњачке вегетације у односу на надморску висину и основна својства земљишта. Кластер 1 - *Festucion valesiacaе*, кластери 2 и 3 - *Saturejion montanae*, кластер 4 - *Koelerio-Festucion dalmaticaе*  
 Altitude - надморска висина; Soil depth - дубина земљишта; Sand - песок; Silt – прах; Clay - глина; CEC - капацитет катјонске измене; Humus - хумус; V - степен zasiћености базним катјонима

Резултати студије Baumann et al. (2016) на травњацима у југозападном делу европских Алпа показују да су дубина земљишта и надморска висина најважнији фактори који су утицали на разноликост и састав травњачких заједница што је у сагласности са резултатима добијеним у овој докторској дисертацији. Насупрот овоме, у истраживању Merunková et al. (2014) у коме су проучавани суви травњаци централне Чешке дубина земљишта се није показала као битан фактор који је утицао на састав врста.

Механички састав је био битна особина земљишта која је утицала на састав врста травњака у централној Холандији (Roem и Berendse, 2000), као и на планинама северозападне Бугарске (Pedashenko et al. (2013), што је потврдило и истраживање у оквиру ове дисертације. Резултати ове докторске дисертације показују да је песок битна особина која утиче на груписање травњачких заједница што су потврдили и резултати Alzarah et al. (2020).

Једна од најутицајнијих хемијских особина земљишта је рН вредност која је утицала на састав травњачке вегетације југоисточне Србије. Остале студије су такође показале да је рН један од највише истраживаних и један од најзначајнијих параметара. Па тако, Kuzemko et al. (2014) наводе реакцију земљишта као главни фактор диференцијације травњачких заједница у области централног Подоља (Украјина). Paľpurina et al. (2017) такође наводе рН вредност као битан фактор који утиче на састав врста на сувим травњацима у осам региона северне

Евроазије. Dingaan et al. (2017) су утврдили рН вредност земљишта као главну карактеристику која је утицала на разноликост биљака у полусушним травњацима јужне Африке. Даље, резултати студије Pedashenko et al. (2013) која је спроведена у два контрастна подручја северозападне Бугарске показују да су рН и садржај органске материје два главна фактора средине која имају главну улогу у обликовању проучаваних травњачких заједница, што је у сагласности са резултатима проистеклим из ове докторске дисертације.

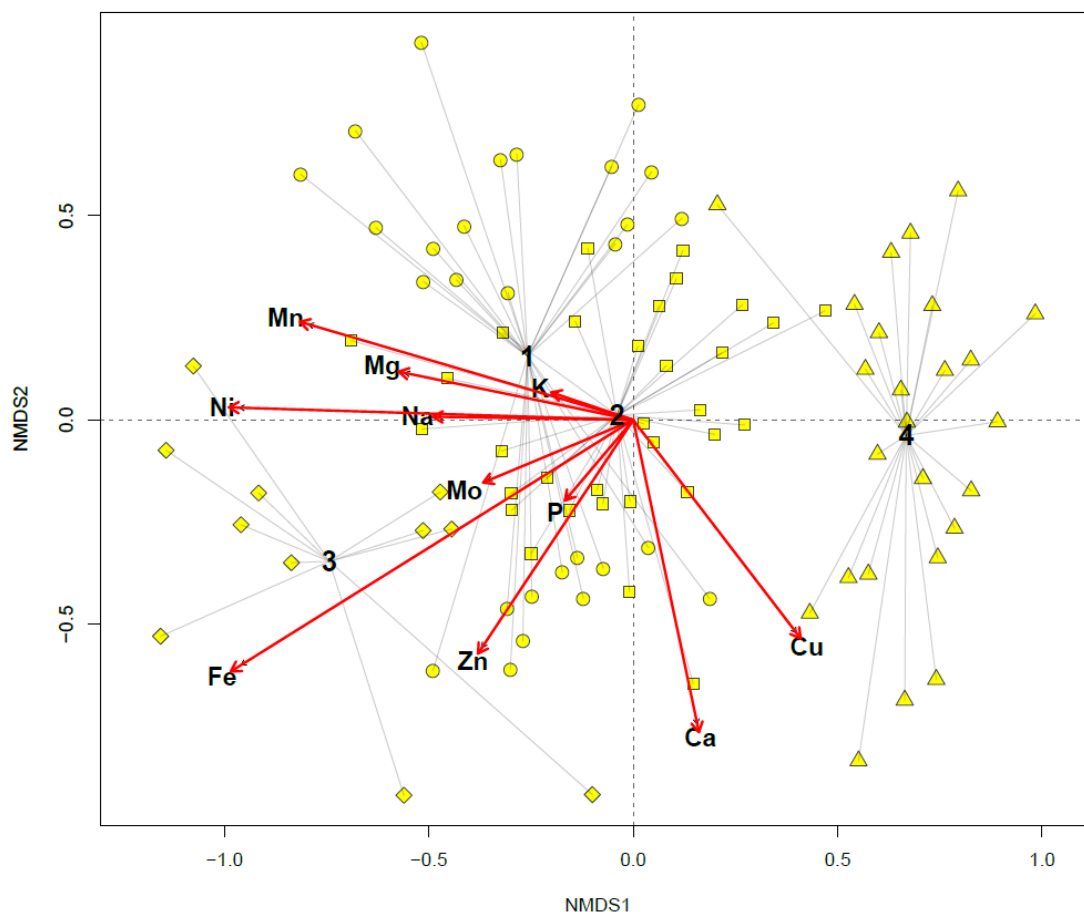
Dölarıslan et al. (2017) наводе садржај органске материје као најважнији фактор за груписање травњачке вегетације у региону централне Анадолије у Турској. И резултати ове докторске дисертације су показали да је хумус један од пресудних фактора за груписање вегетације травњака.

Roem и Verendse (2000), поред рН вредности, и садржаја органске материје, наводе СЕС као битно хемијско својство земљишта које утиче на састав травњачке вегетације у централној Холандији, што је у сагласности са подацима о СЕС-у добијеним у оквиру ове дисертације.

Међу другим еколошким факторима који утичу на састав биљних заједница, често се помињу рељеф (углавном нагиб и надморска висина) и клима (температура и падавине) (Armas-Herrera et al., 2020; Pedashenko et al., 2013; Bauman et al., 2016; Fu et al., 2022). Надморска висина је, такође, била најважнији фактор груписања степске вегетације кластера 3 која се развила на Сувој планини. Надморска висина ( $1450,5 \pm 56,2$  m) је свакако имала пресудан утицај на климатске факторе, где се у условима ниже температуре и веће влажности развила вегетација типа *Saturejion montanae* са доминацијом траве *Sesleria latifolia*.

Поред ефеката надморске висине и основних својстава земљишта, на другом ординационом дијаграму (слика 26) могу се уочити карактеристике вегетације у односу на садржај приступачних облика макро и микроелемената у земљишту.

Ксерофилна вегетација свезе кластера 4 развила се на земљиштима која су богатија калцијумом и баком. Ове варијабле су у јакој негативној корелацији са другом ординационом осом (NMDS2), Ca ( $r=-0,979$ ,  $p=0,001$ ) и Cu ( $r=-0,794$ ,  $p=0,001$ ). Сви остали макро (P, K, Mg, Na) и микроелементи (Mn, Ni, Mo, Fe, Zn) су битни за вегетацију свеза *Festucion valesiacaе* и *Saturejion montanae*. Статистички значајни елементи за груписање степских заједница кластера 1 били су Mn ( $r=-0,959$ ,  $p=0,001$ ), Ni ( $r=-0,999$ ,  $p=0,001$ ), Mg ( $r=-0,974$ ,  $p=0,001$ ) и Na ( $r=-0,999$ ,  $p=0,011$ ), који су корелирали са првом ординационом осом (NMDS1). Такође, на груписање *Festucion valesiacaе* утицао је и K ( $r=-0,948$ ,  $p=0,424$ ) који као и претходно поменути елементи одговара NMDS1 оси, али није статистички значајан. На формирање заједница свезе кластера 2 и 3 утицали су Fe ( $r=-0,848$ ,  $p=0,001$ ) које одговара NMDS1 оси и Zn ( $r=-0,833$ ,  $p=0,001$ ) који одговара NMDS2 оси. На груписање степске вегетације кластера 2 и 3 утицали су такође P, који је одговарао NMDS2 оси ( $r=-0,763$ ,  $p=0,288$ ) и Mo, који одговара NMDS1 оси ( $r=-0,923$ ,  $p=0,051$ ), али без статистичке значајности.



Слика 26. NMDS ординациони дијаграм фитоценолошких снимака травњачке вегетације у односу на садржај макро и микроелемената. Кластер 1 - *Festucion valesiacaе*, кластери 2 и 3 *Saturejion montanae*, кластер 4 - *Koelerio-Festucion dalmaticaе*

До сада су се студије углавном фокусирале на испитивање утицаја садржаја једног или више главних макронутријената (N, P, K) (Koerselman et al. 1990; Berendse et al. 1992; Olff et al. 1994; Jansen и Roelofs 1996; Patzelt et al. 2001; Hölzel и Otte 2003; Rasran et al. 2007; Merunková и Chytrý, 2012), као и утицаја њиховог међусобног односа (Jansen и Roelofs 1996; Patzelt et al., 2001; Hölzel и Otte 2003; Rasran et al., 2007; Roeling et al. 2018) на састав биљних заједница сејаних и/или полуприродних травњака.

Позната је чињеница да на богатство и састав травњачке вегетације снажно утичу макро и микроелементи земљишта (Roem и Berendse, 2000; Armas-Herrera et al., 2020; Fu et al., 2022). Биогеохемијски циклуси хранљивих материја утичу на плодност земљишта у копненим екосистемима (Richardson et al., 2017).

Садржај фосфора је од посебно великог значаја за богатство врста на травњацима. Повећана концентрација овог елемента се често сматра главним узроком губитка врста (Janssens et al., 1998; Hejman et al., 2007a), а такође значајно утиче и на састав врста (Chytrý et al., 2009). Поред тога што има негативан утицај на свеобухватно богатство врста, висок садржај фосфора посебно се лоше одражава на угрожене врсте које су у нестајању (Wassen et al. 2005). Показало се да је већа вероватноћа да ће неке угрожене врсте опстати у стаништима са ограниченим садржајем фосфора, него са смањеном концентрацијом других хранива (Hejman et al., 2007b). Врсте имају специфичне стратегије засноване на особинама да се носе са ограничењем хранљивих материја (Fujita et al., 2010a). На пример, врсте које се генерално јављају на травњацима ограниченим фосфором имају највећу производњу фосфатазе у поређењу са другим врстама, што се показало као корисна стратегија (Olde



Venterink и Güsewell 2010; Fujita et al. 2010b). Неке од угрожених врста травњака са Р-ограниченим оптимумом су: *Carex limosa*, *Platanthera bifolia* и *Briza media*. Све наведене врсте јављају се на травњацима са ниском продуктивношћу и ниском доступношћу фосфора (Roeling et al. 2018). Узорци испитиваних земљишта у оквиру ове докторске дисертације су се углавном одликовали ниским садржајем лакоприступачног фосфора (табела П6), изузев земљишта на којима се развила степска вегетација кластера 3 која је развијена на највећим надморским висинама, те су земљишта са највишим садржајем хумуса, где већа количина падавина и дубина земљишта погодују процесима хумификације, али вероватно и минерализације органских једињења фосфора до неорганских. Међутим, средња обезбеђеност поменутиим елементом није утицала на састав и богатство врста кластера 3. Испитиване травњаке на свим локалитетима одликује изузетан биодиверзитет.

Као што је већ речено, сва земљишта су оптимално до високо обезбеђена биљкама доступним облицима калијума. Такође, садржај лакоприступачног калцијума и магнезијума је висок у земљиштима сва четири кластера. У студији Roem и Verendse (2000) калцијум је био једна од битнијих варијабли која је утицала на састав травњака, што је у сагласности са резултатима ове дисертације. Резултати истраживања која су спровели Merunková и Chytrý (2012) на полуприродни травњацима јужне Чешке указују да се травњаци са изузетим богатством врста развијају углавном на земљиштима сиромашним фосфором и калијумом, као и да је и садржај калцијума битнији за груписање травњачке вегетације у поређењу са садржајем фосфора и калијума. Такође, Merunková et al. (2014) су спровели студију у две регије у Чешкој на сувим трављацима и показали, између осталог, да је садржај магнезијума и калцијума у земљишту значајније утицао на састав врста у поређењу са садржајем фосфора и калијума и то у обе регије. Резултати ове докторске дисертације су у сагласности са резултатима које су добили поменути аутори.

Што се тиче биљкама лакоприступачних облика микроелемената, земљишта сва четири кластера су средње до високо обезбеђена бакром, према класификацији Lindsay и Norvell (1978). Уочљив је највећи садржај у земљиштима кластера 4 где је садржај хумуса најмањи, а NMDS анализа је потврдила значај бакра за развој вегетације сазе *Koelerio-Festucion dalmaticae*.

Земљишта свих кластера су високо обезбеђена гвожђем, веома различито (ниско до високо) цинком, док су сиромашна и врло сиромашна молибденом, према класификацији Lindsay и Norvell (1978) и Џамић и Стевановић (2007). Њихов садржај је значајно највећи у земљиштима кластера 3, следе земљишта кластера 2, а NMDS анализа је потврдила утицај ових микроелемената управо за груписање степске вегетације *Saturejion montanae*. Обезбеђеност земљишта лакоприступачним облицима цинка већа је у хумознијим земљиштима ( $r=0,740$ ;  $p<0,001$ ), док је низак садржај лакоприступачног молибдена карактеристичан за земљишта богата гвожђем ( $r=0,582$ ;  $p<0,001$ ).

Земљишта сва четири кластера су високо обезбеђена лакоприступачним манганом. Ипак његов садржај је значајно већи у земљиштима кластера 1, која су најдубља а тиме и највлажнија, а најнижи у најплићим и најсувљим земљиштима кластера 4. Слични резултати су добијени и за лакоприступачни никал. NMDS анализа је потврдила значај лакоприступачног мангана и никла за развој степске сазе *Festucion valesiacaе*.

#### 5.2.4. Класификација земљишта и вегетација травњака

Истраживани травњаци се развијају на два типа земљишта. На свим истраживаним локалитетима, према званичном систему класификације земљишта Србије (Škorić i sar., 1985), идентификована земљишта су: кречњачко-доломитна црница (калкомеланосол) и рендзина. У Светској референтној бази за земљишне ресурсе (IUSS Working Group WRB, 2022) испитиване црнице одговарају лептосолима (Leptosols) и фаоземима (Phaeozems).

Такође, рендзине углавном одговарају лептосолима (Leptosols), изузев на Озрену где се рендзина развија на меком кречњаку али и на карбонатном песку. Рендзина на карбонатном песку одговара умбрисолима (Umbrisols).

Вегетација свезе *Festucion valesiacaе* присутна је на оба типа земљишта. Заједнице ове свезе на Ртњу развијене су се на кречњачко доломитној црници (калкомеланосол), док су заједнице на Озрену делом развијене на кречњачко-доломитној црници, а делом на рендзини. Вегетација свезе *Saturejion montanae* искључиво је везана за кречњачко-доломитну црницу на оба локалитета (Девица и Сува планина). Идентификовани тип земљишта на коме се развија вегетација свезе *Koelerio-Festucion dalmaticaе* у Јелашничкој и Сићевачкој клисури јесте рендзина. Треба истаћи да се рендзине, на којима је присутна вегетација свезе *Festucion valesiacaе*, разликују од оних рендзина под *Koelerio-Festucion dalmaticaе*. У клисурама су рендзине плитке и јако богате скелетом, док су рендзине на Озрену дубље развијене делом на карбонатном песку, делом на меком кречњаку.

Што се тиче нижих нивоа класификације земљишта (Škorić i sar., 1985), заједнице свезе *Festucion valesiacaе* развијене су на подтипу органоминерална црница (варијетет: литична; форма с моличним хумусом), затим на подтипу посмеђена црница (која нема варијетете и форме). Такође, поменута вегетација развијена је на два подтипа рендзине и то: рендзина на карбонатном песку (варијетет: карбонатни; форма: песковита, слабо скелетна) и рендзина на меком кречњаку (варијетет: карбонатни; форма: иловаста). Вегетација свезе *Saturejion montanae* развијена је углавном на подтипу органоминерална црница (варијетет: литична; форма: с моличним хумусом), сем једног профила који је на Сувој планини припадао подтипу органогена црница (варијетет: литична; форма: с моличним хумусом). Свеза *Koelerio-Festucion dalmaticaе* развијена је на једном подтипу рендзине и то: рендзина на меком кречњаку (варијетет: карбонатни; форма: иловаста, средње скелетна).

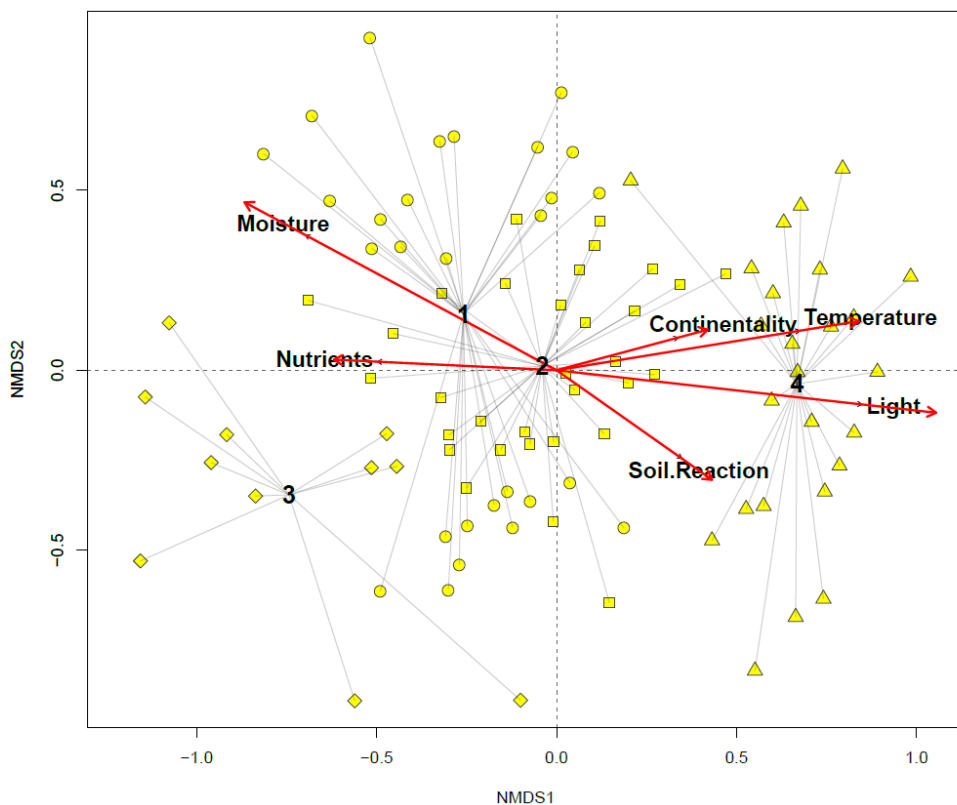
Дакле, свеза *Festucion valesiacaе* развија се на највећем броју подтипова, варијетета и форми земљишта. Ова свеза је присутна на плићим - органоминералним и дубљим - посмеђеним црницама, док се *Saturejion montanae* развија искључиво на плићим, односно органоминералним црницама. Даље, рендзине на којима се образују *Festucion valesiacaе* и *Koelerio-Festucion dalmaticaе* разликују се делом на нивоу подтипа (што указује на велике разлике између истог типа земљишта), а делом на нивоу форме.

Према WRB 2022 класификацији (IUSS Working Group WRB, 2022) лептосоли (Leptosols) на којима су присутне све три свезе разликују се по главним квалификаторима. Заправо, Leptosols на којима су развијене свезе *Festucion valesiacaе* и *Saturejion montanae* разликују се од оних под *Koelerio-Festucion dalmaticaе*. *Festucion valesiacaе* и *Saturejion montanae* су присутне на еутричним рендзичним лептосолима (хумични-хумусни, ломични-иловасти) (Eutric Rendzic Leptosols (Humic, Loamic)), а *Koelerio-Festucion dalmaticaе* на калкарничним рендзичним скелетичним лептосолима, такође (хумични, ломични) (Calcaric Rendzic Skeletic Leptosols (Humic, Loamic)). Дакле, за вегетацију кластер 4 скелетност се издвојила на нивоу WRB главног квалификатора, а то је управо карактеристика која је значајно утицала, пре свега на водно-ваздушне и топлотне, али и на хемијске карактеристике ових земљишта.

### 5.2.5. Еколошка анализа вегетације травњака југоисточне Србије

Како би се објаснили еколошки услови у којима се развија травњачка вегетација југоисточне Србије, резултати кластер анализе су употребљени за ординациону анализу. NMDS ординациони дијаграм приказан на слици 27 заснован је на еколошким индикаторским вредностима биљних врста према Pignatti et al. (2005). Најважнији еколошки фактори који утичу на разноврсност флористичког састава травњачке вегетације су влажност и садржај хранљивих материја за вегетацију типа *Festucion valesiacaе* (кластер 1) и *Saturejion*

*montanae* (кластери 2 и 3), а светлост и температура за *Koelerio-Festucion dalmaticaе* (кластер 4). Поред тога, континенталност и реакција земљишта су утицали на груписање ксерофилних биљака кластера 4.



Слика 27. NMDS ординациони дијаграм фитоценолошких снимака травњачке вегетације у односу на вредности еколошких индекса. Кластер 1 - *Festucion valesiacaе*, кластери 2 и 3 *Saturejion montanae*, кластер 4 - *Koelerio-Festucion dalmaticaе*  
Continentality - континенталност; Light - светлост; Moisture - влажност; Nutrients - хранљиве материје; Soil Reaction - реакција земљишта; Temperature - температура

Утицај еколошких фактора на развој и састав вегетације, процењених на основу еколошких индикаторских вредности биљака, одговара подацима о земљишту добијеним на терену и након лабораторијских анализа. Јасно се уочава да су се заједнице свезе кластера 1 развиле на земљиштима са највећим водним капацитетом (табела 8). Код NMDS анализе основних својстава земљишта констатовано је да се степска вегетација кластера 1 развија на дубљим земљиштима, а већа дубина би требало да омогући и боље складиштење воде у земљишту. Такође, свезе *Festucion valesiacaе* и *Saturejion montanae* развијене су на земљиштима са највишим садржајем хранљивих материја, што потврђује и NMDS анализа (слика 27) заснована на садржају одређених лакоприступачних макро и микроелемената. Наиме, већина елемената (изузев Ca и Cu), утицала је на груписање *Festucion valesiacaе* и *Saturejion montanae*.

Заједнице свезе кластера 4 су развијене у најтоплијим условима средине и на земљиштима са највишим вредностима еколошког индекса за реакцију земљишта. Ово потврђују и измерени подаци о земљишту, земљишта на којима се образовала ксерофилна вегетација кластера 4 су плитка и богата скелетом (табеле П2 и П3), а самим тим и јако пропусна за воду па су стога сува и топла. Такође, ове рендзине садрже карбонате који условљавају алкалнију реакцију. Врсте свезе *Koelerio-Festucion dalmaticaе* развијају се на

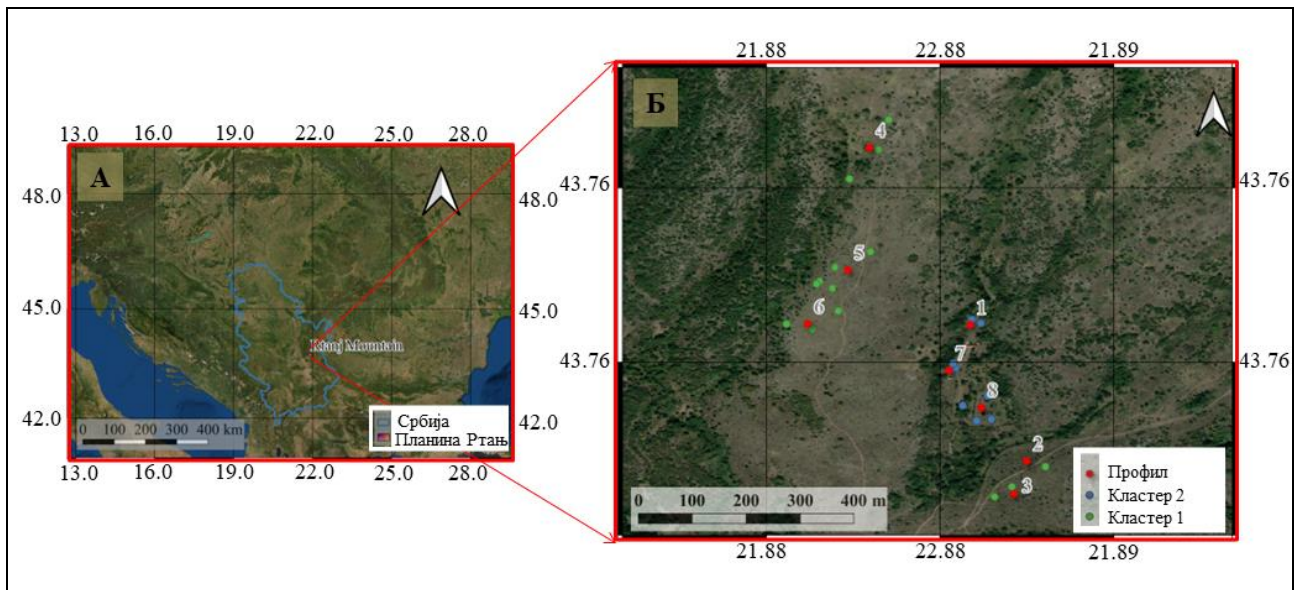
стаништима са већом осветљеношћу. Ова подударност еколошких индекса биљака и добијених резултата након лабораторијских истраживања земљишта потврђује валидност и оправданост коришћења еколошких индекса у испитивању односа земљиште-вегетација. Ову валидност потврђује и студија Schaffers и Sýkora (2000) у којој је утврђена корелација између вредности еколошких индекса за влажност, садржај азота и реакцију земљишта и измерених параметара земљишта у Холандији.

Резултати добијени у овој дисертацији су у складу са резултатима бројних студија о утицају еколошких фактора, процењених на основу индикаторских вредности биљака, на састав травњачке вегетације. У студији травњачке вегетације планине Стол (Аџић et al., 2013), слично као и у овом истраживању, најзначајнији еколошки фактори који су утицали на диференцирање заједница јесу садржај хранљивих материја и влажност подлоге. Даље, приликом класификације сувих травњака централног Балкана главни еколошки фактори који су утицали на груписање вегетације били су влага земљишта и температура (Аџић et al., 2015). Moeslund et al. (2013) наводе да је влажност била доминантан фактор који контролише обрасце биодиверзитета на сувим и влажним травњацима широм Данске. Поменути аутори сугеришу да је хидролошки режим важан за разматрање у планирању и управљању европским травњацима. Такође, еколошки индекс влажности земљишта је био један од главни фактора који је утицао на богатство врста травњака у Чешкој, са повећањем влажности повећавао се и број врста (Merunková и Chytrý, 2012), што је у сагласности са резултатима овог истраживања. Најважнији фактор који је утицао на богатство врста у анализираним травњацима на једној планини у јужној Пољској била је количина хранљивих материја. У почетку је број врста растао са повећањем ове вредности, а касније се смањивао када је достигао одређену оптималну вредност (Корећ et al., 2010).

#### **5.2.6. Утицај величине подручја истраживања на диференцијацију биљних формација и однос земљиште-вегетација**

Да би се утврдио утицај величине подручја истраживања на диференцијацију биљних формација, као и на однос земљиште-вегетација, све методе су примењене засебно за вегетацију која се развија на стаништима планине Ртањ. Приликом свеобухватног истраживања кречњачких масива југоисточне Србије (седам локалитета), на планини Ртањ травњачка вегетација се груписала у један кластер. Након анализе ужег подручја истраживања издвојена су два типа травњачких биљних формација.

Истраживање је усмерено на релативно ограничено подручје (слика 28), где је земљиште образовано на истом изворном кречњачком материјалу, у истим климатским условима и малом распону надморске висине. У овако уједначеним условима средине очекивано је да истраживана земљишта имају веома сличне карактеристике, што је потврђено и Mann-Whitney U тестом (табела 17). Поменути тест је показао да нема статистички значајних разлика у карактеристикама земљишта, осим у дубини, док су се два параметра рељефа (надморска висина и експозиција) значајно разликовала између два кластера (слика 29). Сва земљишта су била умерено кисела до неутрална, карактерише их прашкасто глиновито иловаста и прашкасто иловаста текстура, као и високе вредности садржаја хумуса, СЕС-а и степена засићености базним катјонима. Засебна анализа само једног локалитета треба да утврди како су и тако мале разлике у карактеристикама земљишта утицале на флористички састав травњачких заједница и да идентификује параметре рељефа и земљишта са највећим утицајем на развој травњачке вегетације.



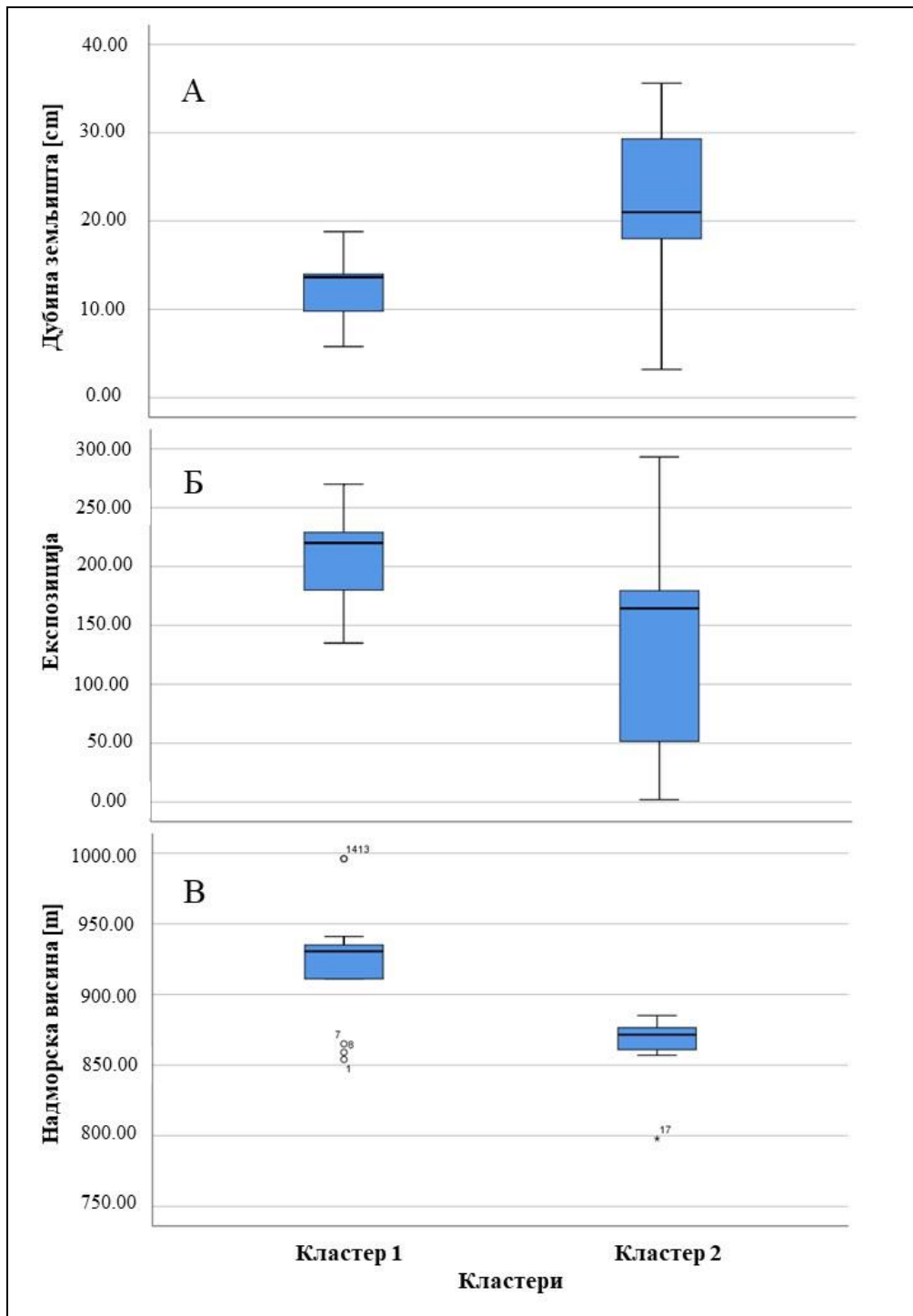
Слика 28. Уже подручје истраживања: А - географски положај планине Ртањ; Б - фитоценолошки снимци и профили земљишта. Кластери: 1 - *Saturejion montanae*; 2 - *Festucion valesiacaе*

Табела 17. Својства рељефа и земљишта за кластер 1 (*Saturejion montanae*) и кластер 2 (*Festucion valesiacaе*) на планини Ртањ

Рељефски и земљишни фактори	Јединице мере	Кластер 1	Кластер 2	<i>P</i> вредности
Дубина земљишта	cm	12,2±3,75	21,9±10,0	0,004*
Надморска висина	m	922,6±42,94	862,6±27,5	0,008*
Нагиб	°	8,07±5,01	5,00±1,83	0,402
Експозиција	/	209,7±36,10	135,8±97,9	0,010*
Песак 2-0,05 (mm)	%	3,14±1,81	3,68±2,33	0,764
Прах 0,05-0,002 (mm)	%	69,7±3,31	68,7±2,38	0,570
Глина <0,002 (mm)	%	27,1±2,35	27,6±2,99	0,664
Хумус	%	15,2±1,88	13,0±3,58	0,059
pH (H <sub>2</sub> O)	pH	6,60±0,169	6,49±0,690	0,525
Хидролитичка киселост	cmol·kg <sup>-1</sup>	3,36±0,824	4,06±2,54	0,616
Сума разменљиво адсорбованих базних катјона	cmol·kg <sup>-1</sup>	48,3±4,33	43,1±12,49	0,297
СЕС	cmol·kg <sup>-1</sup>	51,7±4,13	47,2±10,43	0,365
Степен zasiћености базним катјонима	%	93,4±1,71	90,0±8,23	0,616
Na	mg·kg <sup>-1</sup>	25,1±18,37	16,7±4,98	0,525
K	mg·kg <sup>-1</sup>	288,8±58,46	270,1±54,95	0,616
Ca	mg·kg <sup>-1</sup>	9087,5±898,4	8137,6±2517,2	0,441
Mg	mg·kg <sup>-1</sup>	239,9±70,20	197,6±58,65	0,238
P	mg·kg <sup>-1</sup>	11,1±4,51	11,6±6,14	0,920
Mo	mg·kg <sup>-1</sup>	0,026±0,008	0,029±0,009	0,238
Mn	mg·kg <sup>-1</sup>	125,2 ±37,19	124,8±45,25	0,664
Fe	mg·kg <sup>-1</sup>	33,6±8,71	33,6±8,37	0,868
Ni	mg·kg <sup>-1</sup>	1,03±0,329	1,09±0,498	1,000
Cu	mg·kg <sup>-1</sup>	1,65±0,536	1,33±0,152	0,297
Zn	mg·kg <sup>-1</sup>	2,67±1,30	2,09±1,19	0,441

Статистички значајне разлике ( $p \leq 0,05$ ) су означене звездом (\*)

За свако својство земљишта представљене су средње вредности ± стандардне девијације



Слика 29. Дијаграм средњих вредности и стандардне девијације за варијабле које су се статистички значајно разликовале (интервал поверења 95%) на планини Ртањ, (А) дубина земљишта; (Б) експозиција и (В) надморска висина за кластер 1 и кластер 2 на основу Mann-Whitney U тест

На самом Ртњу прикупљена су укупно 22 фитоценолошка снимка (слика 28), исти је број мешовитих земљишних узорака и отворено је 8 педолошких профила. Сви истраживани профили су према домаћој класификацији (Škorić i sar., 1985) припадали истом типу земљишта, кречњачко-доломитној црници, два подтипа, плића органоминерална и дубља посмеђена црница. Према WRB 2022 класификацији (IUSS Working Group WRB, 2022),

присутне су две референтне групе, лептосоли (Leptosols) (слика 30А) и фаоземи (Phaeozems) (слика 30В). Органоминералне црнице одговарају лептосолима, док посмеђене црнице испуњавају критеријуме за фаоземе.

У сличним физичко-хемијским условима земљишта, затим при различитој дубини земљишта и различитим рељефским факторима (надморска висина и експозиција), вегетација травњака је испољила промене у флористичком саставу што је резултирало формирањем два различита типа вегетације.

Резултати кластер анализе за ово подручје омогућили су груписање фитоценолошких снимака у два кластера, и то:

**Кластер 1:** *Saturejion montanae* (слика 30Б). Кластер је представљен са 14 снимака, а дијагностичке врсте биле су: *Artemisia alba*, *Carex humilis*, *Melica ciliata*, *Satureja montana* ssp. *kitaibelii* и *Stipa pulcherrima*. *Artemisia alba* је била константна и доминантна.

**Кластер 2:** *Festucion valesiacaе* (слика 30Г). Број снимака за овај кластер био је 8, а врсте са  $\phi$  коефицијентом већим од 0,10 биле су: *Stachys officinalis*, *Dianthus carthusianorum*, *Elymus repens*, *Filipendula vulgaris*, *Helianthemum nummularium*, *Knautia arvensis*, *Rhinanthus rumelicus*, *Thymus odoratissimus* и *Trifolium alpestre*. *Festuca valesiaca* била је константна врста, а у биљном покривачу доминирају *Festuca valesiaca* и *Orlaya grandiflora*.

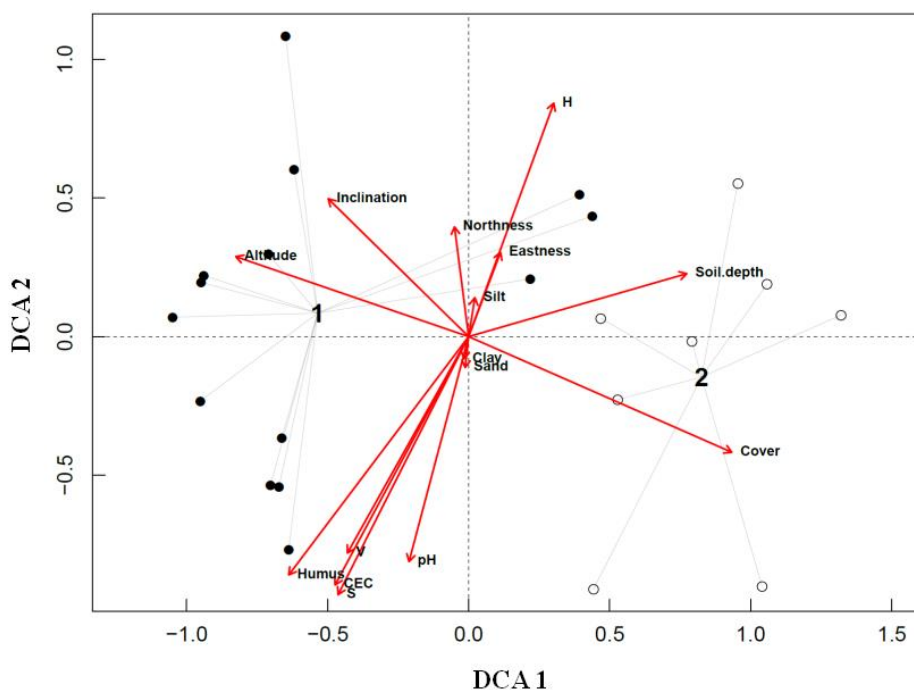


Слика 30. Проучавана земљишта и вегетација на подручју Ртња; А - лептосол (профил број 3); Б - *Saturejion montanae* је била присутна на већим надморским висинама, на местима са умереним нагибом и на плићим земљиштима; фаозем (профил број 7); *Festucion valesiacaе* преферира дубља земљишта развијена на нижим надморским висинама и на местима са благим нагибом

На DCA ординационом дијаграму (слика 31) представљен је положај фитоценолошких снимака две травњачке свезе са планине Ртањ у односу на рељефске факторе (надморска висина, нагиб и експозиција) и основне карактеристике земљишта. На графику се може уочити да су снимци свезе *Saturejion montanae* углавном груписани на левој страни графика, што сугерише да се заједнице ове свезе развијају углавном на нешто већој надморској

висини, затим израженијем нагибу, на земљиштима богатијим хумусом и са вишим рН, СЕС, S и V вредностима. Снимци свезе *Festucion valesiacaе* се налазе у десном делу графика, што значи да је она развијена на дубљим земљиштима, која имају изражнију Н вредност.

DCA анализа омогућила је индикацију рељефских и земљишних варијабли важних за груписање вегетацијских кластера (слика 31). Хумус, S и СЕС, поред покривности, били су најважнији фактори који су одређивали флористички састав травњака на истраживаном подручју. Прва ординациона оса (DCA1) је у негативној корелацији са вредношћу индикатора хумуса ( $r=-0,596$ ;  $p=0,001$ ), док је позитивна корелација утврђена за покривност ( $r=0,913$ ;  $p=0,001$ ). Вегетација свезе *Saturejion montanae* развила се на земљишту богатијем хумуом, док су заједнице свезе *Festucion valesiacaе* имале већу покривност. Прва ординациона оса била је у негативној корелацији са факторима надморска висина ( $r=-0,944$ ;  $p=0,010$ ) и нагиб терена ( $r=-0,707$ ;  $p=0,067$ ), што је утицало на развој вегетације типа *Saturejion montanae*, док је фактор дубина земљишта показао позитивну корелацију са овом осом ( $r=0,959$ ;  $p=0,020$ ), и утицао на груписање *Festucion valesiacaе*. Друга оса је добро корелирала са већином испитиваних варијабли, укључујући: S ( $r=-0,896$ ;  $p=0,001$ ); СЕС ( $r=-0,884$ ;  $p=0,001$ ); хумус ( $r=-0,803$ ;  $p=0,001$ ); Н ( $r=-0,941$ ;  $p=0,009$ ); V ( $r=-0,876$ ;  $p=0,004$ ) и рН ( $r=-0,968$ ;  $p=0,012$ ). Осим тога, и друге варијабле су биле у доброј корелацији са другом осом, као што су северна експозиција ( $r=0,992$ ), источна експозиција ( $r=0,937$ ), садржај песка ( $r=-0,994$ ), садржај праха ( $r=0,988$ ) и садржај глине ( $r=-0,978$ ), али поменуте варијабле нису биле статистички значајне за раздвајање биљних кластера.

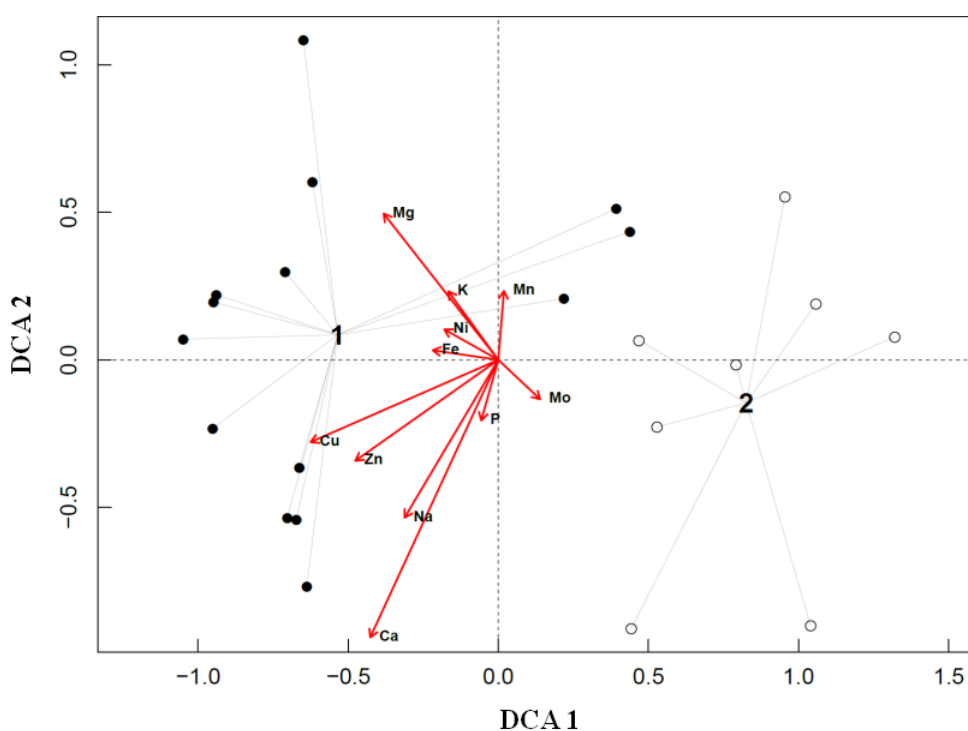


Слика 31. DCA ординациони дијаграма фитоценолошких снимака на локалитетима планине Ртањ у односу на основна својства земљишта и факторе рељефа; Кластер 1 - *Saturejion montanae*; кластер 2 - *Festucion valesiacaе*; Soil depth - дубина земљишта; Sand - песок; Silt - прах; Clay - глина; СЕС - капацитет катјонске измене; Humus - хумус; Н - хидролотичка киселост; S - сума разменљиво адсорпованих базних катјона; V - степен zasiћености базним катјонима. Altitude - надморска висина; Inclination - нагиб; Eastness - источна експозиција; Northness - северна експозиција; Cover - покривност

На подручју Ртња, DCA ординационом анализом, испитан је и садржај лакоприступачних макро и микроелемената у земљишту у односу на развијене типове



травњачке вегетације (слика 32). Заједнице *Saturejion montanae* су развијене на земљиштима са већим садржајем макро и микроелената (изузев Mn и Mo) у односу на земљишта на којима је присутна вегетација *Festucion valesiacaе*, што је донекле и очекивано јер је *Festucion valesiacaе* развијена на дубљим земљиштима, која нису изложена ерозији и код којих је мање површинско отицање воде, већа инфилтрација, а самим тим и веће испирање елемената, поготово базних катјона, и нижи рН. Заједнице свезе *Saturejion montanae* су развијене на плићим земљиштима која су више изложена процесима ерозије и код којих је веће површинско отицање воде, а самим тим мања инфилтрација и мање испирање елемената. Кластер *Festucion valesiacaе* настао је под утицајем мангана и молибдена, док су остали проучавани елементи утицали на формирање *Saturejion montanae*. Значајна варијабла са груписање *Saturejion montanae* била је Ca ( $r=-0,911$ ;  $p=0,001$ ), што одговара другој DCA оси. Поред тога, Mg ( $r=0,792$ ), Na ( $r=-0,864$ ), K ( $r=0,813$ ), P ( $r=-0,964$ ) и Mn ( $r=0,997$ ) одговарају другој DCA оси, али нису били статистички значајни за раздвајање кластера. Прва DCA оса је била у корелацији са садржајем Cu ( $r=-0,913$ ), Fe ( $r=-0,989$ ), Mo ( $r=0,722$ ), Ni ( $r=-0,867$ ) и Zn ( $r=-0,812$ ), али такође нису уочене статистички значајне вредности.

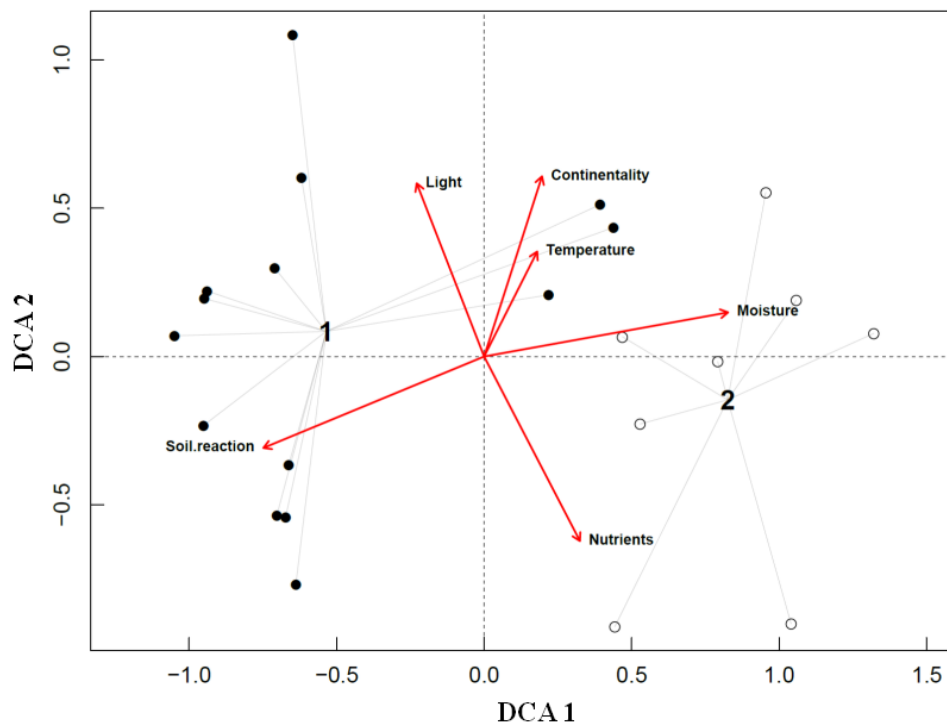


Слика 32. DCA ординациони дијаграма фитоценолошких снимака на локалитетима планине Ртањ у односу на садржај макро и микроелената; Кластер 1 - *Saturejion montanae*; кластер 2 - *Festucion valesiacaе*

Важно је истаћи да није било груписања вегетације према референтним групама земљишта (IUSS Working Group WRB, 2022). Лептосоли и фаоземи су били присутни у оба кластера. Очекивало се да ће се на лептосолима, пошто су плићи, развити заједнице свезе *Saturejion montanae*, а на фаоземима *Festucion valesiacaе*. Фаозем под вегетацијом *Saturejion montanae* пронађен је на већим надморским висинама, али се образовао на равнијој падини где је земљиште било дубље од 25 cm.

DCA ординациони дијаграм заснован на вредностима еколошких индекса (слика 33) показује да су најважнији еколошки фактори који су утицали на разноврсност и варијабилност флористичког састава травњачке вегетације били реакција земљишта и светлост за вегетацију свезе *Saturejion montanae*, као и влажност земљишта, садржај

хранљивих материја, температура и континенталност за вегетацију типа *Festucion valesiacaе*. Положај фитоценолошких снимака у односу на пасивно постављене еколошке индексе је исти као и на претходна два DCA графика. Снимци *Saturejion montanae* углавном су груписани на левој страни графика, док се снимци *Festucion valesiacaе* налазе на десној страни. Заједнице свезе *Saturejion montanae* развијене су на алкалним земљиштима, док су се заједнице *Festucion valesiacaе* присутне на влажнијим земљиштима и богатијим хранљивим материјама. У овом случају није дошло до потпуног подударарања измерених параметара земљишта и процењених вредности еколошких индекса. Наиме, реакција земљишта је у оба случаја била најважнији фактор за издвајање *Saturejion montanae*, а влажност земљишта која је условљена већом дубином за *Festucion valesiacaе*. Даље, дубина земљишта је била кључни фактор за процену садржаја хранљивих материја према Pignatti (2005). Наиме, еколошки индекс „хранљиве материје“ процењује се на основу боје земљишта, која указује на мањи или већи садржај хумуса, односно обезбеђеност земљишта биогеним елементима, као и на основу дубине земљишта јер се подразумева да дубља земљишта складиште више хранљивих материја. Међутим, експериментално добијени резултати садржаја лакоприступачних макро и микроелемената, изражени у масеним процентима, утицали су на раздвајање *Saturejion montanae*. Ово неслагање у процењеним и експериментално добијеним подацима садржаја хранљивих материја указује да би у будућности требало на местима прикупљања фитоценолошких снимака, поред узорака у нарушеном стању, узимати узорке земљишта у ненарушеном стању (природом склопу), на којима би била одређена запреминска густина, што би даље омогућило израчунавање залиха хранива у земљишту. Тиме би се избегла евентуална неслагања вредности еколошких индекса и експериментално добијених података. Дакле, реакција и влажност земљишта су два еколошка индекса која су показала подударарање са експерименталним подацима добијеним након лабораторијског истраживања земљишта Ртња у одговарајућим ординационим анализама.



Слика 33. DCA ординациони дијаграм фитоценолошких снимака травњачке вегетације на локалитетима планине Ртња у односу на вредности еколошких индекса; Continentiality - континенталност; Light - светлост; Moisture - влажност; Nutrients - хранљиве материје; Soil Reaction - реакција земљишта; Temperature - температура. Кластер 1 - *Saturejion montanae*; кластер 2 - *Festucion valesiacaе*

На крају треба истаћи да, приликом анализе целокуног скупа података за седам локалитета југоисточне Србије, на Ртњу су се сви вегетацијски типови груписали у један кластер. Засебном анализом овог подручја, јасно су издвојена два типа травњачке вегетације *Saturejion montanae* и *Festucion valesiacaе*. Ординационе методе су указале да на подручју Ртња, као и на целокупном подручју истраживања, земљишни параметри значајни за развој вегетације свезе *Saturejion montanae* су виша надморска висина, већи садржај хумуса и вредности СЕС-а, а за *Festucion valesiacaе* су то били већа дубина земљишта и већа обезбеђеност приступачним облицима мангана. Међутим, било је и параметара земљишта, који су имали утицај на издвајање поменутих заједница на ужем (рН, S, V), а нису дошле до изражаја на ширем подручју истраживања. Такође, вредности еколошких индекса нису показале потпуну подударност са измереним земљишним параметрима, за разлику од целокупног подручја испитивања где је њихова подударност била потпуна. Дакле, добијени резултати указују на значајан утицај величине подручја испитивања на груписање травњачке вегетације и особине земљишта које су утицале на њихов развој.

### III ДЕО

У овом делу докторске дисертације представљени су подаци о земљишном микробиому на истраживаним локалитетима.

#### 5.3. Анализа микробиома земљишта употребом секвенцирања наредне генерације

##### 5.3.1. Контрола квалитета секвенци

Број прочитаних обоостраних ДНК секвенци високоваријабилних региона V3-V4 гена за рибозомалну РНК се кретао од 60000 до 80000 по узорку. Након тримовања нисковалентних читавања (одстрањивања непоуздано прочитаних база на почетку и крају читавања секвенце), а затим и уклањањања како шума преклопљених секвенци при реконструкцији V3-V4 региона, тако и химеричних секвенци (насталих спајањем секвенци различитих по пореклу) коришћењем DADA2 (Callahan et al., 2016) биоинформатичког протокола, остало је у просеку око 50% од почетног броја секвенци по узорку. Поједностављени процес као и процентуални губитак секвенци по узорку је приказан на слици 34.

Медијана дужине реконструисане секвенце V3-V4 региона износила је 424 нуклеотида, док је распон од 2-ог до 98-ог перцентила износио од 402 до 429 нуклеотида, респективно. Просечна дужина је имала нижу вредност од медијане и износила је 418 базних парова, што указује на нешто већи број кратких секвенци од очекиваног за униформну расподелу.

sample-id	input	filtered	percentage of input passed filter	denoised	merged	percentage of input merged	non-chimeric	percentage of input non-chimeric
#q2-types	numeric	numeric	numeric	numeric	numeric	numeric	numeric	numeric
uzorak1	73644	62296	84.59	53966	38875	52.79	35862	48.7
uzorak2	65321	55186	84.48	50025	38940	59.61	36339	55.63
uzorak3	69266	58825	84.93	48617	32532	46.97	30650	44.25
uzorak4	69925	59312	84.82	47556	29561	42.28	27385	39.16
uzorak5	71689	61204	85.37	52252	37477	52.28	34563	48.21
uzorak6	62055	52563	84.7	44674	31358	50.53	29316	47.24
uzorak7	72953	64197	88	63767	60955	83.55	40545	55.58

Percentile:	2%	9%	25%	50%	75%	91%	98%
Length* (nts):	402	402	405	424	427	428	429

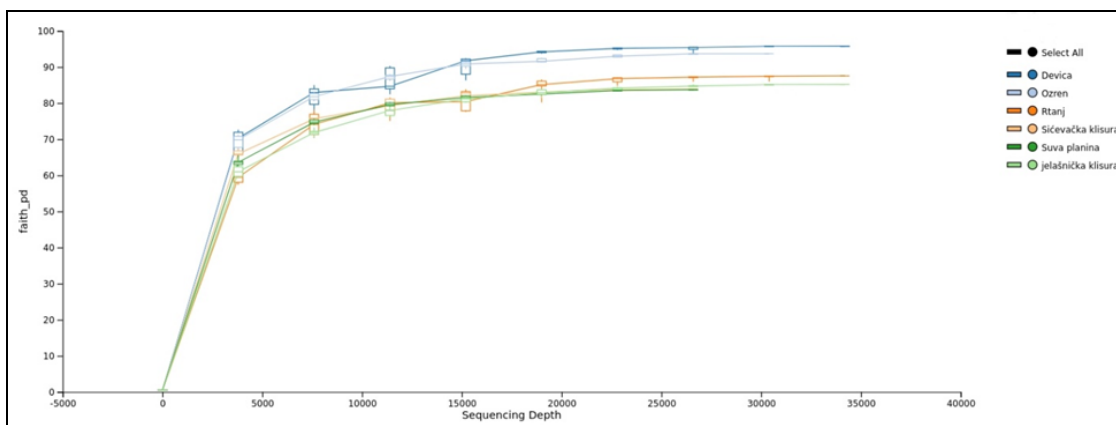
  

Sequence Count	Min Length	Max Length	Mean Length	Range	Standard Deviation
6948	270	479	418.06	209	11.07

Слика 34. Нумерички приказ опадања броја секвенци током контроле квалитета, као и приказ расподеле преосталих секвенци према дужини израженој у базним паровима ДНК

##### 5.3.2. Рарефакција алфа диверзитета (алфа рарефакција)

На слици 35 је приказан дијаграм алфа рарефакције засноване на Faith-овој мери диверзитета (односно збиру минималних дужина грана филогенетског дрвета) у зависности од дубине секвенцирања. Faith-ова мера диверзитета је посебно погодна за рарефакцију због високе осетљивости (Chao et al., 2016), што повећава веродостојност реконструкције алфа диверзитета.

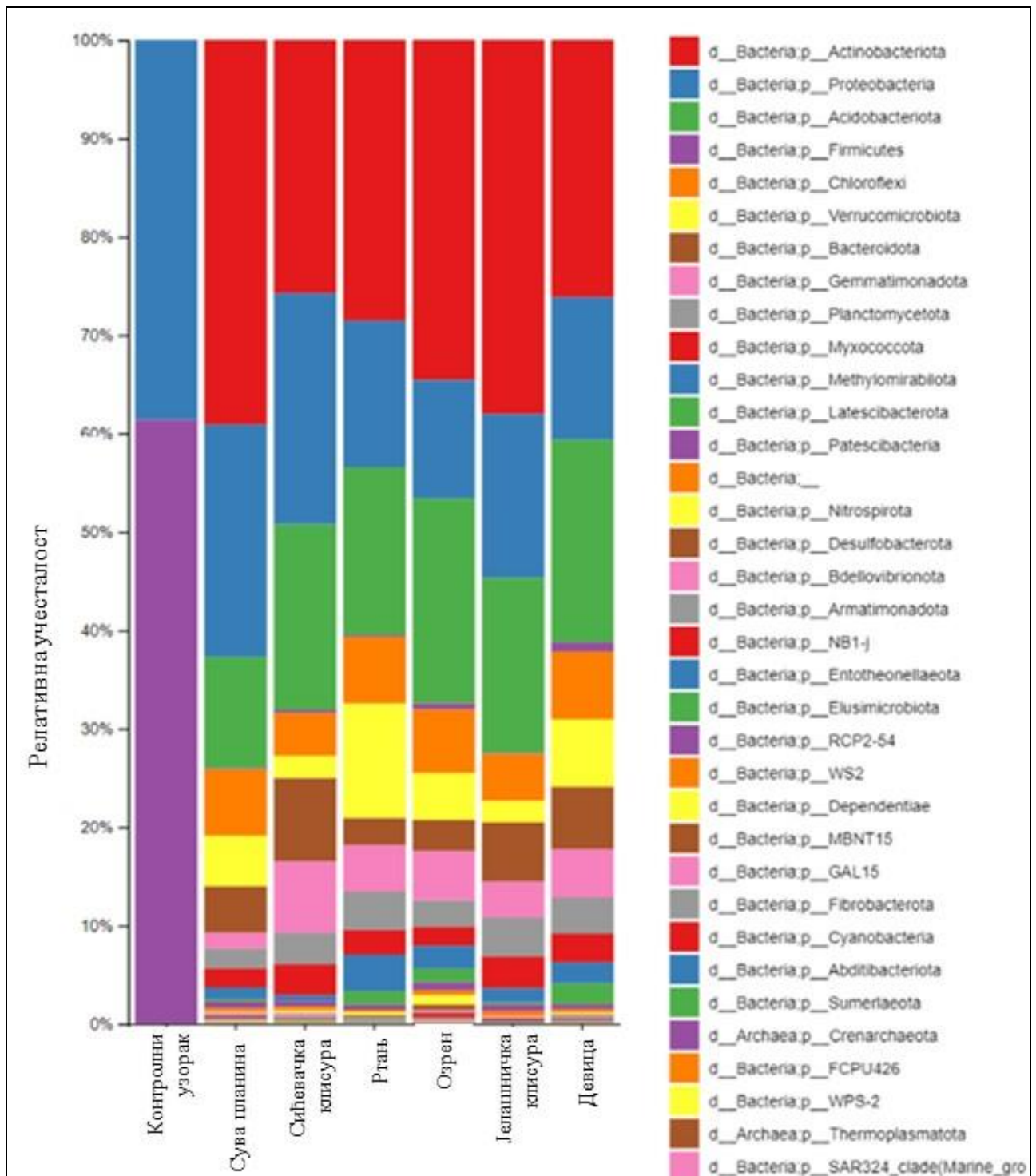


Слика 35. Дијаграм алфа рарефакција заснована на Faith-овој мери диверзитета

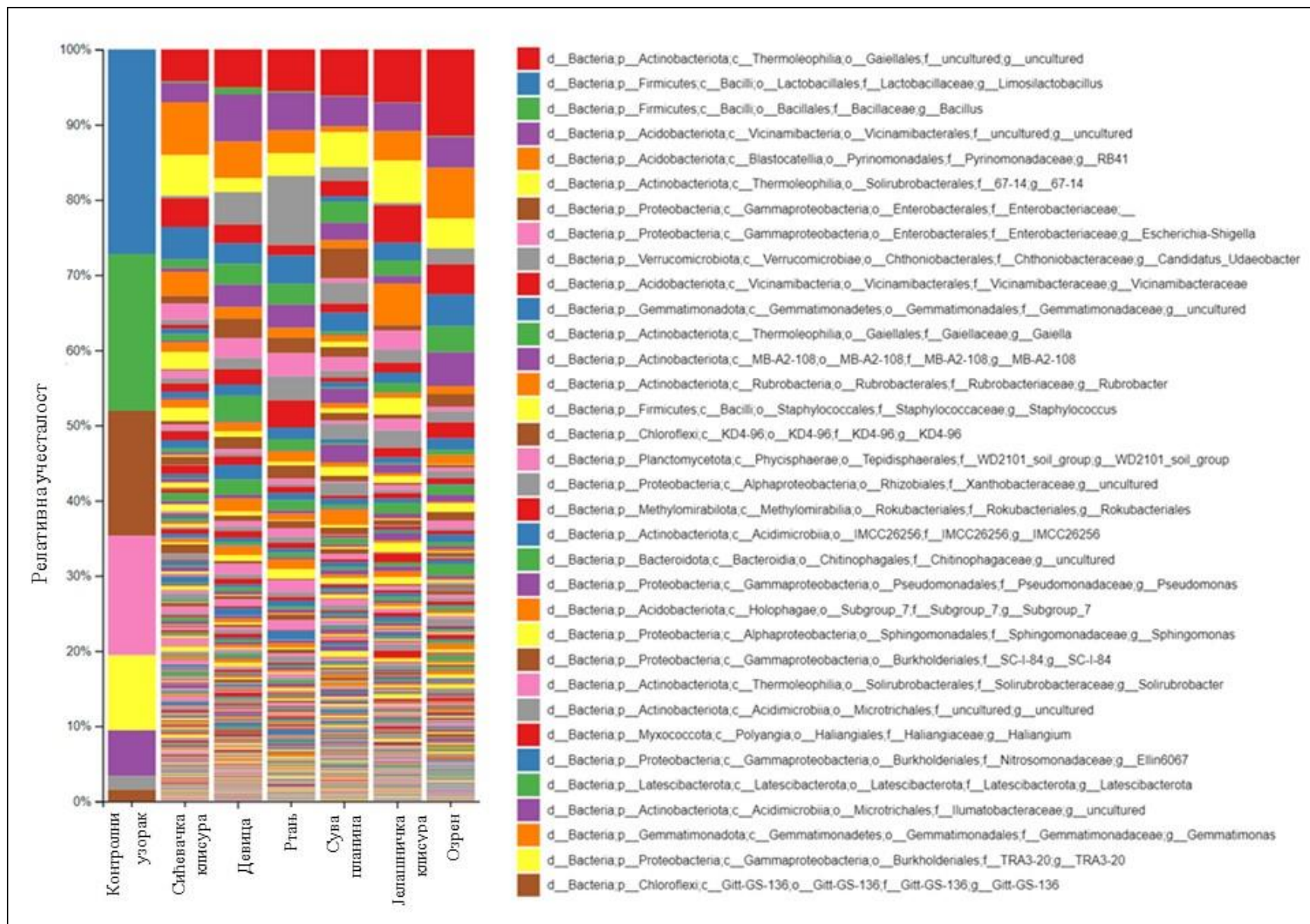
Резултати рарефакције алфа диверзитета показују да је избор дубине секвенцирања од 25000 V3-V4 региона гена за 16S рибозомалну РНК сасвим довољан за међусобна поређења, али и за описивање сваког понаособ тестираног микробиома земљишта. Како је у појединим узорцима ова вредност достигла и 35000 секвенци, да се закључити да је биолошка разноврсност микробиома земљишта добро репрезентована.

### 5.3.3. Алфа и бета диверзитет

Разноврсност унутар узорака (алфа диверзитет) је приказана стубичастим дијаграмима на сликама 36 и 37, а може се квалификовати као изузетно висока, што је у складу са описима микробиома земљишта у савременој литератури (Walters и Martiny, 2020). Према саставу таксона на нивоу филума који је приказан на слици 36, углавном су присутни таксони из домена бактерија осим два таксона који припадају домену археја. Међутим, на нивоу рода, присутни су само таксони који потпадају под домен бактерија, што се може видети на слици 37. Ово је последица тога што је детаљније одређивање археја доста теже, тако да се на нижим таксономским нивоима археје не учавају за разлику од бактерија.



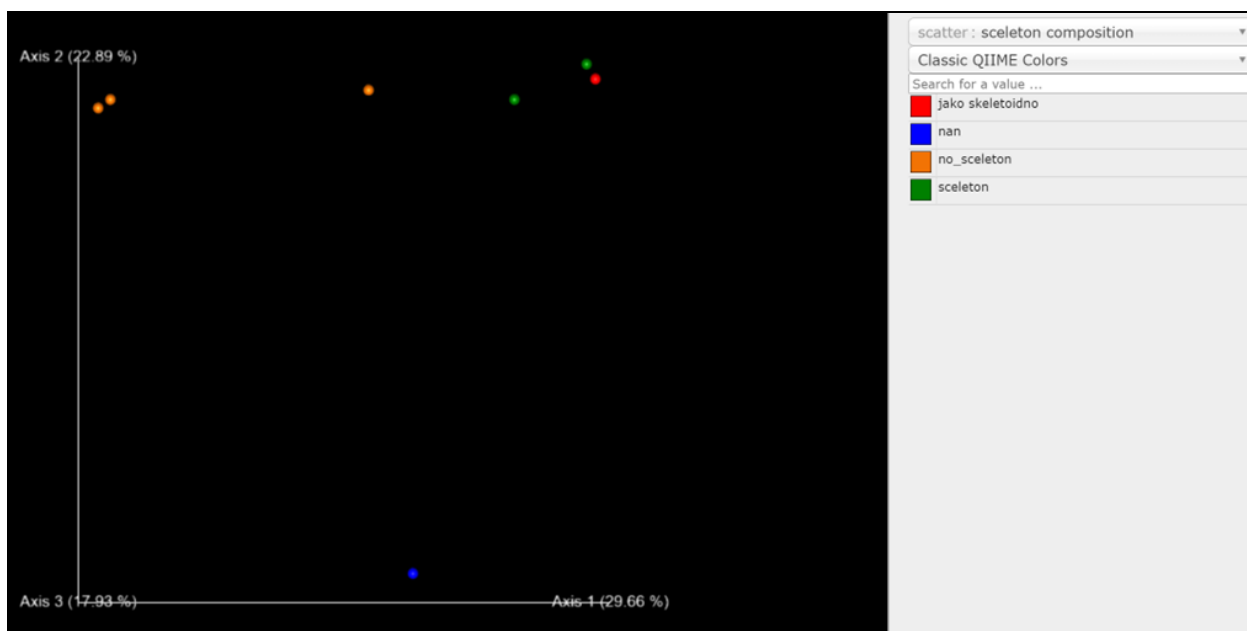
Слика 36. Визуелни приказ диверзитета на другом таксономском нивоу



Слика 37. Визуелни приказ диверзитета на шестом таксономском нивоу

Када је у питању бета диверзитет, који представља разлику између узорака, ситуација је доста другачија. Квантитативно гледано, (слике 38 и 39), испитивана земљишта се значајно не разликују по саставу микробиома. Укупна варијабилност у највећој мери потиче из самих узорака, а мање на основу класификације њихових особина (дубине, скелетности, механичког састава итд.) као и генетске класификације земљишта.

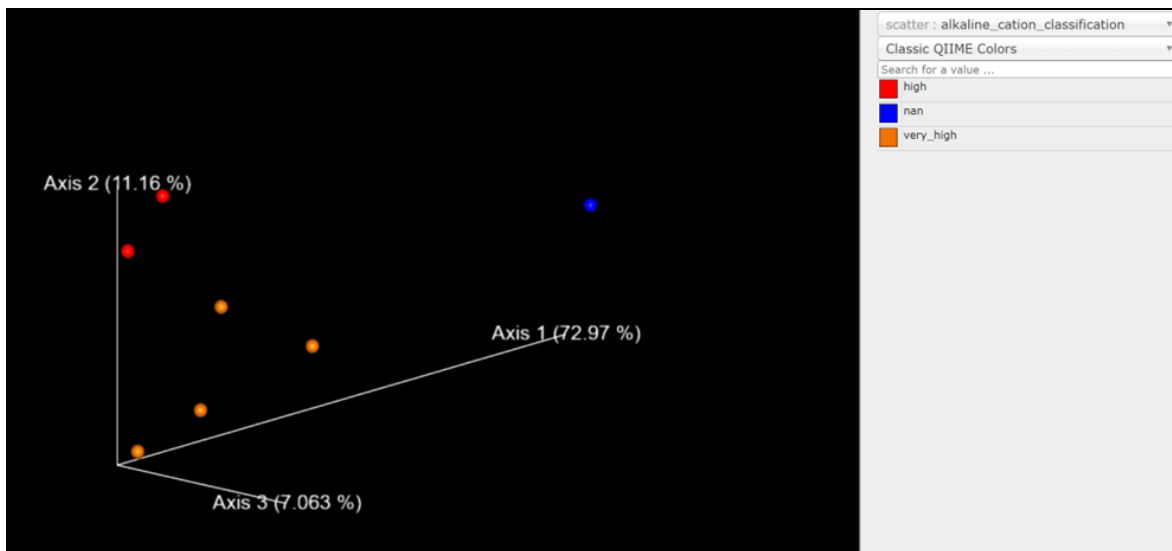
Ипак, када се пажљивије прегледа Bray Curtis дијаграм који у овом случају показује различитост састава микробних заједница у испитиваним земљиштима према скелетности (слика 38), могуће је уочити извесне тенденције ка груписању узорака. На слици 38 се виде браон бојом обележени узорци без скелета, које оса 1 на дијаграму раздваја у односу на остале узорке. Иако узорак обележен плавом бојом доста одступа по вредностима осе 2, треба имати у виду да је ово заправо вештачка заједница (контролни узорак) која не представља реалан микробиом, и очекивано је да се значајно разликује од осталих узорака. Битан аспект свеукупног резултата приказаног на Bray Curtis дијаграму јесте да слабо скелетоидни узорци припадају рендзинама, док су безскелетни узорци кречњачко-доломитне црнице што највероватније има утицаја на састав микробиома. При томе, тај утицај је вероватно посредан и последица тога што су скелетни узорци сувљи, док безскелетни могу да сачувају више влаге и поспеше диверзификацију микробиома.



Слика 38. Bray Curtis дијаграм садржаја скелета у земљишту

На основу другог тродимензионалног графика (слика 39) може се закључити да и базни катјони имају утицаја на састав микробиома и формирају засебан кластер на Bray Curtis дијаграму. И на овом графику је плавом бојом обележена вештачка заједница која је уједно и контролни узорак, и која се јасно диференцира у односу на остале узорке. Међутим, и остали узорци се раздвајају на два кластера који су дискретни и без пресека. Овај резултат указује да је и мала разлика у проценту засићености базним катјонима значајна (веома висок 95,3%-100%, а висок 82,5%-86,5%), односно да је састав микробиома осетљив на промене у степену засићености базним катјонима.



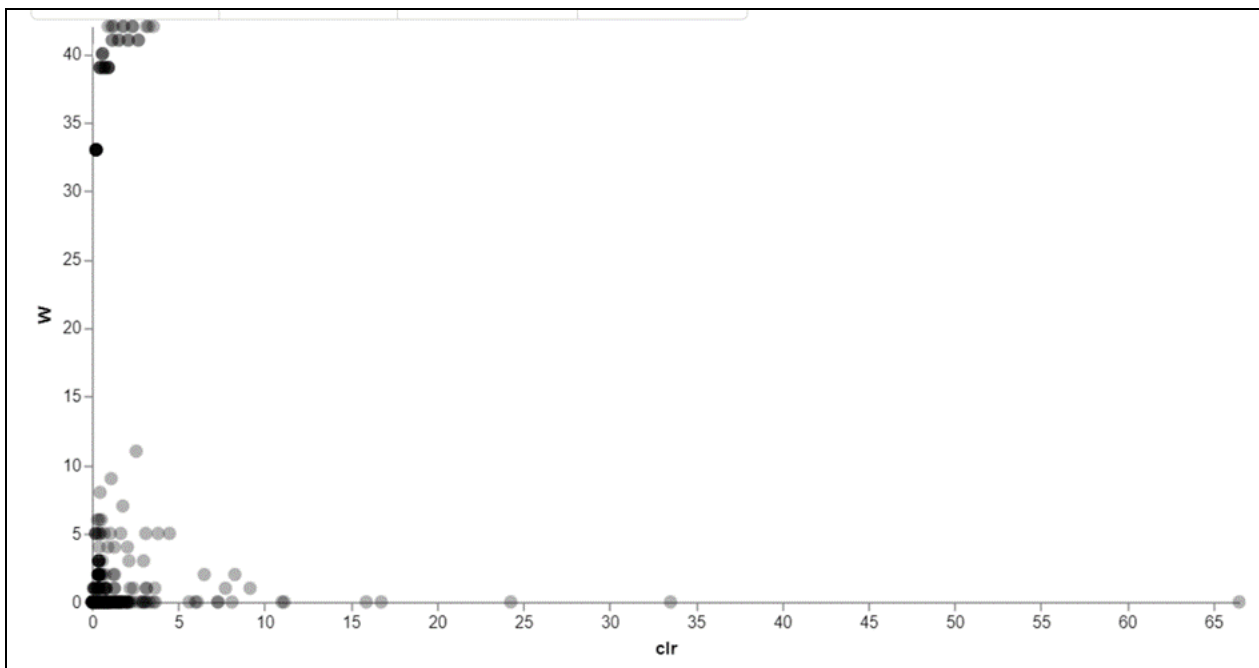


Слика 39. Bray Curtis дијаграм степена zasiћености земљишта базним катјонима

#### 5.3.4. Диференцијална анализа микробиома земљишта

Резултати ANCOM (Analysis of Composition of Microbiomes) анализе су показали да присуство бактерија из рода *Obscuribacteraceae* зависи од скелетности земљишта. То свакако није једини таксон који се диференцијално појављује у различитим класификацијама земљишта, али када се пажљивије погледа “volcano” дијаграм (слика 40), није могуће опазити тако велики број таксона који су и диференцијално присутни и чије присуство има статистичку значајност. Још један таксон се различито појављује у групама формираним према степену zasiћености базним катјонима, у питању је грам позитивна бактерија из рода *Catenulisporaceae*. Остале особине земљишта (дубина, текстурна класа, хумозност, реакција, карбонатност, обезбеђеност испитиваним доступним облицима макро и микроелемената), као и генетска класификација земљишта нису устипали на диференцијално појављивање таксона.

У горњем десном углу ‘volcano’ дијаграма на слици 40 је издвојено 19 таксона, од којих 8 има јасно подударане са SILVA базом секвенци (Quast et al., 2013) која је коришћена за таксономско одређивање. Преосталих 11 од 19 издвојених таксона се по веродостојности слабо разликују од артефаката насталих услед молекуларно-биолошке обраде узорака (тачност полимеразе у репликацији, тачност у одређивању уграђеног нуклеотида током секвенцирања) или при биоинформатичкој обради резултата, односно реконструкцији читаних секвенци.



Слика 40. “Volcano” дијаграм

(На апсциси се налази скала мере различитости секвенце од просечне варијанте секвенце ампликона. Ова мера је изведена из  $F$  статистике и обележава се са  $clr$  (eng. centered log ratio). На ординати се налази број нултих потхипотеза које су одбачене за неки секвенцирани узорак и обележава се словом  $W$ . Број подхипотеза је једнак броју таксона који се налазе у узорку, а сама статистика теста за нулту хипотезу има једнакост средњих вредности односа логаритама за две групе.)

Развој метагеномских метода, међу којима је и метабаркодирање, које даје одговор на питања од чега је састављен микробиом и који су релативни односи чланова микробиома, је доживео експанзију у 21. веку, о чему сведочи велики број објављених радова о микробиому различитих земљишних екосистема (Vieira et al., 2021). Овај методолошки приступ заснован на директној карактеризацији микробиолошких заједница је користан за разумевање па чак и предвиђање промене диверзитета у терестичким биомима (Fierer et al., 2012). Као и у животињским и биљним заједницама, диверзитет и релативна учесталост главних микробних таксона се може на глобалном нивоу довести у везу са биотичким и абиотичким карактеристикама станишта, односно његовим физичким, хемијским и биолошким особинама (Fierer et al., 2012). Литературни подаци су показали да на диверзитет бактеријских заједница, као и археа, гљива и протиста, у земљишту изузетно утиче рН вредност на локалном (Rousk et al., 2010; Osborne et al., 2011), регионалном (Griffiths et al., 2011; Kuramae et al., 2012) и глобалном нивоу (Lauber et al., 2009). И остали фактори, као што су органски угљеник, температура, влажност и приступачна хранива су се такође показали утицајним на структуру микробних заједница у земљишту (Goldfarb et al., 2011; Fierer et al., 2007). Резултати ове докторске дисертације указују да је изражен биодиверзитет (алфа) унутар испитиваних земљишта са простора Србије. Међутим, разлике унутар екоморфолошких, ендоморфолошких, физичких и хемијских особина шест испитиваних земљишних профила кречњачких масива југоисточне Србије нису условиле значајну разлику у саставу микробиома између испитиваних земљишта (бета диверзитет). Као што је већ речено, извесне разлике у саставу микробиома бактерија и мање заступљених археа су се јавиле између безскелетних и скелетоидних земљишта, као и земљишта јако и веома јако засићених базним катјонима. Доминација бактеријских таксона у испитиваним земљиштима је логична јер се њихова рН креће од 5,75 до 7,68, што је у опсегу углавном од благо киселе, неутралне до слабо алкалне реакције. Управо је за земљишта, чија је реакција блиска неутралној, карактеристичан већи биодиверзитет бактеријских заједница у поређењу са киселијим и алкалнијим земљиштима (Lauber et al., 2009)

Микроорганизми земљишта играју водећу улогу у биодиверзитету вегетације и продуктивности биљака у терестричним екосистемима (van der Heijden et al., 2008). На шест испитиваних локалитета кречњачких масива југоисточне Србије су се раздвојила четири типа травњачке вегетације. Како није уочена значајна разлика у саставу земљишног микробиома између шест испитиваних локалитета, разноликост травњачких заједница се не може, на основу добијених резултата, приписати утицају земљишног микробиома.

## 6. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата који су добијени теренским и лабораторијским истраживањима узорака земљишта из педолошких профила, а која су имала за циљ утврђивање морфолошких, физичких, хемијских и минералних својстава земљишта, као и одређивање таксономских категорија земљишта, могу се извести следећи закључци:

- Према званичној класификацији земљишта у Србији (Škorić i sar., 1985) идентификована су два типа земљишта и то: кречњачко-доломитна црница (калкомеланосол) и рендзина. Оба типа са одређеним бројем различитих подтипова, варијетета и форми.
- Кречњачко-доломитне црнице у међународној WRB 2022 класификацији (IUSS Working Group WRB, 2022) одговарају лептосолима (Leptosols) и фаоземима (Phaeozems), док рендзине испуњавају критеријуме за лептосоле (Leptosols) и умбрисоле (Umbrisols).
- Кречњачко-доломитне црнице су веома плитке до средње дубоке; безскелетне; прашкасто глиновито иловасте, прашкасто иловасте и прашкасто глиновите текстуре и врло стабилне мрвичасте структуре, без ризика од структурне деградације. Ова земљишта била су умерено киселе до благо алкалне реакције; јако хумусне и веома јако хумусне; са високим СЕС, S и V вредностима. Испитиване кречњачко-доломитне црнице добро су обезбеђене биљкама приступачним облицима макро и микроелемената, изузев фосфора и молибдена.
- Рендзине су плитке и дубоке; безскелетне, скелетоидне и скелетне; песковито иловасте, прашкасто иловасте и прашкасте текстуре и повољног агрегатног састава. Оне су биле средње карбонатне, јако карбонатне и веома јако карбонатне; благо алкалне реакције; јако хумусне и веома јако хумусне; карактерисале су их високе СЕС, S и V вредности и добра обезбеђеност биљкама лакоприступачним формама макро и микроелементима, са изузетком фосфора и молибдена.

На основу резултата теренских и лабораторијских истраживања вегетације травњака и мешовитих земљишних узорака, која су имала за циљ утврђивање утицаја морфолошких, физичких и хемијских карактеристика земљишта и њихове систематске припадности, на тип и флористички састав травњачких биљних формација, могу се извести следећи закључци:

- У различитим физичко-хемијским условима земљишта, затим при различитој дубини земљишта и различитим карактеристикама рељефа (надморска висина, нагиб и експозиција), вегетација травњака испољава разлике у флористичком саставу.
- Вегетација травњака истраживаног подручја групише се у четири кластера, који одговарају свезама: *Festucion valesiacaе* (кластер 1), *Saturejion montanae* на нижим надморским висинама (кластер 2), *Saturejion montanae* на вишим надморским висинама (кластер 3) и *Koelerio-Festucion dalmaticaе* (кластер 4).
- Надморска висина, дубина земљишта, садржај песка, глине и хумуса, рН, СЕС и степен засићености базним катјонима су најважнији фактори који су одређивали флористички састав травњака на истраживаном подручју.
- Дубина земљишта и садржај глине утицали су на развој заједница свезе *Festucion valesiacaе*; док надморска висина, хумус, СЕС и садржај праха на развој свезе *Saturejion montanae*; садржај песка, рН и V на развој вегетације типа *Koelerio-Festucion dalmaticaе*.

- Садржај биљкама доступних макро и микроелемената утицао је на појаву утврђених кластера. Посебно значајним су се показали Mg, Ca, Ni, Fe, Zn и Cu.
- Елементи Mg, Mn и Ni најзначајнији су за свезу *Festucion valesiacaе*; Fe и Zn за *Saturejion montanae*; Ca и Cu за *Koelerio-Festucion dalmaticaе*.
- Вегетација свезе *Festucion valesiacaе* се према националној класификацији развила на кречњачко-доломитним црницама и рендзинама; *Saturejion montanae* искључиво на кречњачко-доломитним црницама; *Koelerio-Festucion dalmaticaе* на рендзинама.
- Заједнице свеза *Festucion valesiacaе* и *Saturejion montanae* су према међународној WRB 2022 класификацији, присутне на еутричним рендзичним лептосолима (хумични, лоамични) (Eutric Rendzic Leptosols (Humic, Loamic)), а *Koelerio-Festucion dalmaticaе* на калкаричним рендзичним скелетичним лептосолима, такође (хумични, лоамични) (Calcaric Rendzic Skeletic Leptosols (Humic, Loamic)). Вегетација типа *Festucion valesiacaе* се развила на дубљим земљиштима, еутричним лептичним рендзичним фаоземима (хиперхумичним, лоамичним) (Eutric Leptic Rendzic Phaeozems (Hyperhumic, Loamic)), затим еутричним лептичним черничним рендзичним фаоземима (лоамичним) (Eutric Leptic Chernic Rendzic Phaeozems (Loamic)) и моличним черничним убрисолима (силтичним) (Mollic Chernic Umbrisols (Siltic)).

На основу испитивања утицаја величине подручја на диференцијацију биљних формација и однос земљиште вегетација може се закључити:

- Да величина подручја истраживања утиче на издвање особине земљишта које су се показале значајним за развој вегетације издвојених свеза.

На основу резултата анализе микробиома земљишта употребом секвенцирања наредне генерације могу се извести следећи закључци:

- Разноврсност микроорганизама унутар узорака (алфа диверзитет) је изузетно висока.
- Разноврсност микроорганизама између узорака је ниска и тек неколико таксона се диференцијално издвојило између различитих категорија скелетности и јонског састава земљишта.
- Разлике унутар екоморфолошких, ендоморфолошких, физичких и хемијских особина шест испитиваних земљишних профила нису условиле значајну разлику у саставу микробиома између испитиваних земљишта (бета диверзитет).
- Разноликост травњачких заједница се не може приписати утицају земљишног микробиома.

Травњаци представљају веома разноврстан и са многих аспеката значајан тип вегетације широм света. У Србији овај тип вегетације је веома важан пољопривредни ресурс, односно извор сточне хране, а има и велики биолошки значај због изразитог бидиверзитета. Како својства земљишта утичу на флористички састав травњачке вегетације, тако и овај тип вегетације игра значајну улогу у очувању земљишног покривача кречњачких масива југоисточне Србије. Првенствено, у овим брдско планинским пределима кореновим системом и надземним склопом биљке спречавају ерозију земљишта водом и ветр ом. Утичу на многе особине земљишта, пре свега на акумулацију хумуса, односно складиштење угљеника у земљишту, чиме значајно умањују ефекте стаклене баште и глобалног загревања. Такође, природни и полуприродни травњаци Србије су битни за развој екосистемских услуга са културним вредностима као што су екотуризам и рекреација. Услед изразите сложености и подложности променама ових планинских екосистема, неопходно је њихово континуирано праћење у будућности.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

- Ačić, S., Šilc, U., Vrbničanin, S., Cupać, S., Topisirović, G., Stavretović, N., Dajić Stevanović, Z. (2013): Grassland communities of Stol mountain (eastern Serbia): Vegetation and environment relationships. *Archives of Biological Sciences* 65:211-227.
- Ačić, S., Šilc, U., Jovanović, S., Kabaš, E., Vukojičić, S., Dajić Stevanović, Z. (2014): Nomenclatural revision of dry grassland syntaxa of the Central Balkan. *Tuexenia* 34:355-390.
- Ačić, S., Šilc, U., Petrović, M., Tomović, G., Zora Dajić Stevanović (2015): Classification, ecology and biodiversity of Central Balkandry grasslands. *Tuexenia* 35:329-353.
- Ačić, S., Dengler, J., Biurrun, I., Becker, T., Becker, U., Berastegi, A., Boch, S., Dembicz, I., García-Mijangos, I., Guarino, R., Janišová, M., Jandt, U., Magnes, M., Marcenò, C., Palpurina, S., Polyakova, M., Vasheniak, Y., Vassilev, K., Velez, V., Stojanović, V., Lazarević, P., Kristivojević Čuk, M., Dajić Stevanović, Z. (2017): Biodiversity patterns of dry grasslands at the meeting point of Central Europe and the Balkans: Impressions and first results from the 9th EDGG Field Workshop in Serbia. *Bulletin of the Eurasian Dry Grassland Group* 34:19-31.
- Allen, S.E., Grimshaw, H. M., Parkinson, J. A., Quarmby, C. (1974): *Chemical analysis of ecological materials*. Blackwell Science, Oxford.
- Alzarah, M. B. I., Hassaballa, A. A., Salih, A. (2021): Spatial analysis of rangeland's vegetation intensity as related to selected physical soil variables over ABQAIQ municipality of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences* 28:1336-1347.
- Ammann, C., Spirig, C., Leifeld, J., Neftel, A. (2009): Assessment of the nitrogen and carbon budget of two managed temperate grassland fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133:150-162.
- Angers, D.A., Caron, J. (1998): Plant-induced changes in soil structure: processes and feedbacks. *Biogeochemistry* 42:55-72.
- Антоновић Г., Никодијевић В., Танасијевић Ђ., Војиновић Љ., Павићевић Н., Алексић Ж., Филиповић Ђ., Јеремић М. (1974): Земљишта басена Тимока. Центар за пољопривредна истраживања, Институт за проучавање земљишта, Београд.
- Антоновић Г. М., Мрвић В.В. (2008). Земљишта слива Нишаве. Институт за земљиште, Београд.
- Armas-Herrera, C. M., Badía-Villas, D., Mora, J. L., Gómez, D. (2020): Plant-topsoil relationships underlying subalpine grassland patchiness. *Science of The Total Environment* 712: 134483.
- AssileV, K. (2012): Grassland vegetation on calcareous terrains west of Sofia. PhD thesis. Institute of biodiversity and ecosystem research, Bulgarian Academy of Science, Sofia.
- Bahrami, B., Ghorbani, A., Jafari, M., Rezanezhad, F., Esmali, A. (2017): Investigation of relation vegetation and some soil physico-chemical characteristics in three rangeland habitats. *Open Journal of Ecology* 7:336-347.
- Barker, A.V., Pilbeam, D.J. (2006): *Handbook of Plant Nutrition*. Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York.
- Barth, J.G. (2020): Limestone and calcium in plants. At: *Soin de la Terre*. Retrieved.
- Baumann, E., Weiser, F., Chiarucci, A., Jentsch, A., Dengler, J. (2016): Diversity and functional composition of alpine grasslands along an elevational transect in the Gran Paradiso National Park (NW Italy). *Tuexenia* 36:337-58.
- Bell, C. W., Tissue, D. T., Loik, M. E., Wallenstein, M. D., Acosta-Martinez, V., Erickson, R. A.,

- & Zak, J. C. (2014): Soil microbial and nutrient responses to 7 years of seasonally altered precipitation in a Chihuahuan Desert grassland. *Global Change Biology* 20(5):1657-1673.
- Berendse, F., Elberse, W.T., (1990): Competition and nutrient availability in heathland and grassland ecosystems. In: Grace, J., Tilman, D. (Eds.), *Perspectives on plant competition*. Academic press, San Diego, California, pp. 93-116.
- Berendse, F.M.J.M., Oomes, M.J.M., Altena, H.J., Elberse, W.T. (1992): Experiments on the restoration of species-rich meadows in The Netherlands. *Biological conservation*: 62(1):59-65.
- Berglund, E.R., Ahyoud, A., Tayaa, M.H. (1980): Comparison of soil and infiltration properties of range and afforested sites in northern Morocco. *Forest Ecology and Management* 3:295-306.
- Beven, K. (1981): Micro-, meso-, macroporosity and channeling flow phenomena in soils. *Soil Science Society of America Journal* 45:1245-1245.
- Beven, K., Germann, P. (2013): Macropores and water flow in soils revisited. *Water Resources Research* 49:3071-3092.
- Bobbink, R., Willems, J.H. (1987): Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in Chalk grasslands: a threat to a species-rich ecosystem. *Biological Conservation* 40:301-314.
- Boldrin, D., Knappett, J.A., Leung, A.K., Brown, J.L., Loades, K.W., Bengough, A.G. (2022): Modifying soil properties with herbaceous plants for natural flood risk-reduction. *Ecological Engineering* 180:106668.
- Bolyen, E., Rideout, J. R., Dillon, M. R., Bokulich, N. A., Abnet, C. C., Al-Ghalith, G. A., Alexander, H., Alm, E. J., Arumugam, M., Asnicar, F., Bai, Y., Bisanz, J. E., Bittinger, K., Brejnrod, A., Brislawn, C. J., Brown, T.C., Callahan, B. J., Caraballo-Rodríguez, A.M., Chase, J., Cope E. K., Da Silva, R., Diner, C., Dorrestein, P. C., Douglas G. M., Caporaso, J. G. (2019): Reproducible, interactive, scalable and extensible microbiome data science using QIIME 2. *Nature biotechnology* 37:852-857.
- Бошњак, Ђ., Драговић, С., Хацић, В., Бабовић, Д., Костић, Н., Бурлица, Ч., Ђоровић, М., Пејковић, М., Михаиловић, Т.Д., Стојановић, С., Васић, Г., Стричевић, Р., Гајић, Б., Поповић, В., Шекуларац, Г., Нешић, Љ., Белић, М., Ђорђевић, А., Пејић, Б., Максимовић, Л., Карагић, Ђ., Лалић, Б., Арсенић, И. (1997): Методе истраживања и одређивања физичких својстава земљишта. Југословенско друштво за проучавање земљишта, Комисија за физику земљишта, Нови Сад.
- Блаженчић, Т., Вучковић, Р. (1983): Ксерофилна заједница *Convolvulo-Festucetum vallesiacae* prov. у околини Београда. *Екологија* 18(2):83- 92.
- Braakhekke, W.G., (1980): *On Coexistence: A Causal Approach to Diversity and Stability in Grassland Vegetation*. Agricultural Research Reports. Wageningen, The Netherlands.
- Braun-Blanquet, J. (1964): *Pflanzensoziologie Grundzuge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Wien.
- Bruun, H.H., Ejrnæs, R. (2000). Classification of dry grassland vegetation in Denmark. *Journal of Vegetation Science* 11(4):585-596.
- Bueno, C.G., Barrio, I.C., García-González, R., Alados, C.L., Gómez García, D. (2011): Assessment of wild boar rooting on ecological and pastoral values of alpine Pyrenean grasslands. *Pirineos* 166:51-67.
- Bulgarelli, D., Schlaeppli, K., Spaepen, S., Themaat, E.V.L., Schulze-Lefert, P. (2013): Structure and functions of the bacterial microbiota of plant. *Annual Review of Plant Biology* 64:807-38.
- Callahan, B.J., McMurdie, P.J., Rosen, M.J., Han, A. W., Johnson, A.J.A., Holmes, S.P. (2016): DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data. *Nature methods*

13(7):581-583.

- Caracciolo, A.B., Di Lenola M., Grenni, P. (2017): Ecosystem Services Provided By Soil Microorganisms. In: Lukac, M., Grenni, P., Gamboni, M. (Eds.), *Soil Biological Communities and Ecosystem Resilience*. Springer International Publishing, Zurich, Switzerland, pp. 9-24.
- Carter, M. (1993): *Soil sampling and methods of analysis*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Chandel, S., Hadda, M.S., Mahal, A.K. (2017): Soil quality assessment through minimum data set under different land uses of Submontane Punjab. *Communications in. Soil Science and Plant Analysis* 49:658-674.
- Chao, A., Chiu, C.H., Jost, L. (2016): Phylogenetic diversity measures and their decomposition: a framework based on Hill numbers. *Biodiversity Conservation and Phylogenetic Systematics* 14:141-172.
- Cheng, T., Hussain, Z., Li, Y., Yao, C., Li, M., Huang, Z. (2022): Fine root densities of grasses and perennial sugarcane significantly reduce stream channel erosion in southern China. *Journal of Environ Manage* 316:115279.
- Chytrý, M., Tichý, L., Holt, J., Botta-Dukat Z. (2002): Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science* 13:79-90.
- Chytrý, M., Hejcman, M., Hennekens, S.M., Schellberg, J. (2009): Changes in vegetation types and Ellenberg indicator values after 65 years of fertilizer application in the Rengen Grassland Experiment, Germany. *Applied Vegetation Science* 12(2):167-176.
- Chytrý, M. (2010) (Ed.): *Vegetace České republiky 1. Travinná a keříčková vegetace. Vegetation of the Czech Republic 1. Grassland and heathland vegetation*. Academia, Praha.
- Cingolani, A.M., Cabido, M.R., Renison, D., Solís Neffa, V. (2003): Combined effects of environment and grazing on vegetation structure in Argentine granite grasslands. *Journal of Vegetation Science* 14(2):223-232.
- Ćirić, M. (1984): *Pedologija*. Svjetlost, OOUR Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo.
- Ćirić, V.I., Drešković, N., Mihailović, D.T., Mimić, G., Arsenić, I., Đurđević, V., (2017): Which is the response of soils in the Vojvodina Region (Serbia) to climate change using regional climate simulations under the SRES-A1B? *Catena* 158:171-183.
- Cortois, R., De Deyn, G.B. (2012): The curse of the black box. *Plant and Soil* 350:27-33.
- Cousins, S.A. (2009): Extinction debt in fragmented grasslands: paid or not?. *Journal of Vegetation Science* 20(1):3-7.
- Crawley, M.J., Johnston, A.E., Silvertown, J., Dodd, M., De Mazancourt, C., Heard, M.S., Henman, D.F., Edwards, G.R. (2005): Determinants of species richness in the Park Grass Experiment. *The American Naturalist* 165:179-192.
- Csontos, P., Mucsi, M., Ragályi, P., Tamás, J., Kalapos, T., Pápay, G., Mjazovszky, Á., Penksza, K., Szili-Kovács, T. (2021): Standing Vegetation Exceeds Soil Microbial Communities in Soil Type Indication: A Procrustes Test of Four Salt-Affected Pastures. *Agronomy* 11:1652.
- Cupać, S., Đorđević, A., Jovanović, Lj. (2006a): Effect of decarbonation and land use on humus content and its nitrogen enrichment in rendzina soils. *Zemljište i biljka* 55:167-178.
- Cupać, S., Đorđević, A., Jovanović, Lj. (2006b): Soil structure of calcaric and non-calcaric rendzinas under forest, grassland and arable land. *Zemljište i biljka* 55:153-165.
- Cupać, S., Đorđević, A., Jovanović, Lj. (2006c): Soil texture of calcaric and non-calcaric rendzina soils in Serbia. *Zemljište i biljka*, 55: 141-151.
- Cupać, S., Đorđević, A., Jovanović, Lj. (2007a): Effect of land use on group and fractional



- composition of humus in Rendzina soils in Serbia. *Journal of Agricultural Sciences* 52:145-153.
- Cupać, S., Đorđević, A., Jovanović, Lj. (2007b): Elemental composition of humic acids of Rendzina soils in Serbia. *Zemljište i biljka* 56: 97-105.
- Cupać, S., Đorđević, A., Tomić, Z., Jovanović, Lj. (2007c): Humus group and fractional composition of Rendzina soils in Serbia. *Zemljište i biljka*, 56: 17-29.
- Cupać, S., Đorđević, A., Tomić, Z. (2008): The effect of decarbonation on humus composition in Serbian rendzina soils. *Zemljište i biljka* 57: 69-77.
- Dajić Stevanović, Z., Lazarević, D., Petrović, M., Ačić, S., Tomović, G. (2010): Biodiversity of natural grasslands of Serbia: state and prospects of utilization. *Biotechnology in Animal Husbandry* 26:235-247.
- Dajić Stevanović, Z., Kristivojević Ćuk, M., Dengler, J., Biurrun, I., Šošarić, I. (2015): Invitation to the 9th EDGG Field Workshop: Biodiversity patterns of dry grasslands at the meeting point of Central Europe and the Balkans Serbia, 2-9 July 2016. *Bulletin of the European Dry Grassland Group* 29:3-9.
- Degrune, F., Theodorakopoulos, N., Colinet, G., Hiel, M.P., Bodson, B., Taminiau, B., Daube, G., Vandenbol, M., Hartmann, M. (2017): Temporal dynamics of soil microbial communities below the seedbed under two contrasting tillage regimes. *Frontiers in Microbiology* 8:1127.
- Delgado-Baquerizo, M., Oliverio, A.M., Brewer, T.E., Benavent-González, A., Eldridge, D.J., Bardgett, R.D., Maestre, F.T., Singh, B. K., Fierer, N. (2018): A global atlas of the dominant bacteria found in soil. *Science* 359:320-5.
- Deng, L., Zhang, Z., & Shangguan, Z. (2014): Long-term fencing effects on plant diversity and soil properties in China. *Soil and Tillage Research* 137:7-15.
- Deng, L., Wang, K., Li, J., Zhao, G., Shangguan, Z. (2016a): Effect of soil moisture and atmospheric humidity on both plant productivity and diversity of native grasslands across the Loess Plateau, China. *Ecological Engineering* 94:525-531.
- Deng, L., Yan, W., Zhang, Y., Shangguan, Z. (2016b): Severe depletion of soil moisture following land-use changes for ecological restoration: Evidence from northern China. *Forest Ecology and Management* 366:1-10.
- Dengler, J., Boch, S., Filibeck, G., Chiarucci, A., Dembicz, I., Guarino, R., Henneberg, B., Janišová, M., Marcenò, C., Naqinezhad, A., Polchaninova, N.Y., Vassilev, K., Biurrun, I. (2016): Assessing plant diversity and composition in grass - lands across spatial scales: the standardised EDGG sampling methodology. *Bulletin of the Eurasian Dry Grassland Group* 32:13-30.
- Dengler, J., Tischew, S. (2018): Grasslands of Western and Northern Europe – between intensification and abandonment. In: Squires VR, Dengler J, Feng H, Hua L (Eds.), *Grasslands of the world: diversity, management and conservation*. CRC Press, Boca Raton, US, pp. 27-63.
- Dengler, J., Biurrun, I., Boch, S., Dembicz, I., Török, P. (2020): Grasslands of the Palaearctic biogeographic realm: introduction and synthesis. In: Goldstein, M.I., DellaSala, D.A., DiPaolo, D.A. (Eds.), *Encyclopedia of the world's biomes, Volume 3: Forests – trees of life. Grasslands and shrublands – sea of plants*. Elsevier, Amsterdam, NL, pp. 617-637.
- Dingaen, M.N.V., Tsubo, M., Walker, S., Newby, T. (2017): Soil chemical properties and plant species diversity along a rainfall gradient in semi-arid grassland of South Africa. *Plant Ecology and Evolution* 150 (1): 35-44.
- Диклић, Н., Николић, В. (1972): О неким ливадским заједницама из Ђердапске клисуре. *Гласник Природњачког музеја у Београду* 27:201-212.

- Dölarslan, M., Gül, E., Erşahin S. (2017): Relationships between soli properties and plant diversity in semiarid grassland. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 5(7):800-806.
- Đorđević, A. (1996): Genesis, clasification and properties of soils of Rajac calcareous massif as basis for their rational utilization. *Review of Research Work at the Faculty og Agriculture* 41:69-80.
- Đorđević, A. (2001): Content of exchangeably adsorbed cations in calcareous black soils of Rajac. *Zemljište i biljka* 50:143-151.
- Đorđević, A. (2002a): Mobile nickle content in calcareous black soils og Rajac. *Journal of Agricultural Sciences* 47:29-35.
- Đorđević, A. (2002b): Plasticity of calcareous black soils of Rajac. *Zemljište i biljka* 51: 79-86.
- Đorđević, A. (2005): Particle distribution of calcareous black soils (calcomelanosols) in the area of Rajac. *Zemljište i biljka* 54:167-172.
- Ђорђевић, А., Радмановић С. (2018): Педологија. Универзитет у Београду– Пољопривредни факултет, Београд-Земун.
- Ђорђевић, В., Ђорђевић, П., Миловановић, Д. (1991). Основи петрологије. Издавачко предузеће Наука, Београд.
- Duckworth, J.C., Bunce, R.G.H., Malloch, A.J.C. (2000): Vegetation-environment relationships in Atlantic European calcareous grasslands. *Journal of Vegetation Science* 11:15-22.
- Durn, G. (2003): Terra rossa in the Mediterranean region: parent materials, composition and origin. *Geologia Croatica*, 56(1):83-100.
- Egli, M., Poulencard, J., (2016): Soils of mountainous landscapes. In: Richardson, D., Castree, N., Goodchild, M.F., Kobayashi, A., Liu, W., Marston, R.A. (Eds.), *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*. Wiley & Sons, Oxford United Kingdom, pp. 1e-10e.
- Enger H., Riehm H. (1958): Die Ammoniumlaktatessigsäure- Methode zur Bestimmung der leichtlöslichen Phosphorsäure in Karbonathaltigen Böden. *Agrochimicae* 3(1):49-65.
- Ertsen, A.C.D., (1998): Ecohydrological response modelling. PhD thesis. Univerity Utrecht, Netherlands.
- FAO. (2006): Guidelines for soil description. 4<sup>th</sup> edition. Rome.
- FAO. (2015): Understanding Mountain Soils: A contribution from mountain areas to the International Year of Soils 2015. By Romeo, R., Vita, A., Manuelli, S., Zanini, E., Freppaz, M., Stanchi, S. Rome.
- Fierer, N., Bradford, M.A., Jackson, R.B. (2007): Toward an ecological classification of soil bacteria. *Ecology* 88(6):1354-1364.
- Fierer, N., Leff, J. W., Adams, B. J., Nielsen, U. N., Bates, S. T., Lauber, C.L., Owens, S., Gilbert J.A., Wall, A.H. Caporaso, J. G. (2012). Cross-biome metagenomic analyses of soil microbial communities and their functional attributes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(52):21390-21395.
- Fischer, C., Tischer, J., Roscher, C., Eisenhauer, N., Ravenek, J., Gleixner, G., Attinger, S., Jensen, B., de Kroon, H., Mommer, L., Scheu, S., Hildebrandt, A. (2015): Plant species diversity affects infiltration capacity in an experimental grassland through changes in soil properties. *Plant Soil* 397:1-16.
- Florea, N., Munteanu, I. (2000): Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor. Editura Universităţii

„Alexandru Ioan Cuza“, Iași.

- Francioli, D., Schulz, E., Buscot, F., Reitz, T. (2018): Dynamics of soil bacterial communities over a vegetation season relate to both soil nutrient status and plant growth phenology. *Microbial Ecology* 75:216-227.
- Francioli, D., Lentendu, G., Lewin, S., Kolb, S. (2021): DNA Metabarcoding for the Characterization of Terrestrial Microbiota—Pitfalls and Solutions. *Microorganisms* 9(2):361.
- Franzluebbers, A.J. (2002): Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. *Soil and Tillage Research* 66:197-205.
- Fu, Z., Wang, F., Lu, Z., Zhang, M., Zhang, L., Hao, W., Zhao, L., Jiang, Y., Gao, B., Chen, R., Wang, B. (2022): Community differentiation and ecological influencing factors along environmental gradients: Evidence from 1200 km belt transect across Inner Mongolia grassland, China. *Sustainability* 14(1):361.
- Fuentes, B., Choque, A., Gómez, F., Alarcón, J., Castro-Nallar, E., Arenas, F., Contreras, D., Mörchen, R., Amelung, W., Knief, C., Moradi, G., Klumpp, E., Saavedra, C.P., Prietzel, J., Klysubun, W., Remonsellez, F., Bol, R. (2022). Influence of physical-chemical soil parameters on microbiota composition and diversity in a deep hyperarid core of the atacama desert. *Frontiers in Microbiology* 12:4332.
- Fujita, Y., de Ruiter, P.C., Wassen, M. J., Heil, G.W. (2010): Time-dependent, species-specific effects of N:P stoichiometry on grassland plant growth. *Plant and Soil* 334:99-112.
- Gajić, B., Živković, M. (2006a): Aggregate composition and stability of structural aggregates of non-calcareous rendzinas in eastern Serbia. *Journal of Agricultural Sciences* 51:141-150.
- Gajić, B., Živković, M., Dugalić, G. (2006b): Aggregate composition and stability of structural aggregates in humus of forest, pasture and arable field Rendzinas. *Zemljište i biljka* 55:119-130.
- Геолошки информациони системи Србије (ГеолИСС). (2023): Основна геолошка карта - лист број К34-8, лист број К34-20, лист број К34-21, лист број К34-33. Министарство рударства и енергетике Републике Србије. <https://geoliss.mre.gov.rs/>
- Gams, I. (1974): *Karst Ljubljana*. Slovenska matica, Ljubljana.
- Gams, I. (2003): *Karst in Slovenia in Space and Time*. Založba ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana.
- Gans, J., Wolinsky, M., Dunbar, J. (2005): Computational improvements reveal great bacterial diversity and high metal toxicity in soil. *Science* 309:1387-90.
- García-González, R., Gómez García, D. (2014): Cambios del valor eco-pastoral tras ausencia de pastoreo en pastos de Bromion y Nardion del Pirineo central. 53<sup>a</sup> Reunión Científica de la SEEP (9-12 junio 2014) Pastos y PAC, pp. 25-32.
- García-Mijangos, I., Berastegi, A., Biurrun, I., Dembicz, I., Janišová, M., Kuzemko, A., Vynokurov, D., Ambarlı, D., Etayo, J., Filibeck, G., Jandt, U., Natcheva, R., Yildiz, O., Dengler, J. (2021): Grasslands of Navarre (Spain), focusing on the Festuco-Brometea: classification, hierarchical expert system and characterization. *Vegetation Classification and Survey* 2:195-231.
- Gibson, D. J. (2009): *Grasses and grassland ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- Goldfarb, K.C., Karaoz, U., Hanson, C.A., Santee, C.A., Bradford, M.A., Treseder, K.K., Wallenstein M.D., Brodie, E.L. (2011): Differential growth responses of soil bacterial taxa to carbon substrates of varying chemical recalcitrance. *Frontiers in microbiology* 2:94.
- Grabherr G., Messerli B. (2011): An Overview of the World's Mountain Environments. In: Austrian MAB Committee (Ed.), *Biosphere reserves in the mountains of the world, excellence in the clouds?* Austrian Academy of Science Press, Vienna.

- Gračanin, M. (1945): Mali pedološki praktikum. Poljoprivredna naklada, Zagreb.
- Griffiths, R.I., Thomson, B.C., James, P., Bell, T., Bailey, M., Whiteley, A.S. (2011): The bacterial biogeography of British soils. *Environmental microbiology* 13(6):1642-1654.
- Grime, J.P., (1979): *Plant Strategies and Vegetation Processes*. John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom.
- Han, X., Li, Y., Du, X., Li, Y., Wang, Y., Jiang, S., Li, Q. (2020): Effect of grassland degradation on soil quality and soil biotic community in a semi-arid temperate steppe. *Ecological Processes* 9:63.
- Hautier, Y., Niklaus, P.A., Hector, A. (2009): Competition for light causes plant biodiversity loss after eutrophication. *Science* 324:636-638.
- Haynes, R.J., Naidu, R. (1998): Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient Cycling Agroecosystems* 51:123-137.
- Hejzman, M., Klaudivová, M., Schellberg, J., Honsová, D. (2007a): The rengen grassland experiment: plant species composition after 64 years of fertilizer application. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 122:259-266.
- Hejzman, M., Klaudivová, M., Štursa, J., Pavlů, V., Schellberg, J., Hejzmanová, P., Hakl, J., Rauch, O., Vacek, S. (2007b): Revisiting a 37 years abandoned fertilizer experiment on *Nardus* grassland in the Czech Republic. *Agriculture, ecosystems & environment* 118(1-4):231-236.
- Hillel, D. (2004): *Introduction to Environmental Soil Physics*. Elsevier, Amsterdam.
- Hobohm, C., Bruchmann, I. (2009): Endemische Gefäßpflanzen und ihre Habitate in Europa – Plädoyer für den Schutz der Grasland-Ökosysteme. *Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft* 21: 142-161.
- Hölzel, N., Otte, A. (2003): Restoration of a species-rich flood meadow by topsoil removal and diaspore transfer with plant material. *Applied Vegetation Science* 6(2):131-140.
- Horvat, I., Glavač, V., Ellenberg, H. (1974): *Vegetation Südosteuropas*. Gustav Fischer, Stuttgart, Germany, pp. 768.
- <https://rruff.info/>
- <https://www.emplantbase.org/home.html>
- Hu, Z., Li, S., Guo, Q., Niu, S., He, N., Li, L., Yu, G. (2016): A synthesis of the effect of grazing exclusion on carbon dynamics in grasslands in China. *Global Change Biology* 22:1385-1393.
- Husnjak, S., Mesarić, M., & Mesić, M. (2014): Determination of soil temperature regimes in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 79(3):139-143.
- IUSS Working Group WRB. (2022): *World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4<sup>th</sup> edition*. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.
- Janišová, M. (2005): Vegetation-environment relationships in dry calcareous grassland. *Ekológia (Bratislava)* 24(1):25-64.
- Janišová, M., Hájková, P., Hegedúšová, K., Hrivnák, R., Kliment, J., Micháľková, D., Ruzičková, H., Rezníčková, M., Tichý, L., Škodová, I., Uhliarová, E., Ujházy, K., Zaliberová, M. (2007): *Travnobylinná vegetácia Slovenska – elektronický expertný systém na identifikáciu syntaxónov*. (Grassland vegetation of Slovakia – electronic expert system for syntaxa identification). Botanický ústav SAV, Bratislava.

- Janišová, M., Bartha, S., Kiehl, K., Dengler, J. (2011): Advances in the conservation of dry grasslands: Introduction to contributions from the seventh European Dry Grassland Meeting, *Plant Biosystems* 145:507-513.
- Jansen, A.M., Roelofs, J.G. (1996): Restoration of *Cirsio-Molinietum* wet meadows by sod cutting. *Ecological Engineering* 7(4):279-298.
- Janssens, F., Peeters, A., Tallowin, J.R.B., Bakker, J.P., Bekker, R.M., Fillat, F., Oomes, M.J.M. (1998): Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and soil* 202:69-78.
- Jávorka, S., Csapody, V. (1991); *Iconographiae florum partis Austro-orientalis Europae centralis*. Akademiai Kiado, Budapest.
- Joos, L., Beirinckx, S., Haegeman, A., Debode, J., Vandecasteele, B., Baeyen, S., Goormachtig, S., Clement, L., De Tender, C. (2020): Daring to be differential: metabarcoding analysis of soil and plant-related microbial communities using amplicon sequence variants and operational taxonomical units. *BMC genomics* 21(1):1-17.
- Јовановић-Дуњић, Р. (1955): Типови пашњака и ливада Суве Планине [Pasture and meadow types of the SuvaPlanina Mt.]. *Зборник радова Института за екологију и биогеографију* 6(2):1-104.
- Јовановић-Дуњић, Р. (1956): Типови пашњака и ливада на Ртњу [Pasture and meadow types of the Rtanj Mt. ]. *Зборник радова Института за екологију и биогеографију* 6(1):1-45.
- Јовановић-Дуњић Р. (1983): Биљногеографски односи заједница планинских пашњака степског типа ("планинске степе") у Србији. *Македонска академија наука и уметности* 4(1-2):93-102.
- Јосифовић, М. (1970-1977): *Флора СР Србије*. Српска Академија науке и уметности, Београд.
- Каџински N.A. (1958): *Fizika počvi. č. II, Vodno-fizičeski svojstva i režimi počv*. Izdatelstvo "Visšaja škola", Moskva.
- Killham, K., Prosser, J.I. (2007): The Prokaryotes. In: Paul, E. (Ed.), *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. Academic Press, Cambridge, Massachusetts, US pp.119-144.
- Klika J. (1931): Studien über die xerotherme Vegetation Mitteleuropas I. Die Pollaeur Berge im südlichen Mähren. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Dresden* 47:343-398.
- Klimek, S., Kemmermann, A. R., Hofmann, M., Isselstein, J. (2007): Plant species richness and composition in managed grasslands: The relative importance of field management and environmental factors. *Biological Conservation* 134:559-570.
- Koerselman, W., Bakker, S. A., Blom, M. (1990): Nitrogen, phosphorus and potassium budgets for two small fens surrounded by heavily fertilized pastures. *The Journal of Ecology* 428-442.
- Koerselman, W., Meuleman, A.F.M., (1996): The vegetation N:P ratio: a new tool to detect the nature of nutrient limitation. *Journal of Applied Ecology* 33:1441-1450.
- Кojić, М., Mrfat-Vukelić, S., Dajić, Z., Ђorđević-Milošević, S. (2004): Livade i pašnjaci Srbije. *Instut za istraživanja u polju* Кнежевић, М., Кошанин, О. (2004): Земљишта у заједницама планинске букве на кречњацима планине Озрен. *Шумарство* 3:87-95.
- Кojiћ, М., Поповић, Р., Караџић. Б. (1998): Синтаксономски преглед вегетације Србије. *Институт за биолошка истраживања "Синиша Станковић"*, Београд.
- Корећ, М., Zarzycki, J., Gondek, K. (2010): Species diversity of submontane grasslands: effects of topographic and soil factors. *Polish Journal of Ecology* 58(2):285-295.
- Кнежевић, М., Кошанин, О. (2004): Земљишта у заједницама планинске букве на

кречњацима планине Озрен. Шумарство 3:87-95.

- Кнежевић, М., Кошанин, О. (2009): Генеза и особине земљишта А-Р стадије у шумским екосистемима НП “Тара”. Гласник Шумарског факултета, Београд 99:75-90.
- Kranjc, A. (1980): The Karst development in “Ribniška Mala Gora” (Slovenia, Yugoslavia). *Acta Carsologica* 9:27-85.
- Küfmann, C. (2003): Soil types and eolian dust in high-mountainous karst of the Northern Calcareous Alps (Zugspitzplatt, Wetterstein Mountains, Germany). *Catena* 53:211-227.
- Kumar, U., Saqib, H.S.A., Islam, W., Prashant, P., Patel, N., Chen, W., Yang, F., You, M., He, W (2022): Landscape composition and soil physical–chemical properties drive the assemblages of bacteria and fungi in conventional vegetable fields. *Microorganisms* 10(6): 1202.
- Kuramae, E.E., Yergeau, E., Wong, L.C., Pijl, A.S., van Veen, J.A., Kowalchuk, G.A. (2012): Soil characteristics more strongly influence soil bacterial communities than land-use type. *FEMS Microbiology Ecology* 79(1):12-24.
- Kuzemko, A. A., Becker, T., Didukh, Y. P., Ardelean, I. V., Becker, U., Beldean, M., Dolnik, C., Jeschke, M., Naqinezhad, A., Uğurlu, E., Ünal, A., Vassilev, K., Vorona, E. I., Yavorska, O. H., Dengler, J. (2014). Dry grassland vegetation of central Podolia (Ukraine) - A preliminary overview of its syntaxonomy, ecology and biodiversity. *Tuexenia* 34:391-430.
- Лакушић, Д., Сабовљевић, М. (2005): Фитоценолошка класификација станишта. У: Лакушић, Д. (Ур.), Станишта Србије, Резултати пројекта „Хармонизација националне номенклатуре у класификацији станишта са стандардима међународне заједнице“, Институт за Ботанику и Ботаничка Башта „Јевремовац“, Биолошки факултет, Универзитет у Београду, Министарство за науку и заштиту животне средине Републике Србије. Београд, Србија. [http://habitat.bio.bg.ac.rs/nacionalne\\_klasifikacije\\_stanista.htm](http://habitat.bio.bg.ac.rs/nacionalne_klasifikacije_stanista.htm)
- Lasanta, T., (2010): Pastoreo en áreas de montaña: estrategias e impactos en el territorio. *Estudios Geográficos* 268:203-233.
- Lauber, C.L., Hamady, M., Knight, R., Fierer, N. (2009). Soil pH as a predictor of soil bacterial community structure at the continental scale: a pyrosequencing-based assessment. *Applied and Environmental Microbiology*.
- Lazarević, P., Mitrović, V., Zlatković, B. (2007): Flora and vegetation of the Sićevo and Jelašnica gorges. In: Trajković, S., Branković, S. (Eds.), Sićevo and Jelašnica gorges environment status monitoring. Institute for Nature Conservation of Serbia; Faculty of Civil Engineering and Architecture Niš, pp 27-37.
- Lazarević, D., Stošić, M. (2009): Country Pasture Forage Resource Profiles. Republic Serbia. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/serbia/serbia.htm>
- Lindsay, W.L., Norvell, W. (1978): Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42(3):421-428.
- Loba, A., Sykuła, M., Kierczak, J., Łabaz, B., Bogacz, A., Waroszewski, J. (2020): In situ weathering of rocks or aeolian silt deposition: key parameters for verifying parent material and pedogenesis in the Opawskie Mountains—a case study from SW Poland. *Journal of Soils and Sediments* 20:435-451.
- Lu, X., Dong, Y., Tu, C. (2016): Soil temperature regime in Guizhou Province relative to assessment method. *Acta Pedologica Sinica* 53:401-410.
- Lyu, X., Li, X., Gong, J., Wang, H., Dang, D., Dou, H., Li, S., Liu, S. (2020): Comprehensive grassland degradation monitoring by remote sensing in Xilinhot, Inner Mongolia, China. *Sustainability* 12:3682.

- Mandal, A., Toor, A.S., Dhaliwal, S.S. (2018): Effect of land-uses on physico-chemical properties and nutrient status of surface (0-15 cm) and sub-surface (15-30 cm) layers in soils of South-Western Punjab, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7:2659-2671.
- Marquard, E., Weigelt, A., Temperton, V.M., Roscher, C., Schumacher, J., Buchmann, N., Fischer, M., Weisser, W.W., Schmid, B. (2009): Plant species richness and functional composition drive overyielding in a 6-year grassland experiment. *Ecology* 90:3290-3302.
- Martignier L., Nussbaumer M., Adette T., Gobat J.M., Verrecchia E.P. (2015): Assessment of locally-sourced loess system in Europe: the Swiss Jura Mountains. *Aeolian Res* 28:11-21.
- Маркоски М. (2013): Генеза и својства на почвите образувани врз варовници и доломити во Република Македонија. Факултет за земјоделски науки и храна, УКИМ, Скопје.
- Mason J.A., Jacobs P.M., Gruley K.E., Reyerson P., Hanson P.R. (2016): Parent material influence on soil response to vegetation change, Southeastern Minnesota, U.S.A. *Geoderma* 275:1-17.
- Matevski, V., Čarni, A., Čušterevska, R., Kostadinovski, M., Mucina, L. (2018): Syntaxonomy and biogeography of dry grasslands on calcareous substrates in the central and southern Balkans. *Applied Vegetation Science* 21(3):488-513.
- McCune, B., Mefford, M. J. (1999): PC-ORD. Multivariate analysis of Ecological Data, Version 5.0 for Windows, MjM Software Design. Gleneden Beach.
- Merunková, K., Chytrý, M. (2012): Environmental control of species richness and composition in upland grasslands of the southern Czech Republic. *Plant Ecology* 213:591-602.
- Merunková, K., Preislerová, Z., Chytrý, M. (2014): Environmental drivers of species composition and richness in dry grasslands of northern and central Bohemia, Czech Republic. *Tuexenia* 34(1):447-466.
- Middleton, B.A. (2013): Rediscovering traditional vegetation management in preserves: Trading experiences between cultures and continents. *Biological Conservation* 158:271-279.
- Miechówka, A., Drewink, M. (2018): Rendzina soils in the Tatra Mountains, central Europe: a review. *Soil Science Annual* 69:88-100.
- Mihailović, D.T., Drešković, N., Arsenić, I., Ćirić, V., Djurdjević, V., Mimić, G., Pap, I., Balaž I. (2016): Impact of climate change on soil thermal and moisture regimes in Serbia: An analysis with data from regional climate simulations under SRES-A1B. *Science of The Total Environment* 571:398-409.
- Mineev, V.G., Syvchev V.G., Amelyanchik O.A., Bolysheva, T.N., Gomonova, N.F., Durygina, E.P., Egorov, V.S., Egorova, E.V., Edemskaya, N.L., Karpova, E.A., Prizhukova, V.G., 2001. *Practical Course on Agrochemistry*. Moscow State University, Moscow.
- Миљковић, Н. (1972): Рендзине и парарензине. У: Живковић, Б. (Ур.), Земљишта Војводине, Институт за пољопривредна истраживања. Нови Сад, Србија пп. 115-118.
- Михеев, В.И. (1957): Рентгенометрический определитель минералов. Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, Москва, стр 862. (Russian)
- Moeslund, J.E., Arge, L., Bøcher, P.K., Dalgaard, T., Ejrnæs, R., Odgaard, M.V. Svenning, J. C. (2013): Topographically controlled soil moisture drives plant diversity patterns within grasslands. *Biodiversity and Conservation* 22:2151-2166.
- Moore, D.R.J., Keddy, P.A., (1989): Relationship between species richness and standing crop in wetlands: the importance of scale. *Vegetatio* 79:99-106.

- Mucina, L., Bültmann, H., Dierssen, K., Theurillat, J-P., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., Gavilán García, R., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniëls, F.J.A., Bergmeier, E., Santos Guerra, A., Ermakov, N., Valachovič, M., Schaminée, J.H.J., Lysenko, T., Didukh Y.P., Pignatti, S., Rodwell, J.S., Capelo, J., Weber H.E., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S.M., Tichý, L. (2016): Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science* 19:3-264.
- Nadal-Romero, E., Otal-Laín, I., Lasanta, T., Sánchez-Navarrete, P., Errea, P., Cammeraat, E. (2018): Woody encroachment and soil carbon stocks in subalpine areas in the Central Spanish Pyrenees. *Science of the Total Environment* 636:727-736.
- Nannipieri, P., Ascher-Jenull, J., Ceccherini, M.T., Pietramellara, G., Renella, G., Schloter, M. (2020): Beyond microbial diversity for predicting soil functions: A mini review. *Pedosphere* 30: 5-17.
- Natural Resources Conservation Service, (2004): Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report, No. 42, Version 4.0, U.S. Govt. Print. Office, Washington, DC.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E. (1982): Carbonate and gypsum. In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy, Madison.
- Němeček J., Kozak J. (2002): The Czech taxonomic soil classification system and the harmonization of soil maps. In: Soil. E. Micheli, F. O. Nachtergaele, R.J.A. Jones and Montanarella, L. (Eds.), *Soil Classification 2001*. European Soil Bureau Research Report No.7, EUR 20398 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Nesme, J., Achouak, W., Agathos, S.N., Bailey, M., Baldrian, P., Brunel, D., Frostegård, Å., Heulin, T., Jansson, J.K., Jurkevitch, E., Kruus, K.L., Kowalchuk, G.A., Lagares, A., Lappin-Scott, H.M., Lemanceau, P., Le Paslier, D., Mandic-Mulec, I., Murrell, J.C., Myrold, D.D., Nalin, R., Nannipieri, P., Neufeld, J.D., O'Gara, F., Parnell, J.J., Pühler, A., Pylro, V., Ramos, J.L., Roesch, L.F.W., Schloter, M., Schleper, C., Sczyrba, A., Sessitsch, A., Sjöling, S., Sørensen, J., Sørensen, S.J., Tebbe, C.C., Topp, E., Tsiamis, G., van Elsas, J.D., van Keulen, G., Widmer, F., Wagner, M., Zhang, T., Zhang, X., Zhao, L., Zhu, Y-G., Vogel, T.M., Simonet, P. (2016): Back to the future of soil metagenomics. *Frontiers in microbiology* 7:73.
- Никетић. М. (1986): Фитогеографске карактеристике Јелашничке клисуре код Ниша. Универзитет у Београду, ПМФ, Београд.
- Ogorelec, B., Rothe, P. (1993): Mikrofazies, Diagenese und Geochemie des Dachsteinkalkes und Hauptdolomits in Süd-West-Slowenien. *Geologija* 35:81-181.
- Oksanen J, Simpson G, Guillaume B, Kindt R, Legendre P, Minchin P, O'Hara R.B., Solymos P, Henry M, Stevens M, Szoecs E, Wagner H, Barbour M, Bedward M, Bolker B, Bor-card D, Carvalho G, Chirico M, De Caceres M, Durand S, Evangelista H, FitzJohn R, Friendly M, Furneaux B, Hanni-gan G, O. Hill M, Lahti L, McGlenn D, Ouellette M-H [aut], Cunha E, Smith T, Stier A, Ter Braak C, Weedon J. Cran.r-project. [Internet] [publisher unknown, place unknown]; [cited 2022 Sep 22]. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>
- Oloff, H., Berendse, F., De Visser, W. (1994): Changes in nitrogen mineralization, tissue nutrient concentrations and biomass compartmentation after cessation of fertilizer application to mown grassland. *Journal of Ecology* 611-620.
- Orgiazzi, A., Bardgett, R.D., Barrios, E. (2016): *Global soil biodiversity atlas*. European Commission, Luxembourg.
- Osborne, C.A., Zwart, A.B., Broadhurst, L.M., Young, A.G., Richardson, A.E. (2011): The influence of sampling strategies and spatial variation on the detected soil bacterial communities



under three different land-use types. *FEMS Microbiology Ecology* 78(1):70-79.

- Palpurina, S., Wagner, V., von Wehrden, H., Hájek, M., Horsák, M., Brinkert, A., Hölzel, N., Wesche, K., Kamp, J., Hájková, P., Danihelka, J., Lustyk, P., Merunková, K., Preislerová, Z., Kočí, M., Kubešová, S., Cherosov, M., Ermakov, N., German, D., Gogoleva, P., Lashchinsky, N., Martynenko, V., Chytrý, M. (2017): The relationship between plant species richness and soil pH vanishes with increasing aridity across Eurasian dry grasslands. *Global Ecology and Biogeography* 26(4):425-434.
- Patzelt, A., Wild, U., Pfadenhauer, J. (2001): Restoration of wet fen meadows by topsoil removal: vegetation development and germination biology of fen species. *Restoration ecology* 9(2):127-136.
- Pavlović, P., Kosrić, N., Karadžić, B., Mitrović, M. (2017): The soils of Serbia. World Soils book Series. Springer, Dordrecht.
- Pedashenko, H., Apostolova, i., Boch, S., Ganeva, A., Janišová, M., Sopotlieva, D., Todorova, S., Ünal, A., Vassilev, K., Velez, n., Dengler, J. (2013): Dry grasslands of NW Bulgarian mountains: first insights into diversity, ecology and syntaxonomy. *Tuexenia* 33:309-346.
- Peiffer, J.A., Spor, A., Koren, O., Jin, Z., Green Tringe S., Dangl, J.L., Buckler, E.S., Ley, R.E. (2013): Diversity and heritability of the maize rhizosphere microbiome under field conditions. *Proceedings of the National Acadademy of Sciences* 110(16):6548-53.
- Pelišek, J. (1964): *Lesnicke puzoznalstvi*. SZN, Praha.
- Périé, C., Ouimet, R. (2008): Organic carbon, organic matter and bulk density relationships in boreal forest soils. *Canadian Journal of Soil Science* 88:315-325.
- Pieri, C.J.M.G. (1992): *Fertility of soils: A future for farming in the West African Savannah*. Springer-Verlag, Berlin.
- Pignatti, S., Menegoni, P., Pietrosanti, S. (2005): Biondicazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia. *Braun-Blanquetia* 39:1-97.
- Pleničar, M., Dozet, S. (1994): Contribution to the knowledge of upper cretaceous beds in Kočevje and Gorski Kotor area (NW Dinarides). *Geologija* 36:183-194.
- Quast, C., Pruesse, E., Yilmaz, P., Gerken, J., Schweer, T., Yarza, P., Peplies, J., Glöckner, F. O. (2012). The SILVA ribosomal RNA gene database project: improved data processing and web-based tools. *Nucleic acids research* 41(D1):D590-D596.
- Radmanović, S., Đorđević, A., Nikolić, N. (2015a): Influence of environmental conditions on carbon and nitrogen content in Serbian Rendzina soils. *Archives for Technical Sciences* 12:67-72.
- Radmanović, S., Đorđević, A., Nikolić, N. (2015b): Humification degree of Rendzina soil humic acids influenced by carbonate leaching and land use. *Journal of Agricultural Sciences* 60:443-453.
- Radmanović, S., Životić, Lj., Nikolić, N., Đorđević, A. (2017): Classification of Rendzina soils in Serbia according to the WRB system. In: Belić, M., Nešić, Lj., Ćirić V., Mačkić K. (Eds.), *Proceedings of the II International and XIV National Congress of Soil Science Society of Serbia "NSoil2017"*. Novi Sad, Srbija, pp. 1-9.
- Radmanović, S., Gajić-Kvašćević, M.D., Mrvić, V., Đorđević, A. (2020): Characteristics of Rendzina soils in Serbia and their WRB clasification. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)* 65:251-261.
- Radmanović, S., Đorđević, A. (2021): Temperature and moisture regimes of Rendzina soil in

- Serbia according to the USDA soil taxonomy system. In: Gajić, B., Životić Lj., Lipovac A. (Eds.), Book of proceedings, 3<sup>rd</sup> International and 15<sup>th</sup> National Congress, Soil for future under global challenges. Serbian Society of Soil Science; University of Belgrade, Faculty of Agriculture. Sokobanja, Serbia, pp. 143-153.
- Ранђеловић, Н., Ружић, М (1983): Пашњачка серпентинска вегетација југоисточне Србије (асоцијација *Festuco-Plantaginetum serpentini* Randelović et Ružić 1982). Гласник природњачког музеја у Београду 38:55-61.
- Ранђеловић, Н., Ружић, М. (1986): Пашњачка доломитска вегетација југоисточне Србије. Екологија 21(2):75-91.
- Rasran, L., Vogt, K., Jensen, K. (2007): Effects of topsoil removal, seed transfer with plant material and moderate grazing on restoration of riparian fen grasslands. Applied Vegetation Science 10(3):451-460.
- Ravenek, J.M., Bessler, H., Engels, C., Scherer-Lorenzen, M., Gessler, A., Gockele, A., De Luca, E., Temperton, V.M., Ebeling, A., Roscher, C., Schmid, B., Weisser, W.W., Wirth, C., de Kroon, H., Weigelt, A., Mommer, L. (2014): Long-term study of root biomass in a biodiversity experiment reveals shifts in diversity effects over time. Oikos 123(12):1528-1536.
- Retallack, G.J. (2008): Soils of the Past—An Introduction to Paleopedology. John Wiley & Sons, New York.
- Richardson, J.B., Petrenko, C. L., Friedland, A.J. (2017): Base cations and micronutrients in forest soils along three clear-cut chronosequences in the northeastern United States. Nutrient Cycling in Agroecosystems 109:161-179.
- Rodrigo-Comino, J., Novara A., Gyasi-Agyei, Y., Terol, E., Cerda, A. (2018): Effects of parent material on soil erosion within Mediterranean new vineyard plantations. Engineering geology 246:255-261.
- Roeling, I.S., Ozinga, W.A., van Dijk, J., Eppinga, M. B., Wassen, M.J. (2018): Plant species occurrence patterns in Eurasian grasslands reflect adaptation to nutrient ratios. Oecologia 186:1055-1067.
- Roem, W.J., Berendse, F. (2000): Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determining changes in plant species diversity in grassland and heathland communities. Biological Conservation 92(2):151-161.
- Roscher, C., Temperton, V.M., Scherer-Lorenzen, M., Schumacher, J., Schmid, B., Buchmann, N., Weisser, W.W., Schulze E.D. (2005): Overyielding in experimental grassland communities – irrespective of species pool or spatial scale. Ecology Letters 8:419–429.
- Rousk, J., Bååth, E., Brookes, P.C., Lauber, C.L., Lozupone, C., Caporaso, J.G., Knight, R., Fierer, N. (2010): Soil bacterial and fungal communities across a pH gradient in an arable soil. The ISME Journal 4(10):1340-1351.
- РХМЗ. (2023): Метеорологија - Климатологија - просеци за 30 година; Метеорологија - Агрометеорологија - Агроклиматска нормале. Републички хидрометеоролошки завод Србије. <https://www.hidmet.gov.rs/>
- Šamonil, P. (2007): Uniqueness of limestone soil-forming substrate in the forest ecosystem classification. Journal of Forest Science 53:149-161.
- Сарић, М. Р. (1992): Флора Србије 1. Српска академија наука и уметности, Београд.
- Schaffers, A.P., Sýkora, K.V. (2000): Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. Journal of Vegetation science, 11(2):225-244.

- Shishkov, T., Kolev, N. (2014): The soils of Bulgaria. World Soils book Series. Springer, Dordrecht.
- Šiler, P., Kolářová I., Bednárek, J., Janča, M., Musil, P., Opravil T. (2018): The possibilities of analysis of limestone chemical composition. International Conference Building Materials, Product and Technologies. Conference Series: Materials Science and Engineering 379:012033.
- Simakov, V.N. (1957): The use of phenylanthranilic acid in the determination of humus by Tyurin's method. *Pochvovedenie* 8:72-73.
- Singer, A., Schwertmann, U., Friedl, J. (1998): Iron oxide mineralogy of Terre Rosse and Rendzinas in relation to their moisture and temperature regimes. *European Journal of Soil Science* 49:385-395.
- Singh, H., Northup, B.K., Rice, C.W., Prasad, P.V. (2022): Biochar applications influence soil physical and chemical properties, microbial diversity, and crop productivity: a meta-analysis. *Biochar* 4(1):8.
- ШИШОВ Л.Л., ТОНКОНГОВ В.Д., ЛЕБЕДЕВА И.И. (2000): Классификация почв России. Почвенный институт имени В.В. Докучаева, Москва.
- Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., Denef, K. (2004): A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research* 79:7-31.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo.
- Škorić, A. (1986): Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Soil Survey Staff (1999): Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2<sup>nd</sup> edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture, Washington.
- Soil Survey Staff (2011): Soil Survey Laboratory Information Manual. Soil Survey Investigations Report No. 45, Version 2.0. R. Burt (Ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Soil Survey Staff, (2015): Illustrated guide to soil taxonomy, version 2. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, NSSC, Lincoln.
- Спасојевић, М., Душић, Д., Војиновић, Ж., Никодијевић, В., Антоновић, Г., Филиповић, Ђ. (1975): Земљишта брдско–планинског подручја Јабланице (Ваљево) и предлог будућег начина искоришћавања. Институт за проучавање земљишта, Београд.
- Spehn, E., Joshi, J., Schmid, B., Alphei, J., Körner, C. (2000): Plant diversity effects on soil heterotrophic activity in experimental grassland ecosystems. *Plant Soil* 224:217-230.
- Spehn, E.M., Hector, A., Joshi, J., Scherer-Lorenzen, M., Schmid, B., Bazeley-White, E., Beierkuhnlein, C., Caldeira, M.C., Diemer, M., Dimitrakopoulos, P.G., Finn, J.A., Freitas, H., Giller, P.S., Good, J., Harris, R., Högberg, P., Huss-Danell, K., Jumpponen, A., Koricheva, J., Leadley, P.W., Loreau, M., Minns, A., Mulder, C.P.H., O'Donovan, G., Otway, S.J., Palmborg, C., Pereira, J.S., Pfisterer, A.B., Prinz, A., Read, D.J., Schulze, E.D., Siamantziouras, A.-S.D., Terry, A.C., Troumbis, A.Y., Woodward, F.I., Yachi, S., Lawton, J.H. (2005): Ecosystem effects of biodiversity manipulations in european grasslands. *Ecological Monographs* 75:37–63.
- Stevens, C., Duprè, C., Dorland, E., Gaudnik, C., Gowing, D., Bleeker, A., Diekmann, M., Alard, D., Bobbink, R., Fowler, D., Corcket, E., Mountford, J., Vandvik, V., Aarrestad, P., Muller, S., Disem, N. (2010): Nitrogen deposition threatens species richness of grasslands across Europe.

Environmental Pollution 158:2940-2945.

- Стошић, М., Лазаревић, Д. (2007): Досадашњи резултати истраживања на травњацима у Србији. Зборник радова Института за ратарство и повртарство у Новом Саду 44:333-346.
- Sui, X., Zhang, R., Frey, B., Yang, L., Liu, Y., Ni, H., Li, M.H. (2021): Soil physicochemical properties drive the variation in soil microbial communities along a forest successional series in a degraded wetland in northeastern China. *Ecology and evolution* 11(5):2194-2208.
- Танасијевић, Ђ., Павићевић, Н., Антоновић, Г., Филиповић, Ђ., Алексић, Ж., Спасојевић, М. (1966): Педолошки покривач западне и северозападне Србије. Институт за проучавање земљишта у Топчидеру, Београд.
- Thompson, L.R., Sanders, J.G., McDonald, D., Amir, A., Ladau, J., Locey, K.J., Prill, R.J., Tripathi, A., Gibbons, S.M., Ackermann, G., Navas-Molina, J.A., Janssen, S., Kopylova, E., Vázquez-Baeza, Y., González, A., Morton, J.T., Mirarab, S., Xu, Z.Z., Jiang, L., Haroon, M.F., Kanbar, J., Zhu, Q., Song, S.J., Kosciulek, T., Bokulich, N.A., Lefler, J., Brislawn, C.J., Humphrey, G., Owens, S.M., Hampton-Marcell, J., Berg-Lyons, D., McKenzie, V., Fierer, N., Fuhrman, J.A., Clauset, A., Stevens, R.L., Shade, A., Pollard, K.S., Goodwin, K.D., Jansson, J.K., Gilbert, J.A., Knight, R. (2017): Earth Microbiome Project Consortium. A communal catalogue reveals Earth's multiscale microbial diversity. *Nature* 551:457-63.
- Tichý, L. (2002): JUICE, software for vegetation classification. *Journal of vegetation science* 13(3):451-453.
- Tilman, D., (1982): Resource competition and community structure. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Tilman, D., Reich, P.B., Knops, J., Wedin, D., Mielke, T., Lehman, C. (2001): Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science* 294:843–845.
- Tjurin, I.V. (1931): Novoe vidoizmenenie objomnovo metoda opredelenija gumusa s pomošću kromovoj kisloti. *Počvovedenie*, Moskva.
- Tkacz, A., Bestion, E., Bo, Z., Hortala, M., Poole, P.S. (2020): Influence of plant fraction, soil, and plant species on microbiota: a multikingdom comparison. *MBio* 11(1): e02785-19.
- Todorova, S., Tzonev, R. (2010): Bromo moesiaceae-Stipetum epilosae – a new association from the relictmountain steppe vegetation in south-western Bulgaria. *Hacquetia* 9(2):185-206.
- Tomović, G., Niketić, M., Lakušić, D., RanĀelović, V., Stevanović, V. (2014): Balkanendemic plants in Central Serbia and Kosovo regions: distribution patterns, ecological characteristics and centres of diversity. *Botanical Journal of the Linnean Society* 176:173-202.
- Torrent, J., Schwertmann, U., Fechter, H., Alferez, F. (1983): Quantitative relationships between soil color and hematite content. *Soil Science* 136:354-358.
- Уредба о проглашавању Специјалног резервата природе „Јелашничка клисура“. Службени гласник Републике Србије, број 9 од 23. марта 1995. <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/uredba/1995/9/8>
- Уредба о заштити Парка природе „Сићевачка клисура“. Службени гласник Републике Србије, број 16 од 10. маја 2000. <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/uredba/2000/16/3>
- Уредба о еколошкој мрежи. Службени гласник Републике Србије, број 102 од 30. децембра 2010. [http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2011\\_01/t01\\_0149.htm](http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2011_01/t01_0149.htm)
- Уредба о проглашавању Специјалног резервата природе „Сува планина“. Службени гласник Републике Србије, број 72 од 19. августа 2015. <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/uredba/2015/72/2>

- Уредба о проглашавању Специјалног резервата природе „Ртањ“. Службени гласник Републике Србије, број 18 од 15. марта 2019. <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/uredba/2019/18/3>
- Van Der Heijden, M.G., Bardgett, R.D., Van Straalen, N. M. (2008): The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology letters* 11(3):296-310.
- Van der Maarel, E., Franklin, J. (2012): *Vegetation Ecology, Second Edition*. John Wiley & Sons, Hoboken.
- Van Reeuwijk, V. 2002. *Procedures for soil analysis, 6<sup>th</sup> edition*. International Soil Reference and Information Centre, Wageningen.
- Vassilev, K., Apostolova, I. (2013): Bulgarian steppic vegetation: an overview. *Steppenlebensraume Europas-Gefahrung, Erhaltungsmassnahmen und Schutz* 191-200.
- Venterink, H.O., Güsewell, S. (2010): Competitive interactions between two meadow grasses under nitrogen and phosphorus limitation. *Functional Ecology* 24(4):877-886.
- Verhoeven, J.T.A., Kemmers, R.H., Koerselman, W., (1993): Nutrient enrichment of freshwater wetlands. In: Vos, C.C., Opdam, P. (Eds.), *Landscape Ecology of a Stressed Environment*. Chapman and Hall, London, pp. 33-59.
- Verhoeven, J.T.A., Koerselman, W., Meuleman, A.F.M., (1996): Nitrogen- or phosphorus-limited growth in herbaceous, wet vegetation: relations with atmospheric inputs and management regimes. *Trends in Ecology and Evolution* 11:494-497.
- Vieira, A. F., Moura, M., Silva, L. (2021): Soil metagenomics in grasslands and forests—A review and bibliometric analysis. *Applied Soil Ecology* 167:104047.
- Wallis de Vries, Van Swaay, C. (2009): Grasslands as habitats for butterflies in Europe. In: Veen, P., Jefferson, R., de Smidt, J., van der Straaten, J. (Eds.), *Grasslands in Europe – of high nature value*. KNNV Uitgeverij, pp. 27-34.
- Walters, K.E., Martiny, J.B. (2020): Alpha-, beta-, and gamma-diversity of bacteria varies across habitats. *PLoS One* 15(9):e0233872.
- Wassen, M.J., Venterink, H.O., Lapshina, E.D., Tanneberger, F. (2005): Endangered plants persist under phosphorus limitation. *Nature* 437(7058):547-550.
- Whittingham, M.J. (2011): The future of agri-environment schemes: biodiversity gains and ecosystem service delivery? *Journal of Applied Ecology* 48(3):509-513.
- Wilson, J. B., Peet, R. K., Dengler, J. Pärtel, M. (2012): Plant species richness: the world records. *Journal of Vegetation Science* 23:796-802.
- Wu, G.L., Ren, G.H., Wang, D., Shi, Z.H., Warrington, D. (2013): Above-and below-ground response to soil water change in an alpine wetland ecosystem on the Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Journal of Hydrology* 476:120-127.
- Zacharias, S., Wessolek, G. (2007): Excluding organic matter content from pedotransfer predictors of soil water retention. *Soil Science Society of American Journal* 71:43-50.
- Zdruli, P., Jones, R.J.A., Montanarella, L. (2001): Use of soil and climate data to assess the risk of agricultural drought for policy support in Europe. *Agronomie* 21:45-56.
- Zhang, R., Liu, T., Zhang, J. L., Sun, Q. M. (2016): Spatial and environmental determinants of plant species diversity in a temperate desert. *Journal of Plant Ecology*, 9(2):124-131.
- Zhang, Y., Wang, L., Jiang, J., Zhang, J., Zhang, Z. (2022). Application of soil quality index to determine the effects of different vegetation types on soil quality in the Yellow River Delta

wetland. *Ecological Indicators* 141:109116.

Životić, Lj., Gajić, B., Žarković, B., Radovanović, V., Nešić, Lj., Đorđević A. (2019): Variation of soil structure in the foot and toe slopes of Mt. Vukan, East-Central Serbia. In: Kovačević, D. (Ed.), *Proceedings of the X International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2019"*. Jahorina, Bosna i Hercegovina, pp. 1318-1325.

Живковић, Б., Нејгебауер, В., Танасијевић, Ђ., Миљковић, Н., Стојковић, Л., Дрезгић, П. (1972): Земљишта Војводине. Институт за пољопривредна истраживања, Нови Сад.

Живковић, М., Пантовић, М. (1954): Земљишта Ртња. Земљиште и биљка 3:1-3.

Живковић, М., Ћоровић, Р., Јаковљевић, М. (1981): Педолошко-агрохемијска и мелиоративна студија "Буковског златног брда". Универзитет у Београду–Пољопривредни факултет, Београд.

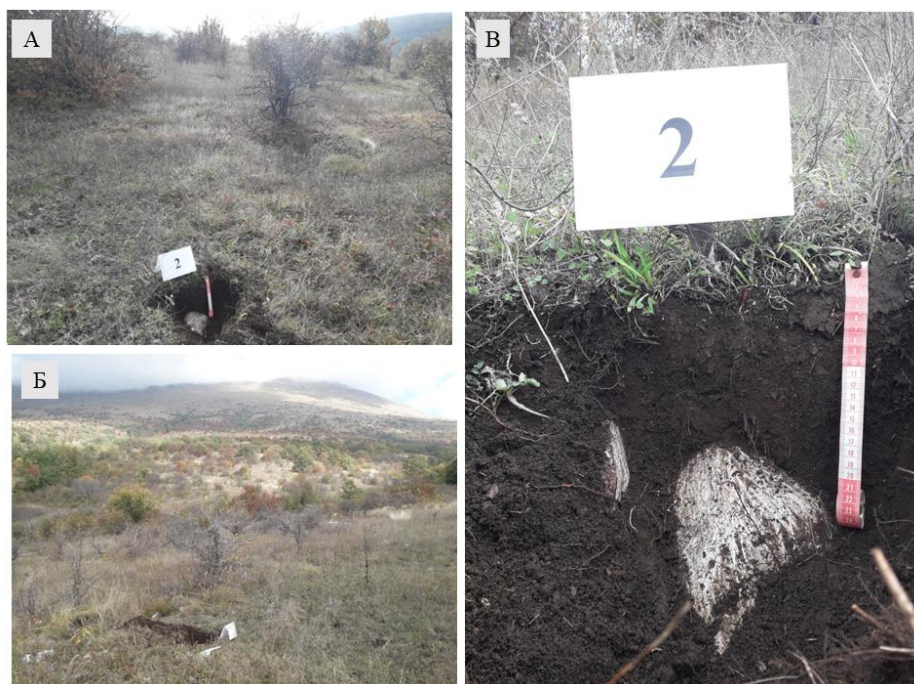
Цамић, Р., Стевановић Д. (2007): Агрохемија. Партенон, Београд.

## 8. ПРИЛОЗИ

### 8.1. Сlike



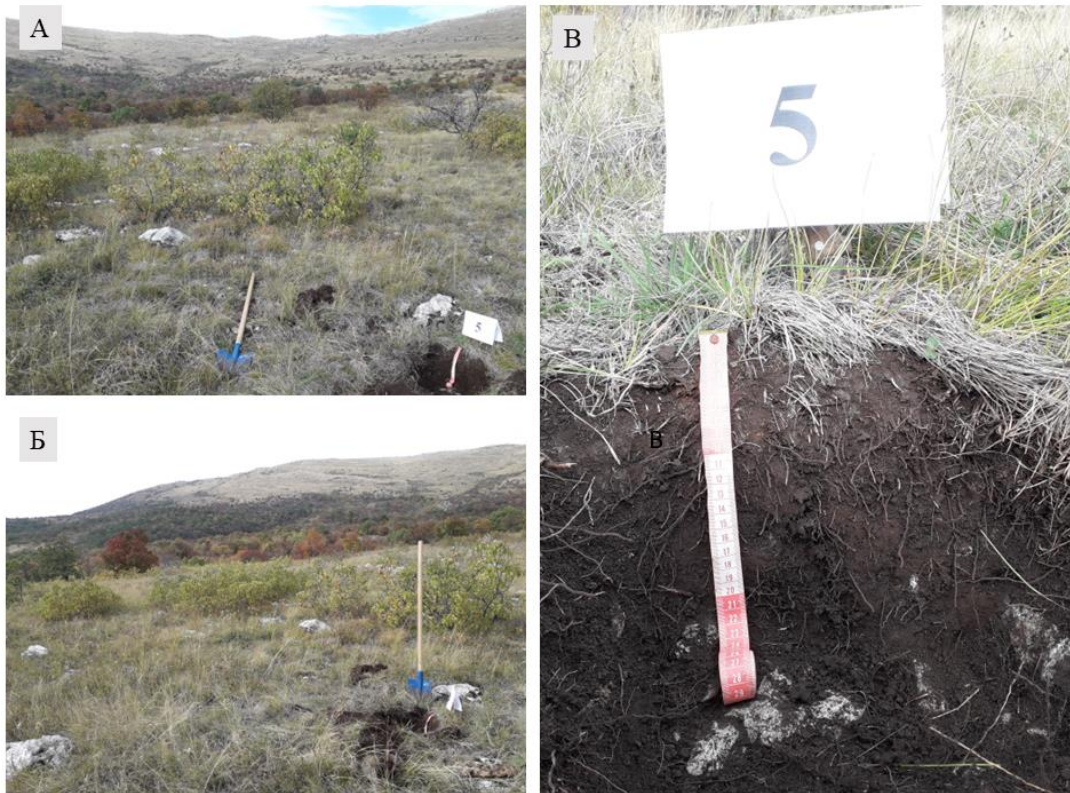
Слика П1. Ектоморфологија профила 1 (А);  
ендоморфологија профила 1 (Б) и (В).



Слика П2. Ектоморфологија профила 2 (А) и (Б);  
ендоморфологија профила 2 (В).



Слика П3. Ектоморфологија профила 4 (А); ендоморфологија профила 4 (Б) и узимање узорака у природном склопу (В).

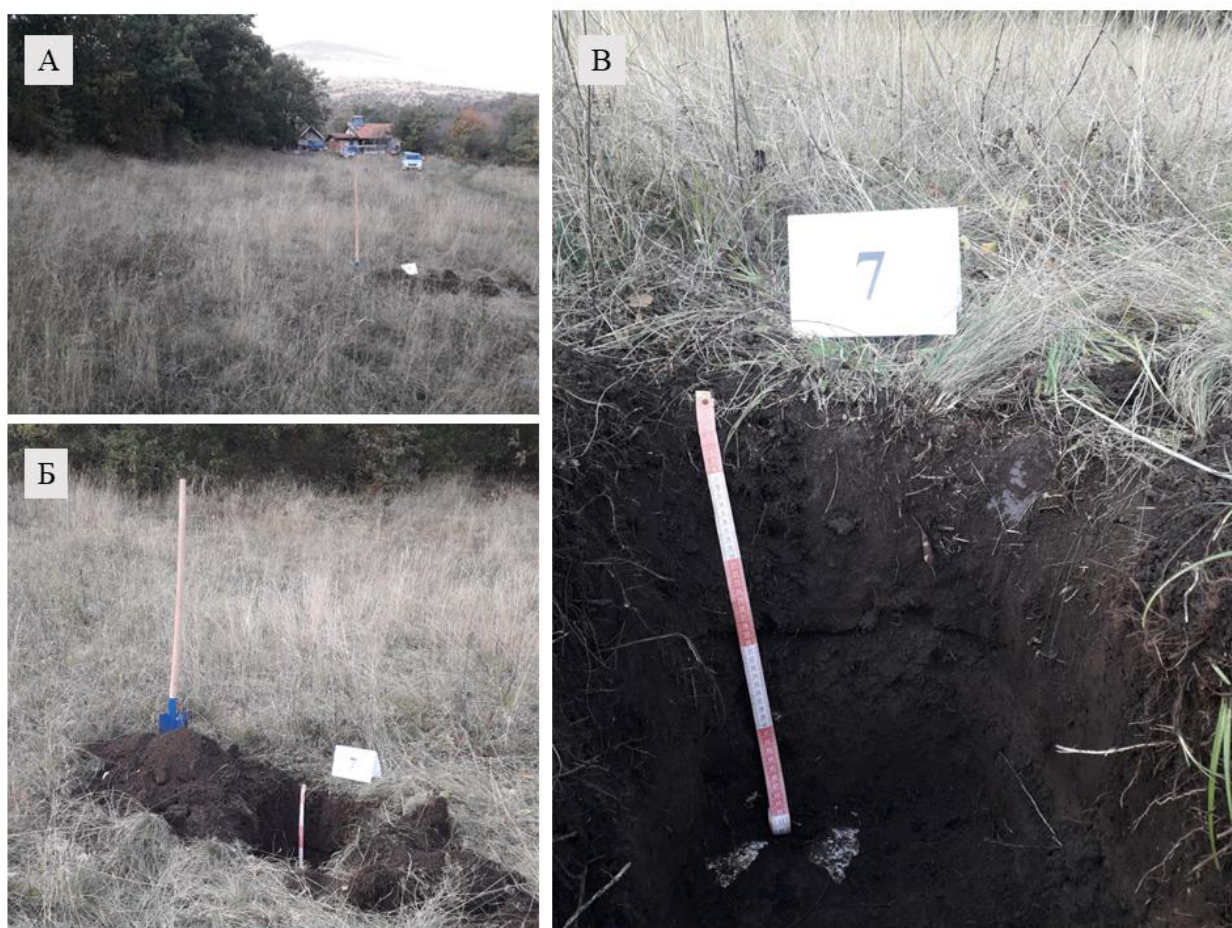


Слика П4. Ектоморфологија профила 5 (А) и (Б); ендоморфологија профила 5 (В).





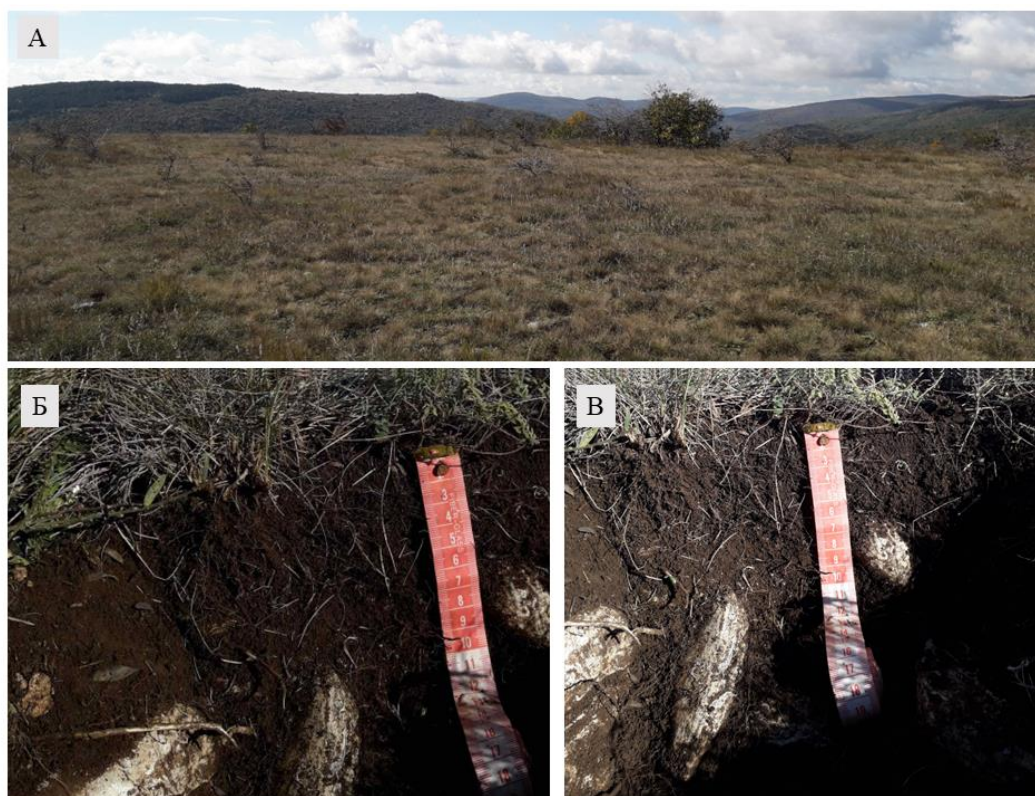
Слика П5. Ектоморфологија профила 6 (А);  
ендоморфологија профила 6 (Б).



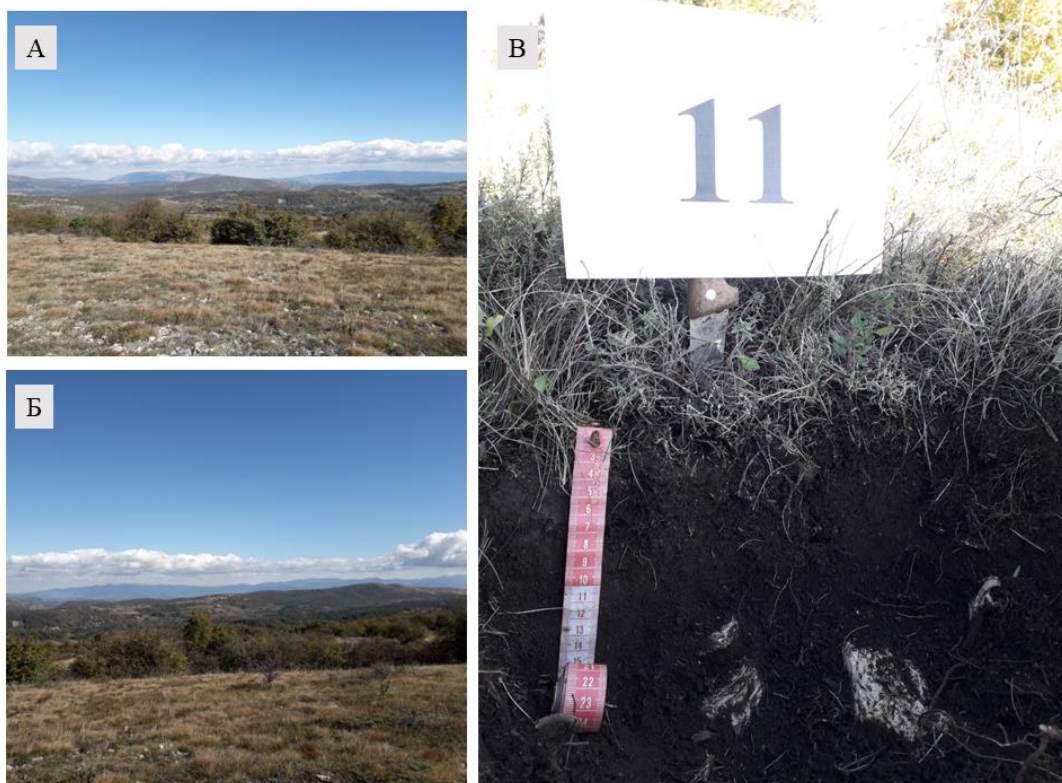
Слика П6. Ектоморфологија профила 7 (А) и (Б);  
ендоморфологија профила 5 (В).



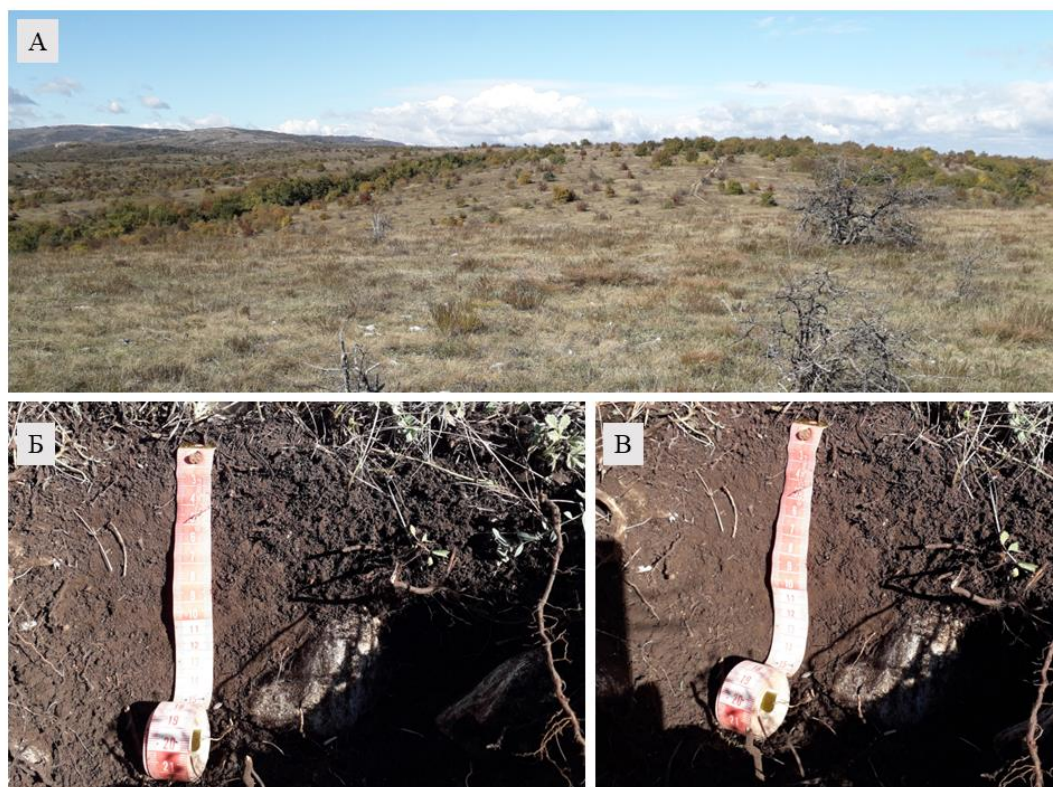
Слика П7. Ектоморфологија профила 8 (А) и (Б);  
ендоморфологија профила 8 (Б) и (Г).



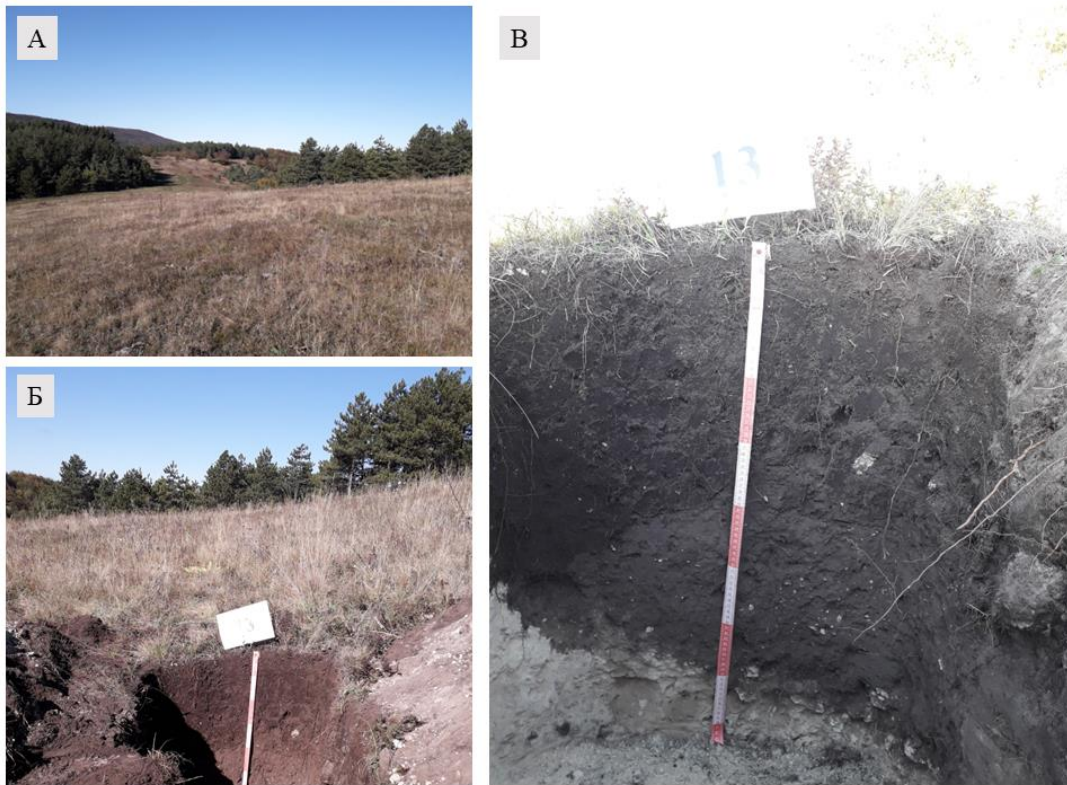
Слика П8. Ектоморфологија профила 9 (А) и (Б);  
ендоморфологија профила 9 (Б) и (Г).



Слика П9. Ектоморфологија профила 11 (А) и (Б);  
ендоморфологија профила 11 (В).



Слика П10. Ектоморфологија профила 12 (А);  
ендоморфологија профила 12 (Б) и (В).



Слика П11. Ектоморфологија профила 13 (А) и (Б);  
ендоморфологија профила 13 (В).



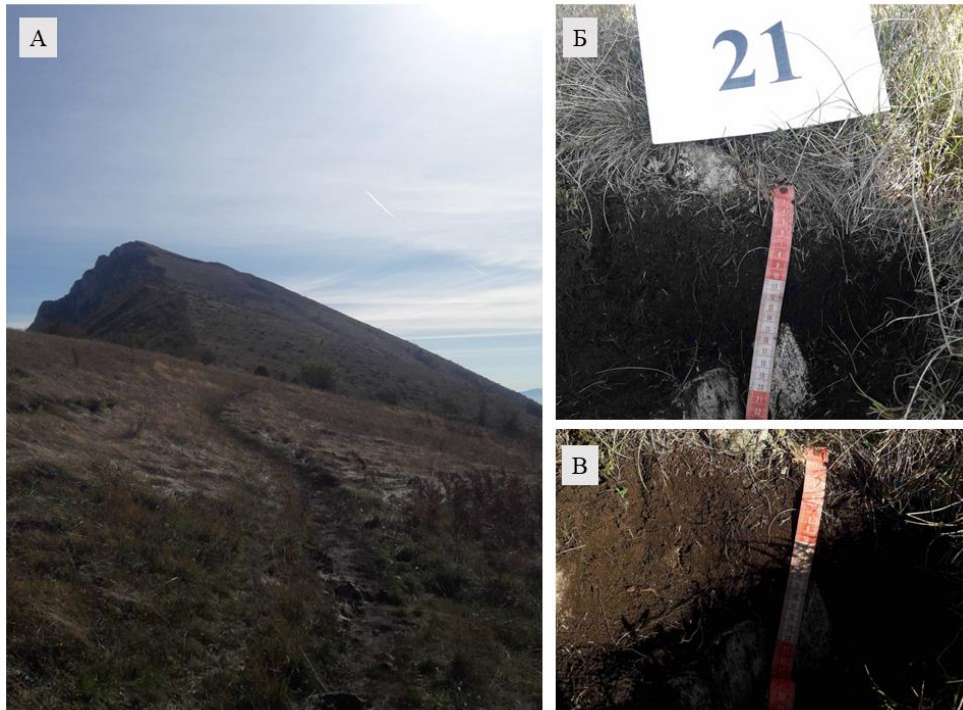
Слика П12. Ектоморфологија профила 14 (А) и (Б);  
ендоморфологија профила 14 (В).



Слика П13. Ектоморфологија профила 18 (А);  
ендоморфологија профила 18 (Б) и изглед Јелашночке клисуре (Б).



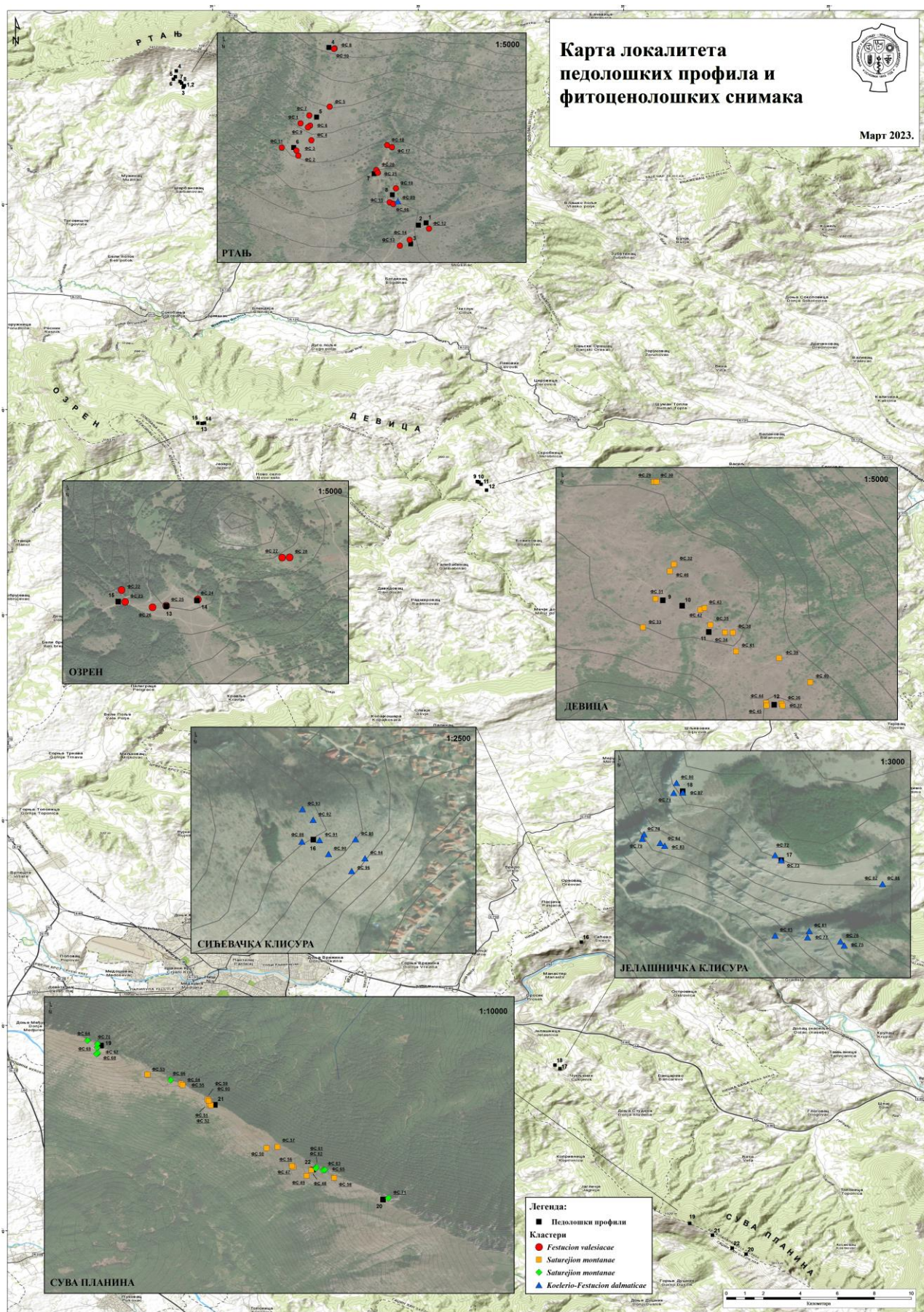
Слика П14. Ектоморфологија профила 20 (А); ендоморфологија профила 20 (Б).



Слика П15. Ектоморфологија профила 21 (А);  
ендоморфологија профила 21 (Б) и (В).



Слика П16. Ектоморфологија профила 22 (А);  
ендоморфологија профила 22 (Б).



Слика П17. Карта локалитета педолошких профила и фитоценолошких снимака

## 8.2. Табеле

Табела П1. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	28	32	11	25
<b><i>Festucion valesiaceae</i></b>				
<i>Poa compressa</i>	75 <sup>38,9</sup>	22 <sup>—</sup>	36 <sup>—</sup>	—
<i>Orlaya grandiflora</i>	79 <sup>35,7</sup>	22 <sup>—</sup>	—	40 <sup>—</sup>
<i>Crupina vulgaris</i>	50 <sup>27</sup>	19 <sup>—</sup>	—	—
<i>Filipendula vulgaris</i>	39 <sup>24,2</sup>	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Knautia arvensis</i>	29 <sup>22,6</sup>	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Fragaria viridis</i>	54 <sup>19,7</sup>	12 <sup>—</sup>	36 <sup>—</sup>	—
<i>Muscari tenuiflorum</i>	25 <sup>19,3</sup>	—	—	—
<i>Festuca valesiaca</i>	96 <sup>19,2</sup>	75 <sup>—</sup>	36 <sup>—</sup>	28
<i>Elymus hispidus</i>	32 <sup>18,2</sup>	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Inula oculus-christi</i>	29 <sup>16,5</sup>	—	—	—
<i>Galium verum</i>	29 <sup>15,9</sup>	6 <sup>—</sup>	—	—
<b><i>Saturejion montanae</i></b>				
<i>Potentilla tommasiniana</i>	—	97 <sup>24,7</sup>	73 <sup>—</sup>	96 <sup>7,9</sup>
<b><i>Saturejion montanae</i> ca <i>Sesleria latifolia</i></b>				
<i>Sesleria latifolia</i>	—	16 <sup>—</sup>	91 <sup>54,4</sup>	16 <sup>—</sup>
<i>Geranium sanguineum</i>	—	—	55 <sup>36,7</sup>	—
<i>Cerastium banaticum</i>	—	6 <sup>—</sup>	91 <sup>34,2</sup>	—
<i>Centaurea triumfetti</i>	7 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	73 <sup>32,1</sup>	—
<i>Dianthus petraeus</i>	—	6 <sup>—</sup>	45 <sup>18,6</sup>	4 <sup>—</sup>
<i>Trifolium alpestre</i>	25 <sup>—</sup>	28 <sup>—</sup>	73 <sup>15,8</sup>	—
<i>Cotoneaster integerrimus</i>	—	3 <sup>—</sup>	36 <sup>14,5</sup>	—
<i>Sedum ochroleucum</i>	—	34 <sup>—</sup>	73 <sup>14,4</sup>	—
<i>Bromus erectus</i>	4 <sup>—</sup>	6 <sup>—</sup>	55 <sup>12,4</sup>	4 <sup>—</sup>
<i>Primula veris</i>	—	3 <sup>—</sup>	36 <sup>11,9</sup>	—
<i>Genista tinctoria</i>	4 <sup>—</sup>	16 <sup>—</sup>	55 <sup>10,2</sup>	—
<b><i>Koelerio-Festucion dalmaticae</i></b>				
<i>Trigonella monspeliaca</i>	—	—	—	48 <sup>41,2</sup>
<i>Bombicylaena erecta</i>	4 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	—	60 <sup>37,9</sup>
<i>Dichanthium ischaemum</i>	11 <sup>—</sup>	—	—	88 <sup>35,2</sup>
<i>Fumana procumbens</i>	—	—	—	40 <sup>34,7</sup>
<i>Convovulus cantabrica</i>	—	—	—	72 <sup>31,5</sup>
<i>Sideritis montana</i>	21 <sup>—</sup>	12 <sup>—</sup>	—	80 <sup>31</sup>
<i>Teucrium polium</i>	—	—	—	52 <sup>28,5</sup>
<i>Xeranthemum annuum</i>	—	—	—	40 <sup>27,7</sup>
<i>Crepis sancta</i>	—	3 <sup>—</sup>	—	36 <sup>27,1</sup>
<i>Sedum urvillei</i>	7 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	—	52 <sup>21,2</sup>
<i>Linaria genistifolia</i>	—	—	9 <sup>—</sup>	36 <sup>20,5</sup>
<i>Helianthemum salicifolium</i>	—	—	—	32 <sup>11,9</sup>

Наставак табеле П1. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије.



Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	28	32	11	25
<b><i>Festucetalia valesiaceae</i></b>				
<i>Carduus candicans</i>	25 <sup>29,3</sup>	3 <sup>-</sup>	—	—
<i>Syringa vulgaris</i>	25 <sup>25</sup>	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Potentilla argentea</i>	25 <sup>24,5</sup>	—	—	—
<i>Veronica jacquinii</i>	79 <sup>18,4</sup>	34 <sup>-</sup>	64 <sup>-</sup>	4 <sup>-</sup>
<i>Plantago lanceolata</i>	32 <sup>17,6</sup>	—	9 <sup>-</sup>	4 <sup>-</sup>
<i>Euphorbia cyparissias</i>	71 <sup>12,5</sup>	31 <sup>-</sup>	27 <sup>-</sup>	24 <sup>-</sup>
<i>Teucrium chamaedrys</i>	93 <sup>-</sup>	84 <sup>-</sup>	73 <sup>-</sup>	44 <sup>-</sup>
<b><i>Stipo pulcherrimae- Festucetalia pallentis</i></b>				
<i>Satureja montana subsp. kitaibelii</i>	50 <sup>-</sup>	19 <sup>-</sup>	36 <sup>-</sup>	28 <sup>-</sup>
<i>Carex humilis</i>	46 <sup>-</sup>	41 <sup>-</sup>	73 <sup>-</sup>	4 <sup>-</sup>
<i>Asperula purpurea</i>	50 <sup>-</sup>	94 <sup>-</sup>	73 <sup>-</sup>	80 <sup>-</sup>
<i>Allium flavum</i>	39 <sup>-</sup>	28 <sup>-</sup>	73 <sup>-</sup>	36 <sup>-</sup>
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	54 <sup>-</sup>	44 <sup>-</sup>	64 <sup>-</sup>	76 <sup>-</sup>
<i>Teucrium montanum</i>	36 <sup>-</sup>	69 <sup>-</sup>	36 <sup>-</sup>	52 <sup>-</sup>
<i>Artemisia alba</i>	64 <sup>-</sup>	62 <sup>-</sup>	27 <sup>-</sup>	4 <sup>-</sup>
<i>Asperula cynanchica</i>	61 <sup>-</sup>	78 <sup>-</sup>	64 <sup>-</sup>	84 <sup>-</sup>
<i>Euphorbia falcata</i>	—	—	—	32 <sup>36,1</sup>
<i>Medicago minima</i>	11 <sup>-</sup>	6 <sup>-</sup>	—	48 <sup>35,1</sup>
<i>Paliurus spina-christi</i>	—	—	—	20 <sup>31,9</sup>
<i>Ononis pusilla</i>	—	—	—	32 <sup>26,1</sup>
<i>Aegilops neglecta</i>	—	—	—	24 <sup>25,7</sup>
<i>Crepis foetida</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	32 <sup>19,6</sup>
<i>Linum tenuifolium</i>	—	—	—	20 <sup>18,6</sup>
<i>Acinos arvensis</i>	43 <sup>-</sup>	16 <sup>-</sup>	27 <sup>-</sup>	72 <sup>17,5</sup>
<i>Scabiosa triniifolia</i>	—	—	—	32 <sup>10,4</sup>
<i>Hypericum rumeliacum</i>	18 <sup>-</sup>	41 <sup>-</sup>	—	64 <sup>2,4</sup>
<i>Ornithogalum kochii</i>	—	47 <sup>21,9</sup>	18 <sup>-</sup>	12 <sup>-</sup>
<i>Arabis auriculata</i>	7 <sup>-</sup>	28 <sup>21,5</sup>	—	—
<i>Centaurea stoebe</i>	25 <sup>-</sup>	69 <sup>8,9</sup>	36 <sup>-</sup>	20 <sup>-</sup>
<i>Chamaecytisus jankae</i>	32 <sup>-</sup>	50 <sup>-</sup>	64 <sup>-</sup>	4 <sup>-</sup>
<i>Leontodon crispus</i>	46 <sup>-</sup>	62 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	60 <sup>-</sup>
<b>Остале врсте</b>				
<i>Festuca rupicola</i>	25 <sup>-</sup>	34 <sup>-</sup>	64 <sup>-</sup>	12 <sup>-</sup>
<i>Anthyllis vulneraria</i>	43 <sup>-</sup>	31 <sup>-</sup>	27 <sup>-</sup>	20 <sup>-</sup>
<i>Scabiosa columbaria</i>	11 <sup>-</sup>	50 <sup>-</sup>	64 <sup>-</sup>	4 <sup>-</sup>
<i>Carex caryophyllea</i>	61 <sup>-</sup>	47 <sup>-</sup>	55 <sup>-</sup>	8 <sup>-</sup>
<i>Scorzonera hispanica</i>	36 <sup>-</sup>	12 <sup>-</sup>	36 <sup>-</sup>	—
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	11 <sup>-</sup>	31 <sup>-</sup>	64 <sup>-</sup>	—
<i>Rhinanthus rumelicus</i>	43 <sup>-</sup>	47 <sup>-</sup>	64 <sup>-</sup>	—
<i>Sanguisorba minor</i>	64 <sup>-</sup>	38 <sup>-</sup>	64 <sup>-</sup>	52 <sup>-</sup>

Наставак табеле П1. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>25</b>
<i>Galium mollugo</i> agg.	32 <sup>-</sup>	19 <sup>-</sup>	55 <sup>-</sup>	4 <sup>-</sup>
<i>Geranium columbinum</i>	50 <sup>-</sup>	28 <sup>-</sup>	18 <sup>-</sup>	24 <sup>-</sup>
<i>Hypericum perforatum</i>	50 <sup>-</sup>	38 <sup>-</sup>	55 <sup>-</sup>	—
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	32 <sup>-</sup>	25 <sup>-</sup>	—	52 <sup>-</sup>
<i>Bromus squarrosus</i>	29 <sup>-</sup>	28 <sup>-</sup>	—	52 <sup>-</sup>
<i>Koeleria splendens</i>	32 <sup>-</sup>	28 <sup>-</sup>	45 <sup>-</sup>	20 <sup>-</sup>
<i>Melica ciliata</i>	46 <sup>-</sup>	25 <sup>-</sup>	—	48 <sup>-</sup>
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> subsp. <i>herbaceum</i>	29 <sup>-</sup>	31 <sup>-</sup>	36 <sup>-</sup>	—
<i>Helianthemum nummularium</i>	21 <sup>-</sup>	12 <sup>-</sup>	36 <sup>-</sup>	32 <sup>-</sup>
<i>Alyssum alyssoides</i>	46 <sup>-</sup>	19 <sup>-</sup>	—	44 <sup>-</sup>
<i>Eryngium campestre</i>	18 <sup>-</sup>	47 <sup>-</sup>	—	32 <sup>-</sup>
<i>Koeleria macrantha</i>	32 <sup>-</sup>	44 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	16 <sup>-</sup>
<i>Minuartia verna</i>	18 <sup>-</sup>	41 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	40 <sup>-</sup>
<i>Thymus pulegioides</i>	39 <sup>-</sup>	19 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	4 <sup>-</sup>
<i>Trifolium campestre</i>	—	22 <sup>-</sup>	36 <sup>-</sup>	20 <sup>-</sup>
<i>Draba lasiocarpa</i>	—	—	9 <sup>-</sup>	32 <sup>-</sup>
<i>Paronychia kapela</i>	7 <sup>-</sup>	—	36 <sup>-</sup>	—
<i>Avenula pubescens</i>	39	38 <sup>-</sup>	—	8 <sup>-</sup>
<i>Crataegus monogyna</i>	39 <sup>-</sup>	38 <sup>-</sup>	—	8 <sup>-</sup>
<i>Medicago falcata</i>	7	—	—	—
<i>Acanthus balcanicus</i>	4	6 <sup>-</sup>	—	—
<i>Acer campestre</i>	—	—	—	16 <sup>-</sup>
<i>Achillea ageratifolia</i>	—	12 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	—
<i>Achillea pannonica</i>	—	12 <sup>-</sup>	18 <sup>-</sup>	—
<i>Achillea clypeolata</i>	29 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	—	—
<i>Achillea collina</i>	—	3 <sup>-</sup>	—	—
<i>Achillea crithmifolia</i>	11 <sup>-</sup>	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Achillea millefolium</i> agg.	—	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Aconitum</i> sp.	—	6 <sup>-</sup>	—	—
<i>Adonis vernalis</i>	7 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	—	24 <sup>-</sup>
<i>Aethionema saxatile</i>	—	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Agrimonia eupatoria</i>	11 <sup>-</sup>	3 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	12 <sup>-</sup>
<i>Agropyron cristatum</i>	—	—	—	16 <sup>-</sup>
<i>Ailanthus altissima</i>	—	—	—	8 <sup>-</sup>
<i>Ajuga chamaepitys</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Ajuga genevensis</i>	11 <sup>-</sup>	—	—	16 <sup>-</sup>
<i>Allium neapolitanum</i>	25 <sup>-</sup>	—	—	20 <sup>-</sup>
<i>Allium sphaerocephalon</i>	7 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	—	—
<i>Alyssum montanum</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Alyssum</i> sp.	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Anthemis arvensis</i>	14 <sup>-</sup>	—	—	—

Наставак табеле П1. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	28	32	11	25
<i>Anthericum ramosum</i>	21 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	—	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	—	—	18 <sup>-</sup>	—
<i>Anthyllis montana</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Arabis turrata</i>	18 <sup>-</sup>	6 <sup>-</sup>	27 <sup>-</sup>	—
<i>Arabis hirsuta</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Arabis</i> sp.	—	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	7 <sup>-</sup>	3 <sup>-</sup>	—	—
<i>Asperula tinctoria</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	12 <sup>-</sup>
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	7 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	27 <sup>-</sup>	4 <sup>-</sup>
<i>Asyneuma canescens</i>	18 <sup>-</sup>	6 <sup>-</sup>	27 <sup>-</sup>	—
<i>Brachypodium pinnatum</i>	18 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Briza media</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Bromus hordeaceus</i>	—	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Bromus ramosus</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Bromus sterilis</i>	4 <sup>-</sup>	3 <sup>-</sup>	—	—
<i>Buglossoides arvensis</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	8 <sup>-</sup>
<i>Bupleurum baldense</i>	—	3 <sup>-</sup>	—	—
<i>Bupleurum falcatum</i>	—	—	18 <sup>-</sup>	—
<i>Campanula patula</i>	—	—	18 <sup>-</sup>	—
<i>Campanula persicifolia</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Camelina microcarpa</i>	7 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Carduus</i> sp.	11 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Carex halleriana</i>	—	3 <sup>-</sup>	27 <sup>-</sup>	—
<i>Carex</i> sp.	7 <sup>-</sup>	16 <sup>-</sup>	—	—
<i>Carlina acanthifolia</i>	—	—	—	8 <sup>-</sup>
<i>Carthamus lanatus</i>	—	—	—	8 <sup>-</sup>
<i>Caucalis platycarpus</i>	—	3 <sup>-</sup>	—	4 <sup>-</sup>
<i>Centaurea arenaria</i> agg.	11 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Centaurea atropurpurea</i>	14 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Centaurea montana</i>	—	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Centaurea orientalis</i>	14 <sup>-</sup>	3 <sup>-</sup>	—	—
<i>Centaurea scabiosa</i>	—	—	27 <sup>-</sup>	—
<i>Cephalaria uralensis</i>	—	9 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	—
<i>Cerastium arvense</i>	14 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Cerastium brachypetalum</i>	7 <sup>-</sup>	6 <sup>-</sup>	—	—
<i>Cerastium pumilum</i> ssp. <i>glutinatum</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Anchusa officinalis</i>	—	—	—	4 <sup>-</sup>
<i>Arabis glabra</i>	—	—	—	4 <sup>-</sup>
<i>Arabis verna</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Chamaespartium sagittale</i>	7 <sup>-</sup>	—	—	16 <sup>-</sup>
<i>Chondrilla juncea</i>	7 <sup>-</sup>	—	—	8 <sup>-</sup>

Наставак табеле П1. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	28	32	11	25
<i>Chrysopogon gryllus</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Cichorium intybus</i>	—	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Clematis vitalba</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Clinopodium vulgare</i>	—	—	—	8 <sup>-</sup>
<i>Clypeola jonthlaspi</i>	14 <sup>-</sup>	12 <sup>-</sup>	—	—
<i>Convovulus arvensis</i>	—	—	—	4 <sup>-</sup>
<i>Conyza canadensis</i>	18 <sup>-</sup>	6 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	8 <sup>-</sup>
<i>Coronilla varia</i>	—	3 <sup>-</sup>	—	—
<i>Crepis</i> sp.	—	12 <sup>-</sup>	—	4 <sup>-</sup>
<i>Crucianella graeca</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Cruciata pedemontana</i>	7 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Cuscuta epithymum</i>	7 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Dactylis glomerata</i>	14 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Danthonia alpina</i>	—	—	18 <sup>-</sup>	—
<i>Delphinium fissum</i>	14 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Dianthus sanguineus</i>	4 <sup>-</sup>	—	18 <sup>-</sup>	4 <sup>-</sup>
<i>Digitalis grandiflora</i>	—	6 <sup>-</sup>	—	4 <sup>-</sup>
<i>Echium vulgare</i>	—	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Edraianthus graminifolius</i> agg.	21 <sup>-</sup>	6 <sup>-</sup>	—	4 <sup>-</sup>
<i>Elymus repens</i>	—	—	—	16 <sup>-</sup>
<i>Erodium cicutarium</i>	—	3 <sup>-</sup>	—	—
<i>Erophila verna</i>	11 <sup>-</sup>	—	—	4 <sup>-</sup>
<i>Erysimum crepidifolium</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	4 <sup>-</sup>
<i>Erysimum diffusum</i>	—	16 <sup>-</sup>	—	16 <sup>-</sup>
<i>Euphorbia barrelieri</i>	—	—	—	8 <sup>-</sup>
<i>Euphorbia helioscopia</i>	—	9 <sup>-</sup>	—	—
<i>Euphorbia myrsinites</i>	21 <sup>-</sup>	6 <sup>-</sup>	18 <sup>-</sup>	4 <sup>-</sup>
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	4 <sup>-</sup>	3 <sup>-</sup>	18 <sup>-</sup>	—
<i>Euphrasia stricta</i>	—	6 <sup>-</sup>	—	—
<i>Fagopyrum esculentum</i>	—	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Festuca bosniaca</i>	11 <sup>-</sup>	6 <sup>-</sup>	—	—
<i>Festuca ovina</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Festuca pratensis</i>	7 <sup>-</sup>	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Fragaria vesca</i>	14 <sup>-</sup>	—	9 <sup>-</sup>	12 <sup>-</sup>
<i>Fraxinus ornus</i>	18 <sup>-</sup>	25 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	16 <sup>-</sup>
<i>Galium album</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Genista depressa</i>	—	16 <sup>-</sup>	18 <sup>-</sup>	—
<i>Genista pilosa</i>	4 <sup>-</sup>	—	—	—
<i>Gentiana asclepiadea</i>	—	3 <sup>-</sup>	—	—
<i>Gentiana ciliata</i>	4 <sup>-</sup>	—	9 <sup>-</sup>	—
<i>Gentiana cruciata</i>	18 <sup>-</sup>	9 <sup>-</sup>	—	8 <sup>-</sup>

Наставак табеле П1. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	28	32	11	25
<i>Geranium dissectum</i>	–	–	–	12 <sup>–</sup>
<i>Globularia bisnagarica</i>	–	–	–	12 <sup>–</sup>
<i>Globularia punctata</i>	–	–	18 <sup>–</sup>	32 <sup>17</sup>
<i>Helianthemum canum</i> s.l.	11 <sup>–</sup>	–	27 <sup>–</sup>	–
<i>Helleborus odorus</i>	14 <sup>–</sup>	–	–	8 <sup>–</sup>
<i>Hieracium bauhinii</i>	4 <sup>–</sup>	3 <sup>–</sup>	–	–
<i>Hieracium hoppeanum</i>	21 <sup>–</sup>	12 <sup>–</sup>	–	4 <sup>–</sup>
<i>Hieracium pilosella</i>	–	–	9 <sup>–</sup>	4 <sup>–</sup>
<i>Hieracium</i> sp.	–	6 <sup>–</sup>	–	–
<i>Himantoglossum jankae</i>	14 <sup>–</sup>	19 <sup>–</sup>	9 <sup>–</sup>	8 <sup>–</sup>
<i>Hyacinthiella leucophaea</i>	–	9 <sup>–</sup>	–	–
<i>Hypericum elegans</i>	18 <sup>–</sup>	6 <sup>–</sup>	–	–
<i>Hypericum rochelii</i>	4 <sup>–</sup>	–	–	–
<i>Inula hirta</i>	–	–	18 <sup>–</sup>	–
<i>Iris pumila</i>	–	3 <sup>–</sup>	–	–
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>alpina</i>	21 <sup>–</sup>	3 <sup>–</sup>	9 <sup>–</sup>	4 <sup>–</sup>
<i>Jurinea mollis</i>	–	6 <sup>–</sup>	9 <sup>–</sup>	–
<i>Koeleria pyramidata</i>	–	–	9 <sup>–</sup>	–
<i>Koeleria</i> sp.	–	–	–	4 <sup>–</sup>
<i>Lactuca serriola</i>	4 <sup>–</sup>	–	–	8 <sup>–</sup>
<i>Lactuca viminea</i>	21 <sup>–</sup>	3 <sup>–</sup>	–	–
<i>Lathyrus nissolia</i>	7 <sup>–</sup>	9 <sup>–</sup>	–9	–
<i>Leontodon hispidus</i>	–	–	9 <sup>–</sup>	–
<i>Lepidium campestre</i>	7 <sup>–</sup>	–	–	–
<i>Leucanthemum vulgare</i>	–	–	9 <sup>–</sup>	–
<i>Carum carvi</i>	–	–	18 <sup>–</sup>	–
<i>Lilium martagon</i>	–	–	–	4 <sup>–</sup>
<i>Linaria spec.</i>	7 <sup>–</sup>	6 <sup>–</sup>	–	4 <sup>–</sup>
<i>Linum catharticum</i>	–	–	18 <sup>–</sup>	–
<i>Linum flavum</i>	–	–	–	8 <sup>–</sup>
<i>Linum</i> sp.	4 <sup>–</sup>	–	–	–
<i>Filago minima</i>	11 <sup>–</sup>	6 <sup>–</sup>	18 <sup>–</sup>	–
<i>Lotus corniculatus</i>	–	–	18 <sup>–</sup>	–
<i>Luzula campestris</i>	–	3 <sup>–</sup>	–	–
<i>Malus sylvestris</i>	7 <sup>–</sup>	–	–	–
<i>Medicago lupulina</i>	4 <sup>–</sup>	–	–	–
<i>Melampyrum</i> sp.	4 <sup>–</sup>	–	–	4 <sup>–</sup>
<i>Melilotus officinalis</i>	–	–	–	4 <sup>–</sup>
<i>Micromeria</i> sp.	18 <sup>–</sup>	16 <sup>–</sup>	–	–
<i>Minuartia caespitosa</i>	14 <sup>–</sup>	3 <sup>–</sup>	–	–
<i>Muscari comosum</i>	–	19 <sup>–</sup>	–	28 <sup>–</sup>

Наставак табеле П1. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	28	32	11	25
<i>Muscari neglectum</i>	—	12 <sup>—</sup>	—	28 <sup>—</sup>
<i>Nigella arvensis</i>	7 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Odontites lutea</i>	7 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Odontites verna</i>	7 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Onobrychis arenaria</i>	—	9 <sup>—</sup>	—	—
<i>Onobrychis</i> sp.	7 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Ononis spinosa</i>	—	—	—	4 <sup>—</sup>
<i>Onosma visianii</i>	4 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Orchidaceae</i> sp.	—	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Origanum vulgare</i>	—	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Orobanche alba</i>	—	3 <sup>—</sup>	18 <sup>—</sup>	—
<i>Orobanche teucrii</i>	—	22 <sup>—</sup>	18 <sup>—</sup>	—
<i>Orobanche</i> sp.	—	9 <sup>—</sup>	—	—
<i>Paeonia tenuifolia</i>	—	—	—	12 <sup>—</sup>
<i>Paronychia</i> sp.	21 <sup>—</sup>	16 <sup>—</sup>	—	12 <sup>—</sup>
<i>Petrorhagia illyrica</i>	—	3 <sup>—</sup>	27 <sup>—</sup>	—
<i>Peucedanum carvifolia</i>	—	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Phleum arvense</i>	—	9 <sup>—</sup>	18 <sup>—</sup>	—
<i>Pimpinella major</i>	—	6 <sup>—</sup>	27 <sup>—</sup>	—
<i>Pimpinella saxifraga</i>	14 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Plantago media</i>	25 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	27 <sup>—</sup>	—
<i>Poa angustifolia</i>	4 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	—
<i>Poa badensis</i>	7 <sup>—</sup>	—	—	20 <sup>—</sup>
<i>Poa bulbosa</i>	—	6 <sup>—</sup>	—	—
<i>Poa media</i>	—	3 <sup>—</sup>	—	4 <sup>—</sup>
<i>Poa</i> sp.	—	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Poa trivialis</i>	7 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Polygala comosa</i>	11 <sup>—</sup>	6 <sup>—</sup>	18 <sup>—</sup>	4 <sup>—</sup>
<i>Polygala major</i>	4 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Polygonatum odoratum</i>	7 <sup>—</sup>	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Potentilla recta</i> agg.	4 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Potentilla</i> sp.	4 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Prunella laciniata</i>	25 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	—	8 <sup>—</sup>
<i>Prunus spinosa</i>	7 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Pulsatilla montana</i>	—	3 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	—
<i>Pyrus pyraister</i>	4 <sup>—</sup>	—	—	4 <sup>—</sup>
<i>Quercus cerris</i>	11 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Ranunculus bulbosus</i>	—	6 <sup>—</sup>	—	4 <sup>—</sup>
<i>Ranunculus illirycus</i>	7 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	—
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	—	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Ranunculus</i> sp.	—	—	18 <sup>—</sup>	—

Наставак табеле П1. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	28	32	11	25
<i>Romulea</i> sp.	—	—	—	4 <sup>—</sup>
<i>Rosa agrestis</i>	4 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Rosa arvensis</i>	4 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Rosa canina</i>	7 <sup>—</sup>	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Rosa spinosissima</i>	18 <sup>—</sup>	12 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	12 <sup>—</sup>
<i>Rosa</i> sp.	7 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Rumex acetosa</i>	11 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Rumex acetosella</i>	—	—	—	4 <sup>—</sup>
<i>Ruta graveolens</i>	11 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Salvia nemorosa</i>	11 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Salvia pratensis</i>	—	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Salvia</i> sp.	—	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Saxifraga paniculata</i>	—	—	—	16 <sup>—</sup>
<i>Scabiosa argentea</i>	18 <sup>—</sup>	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	—	6 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	—
<i>Scabiosa</i> sp.	—	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Scilla bifolia</i>	4 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Scleranthus dichotomus</i>	—	16 <sup>—</sup>	—	12 <sup>—</sup>
<i>Sedum acre</i>	—	3 <sup>—</sup>	—	16 <sup>—</sup>
<i>Sedum album</i>	—	—	—	8 <sup>—</sup>
<i>Sedum atratum</i>	—	—	27 <sup>—</sup>	—
<i>Sedum hispanicum</i>	7 <sup>—</sup>	—	—	4 <sup>—</sup>
<i>Sedum sexangulare</i>	4 <sup>—</sup>	—	9 <sup>—</sup>	4 <sup>—</sup>
<i>Sedum</i> sp.	—	12 <sup>—</sup>	36 <sup>—</sup>	—
<i>Sempervivum marmoreum</i>	4 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Seseli annuum</i> subsp. <i>annuum</i>	—	—	27 <sup>—</sup>	—
<i>Seseli libanotis</i>	—	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Seseli montanum</i>	—	12 <sup>—</sup>	36 <sup>—</sup>	—
<i>Seseli peucedanoides</i>	—	3 <sup>—</sup>	—	4 <sup>—</sup>
<i>Seseli rigidum</i>	11 <sup>—</sup>	—	—	4 <sup>—</sup>
<i>Seseli</i> sp.	4 <sup>—</sup>	—	—	4 <sup>—</sup>
<i>Sherardia arvensis</i>	14 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Silene otites</i>	—	6 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	24 <sup>—</sup>
<i>Silene</i> sp.	4 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Silene vulgaris</i>	—	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Stachys germanica</i>	14 <sup>—</sup>	—	18 <sup>—</sup>	—
<i>Stachys officinalis</i>	29 <sup>—</sup>	12 <sup>—</sup>	27 <sup>—</sup>	—
<i>Stachys recta</i>	7 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	—	4 <sup>—</sup>
<i>Stipa bromoides</i>	14 <sup>—</sup>	—	9 <sup>—</sup>	28 <sup>—</sup>
<i>Stipa capillata</i>	—	9 <sup>—</sup>	—	—
<i>Stipa eriocaulis</i>	21 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	18 <sup>—</sup>	28 <sup>—</sup>

Наставак табеле П1. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	1	2	3	4
Број снимака	28	32	11	25
<i>Stipa pennata</i>	18 <sup>—</sup>	12 <sup>—</sup>	—	20 <sup>—</sup>
<i>Stipa pulcherrima</i>	7 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Tanacetum corymbosum</i>	14 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Taraxacum sect. Erythrosperma</i>	36 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	45 <sup>—</sup>	—
<i>Thalictrum minus</i>	—	—	9 <sup>—</sup>	16 <sup>—</sup>
<i>Thesium divaricatum</i>	18 <sup>—</sup>	6 <sup>—</sup>	—	16 <sup>—</sup>
<i>Thesium linophyllum</i>	—	3 <sup>—</sup>	36 <sup>—</sup>	8 <sup>—</sup>
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	14 <sup>—</sup>	19 <sup>—</sup>	18 <sup>—</sup>	4 <sup>—</sup>
<i>Thymus longicaulis</i>	7 <sup>—</sup>	19 <sup>—</sup>	—	—
<i>Thymus pannonicus</i>	4 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	36 <sup>—</sup>	8 <sup>—</sup>
<i>Thymus praecox agg.</i>	25 <sup>—</sup>	25 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	8 <sup>—</sup>
<i>Thymus sp.</i>	11 <sup>—</sup>	16 <sup>—</sup>	—	4 <sup>—</sup>
<i>Thymus pannonicus</i>	—	—	—	16 <sup>—</sup>
<i>Torilis arvensis</i>	7 <sup>—</sup>	6 <sup>—</sup>	—	16 <sup>—</sup>
<i>Tragopogon balcanicus</i>	14 <sup>—</sup>	6 <sup>—</sup>	—	—
<i>Trifolium arvense</i>	36 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	—	12 <sup>—</sup>
<i>Trifolium incarnatum subsp. molinerii</i>	7 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Trifolium montanum</i>	7 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Trifolium pannonicum</i>	4 <sup>—</sup>	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Trifolium repens</i>	4 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Trifolium sp.</i>	4 <sup>—</sup>	—	—	8 <sup>—</sup>
<i>Trifolium striatum</i>	4 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	—	4 <sup>—</sup>
<i>Trinia glauca</i>	32 <sup>—</sup>	22 <sup>—</sup>	36 <sup>—</sup>	—
<i>Valerianella carinata</i>	7 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	—	4 <sup>—</sup>
<i>Valerianella sp.</i>	4 <sup>—</sup>	—	—	12 <sup>—</sup>
<i>Valerianella coronata</i>	—	—	—	12 <sup>—</sup>
<i>Veratrum lobelianum</i>	4 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	27 <sup>—</sup>	—
<i>Veratrum nigrum</i>	—	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Verbascum lychnitis</i>	14 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	—	—
<i>Verbascum phlomoides</i>	—	6 <sup>—</sup>	—	4 <sup>—</sup>
<i>Verbascum sp.</i>	—	3 <sup>—</sup>	45 <sup>13,2</sup>	8 <sup>—</sup>
<i>Verbascum speciosum</i>	4 <sup>—</sup>	—	—	4 <sup>—</sup>
<i>Veronica chamaedrys</i>	4 <sup>—</sup>	—	18 <sup>—</sup>	—
<i>Veronica praecox</i>	—	3 <sup>—</sup>	—	—
<i>Veronica spicata</i>	4 <sup>—</sup>	—	18 <sup>—</sup>	—
<i>Veronica verna</i>	4 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Vicia angustifolia</i>	18 <sup>—</sup>	—	—	4 <sup>—</sup>
<i>Vicia cracca</i>	14 <sup>—</sup>	—	—	—
<i>Vicia hirsuta</i>	—	—	9 <sup>—</sup>	—
<i>Vicia sativa</i>	11 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	9 <sup>—</sup>	—
<i>Vicia tetrasperma</i>	21 <sup>—</sup>	3 <sup>—</sup>	—	4 <sup>—</sup>



Наставак табеле П1. Синоптичка табела травњачке вегетације југоисточне Србије. Приказане су процентуалне вредности појављивања врста, а у суперскрипту вредност коефицијента *phi*. Засенчено су приказане дијагностичке врсте сваког кластера.

Кластер	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Број снимака	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>25</b>
<i>Vinca herbacea</i>	11 <sup>–</sup>	–	–	–
<i>Viola arvensis</i>	11 <sup>–</sup>	3 <sup>–</sup>	27 <sup>–</sup>	8 <sup>–</sup>
<i>Viola hirta</i>	4 <sup>–</sup>	–	18 <sup>–</sup>	–
<i>Viola kitaibeliana</i>	21 <sup>–</sup>	9 <sup>–</sup>	27 <sup>–</sup>	–
<i>Viola sp.</i>	7 <sup>–</sup>	3 <sup>–</sup>	18 <sup>–</sup>	–
<i>Viola tricolor</i>	–	12 <sup>–</sup>	27 <sup>–</sup>	–
<i>Xeranthemum cylindraceum</i>	7 <sup>–</sup>	9 <sup>–</sup>	–	–

Додатна табела П2. Географски положај, рељефске карактеристике и дубина земљишта ФС

Кластер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Латитуда (°)	Лонгитуда (°)	Надморска висина (m)	Експозиција	Нагиб (°)	Дубина земљишта (cm)
1	1	43,76186	21,88122	935	187	9	18,80
1	2	43,76055	21,88113	918	180	7	9,80
1	3	43,76076	21,88105	913	180	2	7,00
1	4	43,76118	21,88166	929	180	3	14,60
1	5	43,76254	21,8824	941	135	3	14,00
1	6	43,76177	21,88161	935	190	9	12,30
1	7	43,76218	21,88158	933	229	8	13,80
1	8	43,76491	21,88261	996	220	10	10,00
1	9	43,7617	21,88152	932	250	16	7,20
1	10	43,76489	21,88258	996	220	10	13,60
1	11	43,76088	21,88046	911	225	20	16,20
1	12	43,75759	21,88643	854	220	6	13,80
1	13	43,7569	21,88525	859	270	5	13,70
1	14	43,75713	21,88565	865	250	5	14,80
1	15	43,75866	21,88484	865	2	5	19,80
1	16	43,75859	21,88498	857	3	3	16,60
1	17	43,76089	21,88493	880	170	2	26,40
1	18	43,76098	21,88473	870	100	6	22,20
1	19	43,75923	21,88509	885	180	2,5	19,40
1	20	43,75997	21,8843	873	159	7	32,20
1	21	43,75986	21,88436	873	179	6	35,60
1	22	43,59387	21,89302	971	0	6	16,00
1	23	43,59339	21,89316	970	0	4	13,30
1	24	43,59349	21,89611	1000	160	10	7,10
1	25	43,59323	21,89483	979	190	5	21,20
1	26	43,59317	21,89427	978	224	5	7,90
1	27	43,59519	21,89953	1013	158	17	8,60
1	28	43,5952	21,89983	1013	120	НО	6,60
2	29	43,56972	22,02845	964	296	4	11,40
2	30	43,56972	22,02856	960	270	2	10,40
2	31	43,56497	22,02851	960	251	4	7,80
2	32	43,56637	22,02926	965	374	4	17,40
2	33	43,56381	22,028	949	210	НО	10,00
2	34	43,56361	22,03133	952	125	4	5,20
2	35	43,56391	22,03074	952	145	2	7,20
2	36	43,56071	22,03362	952	НО	0	4,00
2	37	43,56063	22,03367	953	85	2	3,50
2	38	43,5636	22,03165	951	130	3	6,00
2	39	43,56256	22,03352	937	23	4	18,40
2	40	43,56158	22,03479	937	45	4	10,20
2	41	43,56284	22,03178	949	180	3	5,60
2	42	43,56453	22,03033	963	293	1	11,20

НО - није одређено

Наставак табеле П2. Географски положај, рељефске карактеристике и дубина земљишта ФС

Кластер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Латитуда (°)	Лонгитуда (°)	Надморска висина (m)	Експозиција	Нагиб (°)	Дубина земљишта (cm)
2	43	43,5646	22,0305	965	120	2	10,00
2	44	43,56075	22,033	946	270	5	17,00
2	45	43,56064	22,03301	953	270	4	13,80
2	46	43,56609	22,0291	969	333	4	11,60
2	47	43,19172	22,15082	1338	270	30	14,30
2	48	43,19141	22,15261	1393	250	16	19,60
2	49	43,19086	22,15213	1372	240	11	14,20
2	50	43,19354	22,14825	1298	220	18	10,20
2	51	43,19784	22,1427	1321	200	23	4,10
2	52	43,19773	22,14281	1319	203	21	8,30
2	53	43,20073	22,13666	1366	209	15	10,40
2	54	43,19983	22,13994	1327	191	10	9,60
2	55	43,19969	22,14007	1326	190	17	2,30
2	56	43,19181	22,15072	1338	260	20	19,00
2	57	43,19367	22,14931	1323	220	7	12,40
2	58	43,19065	22,15483	1439	235	20	19,40
2	59	43,19827	22,14251	1328	200	22	22,80
2	60	43,19817	22,14262	1327	202	22	15,80
3	61	43,19157	22,15303	1411	290	18	25,20
3	62	43,19157	22,15303	1405	290	16	18,40
3	63	43,1914	22,15372	1422	270	15	13,80
3	64	43,23403	22,13081	1494	203	19	25,60
3	65	43,19142	22,1539	1424	290	20	21,60
3	66	43,20018	22,13891	1352	9	19	12,20
3	67	43,20281	22,13181	1459	173	19	18,00
3	68	43,20272	22,13169	1447	195	18	14,00
3	69	43,20335	22,13177	1484	180	20	10,20
3	70	43,20368	22,13179	1503	160	15	5,20
3	71	43,18867	22,16008	1555	300	30	9,00
4	72	43,27909	22,06882	459	202	10	10,40
4	73	43,27897	22,06897	461	195	7	2,40
4	74	43,28061	22,06635	465	НО	6	2,20
4	75	43,27689	22,0705	394	225	27	7,80
4	76	43,27699	22,07041	390	220	23	4,20
4	77	43,27709	22,06961	388	205	15	11,00
4	78	43,2796	22,06563	416	200	20	4,60
4	79	43,27949	22,06559	412	240	20	6,10
4	80	43,28085	22,06642	473	261	12	3,20
4	81	43,27724	22,06965	369	225	60	2,20
4	82	43,27839	22,07143	418	180	30	4,80
4	83	43,27932	22,06613	406	180	30	4,60
4	84	43,27939	22,06602	407	149	22	7,20

НО - није одређено

Наставак табеле П2. Географски положај, рељефске карактеристике и дубина земљишта ФС

Кластер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Латитуда (°)	Лонгитуда (°)	Надморска висина (m)	Експозиција	Нагиб (°)	Дубина земљишта (cm)
4	85	43,27713	22,06882	338	220	23	13,60
4	86	43,27839	22,07143	418	180	30	2,80
4	87	43,28062	22,06657	465	173	6	2,50
4	88	43,3406	22,07919	503	160	12	6,70
4	89	43,7587	21,88518	798	293	6	3,20
4	90	43,34035	22,07973	463	142	0	8,40
4	91	43,34063	22,07955	472	150	22	4,70
4	92	43,34104	22,07942	474	130	12	60
4	93	43,34126	22,0792	492	360	2	6,20
4	94	43,34026	22,08047	417	120	40	4,20
4	95	43,34065	22,08028	451	135	25	7,80
4	96	43,3400	22,0802	436	135	27	5,10

Табела П3. Механички састав мешовитих узорака земљишта

Кластер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Садржај механичких фракција у %						Физичка глина
		Скелет	Крупан песак	Ситан песак	Крупан прах	Ситан прах	Глина	
		>2 (mm)	2-0,2 (mm)	0,2-0,05 (mm)	0,05-0,02 (mm)	0,02-0,002 (mm)	<0,002 (mm)	
1	1	НО	1,86	1,97	18,57	47,36	30,24	77,59
1	2	НО	1,71	1,59	18,9	50,00	27,8	77,79
1	3	НО	3,38	1,48	22,63	45,95	26,56	72,51
1	4	НО	0,19	1,08	27,54	42,23	28,95	71,19
1	5	НО	0,69	1,5	29,78	43,72	24,32	68,03
1	6	НО	1,86	1,97	18,57	47,36	30,24	77,59
1	7	НО	2,88	5,07	20,34	43,47	28,24	71,71
1	8	НО	0,4	1,14	21,4	49,75	27,32	77,07
1	9	НО	1,4	1,48	22,02	44,27	30,83	75,11
1	10	НО	0,95	1,78	23,63	47,96	25,68	73,63
1	11	НО	0,43	0,4	28,42	46,99	23,76	70,75
1	12	НО	0,54	1,34	25,76	46,48	25,88	72,36
1	13	НО	1,39	1,3	21,32	50,19	25,8	75,99
1	14	НО	1,75	2,46	21,97	49,63	24,2	73,83
1	15	НО	0,92	1,41	18,08	50,75	28,84	79,59
1	16	НО	0,83	1,48	20,59	47,27	29,83	77,11
1	17	НО	1,3	1,02	20,77	46,11	30,8	76,91
1	18	НО	2,31	1,7	24,2	41,07	30,72	71,79
1	19	НО	4,24	1,03	30,1	41,83	22,8	64,63
1	20	НО	0,36	1,49	21,31	50,48	26,36	76,83
1	21	НО	0,99	1,62	24,27	45,51	27,6	73,11
1	22	НО	2,12	5,59	28,33	37	26,96	63,96

НО - није одређено

Наставак табеле ПЗ. Механички састав мешовитих узорака земљишта

Кластер	Фитоденолошки Снимак (ФС)	Садржај механичких фракција у %						
		Скелет	Крупан песак	Ситан песак	Крупан прах	Ситан прах	Глина	Физичка глина
		>2 (mm)	2-0,2 (mm)	0,2-0,05 (mm)	0,05-0,02 (mm)	0,02-0,002 (mm)	<0,002 (mm)	<0,02 (mm)
1	23	НО	3,08	10,19	35,13	28,04	23,56	51,6
1	24	НО	2,42	2,05	30,99	31,03	33,51	64,55
1	25	НО	5,54	54,05	17,33	10,08	13	23,08
1	26	НО	11,65	28,4	17,15	23,2	19,6	42,79
1	27	НО	3,42	1,55	23,35	35,64	36,04	71,68
1	28	НО	4,62	2,78	21,12	38,32	33,16	71,47
2	29	НО	0,58	1,19	27,21	40,35	30,68	71,03
2	30	НО	0,58	1,19	27,21	40,35	30,68	71,03
2	31	НО	0,27	0,71	28,39	42,19	28,43	70,63
2	32	НО	0,54	1,72	29,73	35,12	32,88	68,00
2	33	НО	1,11	2,23	27,55	38,47	30,63	69,11
2	34	НО	0,42	1,2	36,9	36,28	25,2	61,48
2	35	НО	0,6	1,37	33,39	39,44	25,2	64,64
2	36	НО	0,29	1,56	29,12	43,04	26,00	69,04
2	37	НО	0,29	1,56	29,12	43,04	26,00	69,04
2	38	НО	0,41	1,51	30,52	43,6	23,96	67,56
2	39	НО	0,34	1,56	28,79	39,59	29,71	69,31
2	40	НО	0,66	1,87	30,56	38,64	28,28	66,91
2	41	НО	0,86	2,34	34,08	37,99	24,72	62,71
2	42	НО	0,26	1,01	34,42	39,12	25,2	64,32
2	43	НО	0,39	0,8	34,3	41,68	22,84	64,52
2	44	НО	0,77	0,85	29,83	36,39	32,16	68,55
2	45	НО	0,38	1,08	28,31	36,75	33,47	70,23
2	46	НО	0,22	0,88	28,99	40,55	29,35	69,91
2	47	НО	1,81	1,16	29,51	42,28	25,24	67,52
2	48	НО	1,02	1,06	27,69	43,6	26,64	70,24
2	49	НО	1,3	1,72	33,66	42,04	21,28	63,32
2	50	НО	5,68	3,31	31,89	38,44	20,68	59,12
2	51	НО	0,75	1,91	35,98	42,88	18,48	61,36
2	52	НО	0,63	1,76	37,29	44,4	15,92	60,32
2	53	НО	2,05	1,42	50,34	24,12	22,08	46,19
2	54	НО	5,12	1,49	42,66	32,64	18,08	50,72
2	55	НО	1,62	0,94	57,76	20,68	19	39,68
2	56	НО	0,5	0,65	34,21	38,72	25,92	64,64
2	57	НО	0,29	0,83	38,79	37,92	22,16	60,08
2	58	НО	0,38	1,23	43,07	36,08	19,24	55,32
2	59	НО	0,39	2,2	30,25	43,32	23,84	67,15
2	60	НО	3,98	4,44	32,78	41,84	16,96	58,80
3	61	НО	1,18	0,71	35,19	39,28	23,64	62,92
3	62	НО	0,15	0,99	30,46	44,64	23,76	68,40
3	63	НО	0,33	0,54	29,45	35,04	34,64	69,68

НО - није одређено

Наставак табеле ПЗ. Механички састав мешовитих узорака земљишта

Кластер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Садржај механичких фракција у %						
		Скелет	Крупан песак	Ситан песак	Крупан прах	Ситан прах	Глина	Физичка глина
		>2 (mm)	2-0,2 (mm)	0,2-0,05 (mm)	0,05-0,02 (mm)	0,02-0,002 (mm)	<0,002 (mm)	<0,02 (mm)
3	64	НО	0,23	0,80	34,18	40,84	23,96	64,8
3	65	НО	1,38	0,72	40,31	32,76	24,84	57,6
3	66	НО	0,69	1,02	27,85	41,04	29,4	70,44
3	67	НО	0,66	1,03	21,96	49,36	27	76,35
3	68	НО	1,09	0,79	26,32	46,36	25,44	71,8,0
3	69	НО	0,54	0,29	36,18	42,32	20,68	62,99
3	70	НО	3,32	1,29	59,39	21,24	14,76	36,00
3	71	НО	3,19	0,72	52,34	25,32	18,44	43,76
4	72	63,20	9,37	2,52	39,43	33,68	15	48,68
4	73	51,69	7,18	2,02	41,76	34,24	14,8	49,04
4	74	44,67	5,41	1,46	41,37	37,64	14,12	51,76
4	75	45,32	12,26	4,79	26,71	30,84	25,4	56,24
4	76	44,90	27,63	6,71	14,3	29,88	21,48	51,36
4	77	48,70	3,03	1,64	43,3	33,56	18,48	52,04
4	78	67,04	24,18	5,75	36,43	20,32	13,32	33,64
4	79	63,06	14,32	3,57	35,63	31,44	15,04	46,48
4	80	75,82	17,81	4,26	39,97	25,56	12,4	37,96
4	81	78,06	35,41	3,46	28,9	19,32	12,92	32,24
4	82	26,82	26,22	5,41	16,14	31,12	21,12	52,24
4	83	48,11	15,57	4,97	19,86	37,76	21,84	59,6
4	84	50,00	7,23	4,49	24,28	40,88	23,12	64
4	85	60,77	19,57	12,11	21,44	25,36	21,52	46,88
4	86	28,57	15,33	4,85	24,62	36,88	18,32	55,2
4	87	47,79	3,29	1,47	34,57	42,75	17,92	60,67
4	88	35,74	3,76	4,97	28,12	43,12	20,04	63,15
4	89	НО	4,74	3,96	24,79	42,31	24,2	66,51
4	90	54,57	6,8	5,62	32,18	38,68	16,72	55,4
4	91	22,28	7,27	6,96	29,49	38,4	17,88	56,28
4	92	31,79	4,09	8,5	35,77	32,24	19,4	51,64
4	93	НО	11,61	5,17	25,42	37,84	19,96	57,8
4	94	41,89	7,23	4,66	30,99	40	17,12	57,12
4	95	45,09	7,18	4,79	35,71	36,92	15,4	52,32
4	96	57,14	9,16	4,16	32,85	37,12	16,72	53,84

НО - није одређено

Табела П4. Класификација земљишта према садржају скелета и текстурне класе ситне земље мешовитих узорака

Кластер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Класификација земљишта према садржају скелета (Gračanin, 1945)	Текстурна класа ситне земље (USDA) (Natural Resource Conservation Service, 2004)
1	1	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	2	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	3	безскелетно	прашкаста иловача
1	4	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	5	безскелетно	прашкаста иловача
1	6	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	7	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	8	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	9	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	10	безскелетно	прашкаста иловача
1	11	безскелетно	прашкаста иловача
1	12	безскелетно	прашкаста иловача
1	13	безскелетно	прашкаста иловача
1	14	безскелетно	прашкаста иловача
1	15	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	16	склетоидно	прашкасто глиновита иловача
1	17	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	18	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	19	безскелетно	прашкаста иловача
1	20	безскелетно	прашкаста иловача
1	21	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	22	безскелетно	прашкаста иловача
1	23	безскелтно	прашкаста иловача
1	24	безскелтно	прашкасто глиновита иловача
1	25	безскелтно	песковита иловача
1	26	безскелтно	иловача
1	27	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
1	28	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
2	29	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
2	30	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
2	31	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
2	32	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
2	33	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
2	34	безскелетно	прашкаста иловача
2	35	безскелетно	прашкаста иловача
2	36	безскелетно	прашкаста иловача
2	37	безскелетно	прашкаста иловача
2	38	безскелетно	прашкаста иловача
2	39	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
2	40	безскелетно	прашкасто глиновита иловача
2	41	безскелетно	прашкаста иловача

Наставак табеле П4. Класификација земљишта према садржају скелета и текстурне класе ситне земље мешовитих узорака

Кластер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Класификација земљишта према садржају скелета (Gračanin, 1945)	Текстурна класа ситне земље (USDA) (Natural Resource Conservation Service, 2004)
2	42	безскелетно	прашката иловача
2	43	безскелетно	прашката иловача
2	44	безскелетно	прашкasto глиновита иловача
2	45	безскелетно	прашкasto глиновита иловача
2	46	безскелетно	прашкasto глиновита иловача
2	47	безскелетно	прашката иловача
2	48	безскелетно	прашката иловача
2	49	безскелетно	прашката иловача
2	50	безскелетно	прашката иловача
2	51	безскелетно	прашката иловача
2	52	безскелетно	прашката иловача
2	53	безскелетно	прашката иловача
2	54	безскелетно	прашката иловача
2	55	безскелетно	прашката иловача
2	56	безскелетно	прашката иловача
2	57	безскелетно	прашката иловача
2	58	безскелетно	прашката иловача
2	59	безскелетно	прашката иловача
2	60	безскелетно	прашката иловача
3	61	безскелетно	прашката иловача
3	62	безскелетно	прашката иловача
3	63	безскелетно	прашкasto глиновита иловача
3	64	безскелетно	прашката иловача
3	65	безскелетно	прашката иловача
3	66	безскелетно	прашкasto глиновита иловача
3	67	безскелетно	прашкasto глиновита иловача
3	68	безскелетно	прашката иловача
3	69	безскелетно	прашката иловача
3	70	безскелетно	прашката иловача
3	71	безскелетно	прашката иловача
4	72	скелетно	прашката иловача
4	73	скелетно	прашката иловача
4	74	јакo скелетоидно	прашката иловача
4	75	јакo скелетоидно	прашката иловача
4	76	јакo скелетоидно	иловача
4	77	јакo скелетоидно	прашката иловача
4	78	скелетно	прашката иловача
4	79	скелетно	прашката иловача
4	80	скелетно	прашката иловача
4	81	скелетно	прашката иловача
4	82	скелетоидно	иловача



Наставак табеле П4. Класификација земљишта према садржају скелета и текстурне класе ситне земље мешовитих узорака

Класстер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Класификација земљишта према садржају скелета (Gračanin, 1945)	Текстурна класа ситне земље (USDA) (Natural Resource Conservation Service, 2004)
4	83	јачо скелетоидно	прашката иловача
4	84	јачо скелетоидно	прашката иловача
4	85	скелетно	иловача
4	86	скелетоидно	прашката иловача
4	87	јачо скелетоидно	прашката иловача
4	88	јачо скелетоидно	прашката иловача
4	89	безскелетно	прашката иловача
4	90	скелетно	прашката иловача
4	91	скелетоидно	прашката иловача
4	92	јачо скелетоидно	прашката иловача
4	93	безскелетно	прашката иловача
4	94	јачо скелетоидно	прашката иловача
4	95	јачо скелетоидно	прашката иловача
4	96	скелетно	прашката иловача

Табела П5. Основна хемијска својства мешовитих узорака земљишта

Класстер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Хумус (%)	pH у H <sub>2</sub> O	N (cmol·kg <sup>-1</sup> )	S (cmol·kg <sup>-1</sup> )	CEC (cmol·kg <sup>-1</sup> )	V (%)
1	1	16,39	6,56	3,44	51,30	54,74	93,72
1	2	15,46	6,74	2,75	45,98	48,73	94,36
1	3	18,76	6,92	1,72	55,30	57,02	96,98
1	4	15,09	6,71	2,75	54,91	57,66	95,23
1	5	12,21	6,73	2,41	44,20	46,60	94,84
1	6	16,39	6,56	3,44	51,30	54,74	93,72
1	7	14,68	6,80	3,20	50,14	53,34	93,99
1	8	15,85	6,59	2,98	46,74	49,72	94,01
1	9	15,92	6,28	4,94	49,64	54,58	90,94
1	10	13,16	6,42	3,89	45,17	49,06	92,07
1	11	18,08	6,52	3,82	51,39	55,21	93,09
1	12	13,01	6,59	4,12	45,66	49,78	91,73
1	13	13,55	6,41	4,22	41,56	45,78	90,78
1	14	14,73	6,62	3,38	42,73	46,11	92,67
1	15	15,00	6,33	4,47	45,71	50,18	91,09
1	16	13,99	6,28	4,70	42,87	47,57	90,12
1	17	14,50	7,25	1,78	57,81	59,59	97,01
1	18	9,93	6,42	3,60	42,63	46,23	92,21
1	19	19,35	7,14	1,63	58,74	60,38	97,29

Наставак табеле П5. Основна хемијска својства мешовитих узорака земљишта

Класа	Фитоценолошки снимак (ФС)	Хумус (%)	pH у H <sub>2</sub> O	N (cmol·kg <sup>-1</sup> )	S (cmol·kg <sup>-1</sup> )	CEC (cmol·kg <sup>-1</sup> )	V (%)
1	20	7,58	5,63	6,53	22,25	28,78	77,31
1	21	11,89	5,58	8,48	29,52	38,00	77,68
1	22	19,20	7,24	1,37	50,85	52,23	97,37
1	23	18,22	7,29	1,22	50,01	51,24	97,62
1	24	16,94	6,83	2,56	63,62	66,18	96,13
1	25	12,16	7,54	0,00	32,58	32,58	100,00
1	26	14,04	7,48	0,00	48,00	48,00	100,00
1	27	8,61	7,41	0,00	47,87	47,87	100,00
1	28	7,23	7,46	0,00	49,80	49,80	100,00
2	29	16,02	6,43	4,22	54,23	58,45	92,78
2	30	16,02	6,43	4,22	54,23	58,45	92,78
2	31	16,85	6,52	3,13	48,90	52,03	93,98
2	32	15,87	6,29	4,81	47,47	52,28	90,80
2	33	12,29	6,46	3,89	41,23	45,12	91,37
2	34	14,24	6,82	2,75	48,91	51,66	94,68
2	35	14,90	7,08	1,93	51,02	52,95	96,36
2	36	14,75	7,01	1,89	50,73	52,61	96,41
2	37	14,75	7,01	1,89	50,73	52,61	96,41
2	38	14,01	7,12	1,37	50,44	51,81	97,35
2	39	13,16	6,54	3,21	44,63	47,84	93,30
2	40	9,89	6,92	1,95	43,64	45,59	95,73
2	41	13,49	7,20	1,37	51,39	52,77	97,40
2	42	17,42	6,56	4,04	55,02	59,07	93,16
2	43	20,51	6,61	3,77	56,87	60,64	93,78
2	44	17,63	6,47	4,18	52,20	56,37	92,59
2	45	16,93	6,52	4,09	54,40	58,50	93,00
2	46	18,19	6,49	3,86	50,90	54,75	92,95
2	47	18,12	6,77	3,31	48,37	51,67	93,60
2	48	23,06	6,18	7,05	42,82	49,87	85,87
2	49	15,78	6,85	2,98	45,27	48,25	93,83
2	50	17,63	7,42	0,92	47,81	48,73	98,12
2	51	17,97	6,90	2,41	49,36	51,77	95,34
2	52	18,47	7,08	1,81	51,43	53,24	96,60
2	53	24,56	6,09	8,56	50,84	59,40	85,59
2	54	37,66	6,82	2,55	68,83	71,38	96,43
2	55	37,26	7,22	1,72	90,35	92,07	98,14
2	56	17,00	6,35	5,54	43,29	48,84	88,66
2	57	23,29	6,90	3,17	55,20	58,37	94,57
2	58	21,89	6,19	6,71	46,26	52,96	87,33
2	59	18,80	6,43	5,22	42,69	47,91	89,11
2	60	17,59	6,57	3,00	46,88	49,88	93,99
3	61	25,86	5,83	10,40	44,44	54,84	81,03
3	62	20,59	6,31	6,10	44,21	50,31	87,87

Наставак табеле П5. Основна хемијска својства мешовитих узорака земљишта

Класа	Фитоценолошки снимак (ФС)	Хумус (%)	pH у H <sub>2</sub> O	Н (cmol·kg <sup>-1</sup> )	S (cmol·kg <sup>-1</sup> )	СЕС (cmol·kg <sup>-1</sup> )	V (%)
3	63	26,87	5,65	11,74	43,51	55,25	78,75
3	64	24,45	6,61	2,75	44,42	47,17	94,17
3	65	22,25	5,55	12,37	37,06	49,43	74,98
3	66	28,18	6,44	6,18	57,83	64,01	90,34
3	67	19,90	6,84	3,05	47,05	50,10	93,91
3	68	15,24	6,60	3,77	43,13	46,90	91,96
3	69	23,77	7,46	4,73	52,70	57,43	91,76
3	70	37,06	7,16	1,98	86,99	88,97	97,77
3	71	37,91	6,98	3,20	85,89	89,09	96,40
4	72	17,85	7,63	0,00	63,15	63,15	100,00
4	73	17,81	7,59	0,00	57,35	57,35	100,00
4	74	18,13	7,61	0,00	59,43	59,43	100,00
4	75	6,42	7,73	0,00	53,10	53,10	100,00
4	76	7,62	7,64	0,00	38,71	38,71	100,00
4	77	24,03	7,44	0,00	60,98	60,98	100,00
4	78	20,41	7,67	0,00	61,02	61,02	100,00
4	79	17,02	7,68	0,00	58,57	58,57	100,00
4	80	16,31	7,61	0,00	60,51	60,51	100,00
4	81	19,69	7,50	0,00	48,06	48,06	100,00
4	82	7,42	7,78	0,00	35,77	35,77	100,00
4	83	9,57	7,58	0,00	40,97	40,97	100,00
4	84	9,65	7,62	0,00	45,99	45,99	100,00
4	85	6,31	7,75	0,00	39,48	39,48	100,00
4	86	9,69	7,73	0,00	45,35	45,35	100,00
4	87	18,37	7,48	0,00	56,85	56,85	100,00
4	88	7,65	7,65	0,00	45,46	45,46	100,00
4	89	11,61	7,32	1,27	45,27	46,54	97,27
4	90	8,48	7,72	0,00	47,59	47,59	100,00
4	91	9,24	7,74	0,00	41,17	41,17	100,00
4	91	18,80	7,64	0,00	45,15	45,15	100,00
4	93	12,86	7,53	0,00	44,61	44,61	100,00
4	94	12,57	7,72	0,00	43,87	43,87	100,00
4	95	10,93	7,71	0,00	48,94	48,94	100,00
4	96	10,34	7,70	0,00	42,39	42,39	100,00

Табела П6. Садржај лакоприступачних макро и микроелемената у мешовитим узорцима земљишта

Класер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Na	K	Mg	Ca	P	Mo	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
		(mg·kg <sup>-1</sup> )										
1	1	15,36	249,01	225,56	9743,90	6,55	0,03	106,24	30,78	1,00	1,47	1,84
1	2	40,80	322,50	226,51	8617,00	9,12	0,02	158,92	42,38	1,44	2,27	2,82
1	3	72,75	281,60	306,42	10342,00	10,17	0,04	138,50	46,72	1,55	2,53	4,33
1	4	27,47	261,87	151,75	10570,18	8,60	0,02	99,59	26,95	0,88	1,34	2,34
1	5	14,32	356,51	220,60	8276,30	7,25	0,02	95,60	24,15	1,11	1,45	1,93
1	6	15,36	249,01	225,56	9743,90	6,55	0,03	106,24	30,78	1,00	1,47	1,84
1	7	14,56	196,11	169,23	9632,00	7,64	0,02	89,20	28,94	0,89	1,43	1,33
1	8	54,85	361,20	427,21	8403,00	15,89	0,02	180,88	50,12	1,54	2,91	5,97
1	9	17,60	411,51	269,14	9253,00	20,82	0,04	212,45	43,66	1,30	1,80	4,04
1	10	10,81	319,41	271,16	8409,20	14,80	0,03	86,32	31,84	0,85	1,41	2,28
1	11	14,45	235,71	197,73	9815,20	17,55	0,02	117,75	35,84	0,96	1,45	3,20
1	12	21,26	285,97	169,36	8684,18	8,42	0,02	142,19	24,61	0,73	1,27	1,70
1	13	14,16	261,21	281,43	7696,00	9,52	0,02	104,71	28,97	0,53	1,26	2,02
1	14	17,66	252,11	216,97	8039,50	12,70	0,03	113,55	24,64	0,57	1,07	1,68
1	15	16,95	231,01	266,33	8565,40	9,25	0,03	132,35	36,49	1,22	1,28	2,24
1	16	14,23	201,81	240,76	8056,00	8,73	0,03	138,01	32,47	1,24	1,07	1,48
1	17	24,83	355,87	152,23	11103,48	11,92	0,03	124,92	27,70	0,75	1,28	1,92
1	18	22,25	217,67	157,94	8130,98	5,19	0,02	116,02	25,93	0,65	1,49	0,68
1	19	16,02	262,61	200,03	11266,60	24,31	0,04	111,29	31,68	0,89	1,50	4,17
1	20	11,07	264,21	184,14	3998,50	7,11	0,03	108,44	47,10	1,25	1,31	0,67
1	21	17,74	292,11	271,80	5285,40	9,52	0,04	215,63	43,74	2,14	1,50	3,07
1	22	56,35	285,80	199,67	9642,00	23,05	0,12	83,94	60,68	1,28	2,19	8,08
1	23	59,35	256,25	184,13	9513,00	21,43	0,10	89,32	61,20	1,35	2,18	8,38
1	24	20,56	271,01	328,60	12019,30	34,13	0,07	165,42	33,97	1,27	1,66	3,42
1	25	5,35	149,31	486,83	5622,50	104,28	0,01	21,95	24,77	0,21	0,66	6,84
1	26	12,57	180,11	555,91	8569,70	37,02	0,03	21,52	40,58	0,37	0,73	4,80

Наставак табеле Пб. Садржај лакоприступачних макро и микроелемената у мешовитим узорцима земљишта

Кластер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Na	K	Mg	Ca	P	Mo	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
		(mg·kg <sup>-1</sup> )										
1	27	7,28	473,01	138,27	9095,10	14,88	0,05	67,56	18,93	0,38	0,82	0,92
1	28	11,00	347,21	95,91	9613,30	8,47	0,05	65,81	19,20	0,27	0,83	0,70
2	29	7,90	354,81	222,60	10285,50	8,95	0,06	144,44	34,01	1,16	1,66	3,28
2	30	7,90	354,81	222,60	10285,50	8,95	0,06	144,44	34,01	1,16	1,66	3,28
2	31	11,28	421,01	195,26	9228,30	8,86	0,03	90,24	30,21	1,32	1,43	2,78
2	32	10,03	265,41	211,50	8996,40	8,21	0,04	97,98	31,34	1,56	1,03	1,37
2	33	8,91	306,81	206,13	7737,20	4,71	0,06	182,65	26,75	0,91	1,29	1,98
2	34	24,21	387,41	194,80	9237,20	7,07	0,04	93,94	22,51	1,07	1,31	2,22
2	35	7,67	318,01	129,11	9819,10	5,85	0,04	73,53	19,82	0,92	1,19	1,95
2	36	9,60	373,11	143,50	9706,40	15,28	0,04	62,86	31,52	0,81	1,44	3,17
2	37	9,60	373,11	143,50	9706,40	15,28	0,04	62,86	31,52	0,81	1,44	3,17
2	38	5,72	328,91	120,71	9713,00	9,47	0,03	52,70	18,31	0,78	1,24	2,29
2	39	35,34	319,71	179,24	8433,40	8,86	0,05	132,42	28,23	1,02	1,47	2,20
2	40	6,14	254,11	125,38	8383,80	5,46	0,04	94,15	16,52	0,99	1,15	1,23
2	41	6,31	375,01	115,48	9888,60	8,95	0,04	58,81	20,12	0,89	1,31	2,27
2	42	7,99	395,01	221,16	10426,80	16,33	0,04	79,45	40,96	1,36	1,57	6,00
2	43	8,12	364,01	226,43	10802,90	19,08	0,04	67,55	38,53	1,30	1,46	5,67
2	44	13,73	338,01	253,35	9831,60	7,46	0,05	94,64	31,03	1,48	1,53	3,23
2	45	10,11	356,21	242,68	10284,60	6,20	0,06	124,21	32,13	1,13	1,72	3,13
2	46	6,68	310,81	182,48	9709,90	9,86	0,04	77,21	32,54	1,40	1,39	2,73
2	47	20,48	225,22	343,81	8967,10	10,00	0,05	64,15	42,06	0,60	1,02	3,58
2	48	15,50	247,42	268,71	7976,70	16,94	0,06	58,68	86,26	0,91	1,16	4,63
2	49	11,09	182,22	177,79	8654,30	15,76	0,05	53,13	36,99	0,51	0,78	2,13
2	50	11,79	217,02	580,63	8473,60	11,44	0,04	37,15	31,66	0,49	0,91	3,76
2	51	11,56	189,62	186,49	9454,60	18,81	0,05	65,42	39,76	0,54	1,20	3,12
2	52	12,79	193,32	217,26	9813,80	16,63	0,05	42,33	36,82	0,41	1,16	3,26

Наставак табеле Пб. Садржај лакоприступачних макро и микроелемената у мешовитим узорцима земљишта

Кластер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Na	K	Mg	Ca	P	Mo	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
		(mg·kg <sup>-1</sup> )										
2	53	16,60	418,42	194,38	9615,80	13,05	0,07	100,49	102,03	1,10	1,47	6,71
2	54	12,99	284,62	540,44	12708,50	44,13	0,06	55,18	82,46	0,79	1,67	9,93
2	55	17,34	348,92	373,70	17253,00	67,00	0,07	45,50	86,97	0,48	1,64	13,55
2	56	26,41	164,42	298,19	8054,70	8,51	0,06	88,41	53,79	0,63	1,14	2,15
2	57	13,83	259,12	492,33	10074,20	22,87	0,05	79,83	53,00	0,85	1,13	6,68
2	58	14,97	269,72	173,50	8810,80	17,68	0,05	56,95	88,96	0,84	1,13	4,92
2	59	11,98	202,92	248,74	8009,40	14,71	0,06	60,45	70,24	1,10	0,97	3,91
2	60	16,37	148,52	208,53	8937,60	4,50	0,05	51,68	41,38	0,86	0,73	1,52
3	61	22,39	238,22	297,67	8249,40	29,07	0,08	102,80	150,87	1,31	1,72	9,42
3	62	29,73	304,00	240,96	8258,00	19,69	0,07	105,44	109,94	1,99	1,61	7,48
3	63	18,81	428,12	337,71	7903,40	41,51	0,08	98,19	163,07	1,56	1,59	10,90
3	64	15,58	620,72	378,54	7922,10	28,72	0,05	82,86	87,05	1,30	1,31	9,14
3	65	15,94	304,62	352,23	6654,90	27,06	0,08	135,64	174,56	1,69	1,54	9,27
3	66	27,02	618,42	482,67	10420,80	149,28	0,07	97,53	119,72	1,21	1,52	10,62
3	67	53,65	248,10	221,01	8867,00	12,53	0,06	105,88	68,70	1,56	2,00	6,18
3	68	8,98	237,82	183,06	8191,30	14,84	0,04	88,76	35,62	0,90	0,90	2,36
3	69	9,13	283,92	213,78	10029,40	17,81	0,05	93,75	58,59	0,83	1,14	5,16
3	70	19,89	402,22	171,81	16887,70	74,69	0,05	84,48	63,21	0,97	1,12	0,96
3	71	14,83	321,22	144,49	16759,30	46,18	0,08	30,10	164,76	0,76	1,83	12,63
4	72	6,75	218,81	124,85	12303,60	17,37	0,04	39,45	23,39	0,32	1,47	3,31
4	73	9,00	245,31	121,86	11133,40	21,74	0,05	37,78	26,11	0,31	1,98	4,21
4	74	11,41	258,02	124,08	11537,80	31,91	0,05	42,51	28,03	0,45	1,90	4,05
4	75	57,35	486,00	275,61	9862,00	9,52	0,08	61,16	16,66	0,85	2,17	1,79
4	76	8,70	252,72	138,41	7373,60	9,60	0,04	33,41	15,97	0,34	1,64	1,81
4	77	6,76	261,82	219,89	11688,60	34,88	0,05	40,48	32,47	0,31	1,56	6,12
4	78	6,23	197,61	115,05	11905,60	22,39	0,04	26,88	32,83	0,47	1,70	5,45

Наставак табеле Пб. Садржај лакоприступачних макро и микроелемената у мешовитим узорцима земљишта

Кластер	Фитоценолошки снимак (ФС)	Na	K	Mg	Ca	P	Mo	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
		(mg·kg <sup>-1</sup> )										
4	79	6,90	171,91	119,41	11420,70	25,32	0,04	25,86	28,70	0,30	1,54	4,53
4	80	8,94	200,81	89,29	11842,10	32,04	0,05	37,12	41,14	0,41	3,10	5,89
4	81	7,69	203,02	98,15	9338,10	23,13	0,04	24,71	36,10	0,22	2,41	11,94
4	82	7,17	218,72	102,52	6864,50	12,27	0,04	38,90	11,48	0,27	1,18	1,31
4	83	7,24	362,62	149,51	7752,30	27,02	0,05	58,05	16,48	0,47	2,04	2,84
4	84	11,12	355,92	148,34	8757,80	43,30	0,05	47,06	13,65	0,58	1,65	2,21
4	85	6,83	190,01	86,78	7647,50	15,19	0,05	46,97	9,04	0,37	1,60	2,83
4	86	11,01	221,02	126,17	8736,40	19,03	0,04	37,32	15,64	0,28	1,73	1,88
4	87	9,30	349,12	198,51	10851,50	43,82	0,05	60,14	28,84	0,51	2,23	5,01
4	88	9,01	298,31	238,30	8534,70	9,34	0,04	36,75	11,39	0,34	1,66	1,07
4	89	10,57	335,41	107,22	8694,60	16,41	0,02	51,83	23,69	0,61	1,24	2,47
4	90	8,13	223,41	183,18	9090,80	9,12	0,03	28,47	10,81	0,37	1,39	0,96
4	91	6,99	346,52	201,35	7714,20	11,00	0,04	42,15	13,57	0,34	1,70	1,78
4	92	7,65	416,32	380,37	8175,00	22,74	0,04	38,84	21,75	0,33	1,50	4,80
4	93	8,86	306,92	168,96	8475,20	12,66	0,04	44,80	24,57	0,43	1,61	2,76
4	94	12,32	270,62	215,66	8265,00	15,06	0,04	37,10	17,45	0,23	2,03	3,03
4	95	14,68	273,52	139,76	9402,10	12,40	0,04	29,96	16,62	0,21	1,39	1,75
4	96	9,06	279,82	205,64	7983,40	10,26	0,03	33,52	13,35	0,21	1,47	2,25

## Биографија

Мастер биолог Јелена Богосављевић је рођена 02.09.1990. године у Пожаревцу, општина Пожаревац. Гимназију је завршила у Петровцу на Млави 2009. године. На студијском програму Биологија Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу дипломирала је 2014. године са просечном оценом 9,05. Мастер академске студије завршила је на Биолошком факултету Универзитета у Београду 2015. године. Докторске студије на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду, студијски програм Пољопривредне науке, модул Мелиорације земљишта уписала је школске 2016/2017 године. У звање асистента за ужу научну област Педологија на Пољопривредном факултету универзитета у Београду изабрана је 2020. године. Вежбе из предмета Основи педологије и Педологија на Катедри за педологију и геологију изводи од школске 2016/2017 године до данас. У периоду од 2016 – 2019. године била је ангажована у реализацији пројеката Министарства пољопривреде, водопривреде и шумарства. У претходном периоду учествовала је на домаћим и међународним конгресима. Коаутор је Практикума из педологије. Члан је Српског друштва за проучавање земљишта.



## Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: Јелена Богосављевић  
Број индекса: МЛ160038

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

Својства земљишта образованих на кречњачким масивима југоисточне Србије и њихов  
утицај на флористички састав травњачких заједница

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Јелена Богосављевић

Број индекса: МЛ160038

Студијски програм: Мелиорације земљишта

Наслов рада: Својства земљишта образованих на кречњачким масивима југоисточне Србије и њихов утицај на флористички састав травњачких заједница

Ментор: др Свјетлана Радмановић, ванредни професор, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду

Ментор: др Светлана Аћић, доцент, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива 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 аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Својства земљишта образованих на кречњачким масивима југоисточне Србије и њихов утицај на флористички састав травњачких заједница

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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 прерада.** 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 прерада.** 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.