

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Наташа С. Николић

**МОДЕЛ ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ И ПРИКАЗА
КАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЉИШТА НА ПОДРУЧЈУ
КРЊЕВАЧКОГ ВИНОГОРЈА**

Докторска дисертација

Београд, 2018.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF AGRICULTURE

Natasa S. Nikolic

**MODEL OF IDENTIFICATION AND
PRESENTATION OF SOIL PROPERTIES IN
KRNJEVO VITICULTURE AREA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2018.

Ментор докторске дисертације:

Др Александар Ђорђевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Чланови комисије докторске дисертације:

Др Свјетлана Радмановић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Др Зорица Томић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Др Љиљана Нешић, редовни професор
Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет

Др Славица Тодић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Датум одбране: _____

ИЗЈАВА ЗАХВАЛНОСТИ

Ова докторска дисертација је резултат преданог заједничког рада мојих колега и мене. Настала је несебичним трудом и залагањем професора, асистената, инжењера различитих струка (педолога, геолога, виноградара, винара) који су уложили свој труд уз мој труд и помогли да ова дисертација добије своје лице. Свима њима хвала од срца.

Посебну захвалност дугујем проф. др Александру Ђорђевићу, мом ментору, на стрпљењу, пруженим саветима, уложеном времену и подршци коју је показао током настајања ове дисертације, као и увек када је то било потребно.

Велику захвалност дугујем проф. др Мирославу Николићу и његовим сарадницима, који су широм отворили врата своје лабораторије за мене.

Пуно хвала проф. др Зорици Томић на труду и корисним саветима.

За несебичну посвећеност и стручну помоћ хвала проф. др Жељку Ђуровићу који је низом корисних савета и критика допринео суштини ове дисертације.

Од свег срца хвала драгој проф. Невенки Ђуровић, на подршци и разумевању.

Да нема дивних винограда породице Радовановић у крњевачком виногорју, ова дисертација не би постојала. Хвала г. Миодрагу Радовановићу што је широм отворио врата свога дома, помогао и омогућио да се спроведу истраживања. Посебно хвала колегама Анки и Бокију на несебичној помоћи.

Хвала мојим драгим колегама Лазару Калуђеровићу, Јовану Цакићу, Ани Раденовић и Биљани Блашковић, које су ме храбриле знањем и радошћу.

Хвала мојој породици и свим мојим пријатељима који су својим трудом, молитвом и љубављу помогли да ово дело довршим.

Слава Богу за све!

Аутор

МОДЕЛ ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ И ПРИКАЗА КАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЉИШТА НА ПОДРУЧЈУ КРЊЕВАЧКОГ ВИНОГОРЈА

Резиме: Земљиште, као компонента тероара која одређује разлике у квалитету вина, је изузетно важно у производњи врхунских вина. Различити корисници се са својствима земљишта детаљно упознају преко педолошких карата, а да би се педолошка карта успешно користила у виноградарству, неопходно је да буде израђена у крупном размеру и на основу података који су добијени анализом великог броја узорака просторно распоређених на малом растојању. Припрема и израда педолошких карата на традиционалан начин има ограничења која се тичу прецизности приказаних детаља и особина земљишта, зато се данас педолошко картирање заснива на рационалним теренским истраживањима и на савременим методама даљинске детекције и просторног предвиђања/геостатистике.

Детаљно педолошко истраживање је спроведено у Крњевачком виногорју у винограду Подрума Радовановић, на микролокалитету на коме се производи грође за добијање врхунских вина.

Узорковање земљишта (око 600 узорака) је спроведено по густој правилној мрежи, чиме су добијени статистички валидни узорци што је показала анализа њихових својстава помоћу геостатистичких метода које се најчешће примењују у свету (АР анализа и криговање). Наиме, геостатистичком анализом активне киселости узетих узорака површинског хоризонта, идентификоване су мање хомогене целине и урађен је методолошки оквир за просторно предвиђање дистрибуције различитих систематских категорија земљишта (комбинујући експертско знање са ауторегресионом анализом и теоријом универзалног кригинга). Места за отварање педолошких профила позиционирана су помоћу кригинга. Педолошка истраживања су обављена на традиционалан начин, при чему је анализом физичких и хемијских својстава земљишта стандардним методама идентификовано четири различите систематске категорије земљишта приказане на педолошкој карти крупног размера.

На основу анализе својстава земљишта из свих генетских хоризоната 20 педолошких профила стандардним методама, идентификовали смо различите систематске категорије земљишта на релативно малом простору (око 6 ha) који је униформан по начину коришћења и матичној стени, при чему су својства тог земљишта тако разноврсна да у великој мери могу утицати на успешност виноградарске производње.

Користећи изабрани модел, идентификовали смо два типа земљишта: рендзину и гајњачу, одредили њихову дистрибуцију, као и постепени прелазак једног типа у други (варијетете рендзине: излужена рендзина и огајњачена рендзина).

Рендзина има грађу профила А-АС-С. Хумусни хоризонт испитиваних рендзина је дебљине од 20 до 60 cm, са просечно 1,48% органског С, а услед садржаја СаСО₃ је слабо до умерено алкалан. По дубини испитиваних земљишних профила рН вредност се повећава, тако да у С хоризонту активна киселост износи око 8. Према механичком саставу истраживане рендзине су прашкасто-глиновите иловаче. По дубини профила нема значајних разлика у текстури.

Педолошки профили гајњача имају грађу А-(В)-С. Хумусни хоризонт је дубок 30-47 cm, са просечно 1,72 % органског С, умерено је до слабо кисео. Активна киселост је релативно уједначена по дубини профила, док се нагло повећава у С хоризонту, где достижу рН вредности више од 8. Према текстури су прашкасто-глиновите иловаче, са повећањем садржаја механичке фракције глине у средишњем делу профила (у камбичном хоризонту, прелаз ка прашкастим глинушама), што указује на одвијање аргилогенезе у самом хоризонту.

Резултати истраживања су показали да је за израду педолошке карте која се најефикасније може употребити у виноградарству, најбоље комбиновати методе традиционалног картирања са савременим методама које подразумевају употребу уређаја и софтвера за прецизно позиционирање података у простору и њихову геостатистичку анализу, јер само педолошка карта која верно одражава варијабилност земљишта на одређеном микролокалитету може се ефикасно користити при подизању и експлоатацији засада винове лозе.

Према међусобном распореду педолошких профила, закључили смо да је хумусно акумулативно земљиште - рендзина, која се образовала на растреситом карбонатном супстрату (песковити лапорци), еволуирало у гајњачу. На релативно малом истраживаном простору се може испратити ендогена еволуција рендзине тј. један еволуциони низ – постепени прелазак хумусно акумулативног земљишта у камбично земљиште (карбонатна рендзина → бескарбонатна рендзина/излужена рендзина → рендзина у огајњачавању/посмеђена рендзина → гајњача).

Примењени модел идентификације земљишта је дао позитивне резултате и применљив је у пракси на шта указују истраживања у овој докторској дисертацији. Наиме, резултати истраживања су показали да је коришћењем нових технологија и софтверских пакета могуће смањити трошкове теренских истраживања при идентификацији систематских категорија земљишта.

Кључне речи: рендзина, гајњача, тероа, педолошке карте, геостатистичке методе

Научна област: Биотехничке науке

Ужа научна област: Наука о земљишту

UDK: 631.4:634.8(497.11 Крњево)(043.3)

MODEL OF IDENTIFICATION AND PRESENTATION OF SOIL PROPERTIES IN KRNJEVO VITICULTURE AREA

Summary: Soil, as a component of the terroir that determines the differences in wine quality, is extremely important in the production of high quality wines. Different users get knowledge on soil properties based upon soil maps, and for a soil map to be successfully used in viticulture, it should be a large scale and based on data obtained by analyzing a large number of samples spatially distributed over a short distance. Preparation and production of soil maps in the traditional way has limitations regarding the precision of the presented details and soil properties, therefore today soil survey is based on rational field research and modern methods of remote detection and spatial prediction / geostatistics.

A detailed soil survey was carried out in the Krnjevo viticulture area, in the vineyards of Radovanovic Wine Cellar, on the micro-location where grapes for making high quality wines are produced.

Soil sampling (about 600 samples) was carried upon a dense regular grid, which produced statistically valid samples, that was showed by the analysis of their properties using the most commonly used geostatistic methods in the world (AR analysis and kriging). Specifically, geostatistic analysis of the active acidity of taken samples of the surface horizon, lead to identification of homogeneous units and a methodological framework for spatial prediction of distribution of different soil categories was developed (by combining expert knowledge with autoregression analysis and universal kriging theory). Sampling points for opening soil profiles were located using kriging method. Soil survey was carried out in a traditional way, with the analysis of the physical and chemical properties of the soil by standard methods, which revealed four different systematic soil categories shown on a large-scale soil map.

Based on the analysis of soil properties from all genetic horizons of 20 soil profiles by standard methods, we have identified different systematic categories of soil on a

relatively small area (about 6 ha), which is uniform according to the way of use and the parent material, with the properties so diverse that can greatly affect the performance of vineyard production.

Using the chosen model, we identified two types of soil: Rendzina and Gajnjaca, determined their distribution, as well as the gradual transition of one type into another (varieties of Rendzina: calcareous Rendzina, decarbonated Rendzina and brownized Rendzina).

Rendzina has A-AC-C profile. The humus horizon of the investigated Rendzinas is 20 to 60 cm thick, with an average of 1.48% organic C, and due to the content of CaCO₃ it is weak to moderately alkaline. Soil pH increases with depth, so that in the C horizon the active acidity is about 8. According to texture, the investigated Rendzinas are silty clay loams. There is no significant texture differentiation along the soil profile.

Soil profiles of Gajnjaca have A- (B) –C horizons. The humus horizon is 30-47 cm deep, with an average of 1.72% of organic C, moderate to low acidity. The active acidity is relatively uniform along the profile, while it increases rapidly in the C horizon, where pH values are higher than 8. According to the texture, they are silty-clay loams, with the increase of the content of the clay size mechanical fraction in the central part of the profile (in the Cambic horizon, transition to silty clays), which indicates argylogenesis in the horizon itself.

The results of the research have shown that in order to create a soil map that could be most efficiently used in viticulture, it is best to combine traditional mapping methods with modern methods that involve the use of devices and software for precise positioning of data in space and their geostatistic analysis, because only a soil map that faithfully reflects soil variability on a certain micro-locality can be effectively used in establishing and exploiting grapevine plantations.

According to the mutual disposition of soil profiles, we concluded that the humus accumulating soil - Rendzina, formed on a loose carbonate substrate (sandy marls) evolved into Gajnjaca. At the investigated site, one evolutionary sequence can be monitored in a small area - the gradual transition of humus-accumulative soil into the Cambic soil (calcareous Rendzina → decarbonated Rendzina → brownized Rendzina → Gajnjaca).

The applied soil identification model has yielded positive results and is applicable in practice, which is proved by the research in this doctoral dissertation. Specifically, the results of the research have shown that using new technologies and software packages can reduce the costs of field research in the identification of systematic land categories.

Key words: Rendzina, Gajnjaca, terroir, soil maps, geostatistical methods

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific discipline: Soil Science

UDC: 631.4:634.8(497.11 Krnjevo)(043.3)

Садржај

1. Увод.....	1
2. Преглед литературе.....	9
2.1 Истраживање и картирање земљишта.....	9
2.2 Моделовање својстава земљишта.....	11
2.3 Педолошке карте и виноградарство.....	15
2.4 Својства земљишта и квалитет грожђа и вина.....	21
2.5 Рендзина.....	26
2.6 Гајњача.....	31
3. Материјал и методе истраживања.....	36
3.1 Подручје истраживања.....	36
3.2 Теренско истраживање.....	36
3.3 Лабораторијско испитивање физичких својстава земљишта.....	38
3.4 Лабораторијско истраживање хемијских својстава земљишта.....	38
3.5 Статистичка анализа и приказ добијених података.....	39
4. Резултати истраживања и дискусија.....	40
4.1. Природне и антропогене карактеристике Крњевачког виногорја.....	40
4.2 Модел идентификације и приказа карактеристика земљишта.....	44
4.2.1 Примена ауторегресионих модела у интерполацији добијених података.....	46
4.2.2 Примена кригинга у интерполацији добијених података.....	60
4.3 Морфолошке карактеристике истраживаног земљишта.....	65
4.4 Основна физичка својства испитиваних рендзина.....	71
4.4.1 Механички састав (текстура) земљишта.....	71
4.4.2 Запреминска маса, специфична маса и порозност земљишта.....	76

4.4.3 Водно-ваздушне особине земљишта	78
4.5 Основна хемијска својства испитиваних рендзина.....	80
4.5.1 Садржај органске материје, калцијум-карбоната, активна и разменљива киселост земљишта	80
4.5.2 Хидролитичка киселост, сума разменљиво адсорбованих базних катјона, тотални капацитет адсорпције и степен засићености земљишта разменљиво адсорбованим базним катјонима	86
4.5.3 Садржај укупног азота, приступачног калијума и фосфора.....	87
4.5.4 Садржај адсорбованих јона калцијума, магнезијума, калијума и натријума	91
4.5.5 Садржај приступачних облика микроелемената (Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Ni, Co, B)	97
4.6 Основна физичка својства испитиване гајњаче.....	102
4.6.1 Механички састав (текстура) земљишта.....	102
4.6.2 Запреминска маса, специфична маса и порозност земљишта.....	104
4.6.3 Водно-ваздушне особине земљишта	105
4.7 Основна хемијска својства испитиване гајњаче.....	106
4.7.1 Садржај органске материје, калцијум-карбоната, активна и разменљива киселост земљишта	106
4.7.2 Хидролитичка киселост, сума разменљиво адсорбованих базних катјона, тотални капацитет адсорпције и степен засићености земљишта адсорбованим базним катјонима	107
4.7.3 Садржај укупног азота, приступачног калијума и фосфора.....	108
4.7.4 Садржај приступачног калцијума, магнезијума, калијума и натријума.....	109
4.7.5 Садржај приступачних облика микроелемената (Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Ni, Co, B) ..	114
4.8. Минералoшки састав испитиваног земљишта.....	117
4.8.1 Минералoшки састав рендзине	117
4.8.2 Минералoшки састав излужене(бескарбонатне) рендзине	120
4.8.3 Минералoшки састав огајњачене рендзине	123

4.8.4 Минералoшки састав гајњаче.....	125
5. Закључци.....	129
6. Литература.....	134
7. Прилози.....	147
Прилог 1. Активна и разменљива киселост и електропроводљивост површинског хоризонта испитиваног земљишта, по парцелама	147
Прилог 2. Дифрактограми равних узорака испитиваног земљишта	157
Прилог 3. Фотографије профила.....	161
Биографија	164

1. Увод

Тероа и земљиште

Француски појам тероа (terroir) је широк и има бројна значења - историјско, друштвено-економско, културно, климатско, геолошко, педолошко. Виноградари и винари, а такође и остали љубитељи вина, различито тумаче тероа. Схватање овог појма се креће од метафизичког – „једино нам винова лоза, од целог царства биљака, омогућава да упознамо мирис земљишта“ (Hancock, 1999) па до строго рационалног - „виноградарски тероа (terroire viticole) је сложени термин који обухвата неколико чинилаца: природну средину (земљиште, клима, рељеф), биолошке чиниоце (сорта, подлога) и човека (вино, винарство и историја)“ (van Leeuwen, 1996).

Под тероаром се подразумева динамички концепт карактеристика једног локалитета који се састоји од непроменљивих (нпр. стене, земљиште и други чиниоци животне средине) и променљивих фактора (сорта, начин гајења, технике прављења вина). Уколико се променљиви фактори међу собом доста разликују, онда утицај сталних фактора у вину, заправо срж тероара, може остати скривен. Један од главних циљева сваког доброг виноградара је да истакне природна својства локалитета у свом вину.

Земљиште, као компонента тероара која одређује fine нијансе и разлике у квалитету вина, је данас изузетно важно произвођачима врхунских вина. И сам систем заштите географског порекла вина је заснован на познавању карактера и квалитета појединих вина из одређених, јединствених производних области. Приликом рејонизације сортимента и одређивања граница виногорја, у циљу заштите географског порекла вина, својства земљишта имају изузетно велики значај (Милосављевић, 1998). Како наводе Буондоно и сарадници (Buondonno et al., 2008), у сложеном систему производње и трговине, виноградари и винари морају унапредити своју производњу, тако што ће побољшати и гарантовати јединственост грожђа одгајеног у одређеном винограду, као и јединственост целог процеса производње вина. Ово се може постићи уколико се виногради и вина повежу са својом постојбином, коју одликује јединствен однос винове лозе, земљишта, стена и климе

карактеристичан за сваки виноград. На овај начин се може гарантовати порекло и квалитет одређеног вина, под условом да су други фактори, као што су био-генетски (нарочито сорта) и антропогени (агротехника, винификација) усклађени.

Земљиште је свим виноградарима и винарима важно из пуно разлога:

а) винова лоза (*Vitis vinifera* L.) је вишегодишња биљка од које се, било да је калемљена или да расте на сопственом корену, очекује да у комерцијалним засадима живи најмање педесетак година. Са таквим животним веком и са великим бројем биљака по хектару винова лоза својим кореном прораста целокупно земљиште у винограду. Стога је битно да однос између земљишта и винове лозе буде што складнији;

б) земљиште обезбеђује воду и хранљиве материје које утичу на бујност винове лозе, равнотежу између вегетативног пораста и родности, принос и квалитет грозђа;

в) велики број штеточина и болести винове лозе (нематодe, филоксера, споре гљивица) живе у земљишту и могу имати велики утицај на здравље и дуговечност винове лозе;

г) одржавање добрих физичких, хемијских и биолошких својстава земљишта је важно за добијање одрживих приноса и дуг животвинове лозе (White, 2003).

Ово су само неки од разлога због којих би сви који се баве виноградарством и винима требало да знају каква су природна својства земљишта на којима је засађен виноград и у ком правцу тече његова еволуција (White, 2003). Један од предуслова за успешно и одрживо коришћење земљишта је познавање својстава земљишта на одређеном локалитету.

Педолошке карте

О својствима земљишта се различити корисници детаљно упознају преко педолошких карата. Картирање земљишта је научно-стручно разврставање земљишта са циљем приказивања распрострањења систематских јединица земљишта на картама различите размере. Сам процес картирања земљишта подразумева детаљно проучавање земљишта, на основу кога се поједина физичка, хемијска и морфолошка својства земљишта вреднују и приказују на педолошким картама, у облику који је

јасан и разумљив различитим корисницима и који се може употребити у различите сврхе (Dent and Young, 1981).

Тумачење педолошких карата и доношење закључака о својствима земљишта на основу њих је увек праћено извесном дозом несигурности. Могућност карте да прикаже разноврсност земљишта зависи највише од њеног размера. При поређењу више различитих бројних размера, крупнији је онај чији је делитељ мањи и обратно – ситнији је што је делитељ већи (Регодић, 2012). Са смањењем размера смањује се и тачност карте. Карте крупног размера детаљније приказују разноврсност земљишта у односу на карте ситнијег размера. Другим речима, подаци који се читају са карата малог размера се сматрају само уопштеним показатељем разноврсности земљишта. Значајне информације о земљишту се могу изгубити услед потребе за уопштавањем, а добијени резултати се могу сматрати само грубим проценама карактеристика земљишта (Ibañez et al., 1998). Како се детаљност и поузданост информација о земљишту, које се могу добити са педолошке карте, смањује са смањењем размера карте, доводи се у питање и поверење у тачност закључака насталих на овај начин (Kros et al., 1999).

Табела 1. Размер педолошких карата и детаљност истраживања *Vuol et al., 1997

Интензитет испитивања земљишта	Интервал размера карте	Издвојене/означене површине (ha)
Сложено	< 1 : 1000000	4030
Истраживачко	1 : 250000 до 1 : 1000000	252 до 4030
Ниског интензитета	1 : 100000 до 1 : 250000	40,3 до 252
Средњег интензитета	1 : 25000 до 1 : 100000	2,52 до 40,3
Високог интензитета	1 : 10000 до 1 : 25000	0,40 до 2,52
Веома високог интензитета	>1 : 10000	< 0,40

Класификација земљишта и картирање се обављају на различите начине и са различитим циљевима. Основно груписање земљишта се врши према педогенетским својствима и ови подаци се користе за сва остала примењена груписања земљишта. Земљиште се може разврставати према употребној вредности, бонитетним класама (катастарска разврставања), према погодности за гајење различитих биљних култура, у техничке сврхе итд.

Припрема и израда педолошких карата на традиционалан начин, који подразумева ручну израду карте и обраду података, има ограничења која се тичу прецизности приказаних детаља и особина земљишта (Hartemink et al., 2010; Mc Sweeney et al., 1991). Такав начин приказивања се сматра мањкавим, а због субјективности истраживача је тешко поновљив и није погодан за квантитативна истраживања (Hartemink et al., 2010).

У виноградарству се детаљна карактеризација и идентификација земљишта врше са различитим циљевима. Прво, на овај начин се могу дефинисати нове области које су погодне за гајење винове лозе, а које се налазе ван традиционалних виноградарских области. Подједнако важан циљ је и карактеризација тероара и, у данашње време све израженија потреба, да се на основу својстава земљишта докаже порекло грожђа и вина, а на основу упоредног праћења комбинације различитих карактеристичних изотопа у земљишту, виновој лози, шири и самом вину.

Да би се педолошка карта успешно користила у виноградарству, неопходно да буде израђена у крупном размеру и на основу података који су добијени анализом великог броја узорака просторно распоређених на малом растојању.

Данас се педолошко картирање заснива на рационалним теренским истраживањима и на савременим методама даљинске детекције. Даљинска детекција има за циљ да на основу фотоинтерпретације омогући анализу елемената животне средине. Методе педолошког картирања се разликују на основу удела теренског и фотоинтерпретативног рада. Конвенционални теренски рад без посебне систематске анализе и интерпретације снимака из ваздуха се углавном примењује за израду карата већег размера (до 1:10 000). Кодтрадиционалног картирања, распрострањеност различитих систематских категорија земљишта се одређује на основу теренског опажања морфолошких особина земљишта, рељефа и матичне стене, док дигитално картирање подразумева коришћење просторних података о земљишту тј. комбиновање теренских и лабораторијских истраживања, као и података о факторима који утичу на образовање земљишта (Mc Bratney et al., 2003; Lagacherie et al., 2007). Крајњи производ традиционалних и дигиталних метода за картирање земљишта су карте на којима су представљене различите систематске категорије земљишта.

Модели за просторно предвиђање

Својства чинилаца животне средине, па и земљишта, су у идеалним условима одређена ограниченим скупом фактора, а понашају се по утврђеном познатом природном закону. Уколико је однос између чинилаца животне средине и одређеног својства које се жели предвидети познат и може се исказати формулом, онда се тачно и лако могу предвиђати вредности непознатих променљивих тј. својстава која нису измерена већ се њихове вредности предвиђају. Међутим, однос између вредности својства које се истражује и чинилаца природне средине је у стварности веома сложен и не може се увек сасвим тачно утврдити (Heuvelink and Webster, 2001).

Ово потиче отуда што ми не знамо тачно потпуну улазну листу чинилаца модела, правила тј. обрасце на основу којих од улазних података можемо добити излазне податке и значај случајног чиниоца у систему. Једина могућност да пробамо да оценимо модел је на основу стварног теренског мерења истраживане променљиве тј. непознатог својства. Ово се може назвати индиректним тј. непосредним или недетерминистичким процењивањем (Hengl, 2009).

Најзаступљенији су детектори који на терену директно мере тренутну електропроводљивост (ЕСа) земљишта, користећи електромагнетну индукцију или принципе електричног отпора. ЕСа једног земљишта зависи од неколико његових својстава, као што су: заслањеност, текстура, врста минерала глине, влажност, јонска снага, температура и запреминска маса (Lesch and Corwin, 2003), тако да два сасвим различита земљишта могу имати сличан ЕСа као последицу различитих утицаја (нпр. суво, песковито, заслањено земљиште и влажно, тешко, глиновито земљиште). Због тога је тешко тумачити податке и објаснити истраживања. Услед постојања могућности да различита земљишта покажу исте вредности, методе геофизичке детекције (као што је мерење електропроводљивости) се не могу користити при класификацији земљишта.

Поред електропроводљивости, на терену се најчешће мери рН вредност. Она, као и остала својства земљишта, варира у простору у различитом интервалу, зависно од природних и антропогених фактора (Chagnon et al., 2001; Kemmitt et al., 2005). Да

би се утврдило просторно варирање реакције земљишта најефикаснији начин је да се картира вредност рН земљишта користећи методе просторне интерполације, којима се вредности прекидних променљивих (узорака земљишта) преводе у непрекидне променљиве (земљиште).

Подаци прикупљени мерењем на терену који су просторно позиционирани су подобни за геостатистичке анализе, а да би се такви тачкасти подаци сматрали квалитетним, требало би да:

- постоји довољно велики број података који омогућава статистичку анализу. Обично се за поуздано вариограмско моделовање препоручује да се не користи мање од 50 тачака, и не мање од 10 тачака по обележју за поуздане регресионе моделе;
- буду репрезентативни- скуп података би требало да представља истраживано подручје, у смислу географске покривености и разноврсности еколошких одлика;
- буду независни – узорци би требало да буду сакупљени на непристрасан начин тј. требало би користити одређену шему за објективно узорковање. Пожељно је да се тачкасти узорци прикупљају по објективним шемама узорковања, као што су једноставно случајно узорковање, узорковање по правилној мрежи, утврђени случајни узорак или сл.;
- буду добијени коришћењем конзистентне методологије– теренско и лабораторијско истраживање треба да буду конзистентни тј. да се заснивају на стандардизованим методама које су детаљно описане и које су због тога поновљиве;
- њихова прецизност буде статистички значајна – мерење променљивих чинилаца животне средине би требало обавити на начин који обезбеђује да мерна несигурност теренског истраживања буде мања од природног варирања променљивих (Hengl, 2009).

Геостатистичка анализа неконзистентних (услед неодговарајуће шеме и методологије узорковања) тачкастих података, малог броја података или субјективно изабраних узорака је такође могућа, али она може створити многе проблеме током

процене тј. вредновања просторних модела и приликом тумачења добијених карата. Анализа таквих података може довести и до несигурне оцене модела. Неписано правило би требало да буде да се пројекат картирања понови уколико грешка предвиђања добијених карата превазилази укупну варијансу посматраних променљивих на $\geq 50\%$ од истраживаног подручја/истраживане области (Hengl, 2009).

Уколико претпоставимо да су узорци репрезентативни, непристрасни и конзистентни, вредност истраживане променљиве на неком новом локалитету може да се одреди помоћу модела за просторно предвиђање.

Статистички говорећи, модел за просторно предвиђање одређује реализације било оне које су највероватније или скуп подједнако вероватних реализација испитиваног обележја према вредности датих улазних података. Другим речима, модел за просторно предвиђање се састоји од низа формула које треба да одреде вредности испитиване променљиве на основу познатих улазних података и њиховог налажења унутар истраживане области.

Постоје бројни радови о квантитативним емпиријским моделима којима се могу превазићи недостаци традиционалних метода за детаљно проучавање и картирање земљишта (Kempen et al., 2012; Bui et al., 1999; Mc Kenzie and Ryan, 1999; Hewitt, 1993) и постоји пуно начина да се тачкасти подаци инетрполирају: инверзна удаљеност, криговање, полиномијална регресија, триангулација, најближи сусед, природни сусед (Inverse Distance, Kriging, Polynomial Regression, Triangulation, Nearest Neighbor, Natural Neighbor) итд.

Ли и Хип (Li and Heap, 2008) су у свом опсежном прегледу навели преко 40 јединствених метода за просторно предвиђање. Већина модела за просторно предвиђање је на неки начин међу собом повезана. Многи стандардни линеарни модели су заправо само посебни случајеви много општијих модела за предвиђање. Због тога је важније имати јасну идеју о повезаности или хијерархији међу предикторима, него имати листу свих могућих предиктора и њихових варијанси.

Подаци о земљишту (простирање, као и његова својства) се могу детаљно анализирати уз помоћ педометрије, науке која примењује математичке и статистичке методе за квантитативно моделирање земљишта (Mc Bratney et al., 2003; Webster,

1994). Између својстава земљишта и карактеристика различитих чинилаца животне средине се може утврдити статистичка зависност (Dobos and Hengl, 2009; Zhu et al., 2001) која се може употребити за предвиђање карактеристика земљишта, односно, њиховог просторног распореда, као и за одређивање систематске категорије земљишта (Carre and Girard, 2002).

Подаци који се добију педолошким истраживањима се могу стандардизовати и сместити у базе података користећи савремену технологију, првенствено Географски информациони систем (ГИС). ГИС омогућава прикупљање, чување, анализу и приказивање података који су просторно одређени. Основна карактеристика ГИС-а је просторна интеграција података, а ова особина омогућава просторну анализу података.

У Републици Србији је у периоду од 2011. до 2013. године извршена нова рејонизација виноградарских подручја, и то коришћењем нових технологија (ГИС), на основу различитих постојећих улазних података (земљиште, клима, топографија). При овој рејонизацији је коришћена педолошка карта размера 1:50 000 (израђена у периоду 1981-1989, издање Војногеографског института), која због свог ситног размеране даје увек прецизне податке о систематским категоријама земљишта која су заступљена на појединим микролокалитетима тј. виногорјима и виноградима. Да би се ови подаци употпунили потребно је урадити детаљна педолошка истраживања, нарочито на микролокалитетима у којима се производи или ће се производити грожђе за прављење врхунских вина.

Како у досадашњој литератури нема детаљних података о земљишту са подручја Крњевачког виногорја, а имајући у виду значај земљишта у производњи грожђа и вина, предмет нашег истраживања је био виноград у оквиру Крњевачког виногорја. Према постојећој педолошкој карти (размер 1:50 000) земљиште припада типу гајњача (еутрични камбисол). Имајући у виду хетерогеност матичног супстрата (лесоидни седименти, песковите и шљунковите глине, пескови, глиновити пескови и пешчари, песковити лапорци) и конфигурацију терена, претпоставили смо да су на испитиваном микролокалитету образована земљишта типа гајњача, рендзина и лувисол.

Обједињујући методе традиционалног и дигиталног картирања, циљ нашег истраживања је детаљно педолошко истраживање, идентификација систематских категорија земљишта и израда педолошкекарте крупног размера, кроз израду методолошког оквира за просторно предвиђање на основу ауторегресионе анализе и теорије универзалног кригинга.

2. Преглед литературе

2.1 Истраживање и картирање земљишта

Истраживање земљишта подразумева прикупљање података о земљишту у циљу класификације и израде педолошких карата. Педологија се бави класификацијом земљишта у опште сврхе тј. разврставањем земљишта у различите систематске категорије (класе, типове, варијетете и сл). Производ класификације је карта која показује просторно позициониране типове земљишта. Успешност газдовања земљиштем зависи и од тога да ли је познато како су својства земљишта распоређена у простору.

Традиционалан начин приказивања података о земљишту помоћу педолошких карата које су у складу са моделом прекидне просторне променљивости (Heuvelink and Webster, 2001) на којима су приказана поља тј. површине у оквиру којих се сматра да су земљишта хомогена, док се границе међу њима сматрају местима на којима се својства земљишта нагло мењају, не дају потребне информације о карактеристикама земљишта које су важне за виноградарство. Ово је последица размера саме карте, као и дијагностичких особина земљишта које се користе при изради педолошких карата за општу употребу.

Брзи развој информационах технологија, као и доступност нових врста секундарних података (нпр. дигитални модел терена, сателитски снимци) омогућавају нам да истраживању и картирању земљишта приступимо квантитативно, при чему се на основу особина земљишта формирају континуиране површине. На овај начин се може оценити и нетачност предвиђања. Ово „предвиђајуће“ (Scull et al.,

2003) или „дигитално“ картирање земљишта (McBratney et al., 2003) користи корелације које постоје између својстава земљишта и допунских података на одређеној тачки узорковања.

Квалитет педолошке карте тј. прецизност у приказивању претпостављене разноврсности земљишта се може повећати комбиновањем дигиталног картирања земљишта (DSM, digital soil mapping) и статистички засноване шеме за узорковање (McBratney et al., 2000, 2003; Kempen et al., 2012; Goovaerts, 2000). Овакав приступ картирању је проистекао из традиционалних метода за концептуализацију променљивости земљишта (Dokuchaev, 1967; Jenny, 1941) и метода теренског истраживања земљишта (Soil Survey Staff, 2009) уз коришћење допунских података, као што су нпр. фотографије добијене даљинском детекцијом, дигитални модел висина и др.

Основни принцип дигиталног картирања може да се изведе из класичне тврдње о факторима који утичу на формирање земљишта (Jenny, 1941) која је преформулисана као SCORPAN (McBratney et al., 2003): $S = f(c, o, r, p, a, n)$, где је својство земљишта или тип земљишта (S) функција спољашњих фактора: климе (c), живог света (o), рељефа (r), матичне стене (p), старости (a) и локалитета (n).

Усавршавање метода за добијање података о чиниоцима животне средине, доступност допунских података омогућавају квантификацију спољашњих фактора, који се онда на основу различитих модела за просторно предвиђање земљишта могу користити за предвиђање распрострањења појединих својстава земљишта у простору.

На пример, снимци земљишта направљени различитим методама даљинске детекције се могу квантитативно повезати са својствима земљишта као што су: механички састав (Dematte and Nanni, 2003; Salisbury and Daria, 1992; Ben-Dor E, 2002; Ben-Dor et al., 2002), минералоски састав (Ben-Dor et al., 2003; Dematte et al., 2004; Galvao et al., 2008), присуство растворљивих соли (Howari et al., 2002), садржај органске материје, приступачно гвожђе (Ben-Dor E, 2002).

На сличан начин се и дигитални модели висина, атрибути терена (нагиб, експозиција), као и индекси влажења, користе за предвиђање површинског распореда воде и седимената, као и разлика у примљеној количини сунчеве енергије од стране

земљишта (Moore et al., 1991; Irvin et al.,1997; Florinsky, 1998). Ови модели се заснивају на различитим методама, као што су регресиона анализа, анализа главних компоненти, геостатистичке анализе (Eldeiry For and Garcia,2010; Hengl et al., 2007; McKenzie and Ryan, 1999).

Тачност педолошких карата се проверава тако што се утврди да ли одређена систематска категорија земљишта која је приказана на одређеној тачки педолошке карте заиста одговара стању на терену. Уколико је густина узорковања мала, а земљиште јако разноврсно, педолошка карта малог размера неће показивати тачну ситуацију са терена.

2.2 Моделовање својстава земљишта

Просторно варирање својстава земљишта може се јасније уочити применом одговарајуће шеме за узимање узорака, а то доприноси успешности самог узорковања, и касније процеса моделирања (Brus and Heuvelink, 2007; Vasat et al., 2010).

Да би се педолошка карта могла успешно користити у виноградарству, било за анализу тероара или за оцену погодности локалитета за подизање винограда, требало би да подаци о земљишту буду добијени на основу великог броја узорака (велика густина узорковања). Уз помоћ Глобалног позиционог система (ГПС) прикупљени узорци могу да буду прецизно просторно дефинисани, што омогућава да се такви подаци користе као улазни за слојеве ГИС-а. У овом случају, педолошке карте опште намене могу да буду замењене базом података о кључним својствима земљишта, који се визуелно могу представити различитим тематским картама. Велики број података који се добије на овај начин значи и велики број статистичких променљивих, било просторних, било не-просторних (класичних) за одређену појаву, као што је систематска категорија земљишта. Иако ове променљиве нису директни показатељи својстава земљишта, они дају информације на основу којих се земљиште може разликовати и класификовати, нарочито систематске категорије земљишта које су у вези са ознакама географског порекла, што је веома важно за сам

концепт тероара или за поновну класификацију земљишних јединица и ажурирање педолошких карти (Kempen et al., 2009).

Традиционално истраживање земљишта подразумева и високе трошкове густог узорковања, а они се могу смањити коришћењем нових спектроскопских метода које се примењују у истраживању земљишта (нпр. спектроскопија у блиском инфрацрвеном спектру) које су брзе, недеструктивне и јефтине, и које могу да побољшају или да употпуне традиционалне лабораторијске методе (Shepherd and Walsh, 2002; Viscarra-Rossel and McBratney, 2008). Нове технологије омогућавају различите начине снимања земљишта на основу чијих резултата се може закључивати о својствима истраживаног земљишта.

Најчешћи методи који се користе за просторну интерполацију својстава земљишта су метод инверзног растојања (IDW) (Gotway et al., 1996), криговање (Liu et al., 2008; Mann et al., 2010; Bai and Wang, 2011; Liu et al., 2011) - а која се заснива на теорији регионализованих променљивих (Matheron, 1963), сплајнови (Laslett et al., 1987; Webster and Oliver, 2001).

Технике дигиталног картирања земљишта се успешно примењују у истраживањима на микро нивоу где је променљивост својстава земљишта највећим делом условљена утицајем рељефа на земљиште (Florinsky et al., 2002).

Уопштено говорећи, истраживање земљишта подразумева и развијање менталног модела - слике, који повезује земљиште са облицима тј. елементима рељефа, после чега се постављају хипотезе које се тестирају самим испитивањем унутрашњих морфолошких својстава земљишта.

Традиционална педологија би требало да постане више квантитативно оријентисана, због веће употребе компјутеризованих земљишних информационих система. Као одговор на ове критике, створени су квантитативни модели, нарочито у последњих тридесетак година, помоћу којих се опис, класификација и проучавање распрострања земљишта обавља на много објективнији начин. Ове квантитативне методе омогућавају доношење тачних и прецизних закључака о земљишту. Те методе се једним именом називају Педометрија – ново поље у области науке о земљишту.

Речник Вебстер (Webster, 1994.) даје следећу дефиницију: „Педометрија је неологизам, који има грчки корен, *pedos* – земљиште и *metron* – мерити, и настао је и користи се упоредо са другим речима као што су: биометрија, физиометрија, економетрија, хеометрија и најстарија од свих – геометрија“. Дефиниција обухвата две главне идеје. Прво, „метрија“ се односи на квантитативне математичке и статистичке методе, док се „педо“ односи на део науке о земљишту који називамо Педологија. Још једно значење (Webster, 1994.) - „наука о земљишту у условима несигурности (soil science under uncertainty). У овом смислу, педометрија се бави неодређеностима/несигурностиу земљишним моделима који су последица детерминистичких или стохастичких одступања, нејасности или непознавања својстава земљишта и процеса у њему.

Просторно предвиђање је процес који подразумева процену вредности одређеног параметра на локацији која није истраживана тј. коју истраживач није посетио. Уколико се односи на цело подручје истраживања онда се може говорити и о просторној интерполацији или картирању (Hengl et al., 2004).

Већ дуже време се развијају сложене и обухватне технике за интерполацију (Mitas and Mitasova, 1999). За потребе различитих пописа земљишта, као природног добра, се као основне технике у примарној просторној интерполацији још од 1970.-тих, користе кригинг и његове различите варијације. Од 1990-тих, са појавом ГИС-а и технологије даљинске детекције, педолози могу користити детаљно картиране секундарне тј. допунске променљиве, са циљем картирања земљишних својстава.

Прва примена је била заснована на моделима једноставне линијске зависности (линеарна регресија) између топографских карата и својстава земљиша (Gessler et al., 1995; Moore et al., 1993). У следећој фази су се за предвиђање почели користити и чиниоци животне средине, као и фотографије добијене даљинском детекцијом. Овакав приступ су МекКензи и Рајан (Mc Kenzie and Ryan, 1999) назвали „корелација/зависност чинилаца животне средине – environmental correlation“, а Оде (Odeh et al., 1994, 1995) га је назвао просторно предвиђањена основу вишеструке зависности од допунских променљивих.

Мек Бретни (McBratney et al., 2000) је направио кованицу CLOPRT техника. Геостатистика и CLOPRT техника су два донекле различита прилаза просторном предвиђању и оба могу дати задовољавајуће резултате независно један од другог.

У последњих десетак година створено је неколико техника „хибридне“ интерполације које комбинују употребу кригинга и допунских података. Код њих се разликују два правца: први је ко-кригинг, а други је кригинг комбинован са регресијом (McBratney et al., 2000). Овај други се показао као интересантнији због комбиновања кригинга и CLOPRT технике јер је за примену модела потребно користити мање параметара (Knotters et al., 1995). У много случајева се комбинација кригинга и регресије показала бољом од обичних геостатистичких техника јер су давале детаљније резултате и тачнија предвиђања. Нотерс и сарадници (Knotters et al., 1995) су поредили обичан кригинг, ко-кригинг и кригинг комбинован са регресијом за сврху картирања земљишта и показали су да је последња метода најбоља.

Боренан и сарадници (Bourennane et al., 1996, 2003) су показали да је предвиђање моћности тј. дубине хоризонта тачније уколико се као допунски подаци користе карте нагиба. У неколико других истраживања (Odeh et al., 1994, 1995; Goovaerts, 1999; Bishop and McBratney, 2001), комбинација кригинга и корелације са допунским подацима се показала боља од кригинга, ко-кригинга и обичне регресије.

Иако хибридне технике интерполације постају све популарније, и даље је потребна заједничка методологија која комбинује теорије уопштених линијских модела (GLM) са универзалним кригингом (Gotway and Stroup, 1997). Идеалан услов за линеарну регресиону анализу и за обичан кригинг је да посматрана променљива има нормалну дистрибуцију (Drajer and Smith, 1998). Па ипак, у многим истраживањима земљишта се види да променљиве немају нормалну дистрибуцију. Пре него што се уради регресиона анализа, да би се постигао услов нормалности, често се раде логаритмске трансформације (Gobin, 2000; Gobin et al., 2001). Такође, логаритамске трансформације се често примењују пре кригинга да би се добили подаци са позитивно асиметричном дистрибуцијом. Тешкоће које се при томе јављају су избор модела за трансформацију и велика осетљивост на грешке (Isaaks and

Srivastava, 1989). У случају када се кригинг комбинује са регресијом чест проблем је то што се могу добити вредности које су изван природног тј. могућег опсега (нпр. негативне вредности), па се ове површине морају ручно замаскирати или заменити (Goovaerts, 1997). Други проблем у случају великог броја мапа за особине које се предвиђају је мултиколинеарност (Neter et al., 1996). Штавише, није јасно да ли треба користити све допунске променљиве или пак само оне са највећом корелацијом (Bourenpane and King, 2003). Ови проблеми са подацима указују на потребу за заједничком методологијом која се може примењивати и код прекидних (дискретних) и код непрекидних (континуираних) обележја, и код оних који имају нормалну дистрибуцију и код оних који је немају.

2.3 Педолошке карте и виноградарство

Педолошке карте великог размера (веће од 1:10 000) су неопходне за земљишта под виноградима како би се што јасније могла сагледати хетерогеност земљишта на одређеним микролокалитетима. Веома је важно познавати својства земљишта на нивоу самог винограда како би се земљиште правилно користило, било да је у питању избор локалитета за подизање засада винове лозе или карактеризација тероара.

У Европи су виноградарске области познате вековима и на њима се традиционално гаји винова лоза. У овом случају се педолошке карте великог размера користе за боље упознавање карактеристика самог тероара, док се у мањој мери користе ради одређивања најпогоднијих места за подизање винограда ван традиционалних локалитета. Велики значај педолошких карата великог размерау Аустралији и Америци се огледа управо у њиховом коришћењу за одређивање виноградарских локалитета (White, 2003).

Локалитети за садњу винограда су се традиционално одређивалина основу знања и искуства појединаца. Данас је могуће комбиновати знање стручњака са дигиталним подацима о клими, матичном супстрату, топографији и земљиштима у ГИС формату, а са циљем да се установи биофизичка погодност локалитета за гајење

винове лозе. Постоје различити приступи при избору повољних локалитета за гајење винове лозе.

Итами и сарадници су (Itami et al., 2000) су при процени погодности локалитета за гајење винове лозе узимали у обзир дубину земљишта, оцедност, заслањеност, текстуру и рН земљишта. Према њиховом моделу процене својства земљишта су доприносила 70% при избору, док је клима која је блага доприносила 30%. Насупрот њима, Бојер и Вулф (Boyerand Wolf, 2000) су одредили да својства земљишта доприносе 25%, док је нагиб терена доприносио 30% (јер утиче на температуру, главни фактор који одређује интензитет раста и зрења).

Овакав приступ подразумева прикупљање података о локалној клими, рељефу и геологији, као и о главним типовима земљишта и њиховом размештају, и он се може користити приликом одређивања погодности било ког микролокалитета за гајење винове лозе.

На пример, Барбо и сарадници (Barbeau et al., 1998) су процењивали погодност појединих локалитета у долини Лоаре, за сорту каберне фран, а користећи индекс раног зрења који треба да покаже способност плодова да накупе шећере и антоцијане, а да задрже повољан садржај киселина. Већи индекс, односно мањи број дана до шарка, се јавља на земљиштима која су песковита или шљунковита и добро оцедна, док је код је глиновитих или иловастих земљишта која су зими превлажена овај индекс мањи.

Тешић и сарадници (Testic et al., 2002) су добили сличне резултате за потенцијал сорте каберне совињон на локалитетима у Хокс Беју на Новом Зеланду. Ови аутори су развили индекс локалитета, који зависи од максималне дубине продирања корена, садржаја шљунка у површинском хоризонту и текстуре земљишта (која одређује температуру земљишта), као и на основу климатских променљивих - суме падавина у току вегетационог периода и средње месечне температуре у октобру и јануару (White, 2003).

Први корак у одређивању локалитета погодних за подизање засада винове лозе је прикупљање података о клими и геологији. У зависности од тога какве је циљеве поставио виноградар, ови подаци могу да дефинишу широке области које су

потенцијално добре за гајење одређених сорти винове лозе и за прављење вина одређеног квалитета.

Следећи корак је да се даљинском детекцијом прикупе различити подаци на основу којих се могу одредити границе, односно разлике у вегетацији, облицима рељефа и хидрологији, а који су потенцијални показатељи различитих својстава земљишта. У овој фази су класе или систематске категорије земљишта које су идентификоване доста широке, тако да су неопходни детаљнији подаци о земљишту који се могу сакупити на различите начине (White, 2003). Један од њих је коришћење непосредног мерења којим се могу измерити нека својства земљишта, попут електропроводљивости. Директним истраживањима се може сакупити доста података, пуно узорака и ти подаци се могу употребити за израду карата великог размера.

Након што се поставе границе између претпостављених типова земљишта, а на основу фотографија терена снимљених из ваздуха, сателитских снимака или дигиталних карата, истраживачи земљишта на терену проверавају њихову тачност, при том и померајући претпостављене границе уколико је неопходно.

Када се одреди локалитет који је потенцијално добар за гајење винове лозе, а у случају традиционалног винограда ради детаљног упознавања елемената тероара, изводи се детаљно теренско истраживање земљишта које подразумева отварање одређеног броја педолошких профила по правилној мрежи, најчешће 75x75 m, (око 2,5 профила по хектару) или у постојећем винограду, у складу са карактеристикама самог засада (White, 2003).

Границе између различитих систематских категорија земљишта се одређују на основу интерполације података добијених на основу мреже и додатних узорака узетих бургијом.

Интензивно истраживање земљишта које подразумева даљинску детекцију и непосредно мерење на терену је скупо. Уколико се све тачке са којих се узимају узорци правилно позиционирају у простору помоћу ГПС-а, онда се ови подаци могу користити као улазни подаци за ГИС, што омогућава накнадну примену прецизног виноградарења. Узорковање по правилној мрежи са великим бројем узорака (> 100)

омогућава и анализу било ког својства земљишта које је променљиво у простору. Уколико ово јесте случај, могу се применити методе геостатистике којима се могу добити процењене вредности поједних својстава земљишта на одређеном локалитету.

Што је виноградар боље упознат са хетерогеношћу локалитета, то ће моћи да направи бољи избор сорти, да прилагоди систем за наводњавање, да уради одговарајуће поправке земљишта (риголовање, ђубрење), размак између биљака и избор система гајења.

При избору локалитета за гајење винове лозе за опис педолошког профила се поред педолошког приступа, (који су препоручени приручницима за истраживање земљишта) користи и виноградарски приступ. Води се рачуна о томе да ли нека својства земљишта ограничавају виноградарску производњу (White, 2003).

При традиционалном начину картирања, хетерогеност земљишта у блоковима мањим од 100 m² (10x10m) се не може картирати у прихватљивој размери, тако да ово ограничење представља горњу границу за густину узорковања. Практична граница је дакле размер 1:1 000, за коју 1cm на карти представља 1m на терену. Овако се могу израдити карте великог размера на традиционалан начин картирања. Међутим, мерењем на терену и бележењем дигиталних података у ГИС-у је могуће направити и карте већег размера. Одређивање својстава земљишта је велики изазов који подразумева напоран теренски и лабораторијски рад зато што се својства земљишта веома разликују у простору и времену. Због тога је развијање нових методолошких приступа овој проблематици од изузетне важности да би се њима информације о земљишту могле добити на једноставнији, бржи и јефтинији начин. Тематске карте са својствима земљишта се могу користити и за израду карата које приказују ризике по животну средину, нпр. ерозија, испирање нитрата, збијање земљишта, закишељавање земљишта. Ове информације могу да се користе у управљању заштитом животне средине (White, 2003).

Научна истраживања у вези са тероаром су углавном усмерена на то да испитају и утврде односи између фактора животне средине и винове лозе, квалитета грозђа и вина, а са циљем да се одреде потенцијали квалитета винограда унутар

посебно дефинисаних области (Carey et al., 2008; Morlat and Bodin, 2006; Van Leeuwen and Seguin, 2006).

За винограде у долини Лоаре је пре више од двадесет година почела да се спроводи карактеризација и картографија тероара (Goulet and Morlat, 2011). Истраживања која је урадио Морла (Morlat, 2001) у виноградима у долини Лоаре (Anjou, Coteaux du Loir, Chino) су имала за циљ да издвоје основне јединице тероара. Према Морлу (Morlat, 1996), подручје винограда се може сматрати скупом малих природних средина које се називају основна јединица тероара (ОЈТ). По дефиницији, тероар је територија која је хомогена по понашању винове лозе (са екофизиолошке тачке гледишта), а која је довољно велика да подржи агрономски и комерцијални развитак (са виноградарске тачке гледишта). Свака ОЈТ је дефинисана са три међусобно повезане компоненте: геолошка подлога, земљиште и рељеф.

Први кључ за идентификацију и картирање ОЈТ је геолошка компонента. Она обухвата врсту матичне стене и геолошку фазу којој стена припада. Друга компонента је земљиште. Приликом идентификације ОЈТ, главни проблем који треба разрешити је велика разноврсност земљишта. Бодин и Морла (Bodin and Morlat, 2006) су осмислили теренски модел за карактеризацију земљишта који се лако користи, а који се заснива на одређивању дубине земљишта и просечног садржаја глине, који највише зависе од степена истрошености матичне стене. Ова својства утичу и на друга физичка својства земљишта, а која одређују тероар (влажност земљишта, топлотне особине земљишта, водне особине земљишта и др.). Овај теренски модел служи за грубу карактеризацију земљишта и не може се успешно употребити код свих геолошких супстрата (нпр. код алувијалних наноса).

Уопштавање при карактеризацији земљишта на микролокалитетима, а у циљу одређивања тероара, има за циљ да се земљиште опише на најједноставнији начин и оцени његов утицај на винову лозу. Међутим, данас је могуће прикупити мноштво квантитативних података о земљишту (директно и индиректно) и похранити их у базе података из којих се, по потреби, подаци могу анализирати на различите начине и са различитим циљевима.

У виноградима су ОЈТ картиране у размеру 1:12500, на основу тачака на којима је узорковано земљиште (у просеку један узорак са једног хектара) и на основу аерофото снимака. Да би се превазишла немогућност директног картирања главних променљивих чинилаца који су везани за винову лозу, а који такође сачињавају ефекат тероара, а то су: пољски водни капацитет (ПВК), потенцијал за рани раст винове лозе (ППР) и потенцијал за бујност винове лозе (ПБ), развијени су различити алгоритми којима се омогућава нумеричка процена ових променљивих (Guilbault et al., 1998).

Резултати су приказани у атласима који су доступни виноградарима и они их могу директно користити да би своју производну праксу прилагодили јединицама тероара (Morlat, 2001) и тако је побољшали. У Француској су атласи са основним јединицама тероара (ОЈТ) доступни од 1999. године у папирном, а од 2003. године и у дигиталном облику. Сви подаци добијени овим истраживањем се чувају на Француском систему за референтне просторне податке (French Spatial Reference Data System - SIRS) (Bolo et al., 1996). Захваљујући овим атласима виноградарима имају моћно оруђе којим могу да продубљују своје знање о ОЈТ и да своју виноградарску и винарску праксу усавршавају како би најбоље искористили потенцијале сопственог тероара. Атласи се могу сматрати правом иновацијом за виноградарске куће, при чему се њихов допринос огледа у постизању високог квалитета и посебности вина, као и одрживом виноградарењу.

Телије-Хуш и Морла (Thélier-Huché and Morlat, 2000) и Бодин и Морла (Bodin and Morlat, 2006) су урадили научну карактеризацију јединица тероара у Анжујским виноградима, уз истовремено анкетирање виноградача о појединим засадима. Још је Винклер Принс (Winkler Prins, 1999) нагласио потребу комбиновања локалног и научног знања о животној средини, а Табор (Tabor, 1992) је препоручио да педолози при истраживању земљишта комуницирају са пољопривредницима да би сазнали каква је релативна производна способност земљишта и каква је његова употребна вредност у пољопривреди. Анкетирани виноградарци су давали податке о екофизиолошком понашању винове лозе (бујност, родност и други чиниоци који утичу на квалитет вина), а такође и о сопственој пољопривредној и виноградарској

пракси. Емпиријско знање виноградара је проучавано кроз питања која се тичу својстава земљишта, климе и потенцијала самих производних парцела да дају квалитетно грозђе. Упоредивањем података који су добијени на основу упитника и података који су измерени у комерцијалним виноградима показало се да су виноградари способни да тачно окарактеришу перформансе винограда које се тичу пораста (бујности), симптома недостака воде и приноса.

2.4 Својства земљишта и квалитет грозђа и вина

Расправа о вези између земљишта и квалитета грозђа и вина траје већ дуго. Она је обично најжешћа у вези разумевања самог појма тероара и утицаја својстава земљишта на квалитет грозђа.

Концепт тероара у виноградарству повезује сензорне карактеристике вина са условима животне средине у којима се развија винова лоза и тако истиче значајну везу између вина и њиховог порекла. Он обухвата природне чиниоце – земљиште, климу, рељеф, сорту, а поред њих и утицај човека – који се огледа у самом начину гајења винове лозе и прављења вина (Van Leuwen and Seguin, 2006).

Да би се разумело како функционише тероар, неопходно је да се узме у обзир садејство фактора који га сачињавају. Висококвалитетна вина се могу добити у различитим климатским условима и немогуће је дефинисати идеалну климу за добијање финих вина (идеалну у смислу температуре, падавина или осунчаности), мада се најуопштеније може рећи да се најбоље испољавање тероара постиже тамо где је одређена сорта винове лозе прилагођена локалним климатским условима тј. да достиже пуну зрелост при крају вегетационог периода. Исто тако, није могуће дефинисати најбоље земљиште за врхунска вина (најбоље у смислу садржаја скелета, глине, карбоната, дубине или минералшког састава).

Сви чиниоци животне средине треба да се посматрају преко њиховог утицаја на винову лозу. Поред ових природних чинилаца, треба истаћи и човека као важан фактор тероара. Чинилац човек тј. различити историјски и социо економски чиниоци, као и виноградарске и винарске технике, су такође чиниоци тероара (Seguin, 1986). Историја друштвено-економских односа може бити важна за разумевање тога зашто

је виноград засађен баш на одређеном локалитету, као и зашто је био успешан. Да би се успешно ускладио потенцијал вина са чиниоцима животне средине потребно је бити врхунски мајстор виноградарства и винарства (van Leuwen and Seguin, 2006).

Нека земљишта, нпр. образована као кречњацима су позната по томе да се на њима добијају висококвалитетна вина, док нека друга, као нпр. она која су под утицајем подземне воде и у којима долази до оглејавања нису погодна за гајење винове лозе, па ни за добијање квалитетних вина. На свету се изврсна вина добијају од грожђа које се гаји на веома различитим земљиштима. Није могуће изједначити педолошку карту одређене области са картом потенцијалних виноградарских локалитета (van Leeuwen, 1989).

Гледстон (Gladstones, 1992) наводи неколико докумената из 19. и 20. века који износе податке о утицају земљишта на вино. Ови извештаји наводе да се на песковитим земљиштима производи грожђе од кога се добијају деликатна, нежна и лагана вина. Овим винима често недостају јачина и боја, али су зато мирисна и освежавајућа. Вина која се производе од грожђа које расте на кречњацима имају већи садржај алкохола, док је грожђе са глиновитог земљишта киселије и мање фино, са високим садржајем танина и од њега се добијају јака и пуна црвена вина. Гледстон (Gladstones, 1992) такође наводи да се на скелетним, скелетоидним и кречним земљиштима добијају најбоља вина.

Осим физичких карактеристика земљишта, на особине грожђа и вина утичу и његове хемијске карактеристике. По истраживањима Понија и сарадника (Poni et al., 1996) које је обухватило 54 експериментална локалитета у Италији, на најплоднијим земљиштима се добијају јако високи приноси што даје најлошије виноградарске и винарске резултате. Најбољи резултати се добијају на средње плодним земљиштима која имају нека педолошка ограничења. Најсиромашнија земљишта показују различите резултате који су веома зависни од утицаја климе. Упркос овим општим трендовима, Винклер и сарадници (Winkler et al., 1974) кажу да се грожђе доброг до одличног квалитета може произвести на скоро свим типовима земљишта, осим на јако глиновитим земљиштима.

До сада није било могуће да се утврде критичне вредности минералних елемената у земљишту који учествују у исхрани винове лозе. Ово је услед тога што на усвајање и искоришћење елемената од стране винове лозе утичу бројни земљишни и биљни чиниоци. Сама анализа земљишта не узима у обзир утицај подлоге, сорте, дубине земљишта, дистрибуцију корена, влажност земљишта током сезоне, принос, пестициде и др. Због тога се анализа земљишта у винограду првенствено користи да би се утврдило евентуално постојање неких хемијских проблема или неравнотеже у исхрани. При одређивању доза за ђубрење винове лозе, требало би се ослањати на фолијарну анализу (Christensen, 2002). Мада, анализа ткива не показује шта је приступачно у земљишту њени резултати се могу разликовати у зависности од тога које ткиво се анализира и у ком периоду вегетације. Такође, она не узима у обзир стрес којем су изложене биљке (суша, прекомерни принос, скорашња резидба, засена).

Табела 2. Садржај макроелемената у листовима винове лозе

Макроелемент	Веома изражен недостатак (%) [*]	Недостатак (%) [*]	Низак до на граници (%) [*]	Одговарајући (%) [*]	Висок до претеран (%) [*]
N (укупни)		<0,7	0,7-0,89	0,9-1,2	>1,2
N као NO ₃ (mg/kg)		<340	340-599	600-1500	>1500
P	<0,15	0,15-0,19	0,2-0,24	0,25-0,5	>0,5
P(само за Бургундац црни)	<0,12	0,12-0,14	0,15-0,19	0,2-0,4	>0,4
K(са одговарајућим N)		<1,0	1,0-1,7	1,8-3,0	>3,0
Ca		<1,2		1,2-2,5	
Mg		<0,3	0,3-0,4	>0,4	
Na					>0,5
Cl					>1,0

^{*}осим уколико није другачије назначено

Прикупљено из Robinson et al., 1997; Goldspink and Howes, 2001 и Robinson,2005 (цит. White, 2015)

Азот је макроелемент који је значајан за метаболизам винове лозе из више разлога. Он кружи унутар винограда у бројним процесима, тако да је количина азота

која је доступна виновој лози само део укупног азота који је присутан у земљишту. Када биљка усвоји азот, он служи за изградњу активних аминокиселина, укључујући аргинин. Аргинин се у биљној ћелији може претворити у низ других производа (пролин, структурни протеини, регулаторни протеини, глутамат, фенилаланин и др.) који имају различите улоге у виновој лози. На пример, фенилаланин може, уз присуство ензима, да се трансформише у велики број производа који су важни за винову лозу (лигнин – дрвенасти део биљке, ресвератрол – одбрана против инфекције, флавоноли – арома, танини – укус, антоцијани – боја). Уколико је садржај аргинина (а самим тим и фенилаланина) низак, онда ће производња ових једињења бити ограничена што доводи до већег ризика од болести, слабије обојености и ароме, услед чега је шира лошијег квалитета и потребне су веће интервенције у винарији да би се добило висококвалитетно вино (Mundy, 2009).

Хемијска својства земљишта су у великој мери условљена природом матичне стене, тако да и садржај калцијума и магнезијума веома зависе од хемијског састава матичне стене. Кмент и сарадници (Kment et al., 2005) су показали да у земљишту образованом на терцијарним базним магматским стенама има више магнезијума (екстрахованог Мелихом 3), а на земљишту образованом на силурским и девонским кречњацима има више калцијума. То је у складу са истраживањима Фриаса и сарадника (Frias et al., 2001) који су описали магнезијум као један од елемената који се може користити при идентификацији географског порекла вина. Они су такође показали и да само магнезијум показује статистички значајну зависност између концентрације у земљишту и концентрације у винима. Садржај осталих елемената у земљишту и у винима је независан један од другог због селективног усвајања појединих јона из земљишног раствора и њихове различите дистрибуције унутар винове лозе, као и присуства различитих елемената у вину који потичу из других извора, а не из земљишта.

Главни извор калијума у земљишту је матична стена. Он је присутан у калијумовим фелдспатима, лискунима и илиту, а биљкама најприступачнији калијум је изменљиви калијум из смектита и вермикулита. Калцијум и магнезијум инхибирају премештање и усвајање калијума од стране биљке. У хладнијим климатима, где се

ово може појавити као проблем, због осталих добрих особина које имају карбонатна земљишта (добра структура, оцедност, залихе влаге, топлотна проводљивост), ова њихова мана се занемарује (Winkler et al., 1974).

Земљишта која су образована на кречњачким стенама углавном садрже мање гвожђа него земљишта формирана на другим матичним стенама. Услед овога је на њима боље гајити беле сорте грожђа којима је потребно мање гвожђа него црвеним сортама (Hugget, 2005).

Катјони метала Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} формирају комплексе са органским једињењима. Иако су ови комплекси углавном нерастворљиви (када је органска материја добро хумификована), редовна примена метала (у циљу прихране или заштите винове лозе) може да доведе до повећане концентрације растворљиве фракције до нивоа када постају токсични за корисне земљишне организме као што су нпр. кишне глисте. Овај утицај је наочито изражен у старијим виноградима који су дуго година третирани бордовском чорбом ($Ca(OH)_2 + CuSO_4$).

Да би се разумео значај земљишта у виноградарству, потребно је да се узме у обзир међусобно дејство између земљишта и винове лозе (агрономски приступ).

Милосављевић (1998) наводи и појам „виноградарско земљиште“. То су обично земљишта на рељефно израженим положајима, слабије плодна, дубока, добро аерисана, на којима винова лоза нема велике приносе, али даје грожђе са високим садржајем шећера. Као најбоља виноградарска земљишта код нас су означене рендзине и гајњаче (Филиповски, 1968).

Сваки виноградарски регион може се посматрати као једна област где су у различитом степену испољени различити фактори животне средине - у најширем смислу, земљиште и клима (Goulet and Morlat, 2011). Они утичу на то како се винова лоза развија и какве ће карактеристике имати само вино. Виноградариби требало да имају на уму ову природну разноликост, нарочито при доношењу важних одлука чији је утицај дугогодишњи (избор локалитета за подизање винограда, избор подлоге, сорте, начин обраде/коришћења земљишта).

2.5 Рендзина

Рендзине су аутоморфна земљишта са А-АС-С профилем. Према Светској референтној бази за земљиште, називају се *Rendzic Leptosol* (IUSS, 2014).

Образују се на растреситим карбонатним седиментима и меким кречњацима (лапоровити кречњаци, лапорци, карбонатни пескови, лес, карбонатни језерски седименти и др.). Матична стена од које се образују рендзине је или растресита или је подложна брзом распадању и садржи доста глине.

Рендзина је боје 2,5 YR или жуће (Torrent et al., 1983). На карбонатним стенама се образују средње до јако скелетне рендзине са тамним (моличним) хумусним А хоризонтом (Крнаћова et al., 2013). Површински хоризонт рендзина је моличан и постепено прелази у АС хоризонт који је слабо хумусан, сивкасте боје и може да садржи карбонатна новообразовања. Хоризонт С је у облику растреситог седимента, беличасте, сиве или жуте боје. Најчешће се може издвојити прелазни АС хоризонт па профил има грађу Амо-АмоС-С-Р. Хумусни хоризонт је дебљине око 30 cm или нешто дубљи (Singer et al., 1998).

Рендзине су по текстури иловасте, богате су хумусом и средње су дубоке. На већим надморским висинама услед повећане влажности долази до испирања карбоната из земљишног профила и оне постепено постају камбисолне рендзине и рендзинасти камбисоли земљишта која су релативно мање плодна (Крнаћова et al., 2013).

Једна од основних одлика рендзина је присуство карбоната чија се концентрација повећава са дубином (Singer et al., 1998). Присуство карбонатног скелетног материјала у А-хоризонту, из кога се ослобађа калцијум-карбонат, обезбеђује стално неутралисање органских киселина и образовање калцијум-хумата, односно стварање стабилног органоминералног комплекса - стабилних зрнастих структурних агрегата (Филиповски, 1968).

Садржај карбоната је један од критеријума за класификацију рендзина на ниже систематске јединице од типа (варијетете). Присуство карбоната од површне

земљишта је одлика типичне или карбонатне рендзине. Наредне развојне фазе типичне рендзине имају бескарбонатни А хоризонт.

Према истраживањима Цупаћеве и сарадника (Супаћ et al., 2006а, 2006б, 2007, 2008), средњи садржај калцијум-карбоната је 14,01%. Садржај калцијум-карбоната у испитиваним рендзинама у Пољској је износио од 18,1 до 41,4% (Kalicka et al., 2008).

Према истраживањима Шишкова и Колева (Shiskov and Kolev, 2014), садржај калцијум-карбоната је висок (35-40%) и степен zasiћености земљишта базним катјонима је 100%. Кристали калцита су присутни у целокупној маси земљишта.

Садржај органске материје, као и њен састав, указују на изражену хумификацију. Садржај хумуса се креће у границама од 4-10% на изворном земљишту, док је његов садржај нешто нижи на земљиштима која се обрађују. Хумус се састоји од хуминских киселина које су везане калцијумом. Однос C/N се креће у границама од 8 до 12 и показује велики садржај азота у хумусу (Shiskov and Kolev, 2014). Према истраживањима Цупаћеве и сарадника (Супаћ et al., 2006а, 2006б, 2007, 2008), просечан садржај органског угљеника карбонатних рендзина је 3,09%, а код бескарбонатних нешто нижи 2,40%. Садржај укупног азота је 0,31% и 0,22%, а средњи C/N је 9,77 и 11,21.

Садржај органског угљеника у хумусном хоризонту рендзина се кретао од 1,26 до 4,52 % (Wójcikowska-Kapusta and Niemczuk, 2009). У зависности од начина коришћења, рендзине су показале различит садржај органског угљеника. Највише органског угљеника су имале рендзине под травом и жбуњем (4,0 – 4,2), док су најмање органског угљеника имале рендзине које се обрађују (1%) (Kalicka et al., 2008).

Према истраживањима Гришкана и сарадника (Grishkanetal., 2009), садржај хумуса се кретао у следећим границама: у хоризонту АО на дубини од 0-3cm је износио 1,00%; у хоризонту А, на дубини 5-8 cm се кретао од 2,09 до 2,22%, а на дубини 15-18 cm је износио од 1,50 до 1,58%; у прелазном АС хоризонту на дубини 30-33 cm се кретао од 1,72 до 2,76% , а у АС на дубини 45-48 cm је био 1,22% .

Према Сингеру и сарадницима (Singer et al., 1998), садржај органског угљеника у површинском хоризонту рендзина се кретао од 1,6 до 2,3%, а на дубини

од 10-25 cm је износио од 1,5 до 2,1%. Садржај хумуса у рендзинама у Мађарској износи 2-4% (Katai et al., 2011). Највише вредности органског угљеника (6,62 -7,67%) су измерене у Ар хоризонту рендзина које су класификоване као антросолне и култисолне рендзине које се користе као екстензивни пашњаци (Krnačova et al., 2013).

Процес испирања карбоната позитивно доприноси степену хумификованости хуминских киселина. Испирање базних катјона и закишељавање бескарбонатних рендзина има негативан утицај тј. изазива смањење степена хумификације хуминских киселина (Radmanović et al., 2015).

Према истраживањима Цупаћеве и сарадника (Сураћ et al., 2006а, 2006б, 2007, 2008), просечна вредност активне киселости код карбонатних рендзина је 7,70, а разменљиве 7,04, док је код бескарбонатних 6,94 и 6,02. Хидролитичка киселост код бескарбонатних рендзина је просечно била 3,04 meq/100g земљишта, а степен засићености базним катјонима је износио просечно 91,36%.

Сингер и сарадници (Singer et al., 1998) наводе да се активна киселост испитиваних рендзина у Израелу кретала од 7,30 до 7,72. Активна киселост рендзина у Пољској се кретала у интервалу од 7,2 до 7,8, док је вредност разменљиве киселости била од 6,9 до 7,1 (Kalicka et al., 2008). Хумусни и прелазни хоризонт испитиваних рендзина су имали неутралну реакцију (pH 6,0-7,1), док је матични супстрат био базан (pH 7,2-7,7) (Wójcikowska-Kapusta and Niemczuk, 2009). Разменљива и активна киселост рендзина које се користе као екстензивни пашњаци се кретала у интервалу pH у KCl 7,21– 7,26 и pH у H₂O 7,68–7,69 (Krnačova et al., 2013). Реакција земљишта је најчешће неутрална до алкална, а разменљива киселост се креће у интервалу од 7,0 до 8,5 (Shiskov & Kolev, 2014).

Разменљива киселост рендзине на којој се гаји сорта совињон блан (на подлози SO₄) је 7,24, садржај хумуса 2,01%. Калцијум је заступљен са 21,5% CaO, а магнезијум 168 ppm Mg. Садржај лакоприступачног фосфора је износио 74,40 ppm P₂O₅ на 0-30cm дубине и 37,40 ppm на 30-60cm, док је садржај калијума био 316,60 ppm и 146,60 ppm K₂O (Čoga et al., 2009).

Капацитет адсорпције (СЕС) у рендзинама које су богате хумусом износи 30-40 cmol/kg. Карбонатне рендзине су потпуно засићене базним катјонима калцијума, и мање магнезијума, док код бескарбонатних рендзина засићеност базама износи око 80% (Филиповски, 1968). Просечан капацитет адсорпције рендзинау Бугарској је између 15 и 25 cmol/kg, а међу адсорбованим катјонима доминирају Ca^{2+} и Mg^{2+} . Садржај лакоприступачног фосфора и калијума је низак (Shiskov and Kolev, 2014).

СЕС је у рендзини био у А хоризонту (5-8 cm) 19,9 meq/100g земљишта, а у АС (15-18 cm) 17,8 meq/100g земљишта. Концентрација јона калцијума у А хоризонту (на дубини 5-8cm) је износила 16,80 до 84,3 meq/100g % , док је на нешто већој дубини (15-18 cm) износила од 14,90 до 83,4 meq/100g% . Концентрација јона магнезијумау А хоризонту (на дубини 5-8cm) се кретала од 2,79 до 14,01 meq/100 g % , док је на дубини 15-18 cm износила од 2,63 до 14,7 meq/100 g % . Однос између ових јона, Ca/Mg, је у А хоризонту (5-8cm) био 6,02 док је у А (15-18cm) био 5,67. Концентрација јона К у А хоризонту (на дубини 5-8cm) је износила од 0,16 до 0,82 док је на дубини 15-18cm била од 0,16 до 0,91 meq/100g%. Што се тиче концентрације јона натријума, она је на дубини 5-8 cm износила од 0,17 до 0,84 meq/100g % , а на дубини 15-18 cm је била од 0,17 до 0,93 meq/100 g% земљишта (Grishkan et al., 2009).

Лакоприступачни фосфор се у рендзинама истраживаним у Мађарској кретао од 63 до 123 mg/kg P_2O_5 , а садржај лакоприступачног калијума је био од 179 до 336 mg/kg . У испитиваним рендзинама у Мађарској садржај јона магнезијума се кретао у границама од 119 до 234 mg/kg, док је количина натријума била од 18 до 22 mg/kg. (Katai et al., 2011).

Садржај приступачних елемената у рендзини је износио: 4,98 ppm Fe, 22,4 ppm Mn, 13,0 ppm Zn и 11,0 ppm Cu (Zapryanova & Vozhinova, 2008).

Просечан садржај приступачног бакра је 9,6 ppm и 5,25ppm у земљишту чија је активна киселост 7,99 и 7,93, а која су по текстури иловаче (са 23,3 % глине) и прашкасте иловаче (са 31,4% глине). Садржај карбоната је 22,8% и 3,1% (Provenanzo et al., 2010).

Садржај приступачног бакра у десетогодишњем винограду са активном киселостију 7,9 је био највиши у површинском хоризонту и то 34,2 ppm и опадао је са дубином (6,0-2,5-1,48-1,38 ppm на 20-40-60-80 cm дубине)(Renan, 1994).

Укупан просечан садржај бакра се кретао од 10,73 ppm у хумусним хоризонтима рендзина, преко 8,74 ppm у прелазним хоризонтима, а у матичној стени је износио 6,44 ppm (Wójcikowska-Kapusta and Niemczuk, 2009).

Према Обратов-Петковић и сарадницима (Obratov-Petković et al., 2006), рендзина на флишу је следећих својстава: дубина 0-10 cm, 10-20 cm; садржај C 84,70-63,97-23,08 g/kg; N 5,50-6,20-2,00 g/kg; C/N 9-2,8-2,5; CEC 43,65 и 31,46 cmol/kg; Zn 88,45-106,33-74,99 ppm; Pb 87,16-86,86-51,16 ppm; Cd 1,16-1,46-1,24 ppm.

Концентрација јона цинка у рендзинама у Мађарској је износила од 5,4 до 8,4 ppm, бакра од 1,2 до 1,5 ppm и мангана од 360 до 510 ppm. (Katai et al., 2011).

Садржај глине зависи од њеног садржаја у матичној стени. Рендзина може да има велики садржај глине уколико се образује на лапорима богатим глином. Уједначеност текстуре по дубини су утврдили и Сингер и сарадници (Singer et al., 1998.). Садржај глине је по дубини уједначен, са незнатним одступањима. У три профила количина глине је била нешто већа у површинском хоризонту (0-10 cm дубине) и то од 55 до 56%, а на другој дубини (10-25cm) је била од 56 до 61%. Док је у једном профилу у површинском хоризонту било 59% глине, а на дубини 10-25 cm је било 56% глине. Садржај осталих фракција (праха и песка такође не показује значајне промене по дубини). По текстури ове рендзине су глинуше.

Према истраживањима Сладкове (Sladkova, 2009), садржај глине у изабраном профилу рендзине се по дубини (хоризонти Ad-Ak1-Ak2 - ACk- C) кретао: 46,9; 48,7; 51,2; 47,8 и 44,2%.

Запреминска маса изабраних рендзина у Пољској које се користе на различите начине (од оних обраслих жбуњем до оних које се обрађују) се кретала у интервалу од 0,85 до 1,21 g/cm³ (Kalicka et al., 2008).

Просечна вредност специфичне масе у бугарским рендзинама се креће од 2,50 до 2,55 g/cm³, а вредност запреминске масе је око 1,2 g/cm³ у површинском и нешто више (1,25 -1,30 g/cm³) у дубљим деловима профила. Средњи садржај глине је 44,2%, а

праха 37,5%, тако да су по текстури на прелазу између прашкастих глинуша и глинуша. Текстура се не мења по дубини и садржај глине је униформан (Shiskov & Kolev, 2014).

Главни састојци фракције песка су кварц и фелдспати. Најчешћи минерали из групе тешких минерала су епидот и хорнбленда. У фракцији праха доминира калцит. У фракцији глине се такође налази велики удео калцита (Singer, 2007). Према Сингеру и Равиковићу (Singer and Ravikovitch, 1980, цитирано према Singer, 2007), механичка фракција глине у рендзинама се састоји претежно од смектита и мањих количина калцита, илита, каолинита и кварца.

Рендзине су плодна земљишта, добрих водно-ваздушних карактеристика и јаке биолошке активности. Њихова ефективна плодност зависи од услова влажења (Тирић, 1991). Од посебног су значаја за виноградарство и воћарство.

2.6 Гајњача

Гајњаче (еутрична смеђа земљишта) су аутоморфна земљишта са А-(В)-С профилем. Према Светској референтној бази за земљиште називају се *Eutric Cambisols* (IUSS, 2014) или *Luvic Greyic Phaeozems*.

Гајњаче се претежно образују на растреситим карбонатним и бескарбонатним седиментима и на магматским и метаморфним стенама богатим базама, а једино се не образују на јако киселим стенама и на једрим кречњацима.

Гајњаче имају молични (А_{мо}) или охрични (А_{оh}) хумусни хоризонт који се налази изнад камбичног хоризонта типа (В)_v. Типичне гајњаче се одликују средње дубоким (20-40cm) и јасно израженим А хоризонтом, док је код младих гајњача (које се образују огајњачавањем чернозема, рендзина и др.) површински хоризонт дубок некад и 50 cm и има реликтни карактер (јер је наслеђен од земљишта са А-С профилем). Боја А хоризонта је најчешће тамно сива, сиво-браонкаста, црвенкасто-браонкаста. У њему је присутан Fe₂O₃·nH₂O, али је ослобођен у знатно мањој

количини и не може тако интензивно да га обоји као (B) хоризонт (Филиповски, 1968).

Истраживане гајњаче на Медведници су имале хоризонт Aoh дубине од 4 cm до 13,5 cm. Хоризонт Bv је дебљине од 31 cm до преко 60 cm (Pernar et al., 2009).

Подповршински дијагностички хоризонт Bwo (по пољској класификацији земљишта-Marcinek and Komisarek, 2011: сидерични, Bv) је карактеристичне рђасте боје (hue 7.5YR или 10YR) и формира се као последица *insitu* накупљања аморфних оксида Fe и Al који са одређеном количином хумусних материја граде непокретне алуминијумско–гвожђевито–хумусне комплексе.

Хоризонт (B) је карактеристичан за гајњаче и његова појава је први видљиви знак огајњачавања. У почетној фази огајњачавања је дубок 10-15 cm, а код добро развијених гајњача његова дубина иде и до 80-100 cm. Он се од А хоризонта разликује по механичком саставу, боји и структури. Камбични хоризонт је зона са високим степеном распадања и оглињавања, услед чега је богат глином и колоидима. Садржи више глине од А и С хоризонта. Исто тако, показује извесно накупљање сесвиоксида R₂O₃, услед чега је жућкасто-браонкасте до црвенкасто-браонкасте (циметне) боје (Филиповски, 1968).

Према истраживањима Брик (Bрук, 2016), хоризонт Bv се простире на дубини од 30/45 до 67 cm; боје је 10YR 4/6у влажном стању. Испод њега, на дубини 67-85cm, је прелазни BC хоризонт, боје 10YR 6/4. Хоризонт С почиње на дубини од 85 до 120 cm и исте је боје као прелазни хоризонт. У камбичном хоризонту гајњаче је уочљиво педогенетско накупљање сесквиоксида гвожђа. Хоризонт је у извесној мери прожет кореновима биљака. Структура је последица веома интензивне активности земљишне фауне. Земљишни материјал је премештан крупним земљишним животињама. У овом хоризонту се могу запазити слабо, средње до јако изражени структурни агрегати. Прелазни BC хоризонт је неједнако обојен са тамнијим хоризонталним зонама које постепено постају светлије са дужином. У овом хоризонту је активност педофауне, нарочито кишних глиста, јако изражена. Структура је слична као у камбичном хоризонту.

Хемијска својства варирају у доста широком интервалу. Она зависе од тога да ли је земљиште под природном шумском вегетацијом или се обрађује, од степена „приведености култури“ и еродираниости, од матичног супстрата и од еволуционе старости (подтипа). Гајњаче под шумом имају већи садржај хумуса (4-5%) од гајњача које се обрађују (2-3%). Хумус је зрео, добро засићен базама (Филиповски, 1968).

Гајњаче на Медведници су у површинском хоризонту имале од 6,06% до 16,2% органског угљеника. У подповршинском хоризонту његов садржај се кретао од 0 до 3,9% (Pernar et al., 2009).

Испитиване гајњаче у Бугарској (20 педолошких профила) су показале просечан садржај хумуса од 1,9% у површинском хоризонту. Разменљива киселост се кретала од умерено киселе ($pH_{KCl} 4,5-5,0$) у површинском хоризонту, преко јако киселе у камбичном хоризонту, до неутралне ($pH_{KCl} 5,5-7,0$) у матичном супстрату, који садржи 7% калцијум-карбоната (Shiskov and Kolev, 2014).

У хоризонту (B) има сасвим мало хумуса. Садржај хумуса је у просеку био $2,55 \pm 0,41\%$ у површинском хоризонту испитиваних гајњача (Јаковљевић и сар., 2002). Хоризонт А и горњи делови хоризонта (B) су бескарбонатни. Дубина на којој се јавља калцијум-карбонат зависи од количине карбоната у матичној стени и од еволуционе старости земљишта. Калцијум-карбонат се налазио на дубини од 10 до 38 cm (Pernar et al., 2009) и то у количини од 30 до 59g/kg. Садржај хумуса у гајњачама се креће у интервалу од 1,0 до 7,3% (просечно 2,3%) (Шкорић и сар., 1977).

Активна киселост истраживаних гајњача је била $6,72 \pm 0,74$, а вредност разменљиве киселости $5,45 \pm 0,83$ у површинском хоризонту (Јаковљевић и сар., 2002).

Активна киселост гајњаче на Медведници се креће од 3,83 до 6,63 у површинском, а од 5,33 до 7,42 у подповршинском хоризонту. Разменљива киселост ових гајњача је на површини 3,24 до 5,93, са тенденцијом благог повећања са дубином (Pernar et al., 2009).

Хоризонт B гајњаче у Пољској је имао активну киселост 5,51, а разменљиву 4,55 (Bryk, 2016).

У површинском хоризонту гајњача, по истраживањима Јаковљевића и сарадника (Јаковљевић и сар., 2002), просечан садржај приступачног калијума је био $21,5 \pm 3,2$ mg/100g, фосфора $8,2 \pm 6,3$ mg/100g, док је капацитет катјонске измене износио $28,0 \pm 3,7$ meq/100g.

Према Пернару и сарадницима (Pernar et al., 2009), садржај приступачног калијума у површинском хоризонту се кретао у интервалу од 0,6 до 0,8 g/kg, док је у дубљим деловима профила износио 0,3-0,9 g/kg; лакоприступачни фосфор је од 0,4 до 0,9 g/kg, са смањењем по дубини профила. Капацитет адсорпције катјона у хоризонту А је прилично висок (20-40 cmol/kg) и повећава се у (В) због присутних колоида. Засићеност адсорптивног комплекса базама је висока (виша од 80%) јер су богате адсорбованим базним катјонима (Ca^{2+} , Mg^{2+}). Капацитет адсорпције у А хоризонту је био 11,46 cmol/kg, а степен засићености базама 64% (Pernar et al., 2009).

Према истраживањима Шкорића и сарадника (Шкорић и сар., 1977) садржај лакоприступачног калијума у гајњачи је просечно износио 18,6 mg/100 g у хумусно-акумулативном хоризонту (кретао се у интервалу од 2,8 до 34,0 mg/100 g) и 8,7 mg/100 g у камбичном хоризонту (2,8 до 15,8 mg/100 g). Садржај лакоприступачног фосфора у површинском хоризонту је просечно износио 6,5 mg/100 g (0,4-24,2 mg/100 g) и 4,4 mg/100 g у камбичном хоризонту (0,3 – 9,1 mg/100 g).

У зависности од матичне стене, механички састав може бити различит. Унутар профила је видљива јасна текстура диференцираност. Хоризонт А је по текстури најчешће глиновита иловача, док је камбични хоризонт богатији глином, нарочито колоидном. Истраживане гајњаче су у површинском хоризонту имале просечно $32,5 \pm 4,1\%$ глине и $26,1 \pm 4,5\%$ праха (Јаковљевић и сар., 2002). Просечан садржај глине по хоризонтима је износио: А 26,4%, (В) 30,6%, С 27,4% (Шкорић и сар., 1977).

Камбични хоризонт гајњаче и хоризонти испод њега (прелазни хоризонт и матични супстрат) су по текстури прашкасте иловаче (Врук, 2016).

Код четири хоризонта истраживане гајњаче (Вw камбични, прелазни ВС, С и Ск) запреминска маса је била прилично уједначена, у интервалу од 1,38 до $1,46 \text{ tm}^{-3}$, што је показатељ средње збијености земљишта (Врук, 2016).

Просечна специфична маса бугарских гајњача је 2,54-2,64 g/cm³, а запреминска маса се креће од 1,3 g/cm³ у површинском хоризонту, до 1,45-1,55 g/cm³ у камбичном хоризонту (Shiskov and Kolev, 2014).

Резултати XRD анализе су показали да у еутричном камбисолу доминирају кварц (SiO₂) и фелдспати (највише ортоклас, KAlSi₃O₈ и албит, NaAlSi₃O₈). Поред њих у знатној количини је заступљен и мусковит (KAl₂(AlSi₃O₁₀)x(F,OH)₂). У фракцији глине су најзаступљенији били клинохлор (Mg,Al)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ и илит (KH₃O)Al₂(SiAl)₄O₁₀(OH)₂ (Komarek et al., 2009).

Међу минералима глине преовлађују мешано слојевити силикати. Дифракција помоћу X зрака је открила да је илит најзаступљенији са 38% (у фракцији глине) и да га има у равном узорку из површинског хоризонта. Његов садржај се смањује по дубини земљишта тако да га у фракцији глине у матичном супстрату има око 30%, а у равном узорку матичног супстрата 10%. Вермикулит (или хидратисани лискун) је заступљен са 11-12% у фракцији глине и 2-4% у равном узорку. Каолинита има око 27% у фракцији глине (<0,001 mm) и око 7-10% у равном узорку површинског хоризонта. Његов садржај се постепено смањује по дубини, тако да га у матичној стени има 20% (у фракцији глине) и 6% у равном узорку (Boneva, 1998)

Гајњаче су једно од најбољих виноградарских земљишта. Засади са стоним и винским грождем на овом земљишту дају изврсне резултате. У свим најпознатијим виноградарским рејонима виногради су подигнути управо на гајњачама. Гајњаче су добре за гајење винове лозе јер имају добре педоклиматске услове за то (сува и топла земљишта). Добро су снабдевене калијумом по целој дубини профила, немају пуно хумусаи азота, добро су пропустљиве за воду, растресите су и омогућавају лако продирање кореновог система и имају плитак карбонатни хоризонт. Све ово одговара потребама винове лозе (Филиповски, 1968).

3. Материјал и методе истраживања

3.1 Подручје истраживања

У Србији се под виномом лозом налази укупно око 25000 ha. Виноградарском рејонизацијом територија Србије је подељена у три виноградарска региона у оквиру којих се налази 22 рејона, 77 виногорја и већи број виноградарских оаза.

Шумадијски рејон обухвата део брдовитих виноградарских терена Шумадије, од планине Рудник до реке Велика Морава. У овом рејону се налазе четири виногорја: Крњевачко, Опленачко, Рачанско и Крагујевачко. Крњевачко виногорје се налази на брежуљкастим падинама и косама западно од Велике Мораве, а северно од Смедеревске Паланке и Велике Планае (Иванишевић и сар., 2015).

Истраживање је спроведено у винограду Подрума Радовановић, који се налази у Крњевачком виногорју. Према постојећој педолошкој карти (Педолошка карта басена Велике Мораве, 1958) земљиште припада типу гајњача (еутрично смеђе земљиште). На парцелама које су предмет истраживањаније било риголовања земљишта, што би довело до значајних промена у морфолошким и другим својствима земљишта.

3.2 Теренско истраживање

Истраживање земљишта са густим узорковањем је спроведено 2013. године на пет парцела засађених различитим сортама винове лозе.

Како се подаци о киселости и електропроводљивости земљишта који се мере директно на терену не могу сасвим поуздано користити при класификацији земљишта, ми смо применили приступ који се заснива на подацима добијеним у лабораторији стандардним методама (за одређивање киселости и ЕС), који су интерполирани са циљем да се добије мањи број репрезентативних података који ће служити за идентификацију систематских категорија земљишта. Правилна мрежа за узорковање је прилагођена постојећим редовима винове лозе.

Табела 3. Димензије мреже за узорковање

Парцела	Димензије мреже (m)
I	2,5x24
II	7x24
III	6x26
IV	6,5x24
V	6x20

Укупно је узето око 600 узорака земљишта са дубине 0-30 cm (свака тачка је просторно позиционирана помоћу уређаја GeoExplorerCE, после уједначавања од 1 минута), што је довољно за прецизну геостатистичку анализу. Узорци површинског хоризонта су припремљени за анализу на стандардни начин. У лабораторији је на овим узорцима измерена активна и разменљива киселост, као и електропроводљивост земљишта (Soil Survey Staff, 2011).

Податке добијене лабораторијским мерењем смо интерполирали користећи ауторегресиону анализу (АР метод) и криговање (кригинг). Поређењем излазних података добијених на ова два начина, определили смо се за криговање. Тематске карте (активна и разменљива киселост и електропроводљивост) су послужиле као оруђе за одређивање тачне позиције земљишних профила, са циљем да се локалитет истражи натрадиционални педолошки начин. На свакој од издвојених хомогених целина су отворени основни педолошки профили и на њима су обављена детаљна педолошка истраживања. Теренским истраживањем су утврђене спољашње и унутрашње морфолошке (Jahnet al., 2006). Дефинисане су систематске категорије земљишта и обављено је узорковање по хоризонтима.

Узорци у нарушеном стању су узети из свих генетских хоризоната од површине до матичне стене, док су узорци у ненарушеном стању узети помоћу цилиндара запремине 100 cm^3 са две дубине, у три понављања.

3.3 Лабораторијско испитивање физичких својстава земљишта

Узорци у нарушеном стању за анализу физичких и хемијских анализа су осушени до ваздушно сувог стања, уситњени и просејани кроз сито са отворима пречника 2mm. Узорци у ненарушеном стању су припремљени за одређивање водно-ваздушних особина сатурацијом у води.

Лабораторијским истраживањим су обухваће наследећа физичка својства земљишта:

- Хигроскопска влажност земљишта, сушењем на 105°C до константне масе (Бошњак, 1997);
- Механички састав земљишта, пипет методом (Soil Survey Staff, 2011);
- Запреминска маса, цилиндрима Копецког запремине 100 cm³ (Бошњак, 1997);
- Специфична маса, методом пикнометра са водом (Бошњак, 1997);
- Максимални водни капацитет, цилиндрима Копецког запремине 100 cm³ (Бошњак, 1997);
- Ретенциони/пољскиводникапацитет, при притиску 0,033 МПа, помоћу мембранских преса (Soil Survey Staff, 2011);
- Влажност трајног увенућа биљака, при притиску 1,5 МПа, помоћу мембранских преса (Soil Survey Staff, 2011);
- Вода приступачна биљкама, рачунским путем;
- Брзина водопроницајивости (филтрација) на уређају са променљивим притиском, обрачун по Дарсију (Бошњак, 1997);
- Укупна порозност, рачунским путем (Бошњак, 1997);
- Апсолутни ваздушни капацитет, рачунским путем (Бошњак, 1997).

3.4 Лабораторијско истраживање хемијских својстава земљишта

Лабораторијским истраживањим су обухваћена следећа хемијска својства земљишта:

- Садржај CaCO₃ у земљишту, Шајблеровим калциметром (Минеев, 2001);

- Активна киселост земљишта, рН у Н₂О (1:2,5), потенциометријски (Минеев, 2001);
- Разменљива киселост, рН у 1МКСl, потенциометријски (Минеев, 2001);
- Хидролитичка киселост, сума базних катјона и тотални капацитет адсорпције за бескарбонатна земљишта по Капену (Минеев, 2001);
- Садржај хумуса, методом Тјурина (Минеев, 2001);
- Садржај укупног азота по Кјелдалу (Минеев, 2001);
- Садржај лакоприступачног калијума и фосфора, АЛ-методом (Минеев, 2001);
- Одређивање изменљивих катјона (К, Na, Ca, Mg) екстракцијом у амонијум-ацетату, рН 7, методом атомске апсорпционе спектрофотометрије (Soil Survey Staff, 2011);
- Садржај приступачног Fe, Mn, Cu, Zn (екстракцијом у ДТРА) и В (екстракцијом у врућој води) методом атомске апсорпционе спектрофотометрије (Soil Survey Staff, 2011);
- Електропроводљивост земљишта (Soil Survey Staff, 2011);
- Минералoшки састав земљишта, методом дифракције помоћу X зрака (XRD) на дифрактометру Philips PW1710. Услови снимања су били: напон U = 36 kV; јачина струје I = 18 mA; почетак снимања на 4° Θ; брзина 10 / min; Rc = 4/2 (Soil Survey Staff, 2011).

3.5 Статистичка анализа и приказ добијених података

Сви подаци добијени теренским и лабораторијским истраживањем су геореференцирани и смештени у геобазе података, одакле могу да се користе за различите врсте геостатистичких анализа и израду дигиталних карата различите намене.

Податке добијене детаљним теренским истраживањем, као и лабораторијским испитивањем хемијских својстава земљишта (активна и разменљива киселост и електропроводљивост) смо интерполирали користећи методу ауторегресионе анализе

и једну од метода за моделирање просторних серија - криговање (Софтвер АркГис 10.0).

Тематске карте које на јасан начин приказују дистрибуцију појединих важних физичких и хемијских својстава земљишта (на основу педолошких профила) у простору су израђене користећи интерполацијску методу криговање.

4. Резултати истраживања и дискусија

4.1. Природне и антропогене карактеристике Крњевачког виногорја

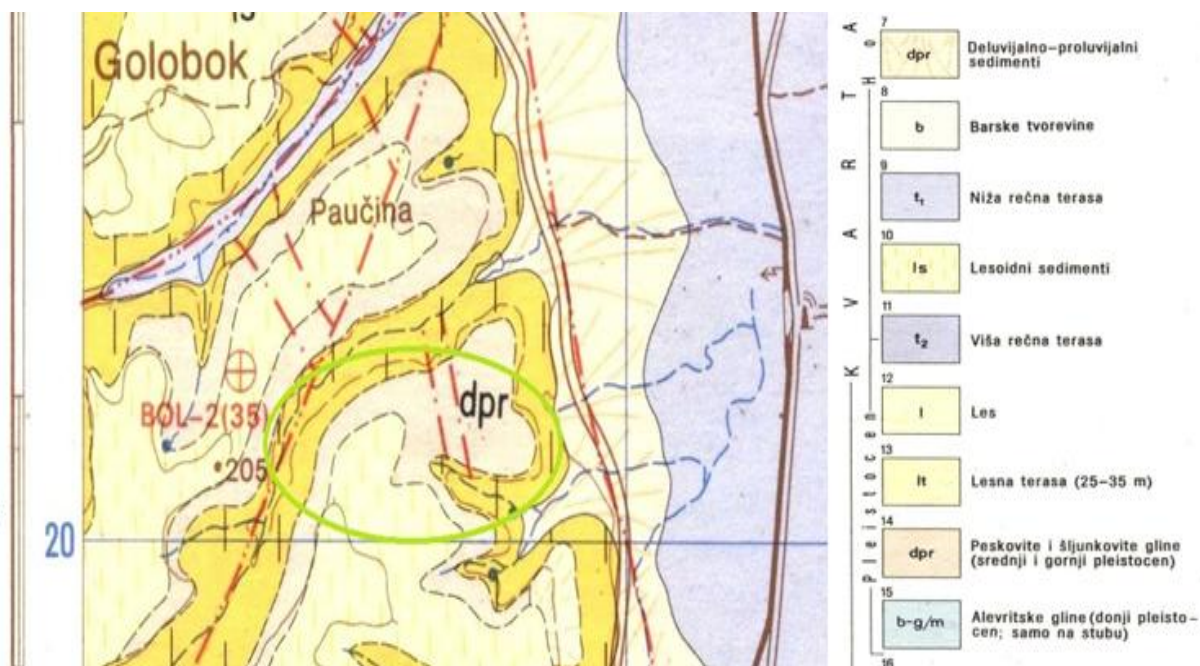
Крњевачко виногорје је део Шумадијског виноградарског рејона и простире се на површини од 11188,28ha. Налази на брежуљкастим падинама и косама западно од Велике Мораве, а северно од Смедеревске Паланке и Велике Плане.

Истраживани локалитет се налази између 44°25'57,60``С; 21°02'40,34``И и 44°25'41,33``С; 21°02'51,29``И. Виноград заузима умерено-стрме до благе ивице брега и његово релативно заравњено теме, на надморској висини од 137 до 173 m. Експозиција је јужна, а како је истраживани локалитет на ивицама и темену брега, сам виноград је осунчан током целог дана.

На истраживаном локалитету су засађене винске сорте белог и црног грождја (смедеревка, рајнски ризлинг, каберне совинјон, каберне фран). Винова лоза је сађена од 1989. до 2011. године. Редови су оријентисани у правцу северозапад – југоисток. Земљиште није риголовано пре садње, тако да није нарушена природна грађа земљишног профила. Земљиште се између редова обрађује или се затрављује (наизменично, сваке друге године). У засаду се примењују фунгициди и инсектициди, док се хербициди не употребљавају. Неорганска фосфорна и калијумова ђубрива се уносе у рестриктивним количинама заоравањем, док се азотна ђубрива не користе или се користе веома ограничено да не би изазвала непожељну бујност винове лозе. Микроелементи се примењују фолијарно.

Према постојећој геолошкој карти (Основна геолошка карта СФРЈ, 1:100 000, лист Пожаревац) на испитиваном подручју се налазе псковите и шљунковите глине

(средњи и горњи плеистоцен) и пескови, глиновити пескови и пешчари; песковити лапорци (панон).



Слика 1. Исечак геолошке карте са истраживаним локалитетом (Геолошка карта СФРЈ, лист Пожаревац)

Табела 4. Биоклиматски индекси за Шумадијски рејон

Станица	AVG	WIN	BED D	HI	CI	DI	NO	N35	N15
Чумић	17,0	1564,	1306	1996,	12,3	218,6	1,8	2,0	0,3
Крагујевац	17,2	1591,	1331	2133,	11,0	181,8	4,0	4,3	2,2
Рудник	15,2	1263,	1092	1604,	11,7	344,2	6,8	0,4	1,0
Смедеревска	17,1	1580,	1322	2138,	10,7	177,0	5,3	4,1	2,9
Буковичка	16,7	1514,	1276	2010,	11,3	209,0	3,9	2,7	1,3
РЦ Бешњаја	16,1	1407,	1180,	1758,	11,9	253,7	4,1	1,2	0,9
РЦ Букуља	14,9	1201,	1054	1542,	11,7	282,0	7,0	0,0	1,3

Извор: Виноградарски атлас, 2015

AVG(AverageGrowingSeasonTemperature) - средња температура за вегетациони период за период (април-октобар), коришћењем дневних података за максималну и минималну температуру (средња вредност је средња дневна температура).

WIN(WinklerDegreeDays) -сума ефективних температура или Винклеров индекс за период април-октобар.

BEDD(BiologicallyEffectiveDegreeDays) -сума биолошки ефективних температура за период април-октобар.

HI(HuglinHeliothermalIndex) - Хуглинов хелиотермички индекс, односно само Хуглинов, односно само хелиотермички индекс за период април-септембар.

CI(CoolNightIndex) - индекс свежине ноћи за септембар.

DI(DroughtIndex) - индекс суше за период април-септембар.

NT0 -број дана у периоду вегетације (април-октобар) са минималном дневном температуром од 0°C.

NT35 - број дана у периоду вегетације (април-октобар) са максималном дневном температуром већом или једнаком од 35°C.

NT15 - број дана у периоду мировања са минималном дневном температуром мањом или једнаком од -15°C.

Биоклиматски показатељи Шумадијског виноградарског рејона су приказани у претходној табели и израчунати су на основу података из метеоролошких станица у Чумићу, Крагујевцу, Рудник планини, Смедеревској Паланци,Буковичкој Бањи, РЦ Бешњаја и РЦ Букуља за период 1961 – 2010. година.

Климатске карактеристике анализираног подручја – Крњевачког виногорја су процењене на основу података из мерне станице Смедеревска Паланка, за период 1996-2014.године (средња годишња температура, екстремне вредности температуре, сума падавина и дужина трајања сунчевог сјаја) и приказане су у табели 5. На основу просечних вредности климатских елемената,може се закључити да клима овог подручја показује одлике континенталне климе, што јесте карактеристично за речне долине притока средњег тока Дунава. Ова клима се одликује хладним зимама и жарким летима, са доста наглих температурних скокова у пролеће. Ове појаве могу довести до наглог топљења снега, односно плављења, превлаживања и угрожавања земљишта (ерозије).

Табела 5. Климатски показатељи Крњевачког виногорја

Година	Средња годишња температура (°C)	Максимална измерена температура (°C)	Минимална измерена температура (°C)	Годишња количина падавина (mm)	Инсолација (h)
1996	10,9	39,3	-18,1	649,1	2026,1
1997	10,8	35,9	-9,8	635,1	2126,5
1998	11,6	40,6	-17,3	670,8	2283,6
1999	11,7	37,2	-18,2	833,8	2077,8
2000	13,1	42,1	-22,5	378,0	2591,9
2001	12,0	38,0	-13,4	760,5	2050,9
2002	12,5	37,6	-21,4	790,0	2053,8
2003	11,8	38,6	-20,0	551,9	2365,2
2004	11,5	38,9	-18,4	772,2	2025,1
2005	10,8	35,7	-20,9	832,4	1983,0
2006	11,7	36,9	-18,7	631,6	2229,9
2007	13,0	44,9	-10,0	667,9	2358,2
2008	12,8	38,2	-15,4	519,1	2332,2
2009	12,4	36,9	-23,6	773,9	2117,7
2010	12,0	36,7	-14,9	780,3	2004,2
2011	11,8	39,0	-15,5	437,0	2384,6
2012	12,5	39,7	-28,4	642,0	2489,2
2013	12,7	39,5	-8,0	712,6	2227,5
2014	13,0	34,8	-14,7	1039,6	2095,2
просечно	12,0	38,4	-17,3	688,3	2201,2

Извор: Метеоролошки годишњак РХМЗ, 1996-2014.год.

4.2 Модел идентификације и приказа карактеристика земљишта

Појединачни узорци за одређивање активне и разменљиве киселости и електропроводљивости земљишта су узети са пет парцела засађених различитим сортама винове лозе. Парцеле су означене бројевима 1 – 5. Сваки узорак је геореференциран и након лабораторијског мерења активне и разменљиве киселости, као и електропроводљивости, њихове вредности су унете у геобазу података.

Измерене вредности активне и разменљиве киселости и електропроводљивости су приказане у табелама 29-33 (Прилог 1).

Вредност активне киселости се кретала у интервалу 5,51 до 8,27, показујући велику просторну неуједначеност. Најхомогеније вредности, са најмањим одступањима су измерене на узорцима са парцеле 5 (стандардна девијација 0,25), док су највећу разноврсност показали узорци са парцеле 3 (стандардна девијација 0,72).

Табела 6. Вредност активне киселости (pH у H₂O) по парцелама

Парцела	Број узорака	Најнижа вредност	Највиша вредност	Средња вредност	Стандардна девијација
1	165	5,87	8,27	6,68	0,51
2	58	6,07	8,05	7,19	0,50
3	136	5,64	8,20	6,84	0,72
4	123	6,18	8,24	7,19	0,67
5	117	5,51	7,28	6,15	0,25

Вредности разменљиве киселости је донекле правилно пратила вредност активне киселости. Најнижа измерена разменљива киселост је била 4,52, а највиша 7,63. Најмању разноликост су показали узорци са парцеле 5 (стандардна девијација 0,27), док су узорци са осталих парцела веома хетерогени (стандардна девијација 0,59-0,89).

Табела 7. Вредност разменљиве киселости (pH у 1МКСl) приказане по парцелама

Парцела	Број узорака	Најнижа вредност	Највиша вредност	Средња вредност	Стандардна девијација
1	165	4,63	7,25	5,52	0,59
2	58	4,93	7,42	6,13	0,65
3	136	4,55	7,42	5,69	0,89
4	123	4,91	7,63	6,15	0,84
5	117	4,52	6,40	4,97	0,27

Табела 8. Вредност електропроводљивости приказана по парцелама

Парцела	Број узорака	Најнижа вредност (μS/mm)	Највиша вредност (μS/mm)	Средња вредност (μS/mm)	Стандардна девијација
1	165	2	11	5,4	1,96
2	58	3	17	7,38	3,01
3	136	2	10	4,20	1,91
4	123	2	9	4,46	1,87
5	117	1	6	2,63	0,92

Резултати добијени лабораторијским мерењем киселости и електропроводљивости земљишта су послужили као улазни подаци за ауторегресиону анализу и криговање.

4.2.1 Примена ауторегресионих модела у интерполацији добијених података

Ауторегресиони (АР) модели су један од врло често коришћених модела када год се појави потреба за моделирањем временских серија. У најопштијем случају они имају следећу форму

$$y[n] = a_1 y[n-1] + a_2 y[n-2] + \dots + a_p y[n-p]$$

и оваква форма покушава да обезбеди предвиђење вредности физичке променљиве у тренутку *n* ако су позната мерења у тренуцима $n-1, n-2, \dots, n-p$. Параметар p се назива редом АР модела. Непознати параметри се могу одредити различитим техникама оптимизације. У теорији спектралне анализе се у ту сврху користе познате методе као што су аутокорелациона, коваријантна и модификована коваријантна метода (Кау, 1988). Најчешће коришћени критеријум, чијом се минимизацијом одређују непознати параметри, има облик средње квадратне грешке модела:

$$J = \sum_n (y[n] - a_1 y[n-1] - \dots - a_p y[n-p])^2$$

При томе је у литератури поклоњена посебна пажња примењивости оваквог приступа уколико је на располагању мали број мерења, као и ваљаном избору реда модела.

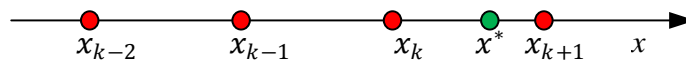
Када су у питању просторни модели, дакле моделирање расподеле физичке величине у простору, у литератури се могу наћи различити приступи као што су метод главних компоненти (*PCA* метода), метода груписања података, различите форме вариограма, технике кригинга. Међутим, сваки од ових приступа има своја ограничења. Наиме, метода главних компоненти сама по себи не представља модел расподеле физичких променљивих већ представља алат за анализу и редукцију димензија у простору расподеле случајног вектора. Метода груписања података је у том смислу можда и најгрубљи статистички алат који на основу статистичких особина мерења покушава да групише просторне особине у кластере, док технике

вариограма и кригинга представљају својеврсне примене различитих интерполационих техника. У том смислу, примена АР модела би такође могла да нађу своју примену, јер представља једну екстензију методе која је развијена за временске серије у домен просторних података. Међутим, с обзиром да просторни подаци у својој структури садрже виши ниво димензионалности од временских, примена АР модела би се могла извршити на различите начине, а зависно од тога шта је коначни циљ. Стога је анализа чији су резултати изложени, подељена на следеће сегменте:

- Интерполацијска и екстраполацијска примена АР модела у једнодимензионом случају
- Интерполацијска и екстраполацијска примена АР модела у дводимензионом случају

*Интерполацијска и екстраполацијска примена АР модела
у једнодимензионом случају*

Проблем који је овде анализиран најједноставније је описати скицом на Слици 2. Претпоставимо да су нам на располагању мерења $y(k-2), y(k-1), y(k), y(k+1)$ која представљају мерења неке физичке величине на локацијама $x_{k-2}, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}$ и да је нама од интереса да одредимо вредност те физичке величине у некој тачки x^* која задовољава услов $x_k < x^* < x_{k+1}$. Овакав проблем се назива интерполационим проблемом и пробаћемо да га решимо применом АР модела.



Слика 2.

Другим речима, покушаћемо да формирамо модел следећег типа:

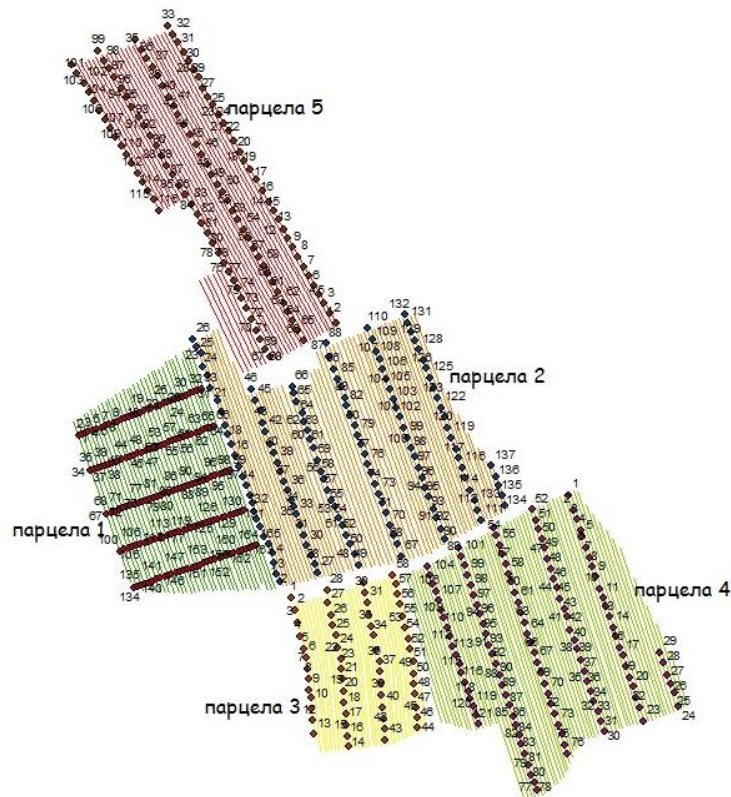
$$y(x^*) = a_{-p}y_{k-p+1} + a_{-p+1}y_{k-p+2} + \dots + a_{-1}y_k + a_1y_{k+1} + a_2y_{k+2} + \dots + a_p y_{k+p}$$

при чему ће непознати параметри $a_{-p}, a_{-p+1}, \dots, a_p$ бити одређени минимизацијом критеријумске функције

$$J = \frac{1}{N} \sum_n \left(y(x_n^*) - a_{-p}y_{k-p+1} + a_{-p+1}y_{k-p+2} + \dots + a_{-1}y_k + a_1y_{k+1} + a_2y_{k+2} + \dots + a_p y_{k+p} \right)^2$$

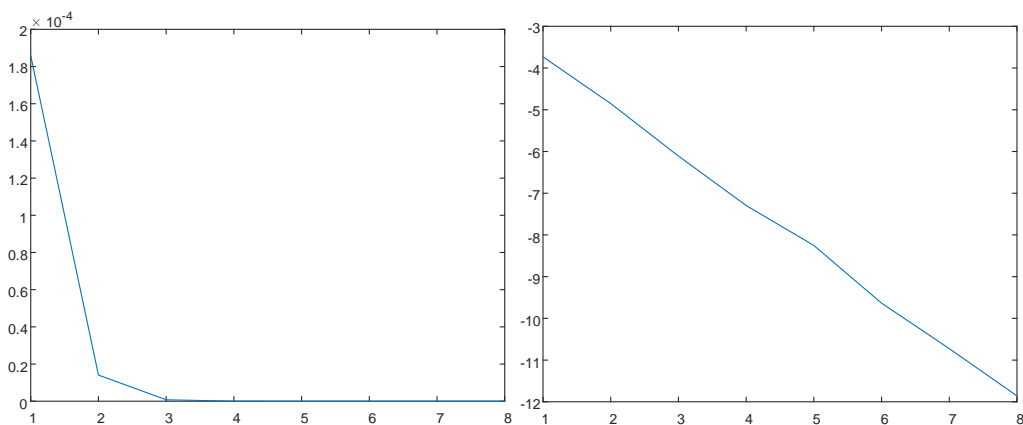
Током ове анализе одговорили смо на следећа питања: да ли је битно колико је позиција x^* удаљена од позиција x_k и x_{k+1} на којима мерења постоје, колики је ред модела *п* сврсисходан као и колико је вредност параметара зависна од локалитета мерења.

Почетна анализа је извршена на основу мерења на парцели 1 (Слика 3).



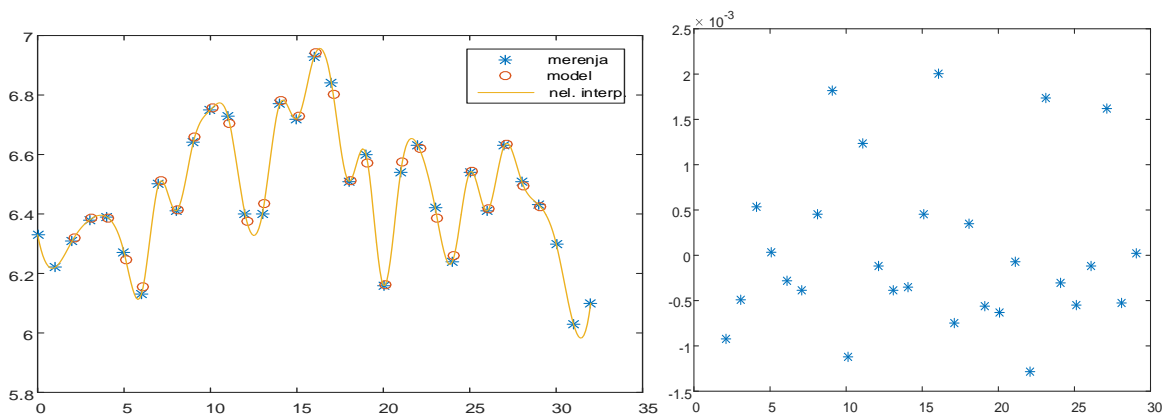
Слика 3.

Испројектован је АР модел за случај $x^* - x_k = L = 0.1(x_{k+1} - x_k)$ и променљиве редове модела, почев од $p = 1$ па до $p = 8$. На Слици 4 је приказано како се критеријумска функција смањује са повећањем реда модела (на слици десно је логаритамска вредност овог критеријума). Дијаграм на овој слици је врло информативан, и он показује да нема никакве потребе да се ред модел повећава преко $p = 3$ јер је добитак у критеријумској функцији безначајан.



Слика 4. Зависност критеријумске функције од реда модела

Слике 5 и 6 приказују квалитет модела. На Слици 5 су на једном дијаграму, приказане измерене вредности и вредности добијене моделом, док је пуном линијом приказана континуална крива интерполираних вредности добијених познатом нелинеарном методом сплајнова.



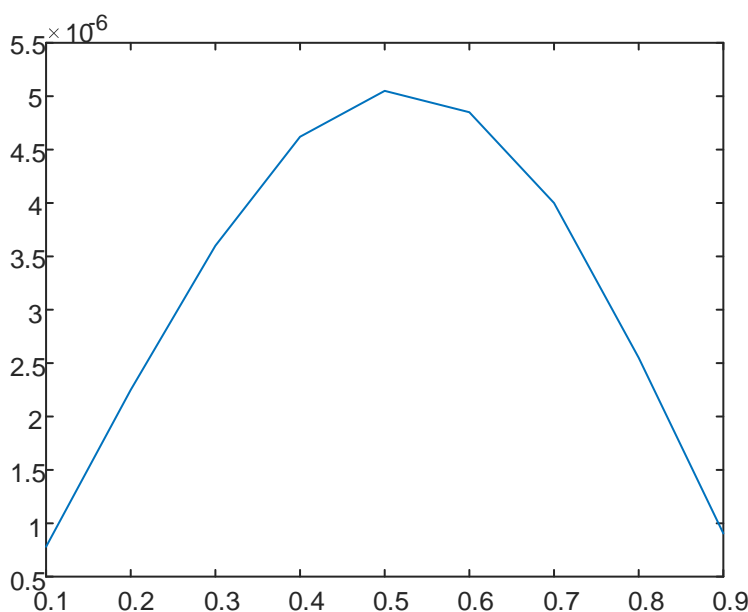
Слика 5. Дијаграм измерених и моделираних вредности Слика 6. Грешке моделирања

На Слици 5 се виде изузетна слагања између измерених и процењених вредности, док су на Слици 6 приказане вредности грешака моделирања. Овај дијаграм показује да се све грешке моделирања налазе у опсегу од $-1.5 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ што износи мање од 0,3 промила.

При томе су параметри добијеног модела следећи:

$$y(x^*) = 0.0151y_{k-2} + 0.0675y_{k-1} + 0.9789y_k + 0.0933y_{k+1} + 0.0254y_{k+2} + 0.0054y_{k+3}$$

На следећем дијаграму (Слика 7) је приказано како се мења вредност средње-квadratне грешке са променом одстојања тачке у којој се моделира рН вредност у односу на тачке у којима је ова вредност мерења. На апсциси је мењана вредност $L/(x_{k+1} - x_k)$ у интервалу од $[0.1, 0.9]$ и добијен је очекивани резултат. Најбоље моделирање је извршено за најмању, односно највећу вредност овог количника, јер се тада моделира рН вредност у тачкама непосредно уз тачку у којој је мерење извршено, док је најгори квалитет естимације добијен у тачки која се налази на самој средини између два мерења. Међутим, без обзира на то, и у тачки најгоре естимације је средња квадратна вредност реда величине $5 \cdot 10^{-6}$, што одговара средњој апсолутној грешци од $2.5 \cdot 10^{-3}$, што је у поређењу са апсолутним вредностима од 6 до 7, изузетно добро.



Слика 7. Промена средње квадратне грешке од позиције тачке естимације

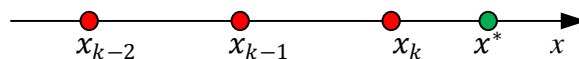
На крају овог дела анализе, било је занимљиво погледати у којој мери се параметри модела разликују за мерења на различитим локација. Стога је извршено моделирање за три групе мерења. Прва група мерења је представљала врсту мерења нумерисану од 1 до 33 на парцели 1, затим друга група мерења је узета са исте парцеле али за мерења од 134 до 166 и трећа група мерења је узета са парцеле 5 у врсти мерења од 1 до 32. Дакле, сличан број мерења, узет је ред модела $p = 3$ са истим одстојањем естимираних од мерних тачака $\frac{L}{x_{k+1}-x_k} = 0.1$, а добијени резултати су приказани следећом табелом:

Табела 9. Вредност параметара модела за различите групе мерења

Параметри Група мерења	a_{-3}	a_{-2}	a_{-1}	a_1	a_2	a_3
Прва група	0,0155	-0,0678	0,9794	0,0933	-0,0255	0,0052
Друга група	0,0151	-0,0678	0,9793	0,0940	-0,0271	0,0065
Трећа група	0,0147	-0,0652	0,9772	0,0937	-0,0258	0,0053

Ова табела показује изузетно добро слагање параметара модела за различите групе мерења, што нас наводи на резултат да у случајевима исте архитектуре мерних тачака, параметри модела не мењају значајно своје вредности без обзира на локације мерних места и на вредности особина земљишта од интереса.

Коначно, од интереса је проверити и могућност АР модела да изврши екстраполацију особина земљишта од интереса. Природа овог проблема је илустрована на слици 8.

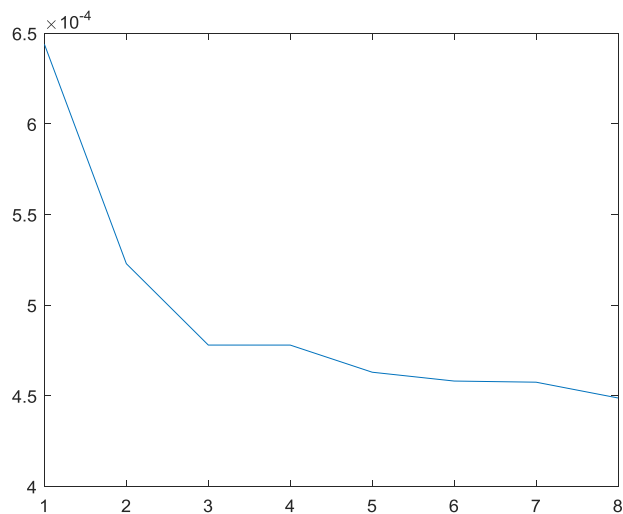


Слика 8. Илустрација екстраполацијског проблема

Сада је проблем нешто сложенији у односу на претходно анализиран интерполацијски проблем. Наиме, сада се подразумева да су у односу на тачку процена мерења доступна само са једне стране (на Слици 8 је то лева страна) и сада ће АР модел имати следећу форму:

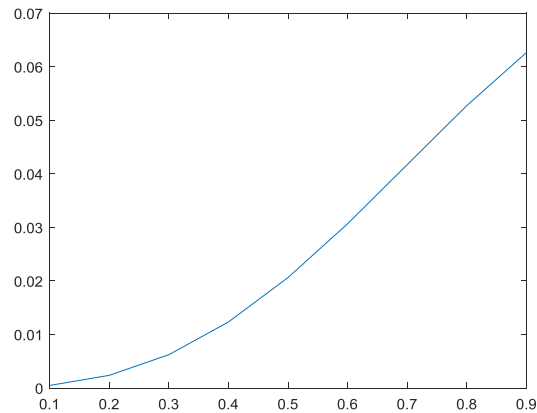
$$y(x^*) = a_1 y_k + a_2 y_{k-1} + \dots + a_p y_{k-p+1}$$

а критеријумска функција, чијом ће се минимизацијом добити непознати параметри, ће поново бити средње квадратна грешка апроксимације. Приметимо такође да је сада за исти ред модела p два пута мање параметара и информација на располагању, те се очекују значајно слабији резултати него у случају интерполације. О томе сведочи дијаграм приказан на Слици 9, на коме се налази вредност критеријумске функције за различите изборе реда AP модела. Види се да за најбољи резултат екстраполације, за $n=8$, вредност критеријумске функције, средње квадратне грешке, износи 4.5×10^{-4} , док је за случај интерполације, на Слици 4, за најгори избор $p=1$ вредност критеријумске функције износила око $1.8 \cdot 10^{-4}$. Такође се, са овог дијаграма може видети и то да је поново избор $p=3$ добар за ред модела, и да са даљим повећавањем реда, побољшање критеријумске функције постаје безначајно.



Слика 9. Промена критеријумске функције са повећавањем реда модела

На Слици 10 је приказано како се мења вредност средње-квadratне грешке са променом одстојања тачке у којој се моделира рН вредност у односу на тачке у којима је ова вредност мерења. На апциси је мењана вредност $L/(x_{k+1} - x_k)$ у интервалу од $[0.1, 0.9]$ и поново је, као на Слици 6, добијен очекивани резултат.



Слика10.Промена средње квадратне грешке са повећањем одстојања тачке естимације од тачке мерења

Најбоље моделирање је извршено за најмању вредност овог количника, јер се тада моделира рН вредност у тачки непосредно уз тачку у којој је мерење извршено, и како се одстојање од најближег мерења повећава квалитет естимације се повећава. Међутим, без обзира на то, добијени резултати су крајње прихватљиви, јер на максималном одстојању од $0.9 \cdot (x_{k+1} - x_k)$ квадратни корен средње квадратне грешке износи око 0.25, што у поређењу са апсолутним вредностима од 6 до 7, чини 4 до 5% грешке.

Слично, као и у претходној анализи, било је занимљиво погледати у којој мери се параметри модела разликују за мерења на различитим локација. Стога је извршено моделирање за исте три групе мерења: мерења од 1 до 33 на парцели 1, затим друга група мерења је узета са исте парцеле али за мерења од 134 до 166 и трећа група мерења је узета са парцеле 5 у врсти мерења од 1 до 32. У табели 10 су приказани добијени параметри модела трећег реда:

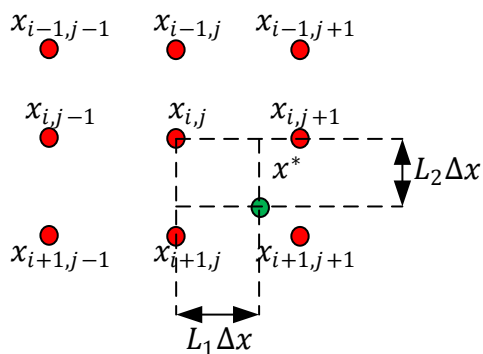
Табела 10. Вредност параметара модела за различите групе мерења

Параметри Група мерења	a_1	a_2	a_3
Прва група	0,0171	0,0520	1,0346
Друга група	0,0270	0,0664	1,0389
Трећа група	0,0522	0,0976	1,0454

Оно што је занимљиво јесте да параметри нису тако блиски као што је то био случај интерполације АР моделом. При томе је сличност између прве и друге групе параметра израженија јер се ради о мерењима која су на ближој локацији, док је трећа група мерења просторно дислоцирана, па су и параметри нешто другачији.

*Интерполацијска и екстраполацијска примена АР модела
у једнодимензионом случају*

С обзиром да су по својој природи добијени подаци дводимензиони, логично је проверити могућност пројектовања дводимензионог АР модела. У том смислу је структура естиматора најбоље илустрована дијаграмом на слици 11. На овој слици је приказана мрежа мерења на дводимензионим локацијама $x_{i,j}$ и тачка у којој се врши естимација која је означена са x^* . Идеја је да се процена рН вредности у овој тачки изврши на основу расположивих суседних мерења, а у зависности од изабраног реда модела, узимаће се у обзир 4 суседна мерења за рад $p = 1$, 16 суседних мерења за ред $p = 2$, 36 суседних за ред $p = 3$, и генерално говорећи $(p + 2)^2$ суседних мерења за ред p .

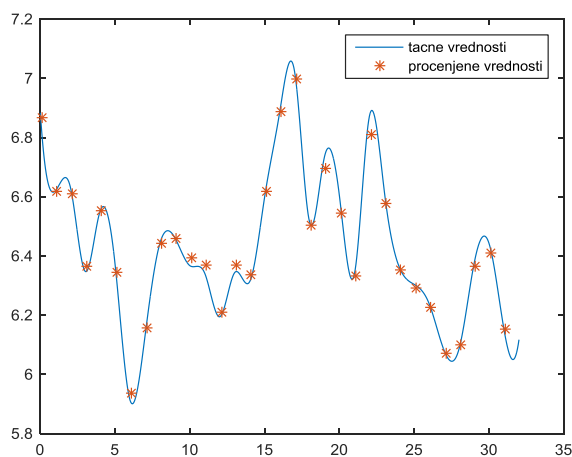


Слика 11. Илустрација формирања АР модела у дводимензионом простору

У случају избора $p = 1$, а на основу илустрације са Сlike 11, облик АР естиматора би гласио:

$$y^* = a_{11}y_{i,j} + a_{12}y_{i,j+1} + a_{21}y_{i+1,j} + a_{22}y_{i+1,j+1}$$

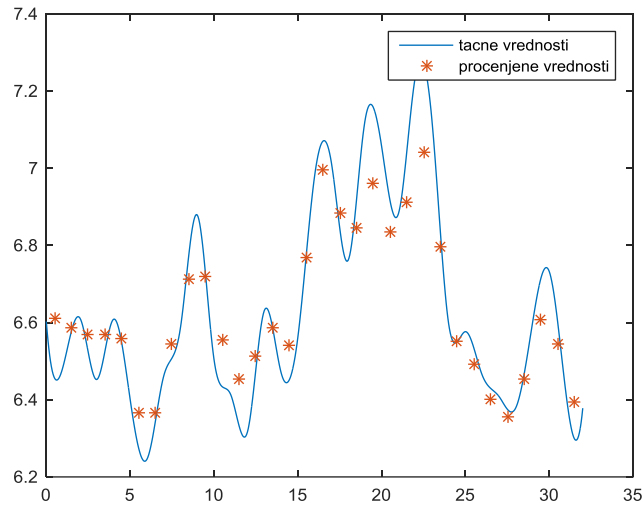
При томе логично је очекивати да параметри модела зависе од одстојања $L_1\Delta x$ и $L_2\Delta x$ тачке естимације x^* од позиције расположивих мерења. Такође је логично очекивати да се и средња квадратна грешка процене мења зависно од овог одстојања. На Сlici 12 је приказан дијаграм тачних и процењених рН вредности за одстојања $L_1 = L_2 = 0.1$. Поново су „тачне“ вредности срачунате на основу мерења и применом сложене нелинеарне интерполационе шеме типа „сплајн“.



Слика 12. Илустрација рада дводимензионог АР модела за $L_1 = L_2 = 0.1$

Добијене вредности параметара су $a_{11} = 0.8975, a_{12} = 0.0515, a_{21} = 0.0644, a_{22} = -0.0124$, а вредност средње квадратне грешке износи $J = 0.0021$. Види се да је међу параметрима доминантно изражен коефицијент a_{11} јер он указује на највећи утицај најближег мерења тачки у којој се врши естимација.

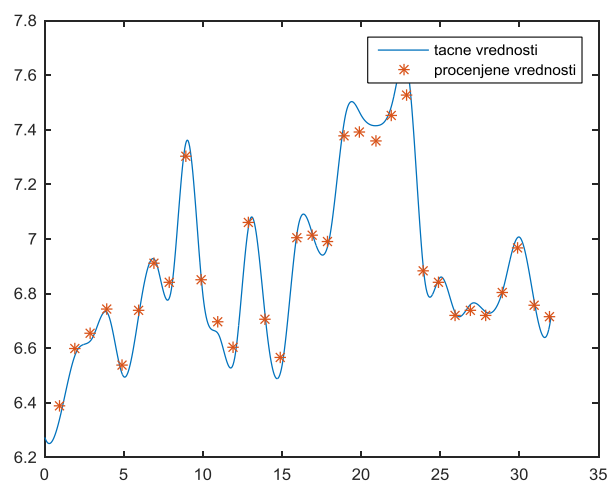
На Сlici 13 су приказане илустрације квалитета естимације за одстојања $L_1 = L_2 = 0.5$.



Слика 13. Илустрација рада дводимензионог АР модела за $L_1 = L_2 = 0.5$

Сада су параметри другачији: $a_{11} = 0.3272$, $a_{12} = 0.2929$, $a_{21} = 0.2136$, $a_{22} = 0.1700$, а вредност критеријума $J = 0.0176$. Види се да су сада параметри униформније вредности, и да мање или више одступају од параметра $\frac{1}{4}$, што је последица једнаке геометријске удаљености од мерних тачака.

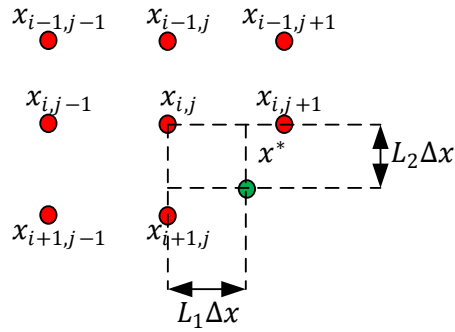
Коначно, сличан експеримент је поновљен и за одстојања $L_1 = L_2 = 0.9$. Дијаграм је приказан на слици 14, док су добијени параметри $a_{11} = 0.0051$, $a_{12} = 0.1293$, $a_{21} = 0.0550$, $a_{22} = 0.8120$, док је вредност критеријумске функције $J = 0.0031$.



Слика 14. Илустрација рада дводимензионог АР модела за $L_1 = L_2 = 0.9$

Општи закључак би био да без обзира на позицију тачке у којој се врши естимација, вредност средње квадратне грешке не иде преко 0,02, што одговара средњој апсолутној грешци од 0,15, што онда чини мање од 2% апсолутне вредности мерења рН земљишта. Другим речима, закључак би био да су овакви модели врло употребљиви и да дају могућност квалитетне процене рН вредности земљишта у локацијама које можда нису доступне. Несумњиво је да би се повећавањем реда оваквог модела повећала тачност естимације, али би се свакако и значајно усложнила структура естиматора собзиром на квадратну функцију броја потребних мерења за једну процену.

Коначно, урађена је и кратка анализа могућности екстраполације у дводимензионој структури АР естиматора. Природа овог естиматора је дата на слици 15. Екстраполациони проблем је карактеристичан за рубне области полигона у коме су извршена мерења и, собзиром на то, могући су различити сценарији процене физичке величине ван мреже мерења. Један од таквих сценарија је приказан на слици 15, и опет, зависно од реда модела процена рН вредности у тачки x^* може бити мање или више сложена.



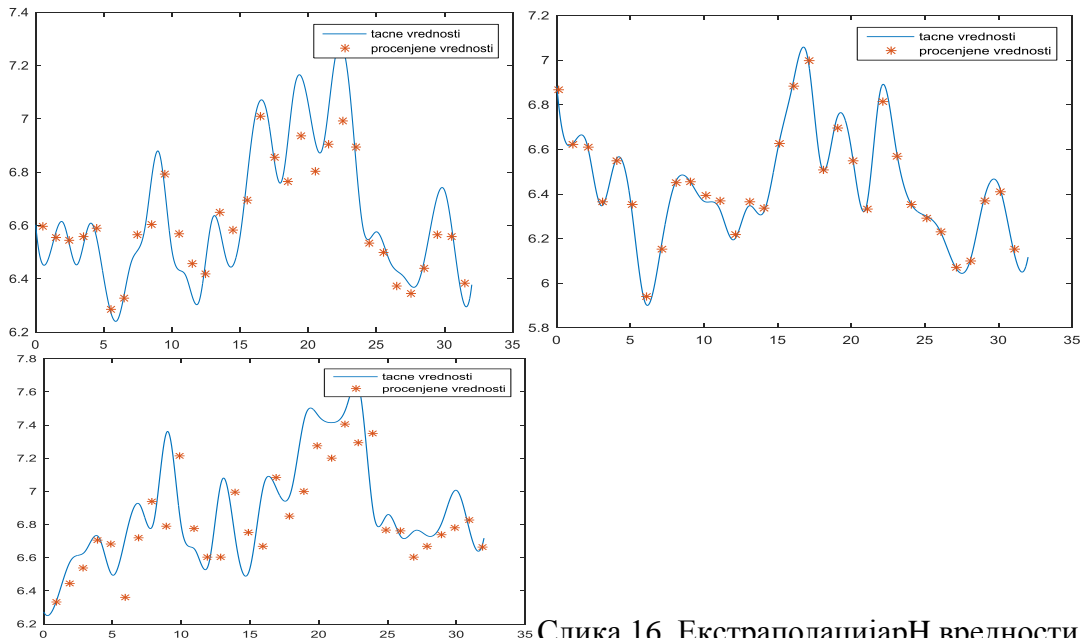
Слика 15. Илустрација екстраполационе шеме и примене дводимензионог АР модела
 За случај какав је приказан на слици 15 и за избор естиматора првог реда, структура естиматора би гласила:

$$y^* = a_{11}y_{i,j} + a_{12}y_{i,j+1} + a_{21}y_{i+1,j}$$

док би за случај другог реда естиматор имао форму:

$$y^* = a_{11}y_{i-1,j-1} + a_{12}y_{i-1,j} + a_{13}y_{i-1,j+1} + a_{21}y_{i,j-1} + a_{22}y_{i,j} + a_{23}y_{i,j+1} + a_{32}y_{i+1,j-1} + a_{32}y_{i+1,j}$$

На Слици 16 су приказани дијаграми естимираних и тачних рН вредности земљишта за три различита избора параметара L_1 и L_2 .



Слика 16. Екстраполација рН вредности земљишта за (а) $L_1 = L_2 = 0.1$, (б) $L_1 = L_2 = 0.5$, (ц) $L_1 = L_2 = 0.9$

Уочљив је губитак квалитета естимације са повећањем вредности ових параметара, што је и разумљиво јер се у случају екстраполације све више удаљавамо од тачака у којима постоје тачна мерења.

Занимљиво је видети и вредности параметара као и вредност средње квадратне функције грешке:

$$\text{(случај а): } a_{11} = 0.8987, a_{12} = 0.0484, a_{21} = 0.0538, J = 0,0021$$

$$\text{(случај б): } a_{11} = 0.3099, a_{12} = 0.3357, a_{21} = 0.3587, J = 0,0195$$

$$\text{(случај ц): } a_{11} = -0.0774, a_{12} = 0.3335, a_{21} = 0.7483, J = 0.0466$$

Ове бројке показују да се за мале вредности параметара L_1 и L_2 параметри и критеријумска функција понашају слично као и у проблему интерполације јер се естимациона тачка налази близу мерних места, међутим, са повећањем ових параметара позиција естимације се удаљава од позиције мерења и естимациона несигурност постаје све већа. Међутим, без обзира на то, у последњем и најгорем случају (ц), корен из средње квадратне грешке грешке износи 0,2 што и даље не превазилази 5% од апсолутних мерења рН вредности.

Као коначан закључак спроведене анализе, могло би навести искуство да је АР модел сврсисходан естимациони приступ за процену рН вредности земљишта у тачкама у којима мерење није вршено. Спроведена анализа је узела у обзир и могућност једнодимензионог али и дводимензионог третирања података. Као што се и могло претпоставити дводимензиони приступ АР моделу даје значајно боље резултате, међутим захтева много већи број података који се мења са квадратом реда усвојеног модела. Такође је део спроведене анализе био посвећен разликама у примени интерполационе и екстраполационе естимације. Као што је и било за очекивати, интерполациони приступ је давао поредиво боље резултате, а из екстраполационе анализе су се могле установити области поверења у којима има смисла спроводити овакву естимациону процедуру.

4.2.2 Примена кригинга у интерполацији добијених података

У математичком погледу метода кригинга је веома слична регресионој анализи јер су обе методе засноване на просторној корелацији података. Кригинг методом се процењује вредност регионализоване променљиве која је распоређена у простору на неком коначном броју локација. Поред вредности променљиве у познатим тачкама, потребно је да се знају и растојања између познатих и непознатих тачака када се ради процена. Резултат методе криговања је картографски приказ тј. графички модел просторног приказа података. Постоји неколико техника криговања, а које се разликују по матричној једначини тј. према подручју и врсти података који се примењују, а то су: једноставни кригинг, обични кригинг, универзални кригинг, индикаторски кригинг.

Кригинг (и све његове изведенице) се убрајају у статистичке методе процене. Заједнички су одређени као најбољи линеарни непристрасни проценитељи. „Најбољи“ значи да су израчунати коефицијенти одређени поступком минимизирања варијансе кригинга, „линеарни“ подразумева да је процен начињена линеарном комбинацијом мерених вредности, а „непристрасни“ осигурава да је очекивање процене једнако стварном очекивању целе (могуће) популације вредности. Вредност регионализоване променљиве на одређеној локацији (Z_k) процењује се на основу постојећих околних вредности (Z_i) којима је придружен одговарајући тежински коефицијент (λ). Такође подразумева да ће вредност Z_i имати нормалну расподелу (Гаусова крива) (Малвић, 2008).

$$Z_k = \sum_{i=1}^n \lambda_i \times Z_i$$

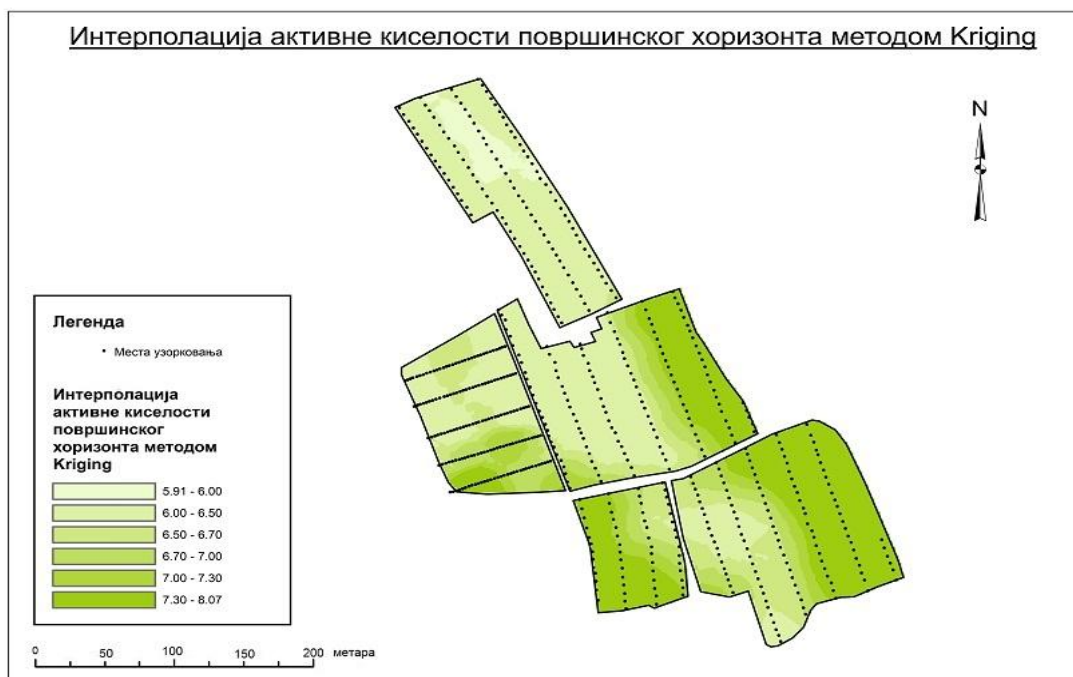
Тежински коефицијенти су израчунати скупом линеарних једначина. Кригинг има бројне предности у односу на остале интерполацијске методе, а употребом рачунара израчунавање припадајућих матричних једначина је брзо, без обзира на њихове димензије. Геостатистичке интерполацијске методе готово увек успешније решавају процену скупова података у којима су контролне тачке изразито груписане.

Такође, познато је како одређена земљишна својства, у овом случају посматране варијабле, могу бити у врло наглашеној међусобној зависности. Вариограмско моделирање нам допушта да неке од тих законитости уочимо и укључимо као повољне елементе у моделирање и интерполацију (Малвић, 2008).

Прорачун тежинских коефицијената зависи једино од удаљености контролних тачака које се налазе унутар вариограмског елипсоида просторне зависности. Вариограм служи да се утврди важност или утицај суседних тачака на процену у одабраној локацији. Њиме се рачуна степен аутокорељације мерених података посматране променљиве. И геостатистичке методе имају своје недостатке, па је потребно дефинисати граничне услове када те методе не представљају побољшање, па чак и дају нетачнију процену од других, једноставнијих интерполацијских метода. Та је граница приближно одређена на десет улазних вредности јер сваки скуп мањи од тога чини изотропно вариограмско моделирање практично немогућим, а тиме и каснији поступак неваљаним. Код веома хетерогених скупова података минимални број тачака за примену геостатистике се пење на приближно 15. Пожељно је код скупова са малим бројем података избор између геостатистичких и осталих метода (нпр. инверзне удаљености) начинити на основу резултата кросвалидације (унакрсне оцене). Поступак криговања је могуће написати у облику умношка матричних једначина. Унутар две од тих матрица, вредности су изражене вредношћу вариограма или коваријансе, односно, зависе од удаљености упоређених локација. Трећа матрица се састоји од тежинских коефицијената који се рачунају из прве две споменуте матрице (Малвић, 2008).

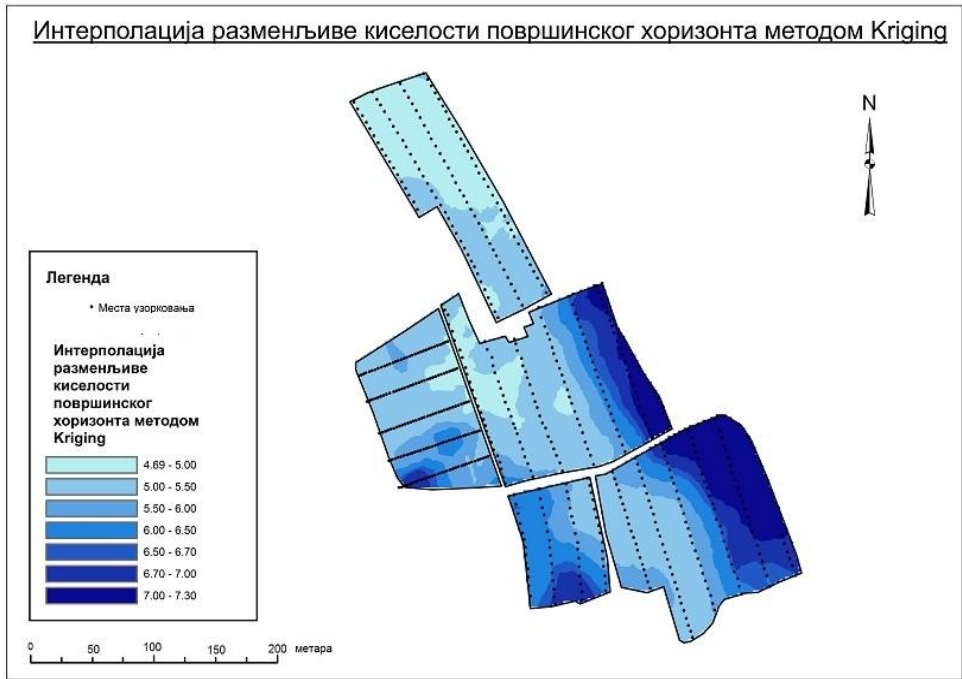
Податке добијене лабораторијским мерењем смо интерполирали користећи ауторегресиону анализу (АР метод) и криговање (кригинг). Поређењем излазних података добијених на ова два начина, определили смо се за криговање –универзални кригинг. Добили смо три верзије карте (са подацима о вредности H_{H_2O} , pH_{KCl} и електропроводљивости), на основу којих смо издвојили целине које су хомогене по pH вредности и ЕС земљишта, за које смо показали да представљају различите систематске категорије земљишта.

Вредност активне киселости је подељена у 6 класа и добијена је следећа просторна дистрибуција активне киселости земљишта:

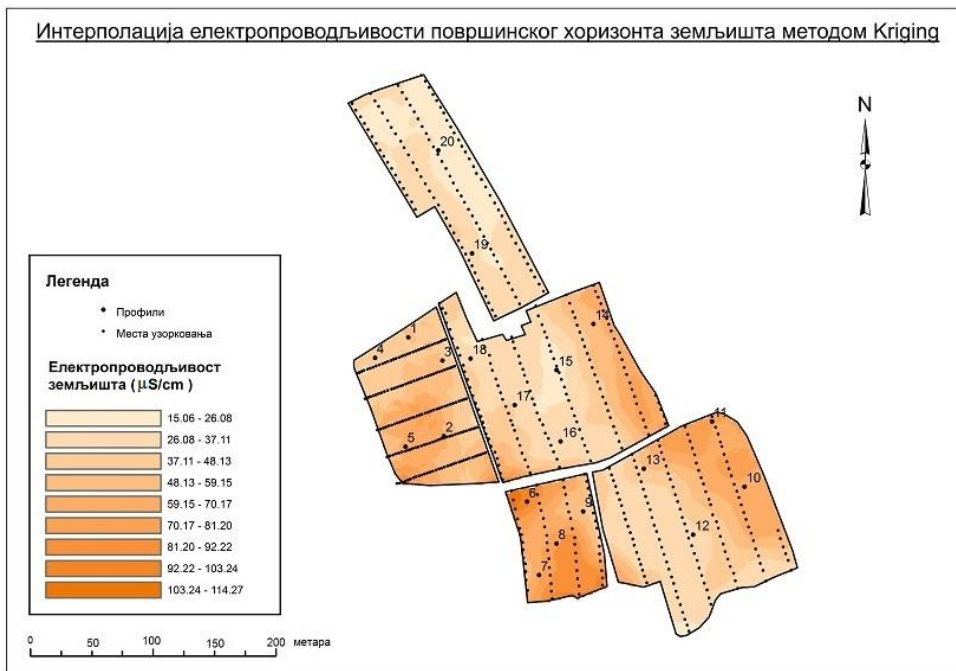


Слика 17. Приказ дистрибуције активне киселости А хоризонта истраживаног земљишта, по парцелама земљишта

Класе у које су подељене вредности обележја за киселост земљишта, а на основу којих су направљене мапе су утврђене на основу експертског искуства.



Слика 18. Приказ дистрибуције разменљиве киселости А хоризонта истраживаног земљишта, по парцелама земљишта



Слика 19. Приказ дистрибуције електропроводљивости А хоризонта истраживаног земљишта, по парцелама земљишта

Тематске карте су послужиле као оруђе за одређивање тачне позиције земљишних профила, са циљем да се локалитет истражи натрадиционални педолошки начин.



Слика 20. Приказ распореда педолошких профила на карти са активном киселости А хоризонта истраживаног земљишта

4.3 Морфолошке карактеристике истраживаног земљишта

Истраживањем унутрашње морфологије се закључило да су земљишта аутоморфна, без сувишног влажења. Спадају у класу хумусно акумулативних (са грађом профила А-С) и класу камбичних земљишта (са грађом профила А-(В)-С).

Табела 11. Грађа профила и систематска категорија земљишта

Узорак	Профил	Дубина (cm)	Генетски хоризонт	Систематска категорија земљишта
1	1	0-30	А	Гајњача
2		30-60	(В)	
3		60-88	(В)	
4		88-108	С	
5	2	0-20	А	Рендзина карбонатна
6		20-40	А	
7		40-55	АС	
8		55-80	АС	
9		80-100	АС	
10		100-120	С	
11	3	0-35	А	Рендзина у огајњачавању
12		35-55	А	
13		55-88	(В)	
14		88-108	(В)С	
15	4	0-30	А	Гајњача
16		30-60	(В)	
17		60-100	(В)	
18	5	0-30	А	Рендзина карбонатна
19		30-62	АС	
20		62-100	С	
21	6	0-10	А	Рендзина карбонатна
22		10-42	А	
23		42-100	С	
24	7	0-20	А	Рендзина карбонатна
25		20-45	АС	
26		45-100	С	
27	8	0-30	А	Рендзина излужена
28		30-60	А	
29		60-100	С	

Узорак	Профил	Дубина (cm)	Генетски хоризонт	Систематска категорија земљишта
30	9	0-30	A	Рендзина у огајњавању
31		30-60	A	
32		60-95	(B)	
33		95-110	C	
34	10	0-20	A	Рендзина карбонатна
35		20-45	AC	
36		45-100	C	
37	11	0-36	A	Рендзина карбонатна
38		36-80	AC	
39		80-100	C	
40	12	0-30	A	Рендзина у огајњавању
41		30-60	A	
42		60-92	(B)	
43		92-100	C	
44	13	0-30	A	Рендзина у огајњавању
45		30-60	A	
46		60-90	(B)	
47		90-100	C	
48	14	0-46	A	Рендзина карбонатна
49		46-90	AC	
50		90-110	C	
51	15	0-30	A	Рендзина у огајњавању
52		30-55	(B)	
53		55-100	C	
54	16	0-25	A	Рендзина у огајњавању
55		25-49	A	
56		49-79	(B)	
57		79-100	C	
58	17	0-25	A	Рендзина у огајњавању
59		25-50	A	
60		50-90	(B)	
61		90-100	C	
62	18	0-20	A	Гајњача
63		20-45	A	
64		45-91	(B)	
65		91-100	C	
66	19	0-20	A	Гајњача
67		20-47	A	
68		47-90	(B)	
69		90-105	C	

Узорак	Профил	Дубина (cm)	Генетски хоризонт	Систематска категорија земљишта
70	20	0-20	A	Гајњача
71		20-45	A	
72		45-70	(B)	
73		70-100	(B)	

У истраживаном винограду су идентификована два типа земљишта: рендзина и гајњача, са прелазним варијететима (карбонатна рендзина, излужена рендзина и рендзина у огајњачавању).

Рендзина има молични хоризонт (A) који постепено прелази у растресити карбонатни матични супстрат (C хоризонт). Најчешће се може издвојити прелазни AC хоризонт, па профил има грађу Aмо-AмоC-C-R. Супстрат има велики садржај карбоната (преко 20%) и цели је профил карбонатан, изузев варијетета излужене и посмеђене рендзине (Шкорић и сар., 1985).



Хумусни хоризонт испитиваних рендзина је дебљине од 20 до 60cm, смеђе боје, мрвичасте до грашкасте структуре. Калцијум карбонат се јавља од површине или од извесне дубине, што је и условило њихову даљу поделу на варијетете. Хоризонт A постепено прелази у C хоризонт, тако да прелазни AC хоризонт има дебљину од 25 до 40 cm. Он је слабо хумусан, сивкасто-жућкаст. Хоризонт C је растресити седимент, беличасто- жуте боје.

Слика 21. Карбонатна рендзина (профил 10)



Слика 22. Излужена рендзина (Профил 8)

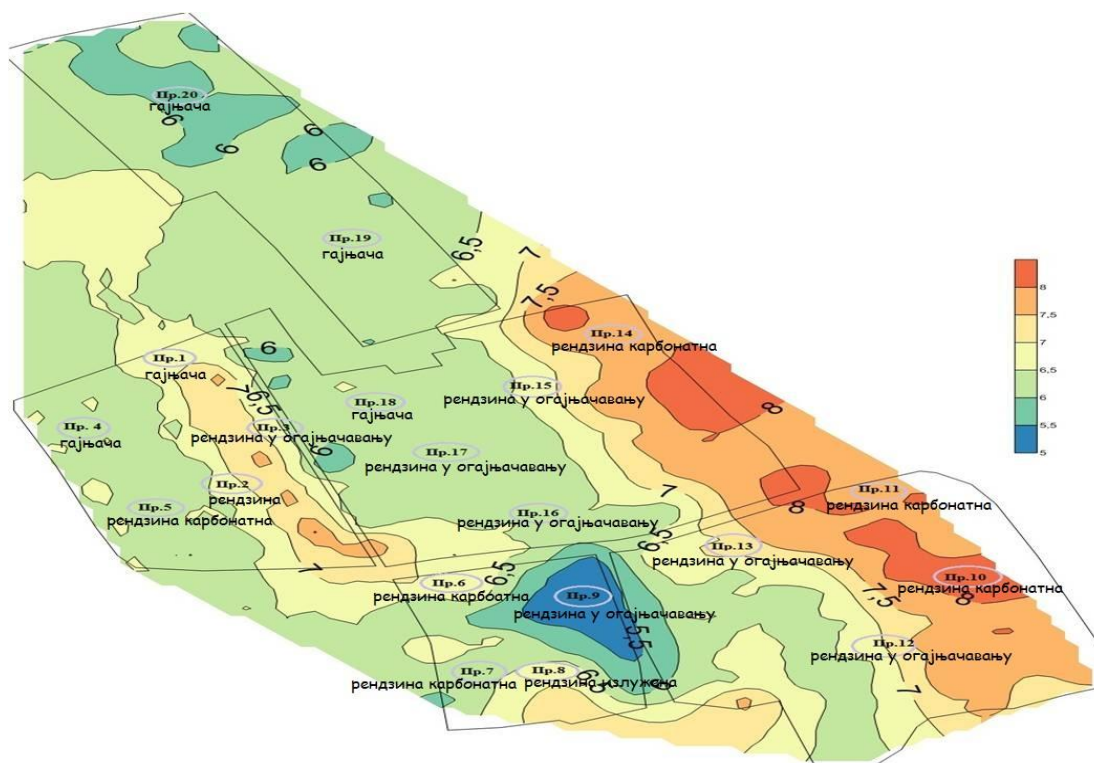


Слика 23. Рендзина у огајњачавању (профил 13)



Слика 24. Гајњача (профил 20)

Педолошки профили гајњача на истраживаном локалитету имају грађу А-(В)-С. Хумусни хоризонт ових гајњача је дубок 30-47 cm, сиво-смеђдо црвенкасто-смеђ. У њему је присутан $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$, али је ослобођен у знатно мањој количини и не може тако интензивно да га обоји као (В) хоризонт. Мрвичасте је до грашкасте структуре. Камбични хоризонт испитиваних гајњача је дебљине 43-70cm, карактеристичне црвенкасто-смеђе боје и тежег механичког састава од површинског хоризонта. Структурни агрегати су призматични.



Слика 25. Педолошки профили и систематске категорије земљишта идентификоване на терену

Према међусобном рапореду педолошких профила, може се закључити да је хумусно акумулативно земљиште рендзина, која се образовала на растреситом карболатном супстрату (песковити лапорци) еволуирала у гајњачу (Слика 25). На релативно малом истраживаном простору се може испратити ендогена еволуцијарендзине. Рендзине су краткотрајни стадијум који брзо еволуира у следећи стадијум, најчешће са А-(В)-С профилем. На испитиваном локалитету се на малом простору може пратити један еволуциони низ – постепени прелазак хумусно-акумулативног земљишта у камбично земљиште (карболатна рендзина → бескарболатна рендзина/излужена рендзина → рендзина у огајњачавању/посмеђена рендзина → гајњача). Испирање карбоната који су присутни у матичној стени, као и процеси огајњачавања су израженији на заравњеним деловима терена. Ово се може тумачити већим количинама падавина које су притицале у земљиште (нису отицале по површини) и које су довеле до интензивнијег испирања карбоната.

4.4 Основна физичка својства испитиваних рендзина

4.4.1 Механички састав (текстура) земљишта

Механички састав представља заступљеност елементарних честица различитих димензија у земљишту и утиче на остала физичка и хемијска својства и показатељ је педогенетских процеса.

Према механичком саставу, земљишта профила 2,5,6,7,10,11 и 14 (карбонатне Рендзине) су прашкасто-глиновите иловаче (са изузетком профила 6, дубина 10-42 cm граница између прашкасто-глиновите иловаче (ПГИ) и прашкасте глинуше (ПГ). По дубини профила нема значајних разлика у текстури. Садржај честица величине песка се са дубином углавном незнатно повећава, док је садржај праха униформан по целој дубини профила. Садржај честица величине глине је уједначен, са благом тенденцијом смањења по дубини.

Профил 8 (излужена рендзина) је у површинском хоризонту по текстури прашкаста глинуша, а садржај глине се незнатно смањује по дубини (прашкасто глиновита иловача).

Сличне податке о механичком саставу карбонатних и излужених рендзина износе Кнежевић и Кошанин (2010). Према Гришкану и сар. (Grishkan et al., 2009) истраживане карбонатне рендзине су по текстури глиновите иловаче (садржај глине од 39 до 43%) и код њих нема нема текстурне диференцијације по дубини профила, Уједначеност текстуре по дубини су утврдили и Сингер и сарадници (Singer et al., 1998.) Према истраживањима Сладкове (Sladkova, 2009) садржај глине у изабраном профилу рендзине се по дубини благо повећавао (Ad-Ak1-Ak2 - AСк-С:46,9 ; 48,7; 51,2; 47,8 и 44,2 %.) док је у матичној стени показао мање вредности него у површинском хоризонту.

Рендзине у огајњачавању (профили 3,9,12,13,15,16,17) су по текстури прашкасто-глиновите иловаче. Код њих се издвајају две различите групе. Код прве, која је на вишим и заравњенијим деловима терена, садржај глине је нешто виши у средишњем делу земљишног профила, као и код типичне гајњаче. Код друге групе

(профили 9 и 13) садржај глине се незнатно смањује по дубини, као код карбонатне и излужене рендине. Ова два профила се налазе на делу винограда са нешто већим нагибом од осталих профила рендине у огајњавању тако да је узрок слабије тј. успореније аргилогенезе вероватно мање влажење средишњег дела профила (услед мање инфилтрације воде).

Табела 12. Механички састав испитиваног земљишта по хоризонтима

Профил	Дубина (cm)	Укупни песак (%)	Ситан песак (%)	Крупан песак (%)	Крупан прах (%)	Прах	Кол. глина	Хигр. влага (%)	Текстурна класа
		2-0,05 mm	0,2-0,05 mm	2-0,2 mm	0,05-0,02 mm	0,02-0,002 mm	< 0,002 mm		
2	0-20	3,57	2,78	0,79	24,99	32,37	39,07	5,28	ПГИ
	20-40	3,80	3,20	0,60	24,62	32,45	39,13	5,42	ПГИ
	40-55	5,20	3,90	1,30	25,31	33,46	36,02	4,69	ПГИ
	55-80	8,99	7,00	2,00	23,53	35,78	31,70	6,30	ПГИ
	80-100	8,16	5,27	2,89	24,64	31,17	36,03	3,88	ПГИ
	100-120	12,40	7,90	4,50	24,02	35,39	28,19	3,91	ПГИ
5	0-30	3,57	2,78	0,79	24,81	32,34	39,28	5,23	ПГИ
	30-62	5,60	3,90	1,70	22,68	33,98	37,74	4,37	ПГИ
	62-100	5,38	3,88	1,49	25,99	33,50	35,13	3,92	ПГИ
6	0-10	5,92	4,34	1,58	24,62	37,31	32,15	4,79	ПГИ
	10-42	5,73	4,15	1,58	20,31	32,63	41,33	5,11	ПГ
	42-100	9,97	7,58	2,39	23,98	32,23	33,82	3,70	ПГИ
7	0-20	4,80	3,60	1,20	18,53	31,90	44,77	5,44	ПГ
	20-45	4,36	3,47	0,89	22,58	31,50	41,56	5,67	ПГ
	45-100	5,68	4,28	1,39	23,64	33,61	37,08	5,08	ПГИ
10	0-20	10,27	7,18	3,09	23,00	36,36	30,38	2,55	ПГИ
	20-45	9,81	6,30	3,50	23,79	36,58	29,82	2,14	ПГИ
	45-100	12,85	7,77	5,08	24,46	32,96	29,73	2,21	ПГИ
11	0-36	9,39	6,79	2,60	22,97	37,16	30,48	2,67	ПГИ
	36-80	7,90	6,80	1,10	26,88	34,23	30,99	2,50	ПГИ
	80-100	4,70	3,40	1,30	24,02	33,94	37,34	2,60	ПГИ
14	0-46	5,89	4,49	1,40	28,15	31,18	34,78	3,34	ПГИ
	46-90	5,80	4,10	1,70	24,46	35,57	34,17	2,67	ПГИ
	90-110	6,07	4,38	1,69	23,28	37,63	33,01	2,35	ПГИ

Профил	Дубина (cm)	Укупни песок (%)	Ситан песок (%)	Крупан песок (%)	Крупан прах (%)	Прах	Кол. глина	Хигр. влага (%)	Текстурна класа
		2-0,05 mm	0,2-0,05 mm	2-0,2 mm	0,05-0,02 mm	0,02-0,002 mm	< 0,002 mm		
8	0-30	4,48	3,68	0,80	23,98	30,55	40,99	5,29	ПГ
	30-60	4,16	3,46	0,69	23,63	32,73	39,49	5,39	ПГИ
	60-100	3,96	3,47	0,50	24,49	31,97	39,58	4,32	ПГИ
3	0-35	5,28	4,29	1,00	23,31	32,33	39,07	4,68	ПГИ
	35-55	3,61	2,91	0,70	23,49	32,15	40,74	5,57	ПГ
	55-88	3,19	2,99	0,20	29,95	27,83	39,03	5,52	ПГИ
	88-108	3,09	2,39	0,70	27,77	30,78	38,36	5,20	ПГИ
9	0-30	6,70	5,00	1,70	15,56	33,94	43,81	5,20	ПГ
	30-60	3,89	2,79	1,10	44,88	10,30	40,92	5,39	ПГ
	60-95	3,17	2,88	0,30	27,97	27,37	41,49	5,91	ПГ
	95-110	4,09	3,39	0,70	23,10	36,09	36,73	4,45	ПГИ
12	0-30	3,79	2,89	0,90	25,47	35,49	35,25	3,65	ПГИ
	30-60	1,89	0,99	0,89	30,88	30,44	36,79	3,63	ПГИ
	60-92	3,59	2,99	0,60	25,98	33,24	37,19	3,49	ПГИ
	92-100	6,17	4,28	1,89	25,55	36,21	32,07	2,82	ПГИ
13	0-30	2,69	1,79	0,90	25,25	34,06	38,00	3,58	ПГИ
	30-60	3,71	2,71	1,00	24,04	32,53	39,72	3,60	ПГИ
	60-90	3,80	3,10	0,70	25,87	33,64	36,68	3,42	ПГИ
	90-100	6,19	3,10	3,10	31,05	33,24	29,52	2,66	ПГИ
15	0-30	3,50	2,40	1,10	24,52	32,99	38,99	3,43	ПГИ
	30-55	3,00	2,60	0,40	27,32	32,16	37,52	3,49	ПГИ
	55-100	9,11	4,60	4,50	23,80	11,53	55,57	2,63	Г
16	0-25	3,79	2,80	1,00	24,16	34,43	37,62	3,22	ПГИ
	25-49	2,40	1,30	1,10	24,98	33,35	39,27	3,49	ПГИ
	49-79	2,50	2,10	0,40	26,42	31,38	39,70	3,46	ПГИ
	79-100	8,01	3,91	4,11	26,09	35,05	30,85	2,67	ПГИ

Профил	Дубина (cm)	Укупни песак (%)	Ситан песак (%)	Крупан песак (%)	Крупан прах (%)	Прах	Кол. глина	Хигр. влага (%)	Текстурна класа
		2-0,05 mm	0,2-0,05 mm	2-0,2 mm	0,05-0,02 mm	0,02-0,002 mm	< 0,002 mm		
17	0-25	3,09	2,49	0,60	25,13	34,11	37,66	3,26	ПГИ
	25-50	2,50	2,10	0,40	23,72	32,41	41,36	3,55	ПГ
	50-90	1,80	1,60	0,20	26,85	31,67	39,68	3,46	ПГИ
	90-100	2,90	2,00	0,90	29,18	34,66	33,26	3,08	ПГИ

Г – глинуша, ПГ - прашкаста глинуша, ПГИ – прашкасто-глиновита иловача

4.4.2 Запреминска маса, специфична маса и порозност земљишта

Специфична маса испитиваних рендзина се креће у интервалу од $2,45 \text{ g/cm}^3$ до $2,78 \text{ g/cm}^3$. Просечна вредност специфичне масе је $2,64 \text{ g/cm}^3$, а стандардна девијација је 0,08 (3% од средње апсолутне вредности специфичне масе). Нема разлике у специфичној маси међу различитим варијететима рендзине, што указује на сличан минералошки састав.

Запреминска маса земљишта на истраживаном локалитету је показала различите вредности код свих варијетета земљишта. У површинско хоризонту се креће у интервалу од 1,06 до $1,51 \text{ g/cm}^3$. Ова хетерогеност запреминске масе је највише условљена начином коришћења земљишта. Наиме, у винограду се међуредни простор наизменично затрављује и обрађује. Запреминска маса испитиваних рендзина у Пољској има сличне вредности како је показала и Калицка (Kalicka et al., 2008). Вредност запреминске масе се повећава по дубини земљишног профила тако да се креће у интервалу од 1,17 до $1,54 \text{ g/cm}^3$.

Укупна порозност земљишта се креће у интервалу од 38,75% до 58,70%, са просечном вредношћу 50,05 % и стандардном девијацијом 5,06. Укупна порозност се смањује по дубини земљишта.

Табела 13. Запреминска маса, специфична маса и порозност земљишта по хоризонтима

Профил	Дубина (cm)	Специфична маса (g/cm ³)	Запреминска маса (g/cm ³)	Порозност (%)
2	0-20	2,57	1,06	58,70
	20-40	2,47	1,48	40,16
5	0-30	2,59	1,16	55,18
	30-62	2,63	1,27	51,68
6	0-10	2,59	1,14	55,93
	10-42	2,46	1,24	49,66
7	0-20	2,67	1,30	51,25
	20-45	2,54	1,30	48,80
10	0-20	2,70	1,34	50,42
	20-45	2,78	1,17	57,92
11	0-36	2,68	1,25	53,40
	36-80	2,73	1,30	52,45
14	0-46	2,68	1,21	54,89
	46-90	2,76	1,39	49,58
8	0-30	2,61	1,25	52,05
	30-60	2,62	1,43	45,37
3	0-35	2,57	1,51	41,29
	35-55	2,45	1,50	38,75
9	0-30	2,64	1,34	49,29
	30-60	2,62	1,38	47,32
12	0-30	2,62	1,18	55,01
	30-60	2,73	1,34	50,96
13	0-30	2,70	1,34	50,32
	30-60	2,75	1,34	51,32
15	0-30	2,74	1,29	52,93
	30-55	2,67	1,43	46,37
16	0-25	2,71	1,33	50,92
	25-49	2,73	1,49	45,44
17	0-25	2,73	1,28	53,04
	25-50	2,61	1,54	40,91

4.4.3 Водно-ваздушне особине земљишта

Максимални водни капацитет (МВК) различитих варијетета рендзине се креће у интервалу од 49,47% до 69,34%. Просечна вредност МВК је 59,87%, а стандардна девијација је 5,28.

Вредност максималног водног капацитета код карбонатних рендзина се креће у интервалу од 52,45 % (у подповршинском хоризонту) до 68,90 % (у површинском хоризонту). У површинском хоризонту земљиште има већи максимални водни капацитет, што је последица већег садржаја органске материје и обраде земљишта.

Бескарбонатна рендзина не показује значајна одступања вредности максималног водног капацитета у односу на карбонатну рендину.

Огајњачена рендзина показује нешто ниже вредности максималног водног капацитета, који се креће у интервалу од 49,47% до 66,05%, с тим што изостаје правилност да се вредност МВК смањује са дубином. Просечна вредност МВК је 57,76%, а стандардна девијација износи 4,53.

Пољски водни капацитет (ПВК) код карбонатних рендзина се креће у интервалу од 27,31% до 39,08%. Просечна вредност ПВК је 33,46%, а стандардна девијација износи 4,41. Нема правилности у кретању ПВК по дубини. Код бескарбонатне рендзине ПВК је у границама у којима се креће и код карбонатне.

Огајњачена рендзина има ПВК у интервалу од 29,19% до 39,72%. Просечна вредност ПВК је 33,14%, а стандардна девијација је 3,07. Код огајњачене рендзине се запажа повећање ПВК по дубини што је последица повећања садржаја честица глине у подповршинском хоризонту (услед огајњачавања - браунизације).

Влажност венућа (ВВ) код карбонатне рендзине се креће у интервалу од 13,37% до 16,93%. Просечна вредност је 15,41 %, а стандардна девијација износи 1,00. Бескарбонатна рендзина има сличне вредности влажности венућа. Према вредностима влажности венућа, а процењујуи воду приступачну биљкама, земљиште има одличне карактеристике.

Огајњачена рендзина има ВВ од 13,28% до 16,89%. Просечна вредност је 15,87 %, а стандардна девијација је 0,99.

Табела 14. Водно-ваздушне особине земљишта приказане по хоризонтима

Профил	Дубина (cm)	МВК (%)	ПВК (%)	ВВ (%)	ВПБ (%)	АВК (%)	Φ (cm/s)
2	0-20	65,00	31,82	14,55	17,27	33,18	0,011517
	20-40	52,45	32,66	13,37	19,29	19,79	0,027389
5	0-30	68,90	39,08	15,19	23,89	29,82	0,003203
	30-62	68,80	38,02	14,59	23,43	30,78	0,004845
6	0-10	69,34	33,37	15,01	18,36	35,97	0,007901
	10-42	63,44	37,25	16,04	21,21	26,19	0,003859
7	0-20	60,26	32,08	15,73	16,35	28,18	0,001697
	20-45	67,00	35,00	16,93	18,07	32,00	0,032620
10	0-20	57,57	31,96	14,41	17,55	25,61	0,003695
	20-45	59,45	27,31	14,83	12,48	32,14	0,011333
11	0-36	61,45	31,11	16,40	14,71	30,34	0,002346
	36-80	63,70	31,50	16,28	15,22	32,20	0,003125
14	0-46	57,04	29,58	16,32	13,26	27,46	0,030357
	46-90	57,83	37,73	16,18	21,55	20,10	0,002970
8	0-30	63,73	33,76	16,01	17,75	29,97	0,005879
	30-60	59,23	37,12	16,4	20,72	22,11	0,059045
3	0-35	54,87	34,60	15,51	19,09	20,27	0,0165575
	35-55	57,08	39,72	13,28	26,44	17,36	0,002936
9	0-30	57,00	33,34	15,57	17,77	23,66	0,002100
	30-60	59,57	37,22	15,84	21,38	22,35	0,010867
12	0-30	66,05	31,55	16,76	14,79	34,50	0,010018
	30-60	62,18	31,32	16,54	14,78	30,86	0,008212
13	0-30	56,16	30,45	15,89	14,56	25,71	0,004519
	30-60	63,00	33,00	16,89	16,11	30,00	0,007393
15	0-30	55,96	29,19	15,98	13,21	26,77	0,053807
	30-55	49,47	32,50	16,41	16,09	16,97	0,010490
16	0-25	58,56	29,87	16,81	13,06	28,69	0,020335
	25-49	54,32	35,15	15,15	20,00	19,17	0,029800
17	0-25	56,52	30,21	14,84	15,37	26,31	0,007439
	25-50	50,46	35,97	16,81	19,16	14,49	0,004963

МВК - максимални водни капацитет, ПВК - пољски водни капацитет, ВВ - влажност венућа, ВПБ - вода приступачна биљкама, АВК- апсолутни ваздушни капацитет, Φ - филтрациона способност земљишта

4.5 Основна хемијска својства испитиваних рендзина

4.5.1 Садржај органске материје, калцијум-карбоната, активна и разменљива киселост земљишта

Садржај калцијум-карбоната је један од основних показатеља процеса који воде ка огајњачавању и један од услова за поделу земљишта типа рендзине на ниже систематске категорије (варијетете). Типична (карбонатна рендзина) садржи карбонате по целом профилу, док се са старењем земљишта они померају по дубини и долази до закишељавања земљишта.

У испитиваним профилима карбонатне рендзине (2, 5, 6, 7, 10, 11, 14) концентрација калцијум-карбоната се у површинском хоризонту креће од 0,2 % до 24 %. Са повећањем дубине се повећава и садржај калцијум-карбоната чија се концентрација у матичној стени креће од 5 до 30 % (Табела 15). Сличне податке о садржају калцијум-карбоната износе Цупаћева и сарадници (Сураћ *et al.*, 2006а, 2006б, 2007, 2008), док је истраживање рендзина у Пољској (Kalicka *et al.*, 2008) показало нешто већи садржај калцијум-карбоната.

Рендзине код којих је дошло до потпуног испирања карбоната из површинског хоризонта се називају излуженим или бескарбонатним (профил 8). Оне чине прелаз ка огајњаченим рендзинама, код којих је морфолошки уочљива и аргилогенеза. Код огајњачених рендзина (профили 3, 9, 12, 13, 15, 16, 17) карбонати су присутни једино у матичном супстрату у концентрацији од 4 до 15%.

На тематској карти која приказује заступљеност калцијум-карбоната у површинском делу истраживаног локалитета (Слика 35) се једноставно може пратити распрострањеност рендзине и њен постепени прелазак у гајњачу.

Табела 15. Садржај органске материје, калцијум-карбоната, вредност активне и разменљиве киселости по хоризонтима

Профил	Дубина (cm)	Хоризонт	C (%)	Хумус (%)	CaCO ₃ (%)	pH у H ₂ O	pH у KCl
2	0-20	A	1,24	2,14	0,78	7,62	6,64
	20-40	A	1,35	2,33	0,32	7,71	6,71
	40-55	AC	0,62	1,07	6,25	8,26	7,04
	55-80	AC	0,51	0,87	17,59	8,26	7,38
	80-100	AC	0,53	0,91	18,74	8,25	7,37
	100-120	C	0,60	1,04	13,67	8,24	7,42
5	0-30	A	1,20	2,07	0,37	7,47	6,40
	30-62	AC	0,82	1,41	10,13	7,86	7,10
	62-100	C	0,62	1,07	16,78	8,20	7,29
6	0-10	A	1,69	2,91	4,82	8,02	7,03
	10-42	A	1,55	2,67	3,86	7,87	7,21
	42-100	C	0,55	0,94	17,84	8,35	7,68
7	0-20	A	1,49	2,57	0,28	7,58	6,56
	20-45	AC	1,53	2,64	0,53	7,54	6,24
	45-100	C	0,81	1,40	5,01	8,10	6,85
10	0-20	A	1,25	2,16	18,40	7,89	6,94
	20-45	AC	0,63	1,09	24,82	8,01	7,19
	45-100	C	0,50	0,87	24,47	8,01	7,27
11	0-36	A	2,48	4,27	24,51	7,74	6,92
	36-80	AC	0,43	0,74	21,01	8,03	7,09
	80-100	C	0,39	0,67	21,69	8,05	7,08
14	0-46	A	1,53	2,62	6,60	7,96	7,00
	46-90	AC	0,74	1,26	25,24	7,92	7,10
	90-110	C	0,48	0,83	30,25	8,06	7,06
8	0-30	A	1,45	2,49	0,00	7,33	6,72
	30-60	A	1,40	2,41	0,00	6,64	5,48
	60-100	C	0,49	0,84	12,84	8,11	7,26
3	0-35	A	1,59	2,73	0,00	7,28	4,64
	35-55	A	0,82	1,41	0,00	7,22	4,89
	55-88	(B)	0,48	0,83	0,00	7,01	5,13
	88-108	(B)C	0,55	0,94	0,00	7,16	5,72

Профил	Дубина (cm)	Хоризонт	C (%)	Хумус (%)	CaCO ₃ (%)	pH у H ₂ O	pH у KCl
9	0-30	A	1,47	2,54	0,00	6,82	5,28
	30-60	A	1,39	2,39	0,00	6,88	5,25
	60-95	(B)	0,48	0,83	0,00	6,89	5,06
	95-110	C	0,42	0,72	8,62	8,02	7,19
12	0-30	A	1,53	2,62	0,00	7,37	5,86
	30-60	A	0,52	0,89	0,00	7,25	5,72
	60-92	(B)	0,51	0,87	0,00	7,17	5,76
	92-100	C	0,62	1,06	10,41	7,87	7,08
13	0-30	A	1,45	2,49	0,00	7,05	5,54
	30-60	A	1,26	2,17	0,00	7,04	5,41
	60-90	(B)	0,59	1,02	0,00	7,22	5,69
	90-100	C	0,78	1,34	13,71	7,96	6,81
15	0-30	A	1,44	2,48	0,00	6,38	5,06
	30-55	(B)	0,65	1,12	0,00	6,41	4,90
	55-100	C	0,62	1,06	15,40	7,91	7,23
16	0-25	A	1,41	2,42	0,00	6,02	5,09
	25-49	A	0,85	1,45	0,00	6,22	4,88
	49-79	(B)	0,45	0,77	0,00	6,67	4,92
	79-100	C	0,44	0,75	13,96	7,93	7,10
17	0-25	A	1,03	1,77	0,00	6,48	5,11
	25-50	A	0,52	0,90	0,00	6,42	4,94
	50-90	(B)	0,79	1,35	0,00	6,44	4,90
	90-100	C	0,55	0,95	4,28	7,64	6,72

Земљишна рН вредност зависи од неколико чинилаца, нпр. од природе и врсте органског и минералног дела земљишта, од концентрације и врсте разменљивих катјона и анјона у земљишту, садржаја соли и електролита, садржаја CO₂ (McLean, 1982; Thomas, 1996). Она утиче на растворљивост различитих једињења, на способност катјонске измене, на приступачност макро и микроелемената биљкама, као и на микробиолошку активност. У зависности од врсте и садржаја минерала

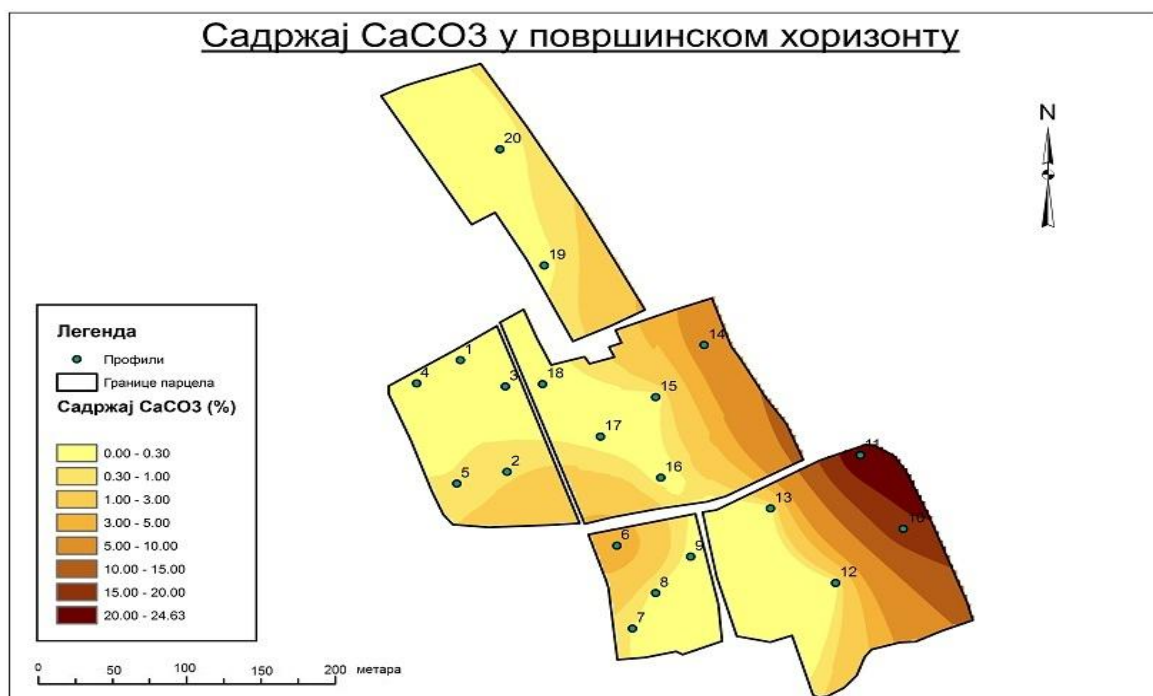
глине, рН вредност се може користити и као релативни показатељ засићености земљишта базама (Mehlich, 1943).

Винова лоза је веома толерантна према рН вредности земљишта и главни утицај активне и разменљиве киселости на биљку је посредан, преко тога што утиче на приступачност микроелемената (Gladstones, 1992).

Вредности активне и разменљиве киселости за све профиле истраживаног земљишта су приказане у табели 15. Површински хоризонт карбонатних рендзина (профили 2, 5, 6, 7, 10, 11, 14) је услед садржаја калцијум-карбоната слабо до умерено алкалан. Вредност активне киселости се креће у интервалу од 7,47 до 8,02. Са повећањем дубине (и садржаја калцијум-карбоната) повећава се и вредност активне киселости, тако да у С хоризонту достиже вредност 8,35. Слично кретање показује и разменљива киселост која у А хоризонту износи од 6,56 до 7,03, док је у матичном супстрату од 6,85 до 7,68. Бескарбонатне и огајњачене рендзине у површинском хоризонту имају нижу активну киселост која се креће од 6,02 (у огајњаченој) до 7,37 (у бескарбонатној рендзини) и разменљиву киселост од 4,64 (у огајњаченој) до 6,72 (у бескарбонатној рендзини). По дубини испитиваних земљишних профила рН вредност се повећава тако да у С хоризонту активна киселост износи око 8, а разменљива око 7.

Сличне резултате су представили и други аутори (Kalicka et al., 2008; Krnačova et al., 2013; Singer et al., 1998; Wójcikowska-Kapusta and Niemczuk, 2009;).

Кмент и сарадници (Kment et al., 2005) су утврдили негативну корелацију између рН земљишта и укупне киселости вина. Садржај и међусобни однос киселина имају велики утицај на сензорне карактеристике вина, његову хармоничност и свежину. Вина која имају низак садржај киселина су слаба, тупа, без свежине и обично кратког века трајања.



Слика 26. Дистрибуција калцијум-карбоната у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

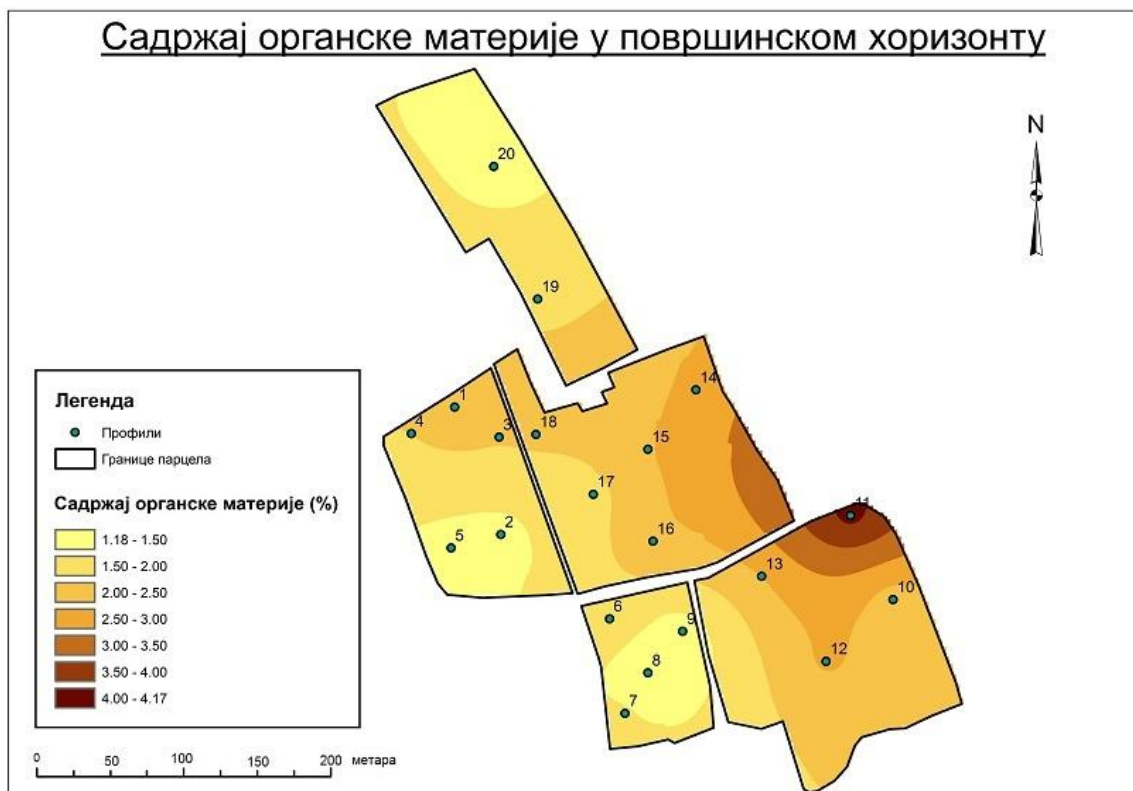
Органска материја у земљишту има неколико важних улога: потенцијални је извор хранљивих елемената за биљке и хранљива подлога за микроорганизме, утиче на побољшање структуре земљишта и доприноси бољим водно-ваздушним и топлотним особинама земљишта, повећава капацитет земљишта за адсорпцију катјона. Уопштено говорећи, са повећањем садржаја органске материје у земљишту, побољшавају се услови за раст и развиће биљака на њему.

Портер (Porter, 1999) наводи да органска материја која се користи за застирање винограда ефикасно служи и као заштита винограда од патогених гљивица, побољшава структуру земљишта, омогућава борбу против корова и штеточина, побољшава плодност земљишта.

Садржај органског угљеника у хумусном хоризонту рендзина се кретао у интервалу од 1,03 % до 2,48%, са просечном вредношћу 1,48% и стандардном девијацијом 0,32. По дубини профила садржај органске материје се правилно

смањивао, тако да је у С хоризонту износио 0,42 до 0,81%, што је последица дубоког продирања корена винове лозе.

Сличне податке о садржају органске материје су добили и други аутори који су истраживали рендзине (Grishkan et al., 2009; Katai et al., 2011; Kalicka et al., 2008; Krnačova et al., 2013; Singer et al., 1998; Wójcikowska-Kapusta and Niemczuk, 2009).



Слика 27. Дистрибуција органске материје у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

На карти која показује садржај органске материје (ОМ) у површинском хоризонту можемо уочити да је највиши садржај ОМ у зони где се виноград граничи са шумом, што доводи до закључка да је у овом делу израженије накупљање органске материје (у односу на преосталу испитивану површину), вероватно као последица уношења биљног материјала који је пореклом од околног дрвећа.

4.5.2 Хидролитичка киселост, сума разменљиво адсорбованих базних катјона, тотални капацитет адсорпције и степен zasiћености земљишта разменљиво адсорбованим базним катјонима

Хидролитичка киселост испитиваних бескарбонатних хоризоната излужене и огајњачене рендзине се крећеу интервалу од 0,18cmol/kg до 2,36 cmol/kg. Просечна хидролитичка киселост износи 1,20 cmol/kg, а стандардно одступање је 0,46.

Сума разменљиво адсорбованих базних катјона код бескарбонатних хоризоната излужене и огајњачене рендзине се креће у границама 17,27cmol/kg до 31,50 cmol/kg. Просечна сума базних катјона је 22,44 cmol/kg, а стандардно одступање је 2,93. Вредност суме базних катјона се повећава по дубини профила.

Табела 16. Хидролитичка киселост (Н), сума базних катјона (S), тотални капацитет адсорпције (Т) и степен zasiћености земљишта базама (V), приказан по хоризонтима за бескарбонатне узорке

Профил	Дубина (cm)	Н (cmol/kg)	S (cmol/kg)	Т (cmol/kg)	V (%)
8	0-30	0,18	31,50	31,68	99,43
3	0-35	2,36	17,27	19,63	87,99
	35-55	1,38	20,83	22,21	93,79
	55-88	1,16	23,37	24,53	95,27
	88-108	0,51	24,38	24,89	97,96
9	0-30	1,34	21,84	23,19	94,21
	30-60	1,12	21,34	22,46	94,99
	60-95	1,09	23,37	24,46	95,55
12	0-30	1,02	24,38	25,40	96,00
	30-60	0,76	25,40	26,16	97,09
13	0-30	1,09	23,37	24,46	95,55
	30-60	0,76	23,37	24,13	96,84
	60-90	0,76	24,38	25,15	96,97
15	0-30	1,67	19,30	20,97	92,04
	30-55	1,31	22,35	23,66	94,48
16	0-25	1,67	20,32	21,99	92,41
	25-49	1,49	22,35	23,84	93,76
	49-79	1,27	22,35	23,62	94,62
17	0-25	1,56	19,30	20,86	92,52
	25-50	1,45	19,30	20,76	93,01
	50-90	1,45	21,34	22,79	93,63

Тотални капацитет адсорпције је код излужене рендзине 31,68 cmol/kg, док је код огајњачене рендзине у површинском хоризонту у границама од 19,63 cmol/kg до 25,40 cmol/kg, а у дубљим деловима профила достиже и 26,16cmol/kg.

Земљиште је веома засићено базним катјонима, просечно 94,67%. Сличне податке наводе Цупаћева и сарадници (Сураћ et al., 2006а, 2006б, 2007, 2008).

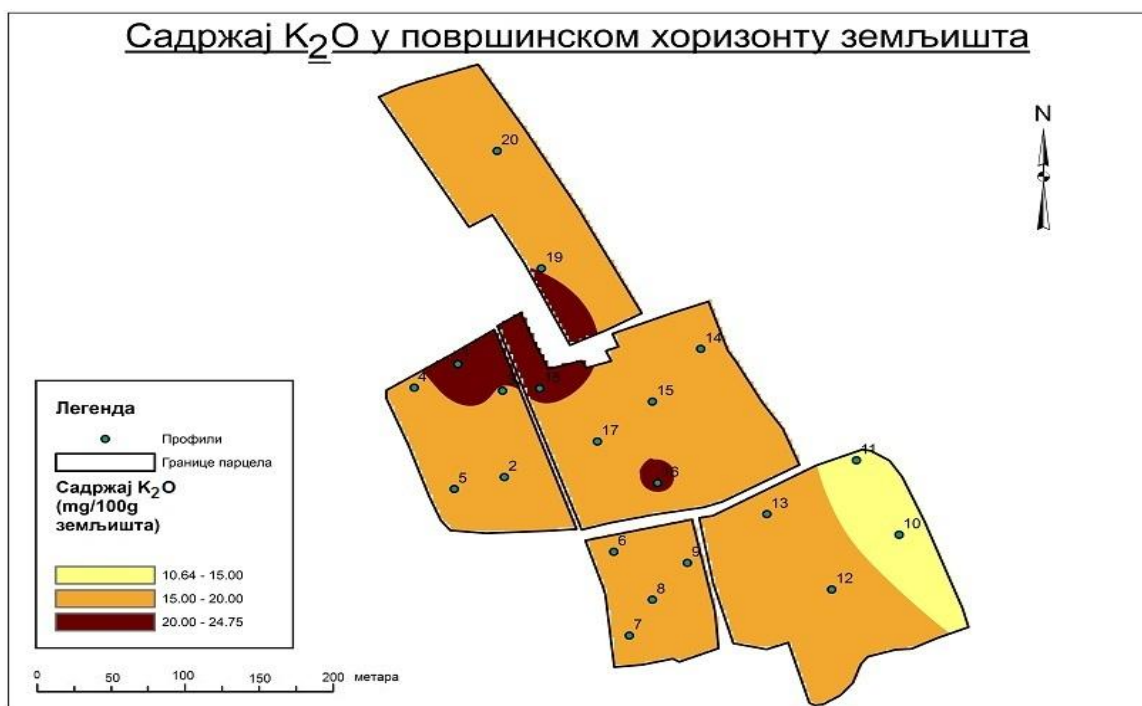
4.5.3 Садржај укупног азота, приступачног калијума и фосфора

Количина укупног азота у земљишту зависи од карактера органских остатака који подлежу хумификацији, као и од еколошких услова у којима се одвија сам процес. У винограду највећи део органске материје потиче од зеленишног ђубрења и од остатака лишћа и делова ластара. Садржај укупног азота се смањује са дубином, а у површинском хоризонту његова вредност се креће у интервалу од 0,06 % до 0,19% (Табела 17).

Вишак приступачног азота у земљишту увек има лош утицај на винову лозу јер изазива прекомерени вегетативни пораст. Ово ствара повољне услове за развој болести, јер се повећава засећеност и влажност чокота, а може довести и до недостатка појединих елемената јер је већа потреба за микроелементима услед већег вегетативног прираста. Недостатак азота је такође непожељан јер доводи до мањег накупљања шећера и лошијег квалитета вина (Keller et al., 2001).

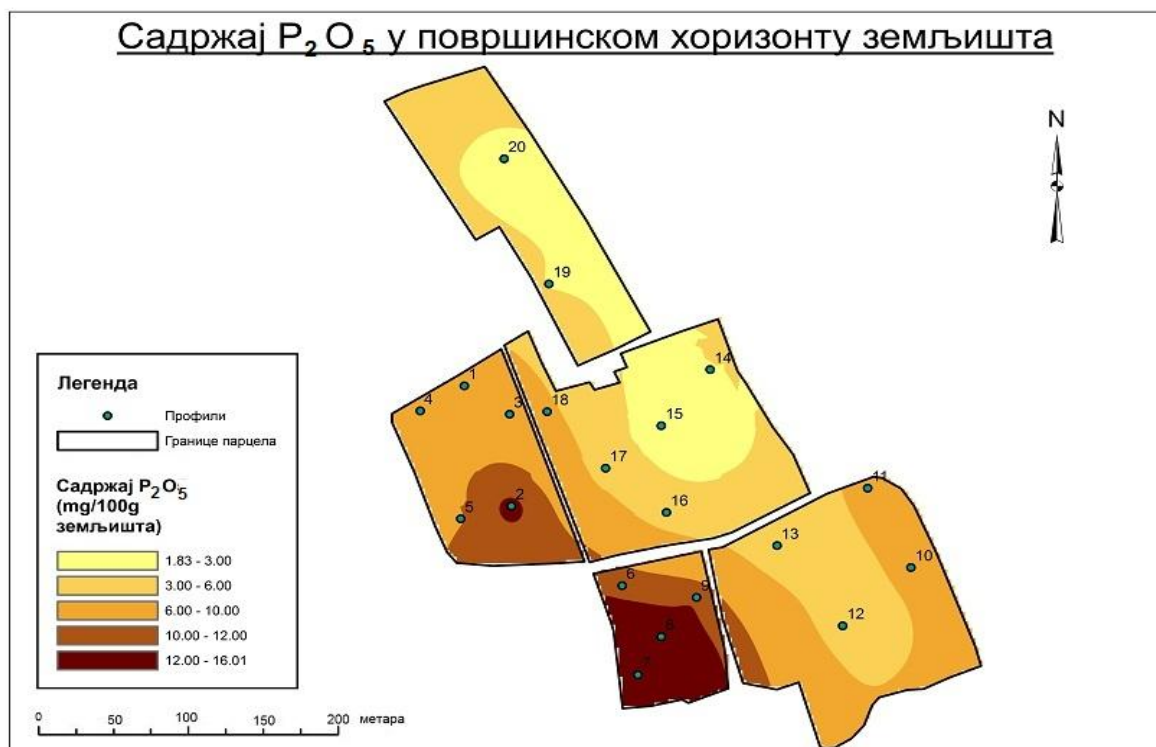
Главни елемент који одређује квалитет шире је калијум. Његова концентрација у воћу зависи од климатских фактора. У хладнијим климатима вишак калијума се толерише јер климатски услови нису повољни за адсорпцију овог елемента од стране винове лозе. Са друге стране, недостатак калијума може да буде проблем јер доводи до смањења вегетативног раста и приноса и повећава осетљивост винове лозе на гљивичне и бактеријске болести (Huber and Arny, 1985). Вишак калијума у земљишту може да буде проблем у топлијим климатима јер винова лоза може хиперакумулирати овај елемент, нарочито уколико су биљци на располагању велике количине воде. Истраживања су показала да правилан избор лозне подлоге може да смањи усвајање калијума (Ruhl, 2000).

Садржај лакоприступачног калијума у испитиваној рензини је највиши у површинском хоризонту и креће се у границама од 12,52mg K₂O/100g до 20,50 mg K₂O/100, тако да је земљиште у категорији средње обезбеђености калијумом (Табела 17). Његов садржај се по дубини смањује, што се може приписати пореклу калијума – он се највећим делом уноси ђубрењем и зато је највећи садржај у плићим деловима земљишног профила.



Слика 28. Дистрибуција лакоприступачног калијума у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

Садржај лакоприступачног фосфора се веома разликује по дубини профила. Креће се од 1,00 mg P₂O₅/100g до 25,80 mg P₂O₅/100g, што су мање концентрације од оних које наводе Катаи и сарадници (Katai et al., 2011) за рензине у Мађарској (од 63 до 123 mg/kg P₂O₅). Допринос оптималног садржаја фосфора у земљишту на којима се гаји винова лоза се огледа нарочито у већем броју приметних плодова, већем садржају слободних монотерпена у шири и бољим оценама на сензорној анализи (Bravdo, 2000; 2001).



Слика 29. Дистрибуција лакоприступачног фосфора у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

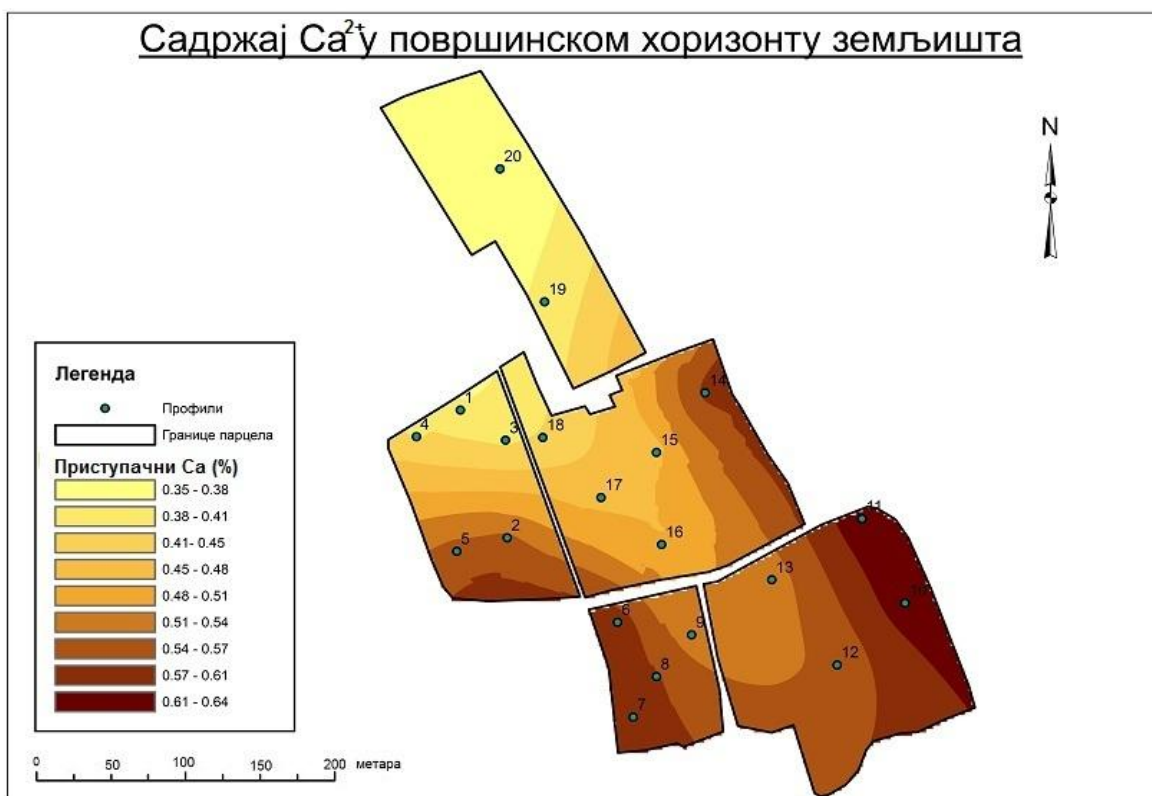
Табела 17. Садржај укупног азота, лакоприступачног калијума и фосфора по хоризонтима

Про-фил	Дубина (cm)	Хоризонт	Укупни азот (%)	mg K_2O /100g земљишта	mg P_2O_5 /100g земљишта
2	0-20	A	0,10	19,91	18,60
	20-40	A	0,10	15,55	4,90
	40-55	AC	0,05	13,84	12,90
	55-80	AC	0,04	9,30	19,40
	80-100	AC	0,04	9,82	19,80
	100-120	C	0,05	9,87	19,50
5	0-30	A	0,09	18,44	7,40
	30-62	AC	0,06	15,09	13,80
	62-100	C	0,05	10,16	16,20
6	0-10	A	0,13	17,87	10,90
	10-42	A	0,12	14,24	4,70
	42-100	C	0,04	9,65	17,20
7	0-20	A	0,11	20,03	20,90
	20-45	AC	0,12	14,81	6,40
	45-100	C	0,06	12,71	14,70

Профил	Дубина (cm)	Хоризонт	Укупни азот (%)	mg K ₂ O/100g земљишта	mg P ₂ O ₅ /100g земљишта
10	0-20	A	0,10	16,52	6,85
	20-45	AC	0,05	13,62	25,80
	45-100	C	0,04	12,75	22,55
11	0-36	A	0,19	12,52	7,85
	36-80	AC	0,03	15,66	24,81
	80-100	C	0,03	13,58	20,57
14	0-46	A	0,12	18,90	1,20
	46-90	AC	0,06	19,30	1,00
8	0-30	A	0,11	17,36	10,20
	30-60	A	0,11	13,67	5,80
	60-100	C	0,04	10,95	6,00
3	0-35	A	0,12	19,35	6,90
	35-55	A	0,06	15,04	1,30
	55-88	(B)	0,04	14,70	7,60
	88-108	(B)C	0,04	14,64	14,00
9	0-30	A	0,11	16,91	16,10
	30-60	A	0,11	15,94	13,90
	60-95	(B)	0,04	14,64	10,40
	95-110	C	0,03	12,77	26,60
12	0-30	A	0,12	20,00	4,10
	30-60	A	0,04	19,30	8,10
	60-92	(B)	0,04	17,70	8,40
	92-100	C	0,05	12,56	16,55
13	0-30	A	0,11	18,90	1,20
	30-60	A	0,10	19,30	1,00
	60-90	(B)	0,05	18,60	2,20
	90-100	C	0,06	20,03	4,52
15	0-30	A	0,11	19,50	1,50
	30-55	(B)	0,05	17,70	5,50
	55-100	C	0,05	16,52	7,55
16	0-25	A	0,11	20,50	2,50
	25-49	A	0,07	21,60	0,30
	49-79	(B)	0,03	18,20	6,30
	79-100	C	0,03	22,43	7,32
17	0-25	A	0,08	19,10	2,60
	25-50	A	0,04	16,90	3,00
	50-90	(B)	0,06	17,60	3,60
	90-100	C	0,04	15,62	6,32

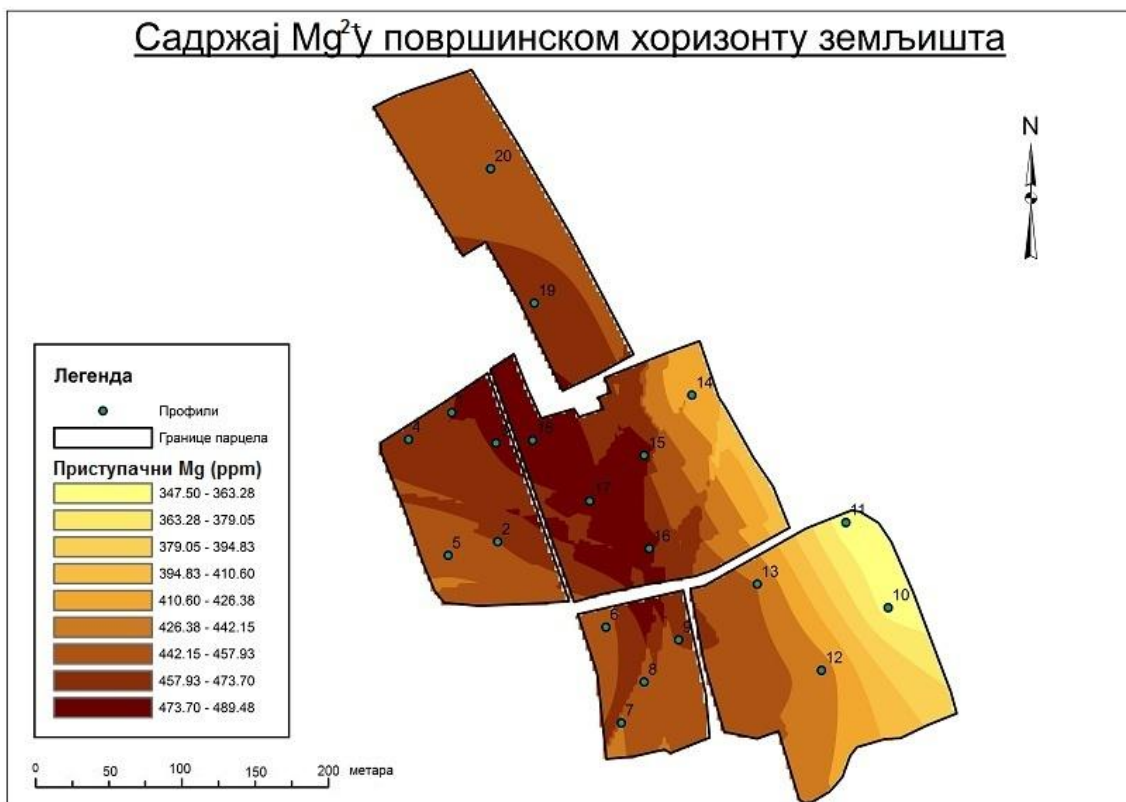
4.5.4 Садржај адсорбованих јона калцијума, магнезијума, калијума и натријума

Садржај приступачног калцијума је највиши у варијетету карбонатне рендзине. Креће се у границама од 29,00 до 39,50 cmol/kg (просечно 33,58 са одступањем 2,76). У осталим варијететима садржај адсорбованог калцијума је мањи услед испирања, тако да је код бескарбонатне рендзине вредности најниже у површинском хоризонту (од 16,50 cmol/kg до 24,00 cmol/kg) и повећавају се са дубином (од 24,50 cmol/kg до 39,00 cmol/kg у најдубљим деловима педолошког профила). Ови подаци се слажу са резултатима које су добили Гришкан и сарадници (Grishkan et al., 2009), који у су у истраживаним рендзинама утврдили нешто више концентрације калцијумових јона (Табела 18).



Слика 30. Дистрибуција адсорбованог јона калцијума у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

Садржај јона магнезијума је виши код варијетета излужене и огајњачене рендзине, у поређењу са карбонатном. У површинским хоризонтима се креће у интервалу од 3,44 смол/kg (излужена рендзина) до 5,29 смол/kg (огајњачена рендзина). Садржај магнезијума се код ових варијетета по дубини смањује и у негативној је корелацији са садржајем адсорбованог калцијума. Коефицијент корелације износи - 0,77. У карбонатној рендзини садржај магнезијума се креће у границама од 1,12 смол/kg до 4,37 смол/kg (просечно 2,22 смол/kg) (Табела 18).



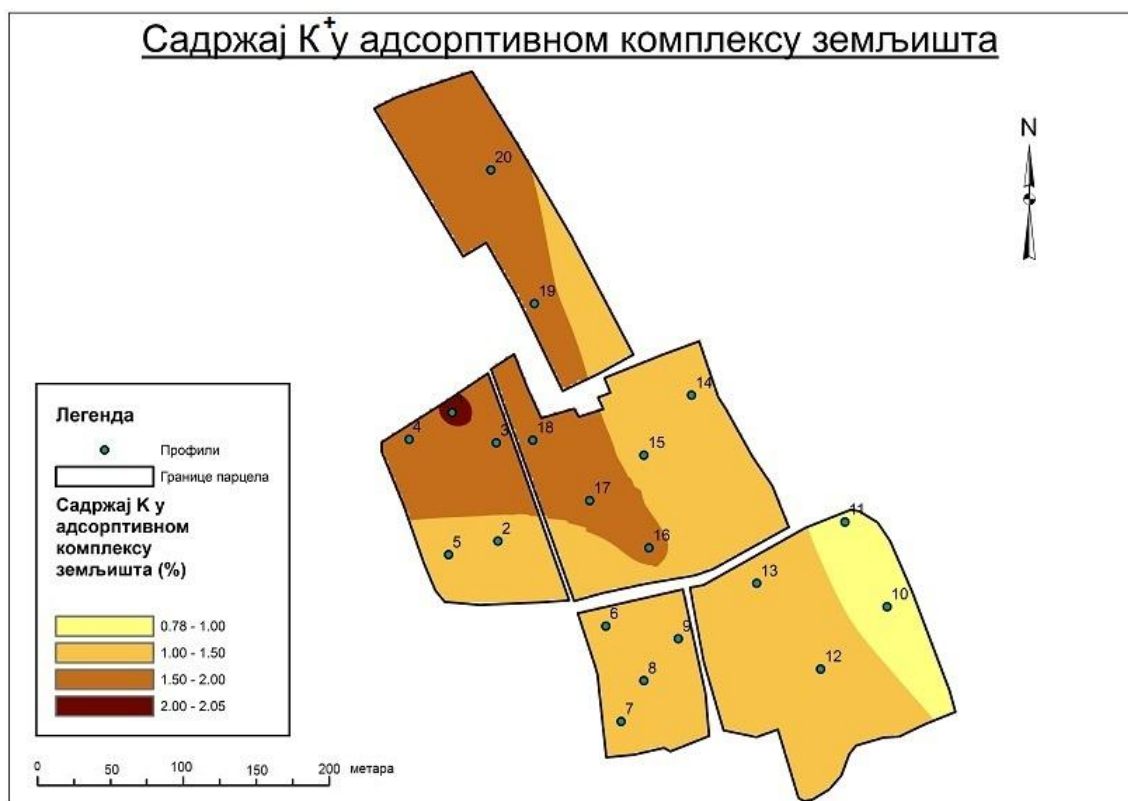
Слика 31. Дистрибуција адсорбованог магнезијума у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

Однос између адсорбованог јона калцијума и магнезијума (Ca/Mg) је највиши код карбонатне рендзине и креће се од 7,78 до 30,60 (просечно износи 17,17 са стандардним одступањем 6,14). Код осталих варијетета рендзине овај однос је нешто ужи (3,90-17,08) и повећава се по дубини земљишта. Према Гришкану и сарадницима

(Grishkan et al., 2009) однос између ова два катјона варира у знатно ужем опсегу (5,67 - 6,02).

Пернар и сарадници (Pernar et al., 2009) наводе нешто шире варирање садржаја јона калцијума (2,5-65,0 cmol/kg), и већи садржај јона магнезијума у односу на садржај калцијума.

Калијум (екстрахован амонијум-ацетатом, рН 7,00) је подједнако заступљену адсорптивном комплексу свих варијетета рендзине. Највише концентрације су у површинском хоризонту где се креће од 0,25 до 0,49 cmol/kg . Концентрација калијума опада по дубини земљишта (Табела 18).

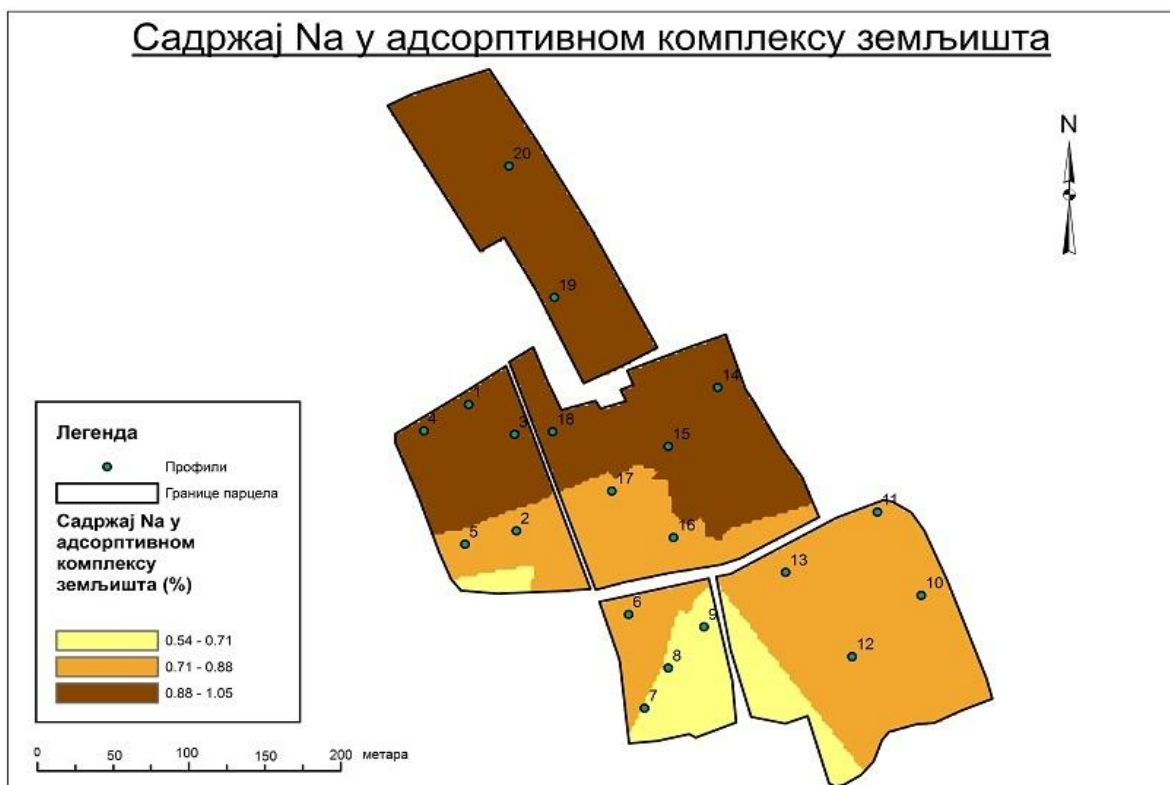


Слика 32. Дистрибуција адсорбованог калијума у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

Сличне вредности адсорбованог калијума наводе и други аутори (Grishkan et al., 2009; Katai et al., 2011).

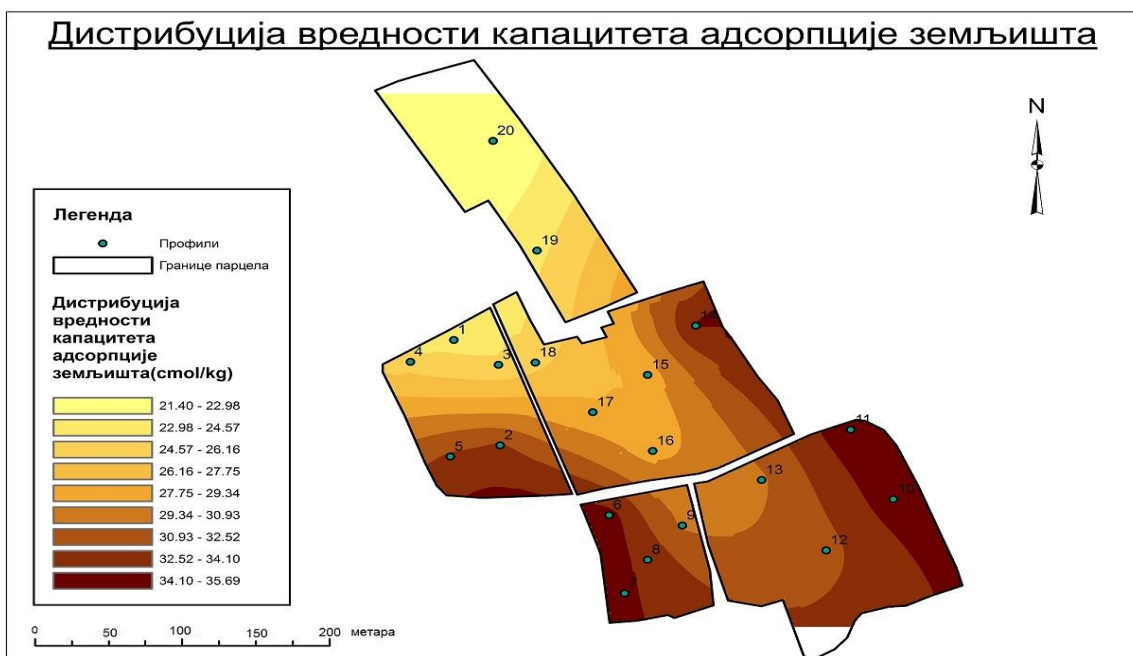
Натријум у адсорптивном комплексу је подједнако заступљен код свих варијетета рендзине и варира по дубини. Најнижи садржај је 0,08 cmol/kg , а највиши

0,73 cmol/kg. Просечна концентрација јона натријума у адсорптивном комплексу испитиваних рендзина је 0,22 cmol/kg, што су нешто више вредности него што показују Катаи и сарадници (Katai et al., 2011).



Слика 33. Дистрибуција адсорбованог натријума у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

Капацитет адсорпције катјона се креће у интервалу од 20,78 до 42,51 cmol/kg, што одговара наводима Филиповског (Филиповски, 1968) и других аутора (Grishkan et al., 2009; Shiskov and Kolev, 2014).



Слика 34. Дистрибуција капацитета адсорпције земљишта хумусно-акумулативног хоризона по парцелама

Табела 18. Садржај адсорбованог калцијума, магнезијума, калијума и натријума и капацитет катјонске измене (СЕС)

Про-фил	Дубина (cm)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	K (cmol/kg)	Na (cmol/kg)	СЕС (cmol/kg)
2	0-20	34,00	3,45	0,49	0,15	38,08
	20-40	29,00	2,76	0,38	0,11	32,24
	40-55	34,50	2,24	0,34	0,12	37,20
	55-80	31,00	1,85	0,28	0,08	33,20
	80-100	31,00	1,80	0,26	0,08	33,15
	100-120	32,50	2,02	0,27	0,15	34,94
5	0-30	31,00	3,36	0,43	0,13	34,92
	30-62	34,50	2,64	0,40	0,28	37,82
	62-100	32,50	1,64	0,27	0,33	34,75
6	0-10	39,00	2,01	0,43	0,30	41,75
	10-42	36,00	2,10	0,32	0,09	38,51
	42-100	31,50	1,83	0,25	0,12	33,70
7	0-20	30,00	3,71	0,46	0,10	34,27
	20-45	34,00	4,37	0,40	0,29	39,05
	45-100	38,00	3,20	0,34	0,28	41,83
10	0-20	35,50	1,16	0,25	0,17	37,08
	20-45	32,50	1,12	0,22	0,14	33,97
	45-100	31,50	1,18	0,20	0,11	32,99

Про- фил	Дубина (см)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	K (cmol/kg)	Na (cmol/kg)	CEC (cmol/kg)
11	0-36	35,50	1,56	0,31	0,24	37,60
	36-80	32,00	1,82	0,27	0,08	34,17
	80-100	33,00	2,16	0,28	0,12	35,56
14	0-46	39,50	2,04	0,37	0,46	42,37
	46-90	36,00	1,69	0,26	0,45	38,40
	90-110	32,00	1,63	0,23	0,38	34,24
8	0-30	31,00	3,44	0,40	0,16	35,00
	30-60	26,50	4,04	0,35	0,19	31,08
	60-100	36,50	2,60	0,31	0,16	39,56
3	0-35	16,50	3,77	0,43	0,08	20,78
	35-55	22,00	4,65	0,39	0,10	27,14
	55-88	23,00	4,52	0,41	0,31	28,23
	88-108	24,50	3,67	0,40	0,13	28,70
9	0-30	21,50	4,60	0,42	0,13	26,65
	30-60	21,50	4,65	0,37	0,11	26,64
	60-95	22,00	4,39	0,36	0,16	26,91
	95-110	36,00	2,55	0,32	0,14	39,01
12	0-30	24,00	5,29	0,41	0,19	29,89
	30-60	23,50	5,22	0,38	0,18	29,27
	60-92	24,00	4,57	0,34	0,11	29,02
	92-100	33,00	2,88	0,27	0,10	36,25
13	0-30	23,00	4,99	0,37	0,23	28,58
	30-60	23,00	4,82	0,36	0,15	28,34
	60-90	22,50	4,10	0,32	0,38	27,30
	90-100	36,00	3,14	0,30	0,47	39,91
15	0-30	19,50	4,20	0,37	0,45	24,52
	30-55	21,00	3,31	0,34	0,46	25,12
	55-100	34,00	2,01	0,28	0,35	36,65
16	0-25	19,50	4,43	0,41	0,15	24,49
	25-49	23,50	4,91	0,38	0,73	29,52
	49-79	23,00	3,84	0,35	0,46	27,65
	79-100	34,50	2,02	0,27	0,42	37,22
17	0-25	20,00	5,13	0,41	0,17	25,71
	25-50	21,00	4,93	0,38	0,16	26,47
	50-90	21,00	4,82	0,34	0,16	26,33
	90-100	39,00	3,00	0,37	0,14	42,51

4.5.5 Садржај приступачних облика микроелемената (Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Ni, Co, B)

Бакар је неопходни микроелемент у исхрани свих живих бића. Како мањак, тако и вишак бакра може да изазове здравствене проблеме код човека, стога је неопходно пратити његов садржај у земљишту и у храни. Према истраживањима Провенанцана и сарадника (Provenanzano et al., 2010), садржај приступачног бакра који се у истраживаним карбонатним медитеранским земљиштима кретао до 9,6 ppm није овео до накупљања бакра у грозђу или вину у вредностима које су веће од максимално дозвољених концентрација (по европском законодавству).

Код свих варијетета истраживане рендзине присутан је повећан садржај приступачног бакра у површинском хоризонту. Концентрација бакра у хумусно-акумулативном хоризонту се креће у границама од 2,64 ppm до 40,33 ppm (Табела 19). У осталим хоризонтима истраживаног земљишта садржај бакра је доста нижи, а у матичном супстрату је од 0,61 до 1,53 ppm.

Поред геолошког порекла, бакар у виноградарским земљишта потиче из различитих средстава која се користе за заштиту винове лозе од болести, а највише из бордовске чорбе ($\text{CuSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2$), нешто мање из Cu-оксихлорида ($3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}_2$) и $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (Komarek et al., 2009). Велике количине бакарних соли, највише у облику бордовске чорбе, се користе у борби против пламењаче винове лозе (*Plasmopara viticola*). Такође, оне имају и посредан ефекат у борби против пепелнице (*Uncinula necator*). Њихово учестало коришћење временом доводи до накупљања бакра у земљишту до нивоа фитотоксичности. Бакар се накупља у земљишту јер се чврсто везује са органском материјом, минералима глине и оксидима Fe, Al и Mn (Stevenson, 1986).

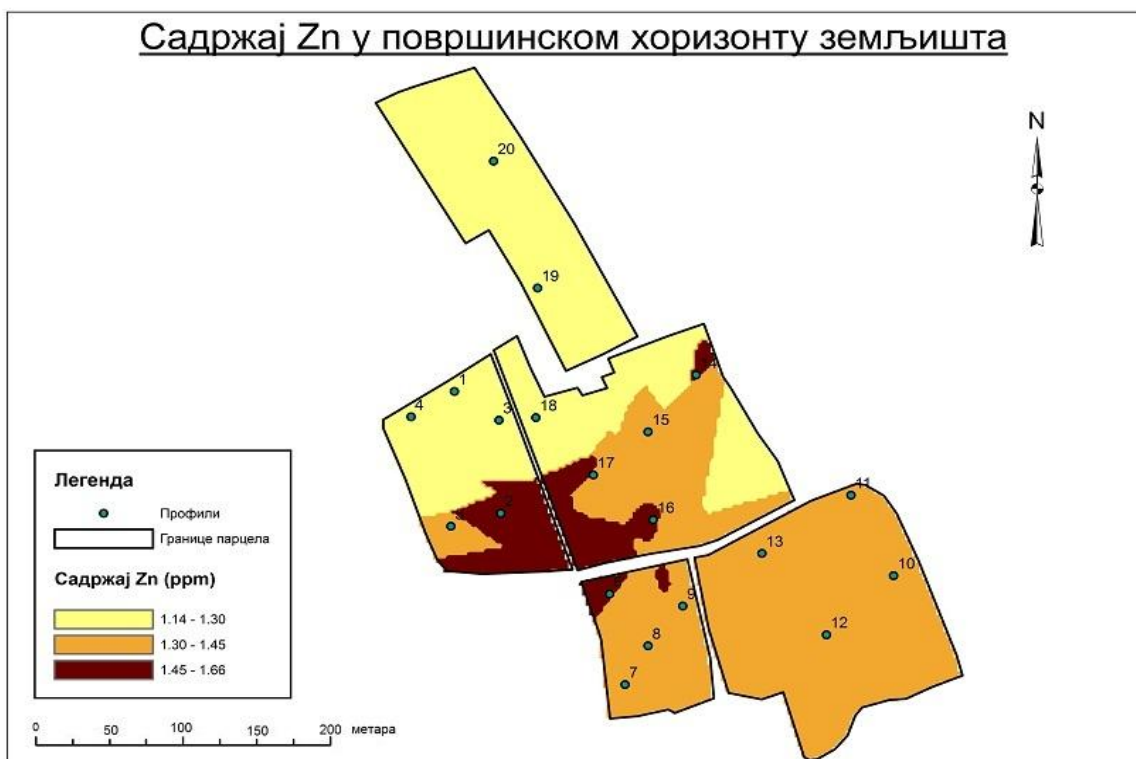
Коефицијент корелације између садржаја бакра и садржаја органског угљеника је 0,55. Садржај бакра у истраживаним рендзинама је већи него садржај бакра у рендзинама које се не користе као виноградарска земљишта (Wójcikowska-Karusta and Niemczuk, 2009). Код бескарбонатних варијетета (код огајњачених рендзина) се може уочити да је концентрација бакра повишена и у подповршинским хоризонтима. С обзиром да се све парцеле обрађују на исти начин можемо

претпоставити да је до овог повећања је дошло услед повећане покретљивости јона бакра на благо киселом земљишту.

Табела19. Садржај микроелемената у испитиваним рендзинама

Про-фил	Дубина(см)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Mo (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
2	0-20	16,54	12,43	12,24	nd	1,67	0,64	0,04
	20-40	8,90	12,82	13,23	nd	0,60	0,53	0,08
	40-55	1,73	9,90	9,22	nd	0,31	0,50	0,04
	55-80	1,49	7,12	5,13	nd	0,36	0,25	0,03
	80-100	1,31	6,56	4,64	nd	0,29	0,25	0,03
	100-120	1,18	6,43	4,66	nd	0,22	0,27	0,03
5	0-30	13,68	15,51	14,86	nd	0,87	0,62	0,06
	30-62	2,11	9,22	9,20	nd	0,44	0,48	0,04
	62-100	1,28	6,85	5,76	nd	0,26	0,25	0,03
6	0-10	3,13	9,41	11,04	nd	0,51	0,60	0,05
	окт,42	2,98	10,50	12,28	nd	0,57	0,66	0,06
	42-100	1,10	6,29	3,69	nd	0,27	0,20	0,02
7	0-20	17,87	12,38	10,99	nd	2,58	0,53	0,04
	20-45	29,66	13,72	13,98	nd	1,40	0,64	0,06
	45-100	1,77	10,18	10,75	nd	0,38	0,49	0,06
8	0-30	7,95	14,95	14,80	nd	0,90	0,82	0,06
	30-60	10,00	20,84	18,62	nd	0,91	1,16	0,12
	60-100	1,63	6,84	7,00	nd	0,41	0,28	0,03
10	0-20	7,97	5,80	5,66	nd	0,45	0,20	0,02
	20-45	1,24	5,13	4,23	nd	0,31	0,18	0,02
	45-100	1,36	4,89	3,35	nd	0,28	0,17	0,02
11	0-36	5,01	5,27	4,92	nd	1,26	0,48	0,03
	36-80	0,72	4,20	2,63	nd	0,23	0,10	0,01
	80-100	0,61	4,49	2,55	nd	0,25	0,09	0,02
8	0-30	7,95	14,95	14,80	nd	0,90	0,82	0,06
	30-60	10,00	20,84	18,62	nd	0,91	1,16	0,12
	60-100	1,63	6,84	7,00	nd	0,41	0,28	0,03
3	0-35	40,33	29,23	51,00	0,02	1,41	4,33	0,28
	35-55	3,92	26,06	24,76	0,01	0,51	1,69	0,19
	55-88	1,84	22,08	18,71	nd	0,45	0,89	0,16
	88-108	1,54	19,15	26,00	nd	0,26	1,61	0,15

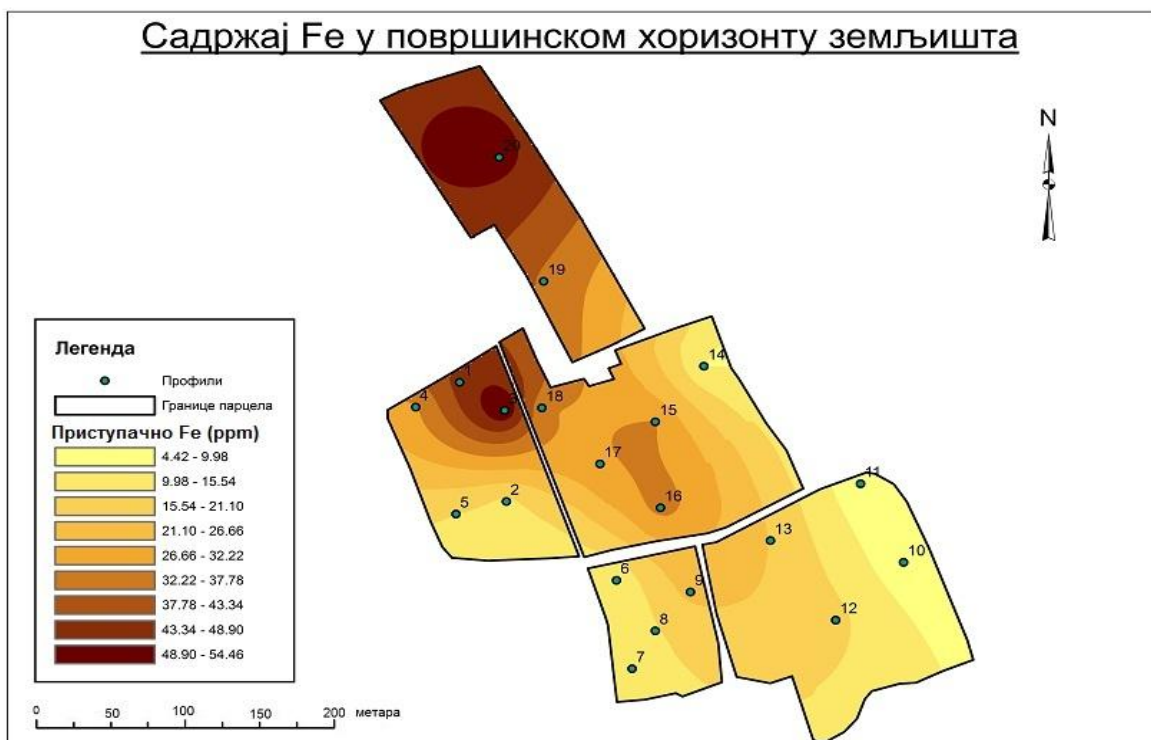
Про-фил	Дубина(см)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Mo (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
9	0-30	27,11	23,16	24,15	0,01	4,14	1,90	0,12
	30-60	21,75	22,10	24,27	0,01	2,51	1,78	0,13
	60-95	1,62	23,29	15,42	0,01	0,43	0,70	0,15
	95-110	1,65	9,36	9,46	nd	0,38	0,69	0,05
12	0-30	16,55	17,65	20,26	nd	1,03	1,37	0,12
	30-60	18,93	14,22	13,27	nd	0,80	0,76	0,09
	60-92	3,37	17,31	16,24	nd	0,82	0,93	0,15
	92-100	1,52	10,45	8,57	nd	0,52	0,50	0,04
13	0-30	4,13	21,00	22,50	nd	0,82	1,71	0,15
	30-60	1,93	19,12	22,09	nd	0,51	1,58	0,15
	60-90	1,47	13,83	15,01	nd	0,52	0,50	0,14
	90-100	1,49	8,50	6,64	nd	0,40	0,29	0,03
15	0-30	2,64	33,78	21,07	0,01	0,94	1,96	0,16
	30-55	1,80	20,95	20,36	nd	0,57	1,32	0,17
	55-100	1,45	8,26	5,42	nd	0,31	0,28	0,02
16	0-25	11,10	35,84	26,18	0,01	0,98	2,26	0,17
	25-49	3,53	25,57	23,17	0,01	0,72	1,69	0,19
	49-79	1,66	21,07	22,41	0,01	0,51	1,16	0,20
	79-100	1,48	8,33	5,95	nd	0,35	0,30	0,03
17	0-25	10,96	31,34	23,93	0,01	1,47	1,89	0,17
	25-50	2,11	26,51	18,39	0,01	0,51	1,30	0,20
	50-90	7,09	28,76	22,41	0,01	0,63	1,62	0,20
	90-100	1,94	13,43	13,71	nd	0,50	1,26	0,07



Слика 35. Дистрибуција адсорбованог цинка у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

Према истраживањима Ренана (Renan, 1994), садржај лакоприступачног бакра у десетогодишњем винограду са активном киселашћу 7,9 је био највиши у површинском хоризонту 34,2 ppm и опадао је по дубини (6,0-2,5-1,48-1,38 ppm на 20-40-60-80 cm дубине).

Садржај јона гвожђа се кретао у интервалу од 4,2 ppm до 35,84 ppm. Просечан садржај је 15,08 ppm. Садржај приступачног гвожђа је у снажној негативној корелацији са садржајем калцијум-карбоната, што се веома лепо може уочити на карти која показује садржај јона адсорбованог гвожђа у површинском хоризонту земљишта (Слика 36). Коefицијент корелације износи -0,68.



Слика 36. Дистрибуција адсорбованог јона гвожђа у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

Садржај мангана се кретао у интервалу од 2,55 ppm до 51,00 ppm. Просечан садржај је 14,20 ppm, а стандардна девијација је 8,83.

Садржај цинка се кретао у интервалу од 0,22 ppm до 4,14 ppm. Просечан садржај је 0,75 ppm, а стандардна девијација је 0,68. Цинк у земљишту потиче из матичне стене и количина укупног цинка се креће у просеку од 40 до 120 ppm, у зависности од хемијског састава матичне стене (Kabata-Pendias, 2001).

Рендзина коју су истраживале Запријанова и Божинова (Zapryanova and Vozhinova, 2008) је имала следеће карактеристике: садржај приступачних елемената 4,98 ppm Fe, 22,4 ppm Mn, 13,0 ppm Zn и 11,0 ppm Cu.

Концентрација јона цинка у рендзинама у Мађарској је износила од 5,4 до 8,4 ppm, бакра од 1,2 до 1,5 ppm и мангана од 360 до 510 ppm (Katai et al., 2011).

4.6 Основна физичка својства испитиване гајњаче

4.6.1 Механички састав (текстура) земљишта

Ендогена еволуција која доводи до промене рендзине у гајњачу је праћена процесом образовања минерала глине у средишњем делу земљишног профила. У влажномзимском периоду преовлађују процеси којима се испирају базе, нарочито из средишњег дела профила, где долази до трансформације (интензивног распадања) примарних минерала у секундарне минерале глине (аргилосинтеза). Овај процес се не зауставља ни у току лета, али се одвија једино у делу профила који је највлажнији. Тада долази до фиксирања ослобођених вишкова $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ и евентуалногузлазног кретања база. Код гајњаче постоји разлика у текстури, са тенденцијом повећања садржаја глине у средишњем делу профила (Филиповски, 1968).

Истраживане гајњаче су према текстури прашкасто-глиновите иловаче. Садржај механичке фракције глине је највећи у средишњем делу профила (у камбичном хоризонту) и ова зона је по својој текстури на прелазу ка прашкастим глинушама. Наиме, садржај глине у површинском хоризонту и у матичној стени је мањи од садржаја у камбичном хоризонту, што указује на одвијање аргилогенезе у самом хоризонту. Образовање минерала глине се, осим по текстури, може уочити и на основу рендгенске анализе минералошког састава (XRD), што су дифрактограми узорака овог земљишта и показали. Садржај механичке фракције глине у површинском хоризонту се креће од 34,16% до 38,61%, у камбином хоризонту је нешто виши (34,38% до 40,14%) и у матичној стени је најнижи (од 30,66 до 32,53 %) (Табела 20).

Садржај механичке фракције песка не показује правилан распоред по дубини земљишног профила, а креће се у интервалу од 0,9 % до 11,85%. Просечан садржај фракције песка у хоризонтима гајњаче је 4,52%, а стандардно одступање је 2,39.

Садржај честица праха донекле прати садржај честица глине и по дубини профила се може уочити обрнута корелација која износи - 0,49 (укупан прах) и - 0,59 (ситан прах).

Сличну текстуру диференцираност, уз нешто мањи садржај глине по целом профилу утврдили су у својим истраживањима и други аутори (Јаковљевић и сар., 2002; Шкорић и сар., 1977; Bryk, 2016).

Табела 20. Механички састав испитиваног земљишта по хоризонтима

Профил	Дубина (cm)	Укупни песак (%)	Ситан песак (%)	Крупан песак (%)	Крупан прах (%)	Праш	Глина	Хигр. влага (%)	Текстура класа
		2-0,05 mm	0,2-0,05 mm	2-0,2 mm	0,05-0,02 mm	0,02-0,002 mm	< 0,002 mm		
1	0-30	4,90	3,70	1,20	24,05	32,55	38,51	4,77	ПГИ
	30-60	11,85	6,47	5,38	18,34	35,42	34,38	5,42	ПГИ
	60-88	3,88	3,49	0,40	25,43	32,12	38,57	5,49	ПГИ
	88-108	8,55	5,27	3,28	23,96	34,96	32,53	4,21	ПГИ
4	0-30	4,11	3,41	0,70	26,64	32,04	37,21	4,57	ПГИ
	30-60	2,99	2,69	0,30	24,45	32,99	39,57	5,69	ПГИ
	60-100	3,99	3,49	0,50	25,02	33,14	37,85	5,60	ПГИ
18	0-20	4,48	3,09	1,40	24,55	34,60	36,36	3,30	ПГИ
	20-45	4,19	3,29	0,90	23,22	36,46	36,14	3,57	ПГИ
	45-91	2,39	2,39	0,00	24,39	33,08	40,14	3,55	ПГ
	91-100	4,08	3,49	0,60	27,71	28,97	39,24	3,07	ПГИ
19	0-20	4,91	4,01	0,90	24,66	33,67	36,76	3,27	ПГИ
	20-47	2,59	2,29	0,30	24,84	34,47	38,10	3,48	ПГИ
	47-90	2,90	2,60	0,30	26,59	31,12	39,39	3,54	ПГИ
	90-105	6,69	2,99	3,69	25,33	37,33	30,66	2,69	ПГИ
20	0-20	3,70	2,90	0,80	25,95	35,86	34,49	2,96	ПГИ
	20-45	4,89	3,79	1,10	30,98	29,97	34,16	3,14	ПГИ
	45-70	3,98	3,39	0,60	26,28	31,28	38,45	3,73	ПГИ
	70-100	0,90	0,60	0,30	27,81	34,75	36,54	3,55	ПГИ

Г – глинуша, ПГ – прашкаста глинуша, ПГИ – прашкасто-глиновита иловача

4.6.2 Запреминска маса, специфична маса и порозност земљишта

Специфична маса испитиваних гајњача се креће у интервалу од 2,54 до 2,73 g/cm³. Просечна вредност специфичне масе је 2,63g/cm³, а стандардна девијација је 0,06 (2,3% у односу на средњу апсолутну вредност). Не постоји разлика у односу на специфичну масу суседних варијетета рендзине што указује на сличан минералошки састав. Сличне вредности специфичне масе гајњача у Бугарској објавили су Шишков и Колев (Shiskov and Kolev, 2014).

Запреминска маса истраживаних гајњача се креће у интервалу од 1,11g/cm³ до 1,44g/cm³ у хумусно акумулативном хоризонту, док је у камбичном хоризонту од 1,36g/cm³ до 1,56g/cm³. Код испитиваних профила гајњаче није уочена законитост да се запреминска маса повећава са дужином профила. Сличну уједначеност запреминске масе по дубини (у Вw камбичном, прелазном ВС, С и Сk) је уочила и Брик (Bryk, 2016). Други аутори наводе повећање запреминске масе по дубини профила (Shiskov and Kolev, 2014).

Укупна порозност земљишта се креће у интервалу од 43,56 % до 58,51% у површинском хоризонту, а у дубљем делу профила је у интервалу 40,49 % - 48,69%. Укупна порозност се смањује по дубини земљишта.

Табела 21. Запреминска маса, специфична маса и порозност земљишта по хоризонтима

Про-фил	Дубина (cm)	Специфична маса (g/cm ³)	Запреминска маса (g/cm ³)	Порозност (%)
1	0-30	2,54	1,24	51,12
	30-60	2,59	1,54	40,49
4	0-30	2,55	1,44	43,56
	30-60	2,60	1,51	41,90
18	0-20	2,73	1,18	56,77
	20-45	2,65	1,36	48,69
19	0-20	2,68	1,11	58,51
	20-47	2,68	1,56	41,89
20	0-20	2,73	1,37	49,78
	20-45	2,62	1,47	43,87

4.6.3 Водно-ваздушне особине земљишта

Код гајњаче максимални водни капацитет (МВК) се креће у интервалу 49,49% до 63,12% и нема правилности у кретању по дубини профила. Просечан МВК је 58,28%, а стандардно одступање је 4,63 (Табела 22).

Код профила испитиване гајњаче вредности пољског водног капацитета (ПВК) се крећу у нешто ужем интервалу, од 30,47 % до 38,05 %. Просечна вредност је 34,69 %, а стандардна девијација је 2,50. Вредност ПВК се повећава у подповршинским хоризонтима као последица тежег механичког састава.

Влажност венућа гајњаче је између 14,01% и 16,61%, са просеком 15,39%. Стандардна девијација је 0,86. Вредност влажности венућа сеповећава по дубини.

Табела 22. Водно-ваздушне особине земљишта приказане по хоризонтима

Профил	Дубина (cm)	МВК (%)	ПВК (%)	ВВ (%)	ВПБ (%)	АВК (%)	Φ (cm/s)
1	0-30	62,34	31,13	14,06	17,07	31,21	0,020439
	30-60	53,36	38,05	14,01	24,04	15,31	0,008974
4	0-30	49,49	34,57	15,35	19,22	14,92	0,005142
	30-60	57,19	37,26	16,17	21,09	19,93	0,003413
18	0-20	61,22	30,47	15,78	14,69	30,75	0,018884
	20-45	62,22	33,73	16,61	17,12	28,49	0,002969
19	0-20	62,09	35,33	15,20	20,13	26,76	0,006838
	20-47	63,12	37,00	16,17	20,83	26,12	/
20	0-20	55,11	33,89	15,10	18,79	21,22	0,016719
	20-45	56,75	35,55	15,43	20,12	21,20	0,022271

МВК- максимални водни капацитет, ПВК - пољски водни капацитет, ВВ - влажност венућа, ВПБ - вода приступачна биљкама, АВК - апсолутни ваздушни капацитет, Φ- филтрациона способност земљишта

4.7 Основна хемијска својства испитиване гајњаче

4.7.1 Садржај органске материје, калцијум-карбоната, активна и разменљива киселост земљишта

Садржај калцијум-карбоната је један од основних показатеља процеса који воде ка огајњачавању. Рендзине код којих је дошло до потпуног испирања карбоната из површинског хоризонта се називају излуженим или бескарбонатним. Оне се налазе на прелазу ка огајњаченим рендзинама, код којих је морфолошки уочљива и аргилогенеза. Код огајњачених рендзина карбонати су присутни једино у матичном супстрату. Слично је и код гајњача (профил 1, 4, 18, 19, 20). Концентрација калцијум-карбоната у матичној стени истраживаних гајњача се кретала у интервалу од 2,76 % до 12,05%.

Табела 23. Садржај калцијум карбоната, вредности активне и разменљиве киселости

Про-фил	Дубина (cm)	Хоризонт	С (%)	Хумус (%)	CaCO ₃ (%)	pH у H ₂ O	pH у KCl
1	0-30	A	1,74	2,99	0,00	6,08	5,02
	30-60	(B)	0,85	1,46	0,00	6,42	4,90
	60-88	(B)	0,45	0,78	0,00	6,27	4,82
	88-108	C	0,53	0,91	10,84	8,11	7,07
4	0-30	A	1,63	2,81	0,00	7,03	5,40
	30-60	(B)	0,91	1,56	0,00	6,58	4,90
	60-100	(B)	0,42	0,72	0,00	6,33	4,62
18	0-20	A	1,25	2,14	0,00	6,52	5,48
	20-45	A	0,62	1,07	0,00	6,51	5,11
	45-91	(B)	0,55	0,95	0,00	6,50	5,04
	91-100	C	0,55	0,94	2,76	7,67	6,70
19	0-20	A	1,04	1,79	0,00	6,32	5,15
	20-47	A	1,29	2,23	0,00	5,92	4,82
	47-90	(B)	0,44	0,76	0,00	6,58	5,21
	90-105	C	0,43	0,74	12,05	7,81	6,91
20	0-20	A	0,77	1,32	0,00	5,61	4,46
	20-45	A	0,66	1,13	0,00	5,66	4,69
	45-70	(B)	0,31	0,53	0,00	6,34	4,89

Један од најважнијих процеса који доводи до образовања гајњача је деалкализација која подразумева испирање калцијум-карбоната и дела адсорбованих базних катјона, што доводи до повећања удела адсорбованих H^+ јона. Вредности активне и разменљиве киселости су приказане у табели 23. Активна киселост испитиваних гајњача у површинском хоризонту креће у интервалу од 5,61 до 7,03, а разменљива од 4,46 до 5,48 и он је умерено до слабо кисео. Ове вредности су релативно уједначене по дубини профила испитиваног земљишта док се нагло повећавају у С хоризонту где достижу рН вредности више од 8, а као последица присуства калцијум-карбоната. Сличне податке су добили и Пернар и сарадници (Pernar et al., 2009) за гајњаче на Медведници.

Садржај органског угљеника у хумусном хоризонту гајњача се кретао у интервалу од 1,32 % до 2,14%, са просечном вредношћу 1,72%. По дубини профила садржај органске материје се правилно смањивао тако да је у С хоризонту износио 0,53 до 0,94% што је последица дубоког продирања корена винове лозе (Табела 23).

4.7.2 Хидролитичка киселост, сума разменљиво адсорбованих базних катјона, тотални капацитет адсорпције и степен засићености земљишта адсорбованим базним катјонима

Вредност хидролитичке киселости је уједначена по целој дубини профила, креће се у интервалу од 2,43 до 1,09 $cmol/kg$, са просечном вредношћу од 1,39 $cmol/kg$.

Сума разменљиво адсорбованих базних катјона код гајњаче се креће у границама 16,76 $cmol/kg$ до 23,88 $cmol/kg$. Просечна сума базних катјона је 20,90 $cmol/kg$. Вредност суме базних катјона се повећава по дубини профила. Тотални капацитет адсорпције гајњаче је просечно 22,29 $cmol/kg$. Степен засићености адсорптивног комплекса базним катјонима је висок и просечно износи 93,67%.

Табела 24. Хидролитичка киселост (Н), сума базних катјона (S), тотални капацитет адсорпције (Т) и степен засићености земљишта базама (V), приказан по хоризонтима за бескарбонатне узорке

Профил	Дубина	Н (meq/100g)	S (meq/100g)	T (meq/100g)	V (%)
1	0-30	1,63	19,81	21,44	92,39
	30-60	1,34	20,83	22,17	93,95
	60-88	1,31	23,37	24,67	94,71
4	0-30	1,09	19,81	20,90	94,79
	30-60	1,38	21,84	23,22	94,06
	60-100	1,31	22,35	23,66	94,48
18	0-20	1,38	20,32	21,70	93,65
	20-45	1,31	21,34	22,64	94,23
	45-91	1,27	21,84	23,11	94,51
19	0-20	1,41	19,81	21,23	93,33
	20-47	1,09	19,81	20,90	94,79
	47-90	1,12	23,88	25,00	95,50
20	0-20	2,43	16,76	19,19	87,34

4.7.3 Садржај укупног азота, приступачног калијума и фосфора

Садржај укупног азота у испитиваним гајњачама се смањује са дубином, а у површинском хоризонту његова вредност се креће у интервалу од 0,06 % до 0,12 %.

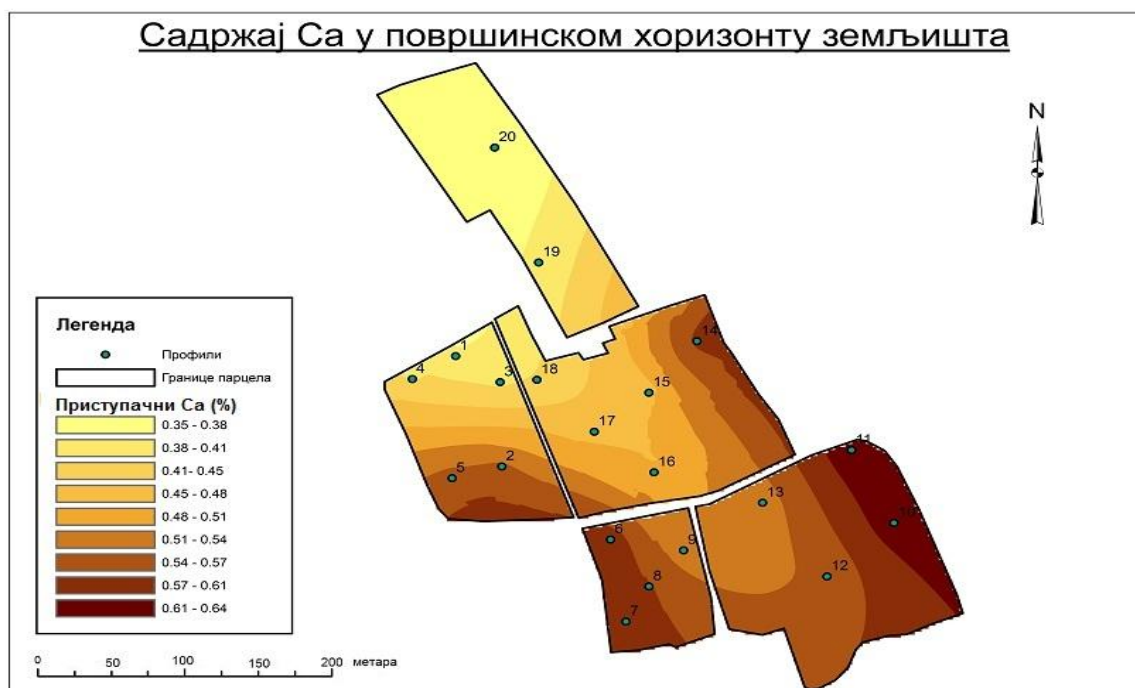
Главни елемент који одређује квалитет шире је калијум. Садржај лакоприступачног калијума у испитиваној гајњачи је највиши у површинском хоризонту и креће се у границама од 15,62 mg K₂O/100g до 25,25 mg K₂O/100 па је земљиште у категорији средње обезбеђености калијумом (Табела 25). Његов садржај по дубини се смањује, што се може приписати пореклу калијума – наиме, он се највећим делом уноси ђубрењем и зато је највећи садржај у плићим деловима профила.

Табела 25. Садржај укупног азота, лакоприступачног калијума и фосфора по хоризонтима

Про-фил	Дубина (cm)	Укупни азот (%)	mg K ₂ O/100g земљишта	mg P ₂ O ₅ /100g земљишта
1	0-30	0,12	25,25	12,10
	30-60	0,06	15,60	3,00
	60-88	0,03	15,21	12,10
	88-108	0,04	12,31	16,00
4	0-30	0,12	17,25	5,10
	30-60	0,07	14,07	2,80
	60-100	0,03	13,28	11,20
18	0-20	0,09	20,50	6,80
	20-45	0,04	17,40	2,80
	45-91	0,04	17,10	3,30
	91-100	0,04	15,62	6,58
19	0-20	0,07	19,90	1,80
	20-47	0,09	17,70	1,30
	47-90	0,03	17,20	4,60
	90-105	0,03	19,25	6,32
20	0-20	0,06	16,47	1,42
	20-45	0,05	14,19	0,62
	45-70	0,02	15,81	5,96
	70-100	0,12	15,39	12,46

4.7.4 Садржај приступачног калцијума, магнезијума, калијума и натријума

Садржај приступачног калцијума се креће од 14,50 cmol/kg до 19,50 cmol/kg у хумусно-акумулативном хоризонту гајњаче и повећава се са дубином. У дубљим деловима земљишног профила, тамо где је присутан калцијум-карбонат (матична стена), количина разменљиво адсорбованог јона калцијума достиже и 35 cmol/kg.

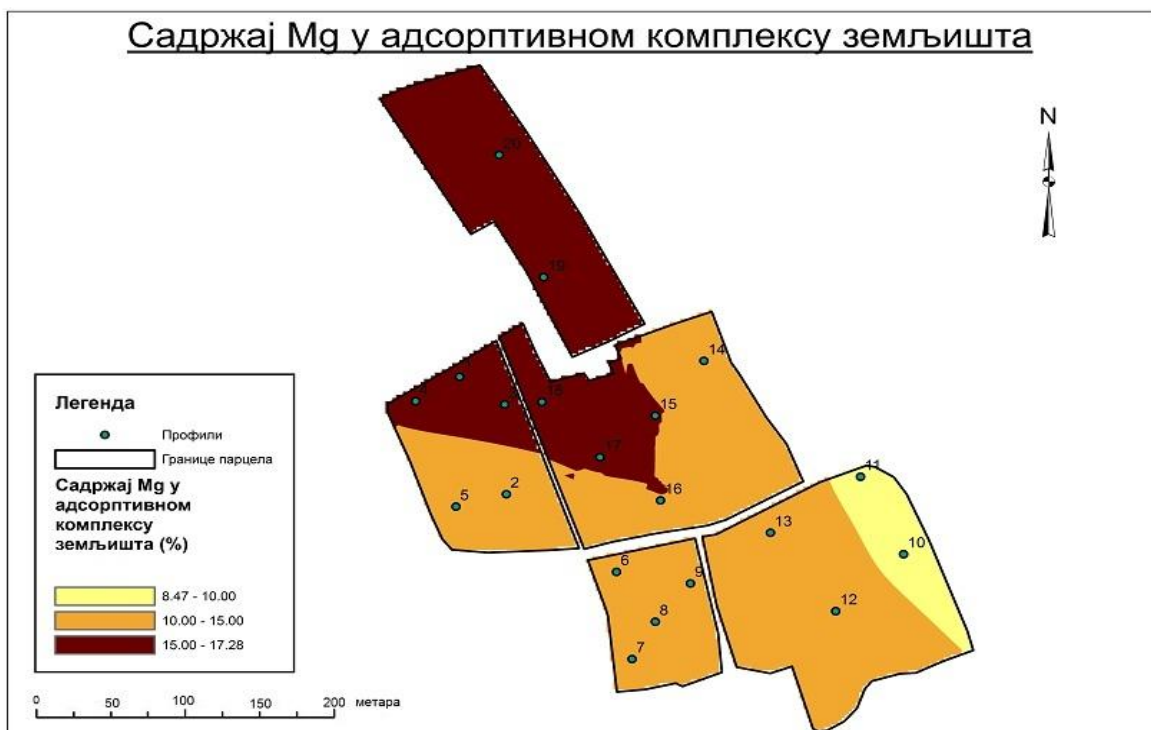


Слика 37. Дистрибуција адсорбованог јона калцијума (%) у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта, по парцелама

Често је концентрација калцијума у А хоризонту шумских гајњака много већа од његове концентрације у (В). Уништавањем шумске вегетације тј. у њивским гајњачама, овај процес накупљања базних елемената се успорава, а убрзава се процес њиховог испирања. У току сувих летњих месеци долази до асцедентног кретања калцијум-бикарбоната до зоне кореновог система (Филиповски, 1968).

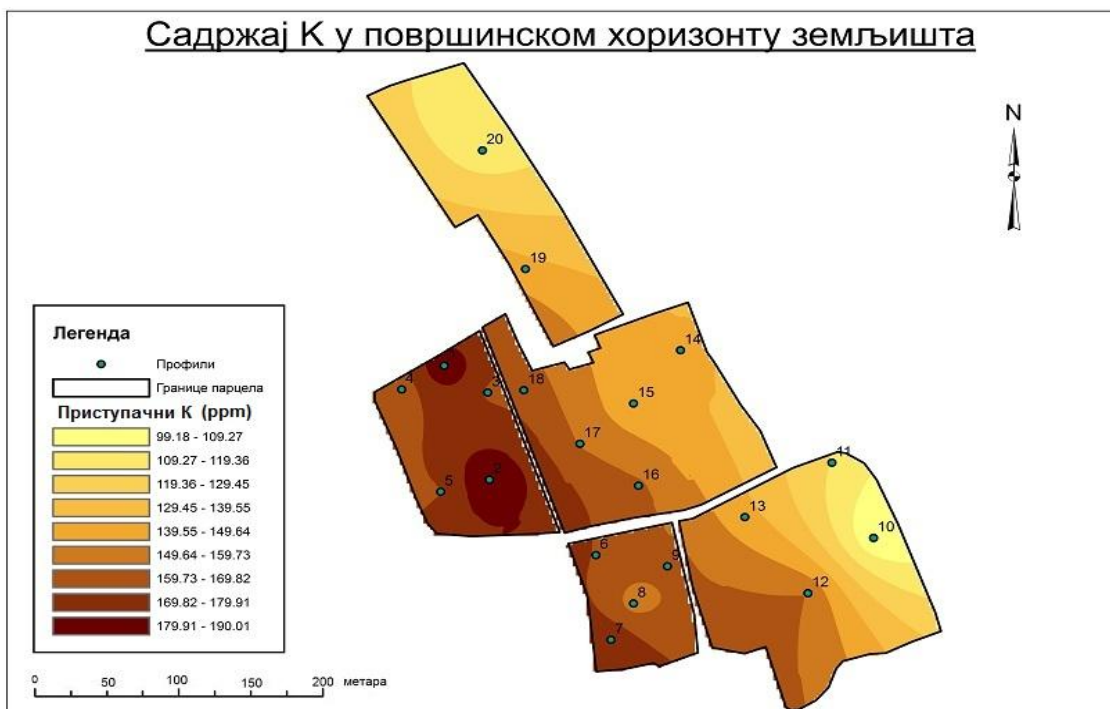
Садржај магнезијума се у површинским хоризонтима креће у интервалу од 3,52 смол/kg до 5,14 смол/kg.

Однос између адсорбованог јона калцијума и магнезијума (Са/Mg) је нижи него код рендзине и у бескарбонатним хоризонтима гајњаче се креће у интервалу од 3,70 до 5,93.



Слика 38. Дистрибуција адсорбованог јона магнезијума (%) у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

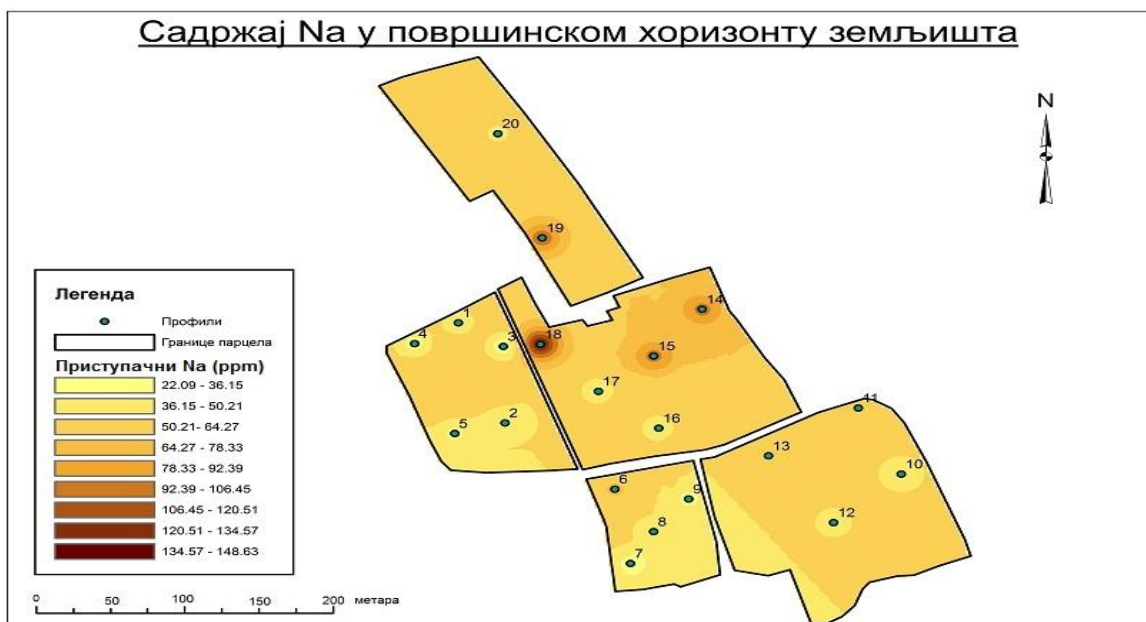
Калијум (екстрахован амонијум-ацетатом, рН 7,00) има највише концентрације у површинском хоризонту, где се креће од 0,25 до 0,49 mol/kg . Концентрација калијума опада по дубини земљишта, што говори о његовом пореклу у земљишту (из минералних ђубрива).



Слика 39. Дистрибуција адсорбованог јона калијума (%) у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

Натријум у адсорптивном комплексу је релативно равномерно распоређен по целом земљишном профилу. Најнижи садржај је 0,14 cmol/kg , а највиши 0,65 cmol/kg . Просечна концентрација јона натријума у адсорптивном комплексу испитиваних рендзина је 0,32 cmol/kg , што су вредности које не угрожавају физиолошке процесе винове лозе.

Према подацима које показују Пернар и сарадници (Pernar et al., 2009), садржај Ca^{2+} је у А₀х хоризонту износио од 0,5 до 13 g/kg , а у В_v од 0,1 до 11 g/kg , Садржај Mg^{2+} је у А₀х хоризонту износио од 3,4 до 11,9 g/kg , а у В_v од 6,2 до 19,5 g/kg .



Слика 40. Дистрибуција адсорбованог јона натријума (%) у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

Табела 26. Садржај приступачног калцијума, магнезијума, калијума, натријума и капацитет адорпције катјона истраживане гајњаче

Профил	Дубина (cm)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	K (cmol/kg)	Na (cmol/kg)	CEC (cmol/kg)
1	0-30	17,00	3,78	0,49	0,14	21,41
	30-60	18,50	3,64	0,36	0,15	22,65
	60-88	19,50	3,29	0,35	0,17	23,31
	88-108	33,00	2,23	0,33	0,18	35,74
4	0-30	19,50	4,10	0,42	0,11	24,13
	30-60	20,50	4,64	0,37	0,18	25,69
	60-100	21,50	4,15	0,36	0,14	26,15
18	0-20	19,00	5,14	0,43	0,65	25,22
	20-45	19,50	4,43	0,37	0,36	24,66
	45-91	22,00	4,94	0,36	0,39	27,69
	91-100	35,00	2,66	0,33	0,41	38,40
19	0-20	19,00	4,18	0,37	0,49	24,03
	20-47	20,50	4,29	0,38	0,37	25,54
	47-90	21,00	3,99	0,33	0,37	25,68
	90-105	35,00	2,08	0,29	0,45	37,82
20	0-20	14,50	3,52	0,29	0,19	18,50
	20-45	18,00	4,27	0,34	0,50	23,11
	45-70	22,50	4,80	0,41	0,54	28,25
	70-100	24,50	4,13	0,41	0,34	29,39

4.7.5 Садржај приступачних облика микроелемената (Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Ni, Co, B)

Светски просек за укупни садржај елемената у траговима за површинске хоризонте незагађених земљишта износи: 20 ppm Cu, 29 ppm Pb и 64 ppm Zn (Kabata-Pendias and Pendias, 2001), а локалне природне концентрације (такође укупни садржај) за винограде у Mailly-Champagne су < 3ppmCu, <10 ppmPb и <40 ppmZn (Chopin et al., 2008). Концентрација ових елемената у траговима се не мења по дубини, што може да буде последица било испирања, орања или других агротехничких мера (Brun et al., 2001; Pietrzak and McPhail, 2004; Mirlean et al., 2005). Испирање није доминатно на карбонатним земљиштима, јер алкална рН доводи до смањења покретљивости елемената у траговима (Alloway, 1995; Gabler, 1997; Peralta-Videa et al., 2002).

Код испитиване гајњаче се може уочити да је концентрација бакра повишена у површинском хоризонту што је директна последица употребе бакарних фунгицида. У хумусно акумулативном хоризонту садржај приступачних јона бакра се кретао од 2,33 ppm до 38,79 ppm. У подповршинским хоризонтима гајњаче су уочене нешто веће концентрације бакра у односу на подповршинске хоризонте истраживаних варијетета рендзине, а с обзиром да се све парцеле обрађују на исти начин, можемо претпоставити да је до овог повећања дошло услед повећане покретљивости јона бакра на киселом, благо киселом и киселом земљишту.

Садржај гвожђа се кретао у интервалу од 9,41 ppm до 48,91 ppm. Просечан садржај је 31,05 ppm (Табела 27). Садржај приступачног гвожђа је у снажној негативној корелацији са садржајем калцијум-карбоната, тако да се недостатак приступачног гвожђа уочава само у делу профила који садржи калцијум-карбонат (матична стена).

Садржај мангана се кретао у интервалу од 6,98ppm до 39,63 ppm, са просечним садржајем 22,04 ppm. Садржај цинка се кретао у интервалу од 0,17ppm до 2,33 ppm. Просечан садржај је 0,70 ppm (Табела 27).

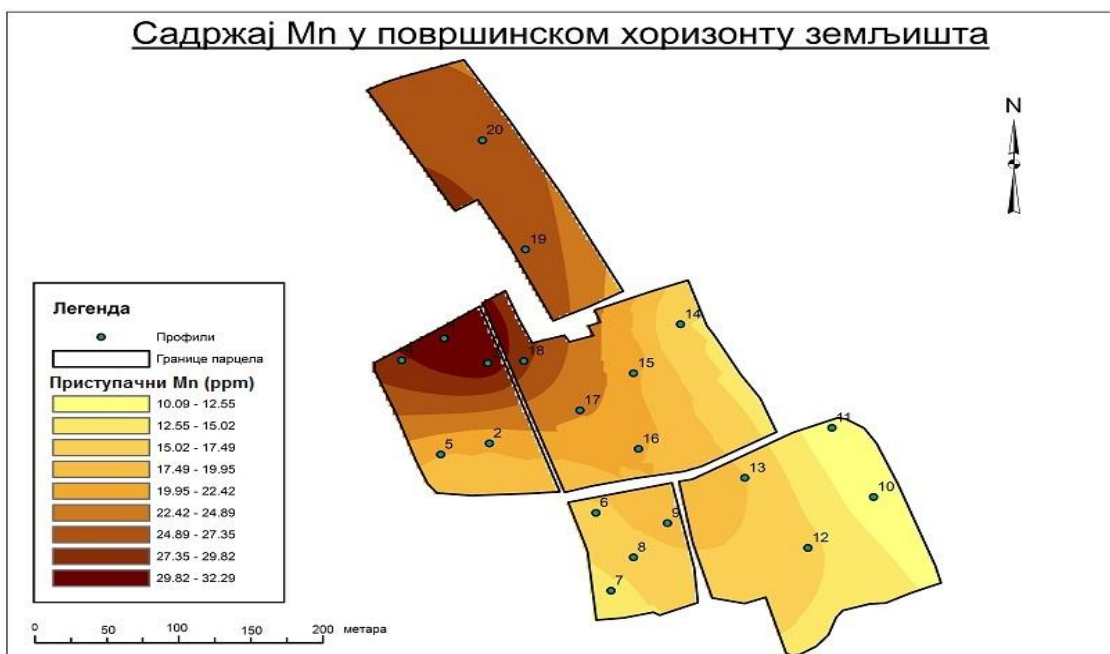
Табела 27. Садржај приступачног бакра, гвожђа, мангана, цинка, никла и кобалта

Профил	Дубина (cm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Mo (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
1	0-30	28,35	45,84	39,63	0,02	2,33	2,78	0,17
	30-60	3,19	27,40	24,87	0,01	0,54	1,71	0,17
	60-88	1,56	24,16	21,35	0,01	0,39	1,10	0,18
	88-108	1,59	9,41	7,29	nd	0,33	0,43	0,04
4	0-30	38,79	30,60	28,39	0,01	1,87	1,79	0,15
	30-60	3,92	29,68	22,90	0,01	0,49	1,48	0,18
	60-100	1,33	24,51	24,44	0,01	0,32	1,50	0,19
18	0-20	19,78	29,88	24,62	0,01	1,29	1,84	0,15
	20-45	3,96	25,25	21,39	nd	0,63	1,36	0,20
	45-91	2,24	22,67	19,28	0,01	0,57	1,24	0,19
	91-100	1,81	13,66	13,28	nd	0,43	1,12	0,07
19	0-20	11,68	36,27	25,89	0,01	0,76	2,24	0,16
	20-47	16,89	44,92	29,15	0,01	0,74	2,37	0,21
	47-90	1,90	23,02	16,20	nd	0,48	0,82	0,15
	90-105	1,70	9,83	6,98	nd	0,44	0,36	0,03
20	0-20	2,33	52,01	26,54	0,01	0,49	2,74	0,17
	20-45	2,21	62,92	28,69	0,01	0,36	2,69	0,20
	45-70	1,18	29,07	15,25	0,01	0,17	0,70	0,15
	70-100	4,45	48,91	22,77	0,01	0,79	1,96	0,12

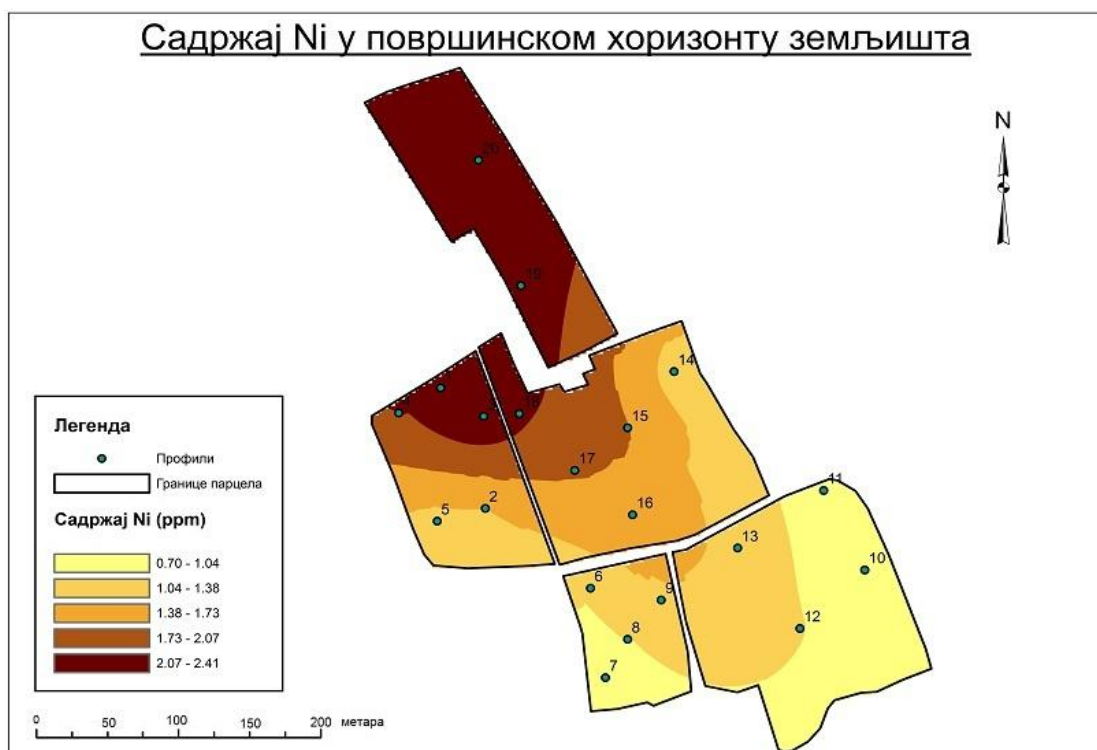
Приступачни бор је одређен у хоризонтима карбонатне рендзине и гајњаче. У оба профила садржај је био сличан и кретао се у интервалу од 2,1ppm до 3,1ppm код карбонатне рендзине и од 2,6 ppm до 3,3 ppm код гајњаче.

Табела 28. Садржај бора у адсорптивном комплексу земљишта

Узорак	B (ppm)	Узорак	B(ppm)
5	3,1	62	3,3
6	2,3	63	2,7
7	2,5	64	3,3
8	2,2	65	2,6



Слика 41. Дистрибуција адсорбованог јона мангана у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама



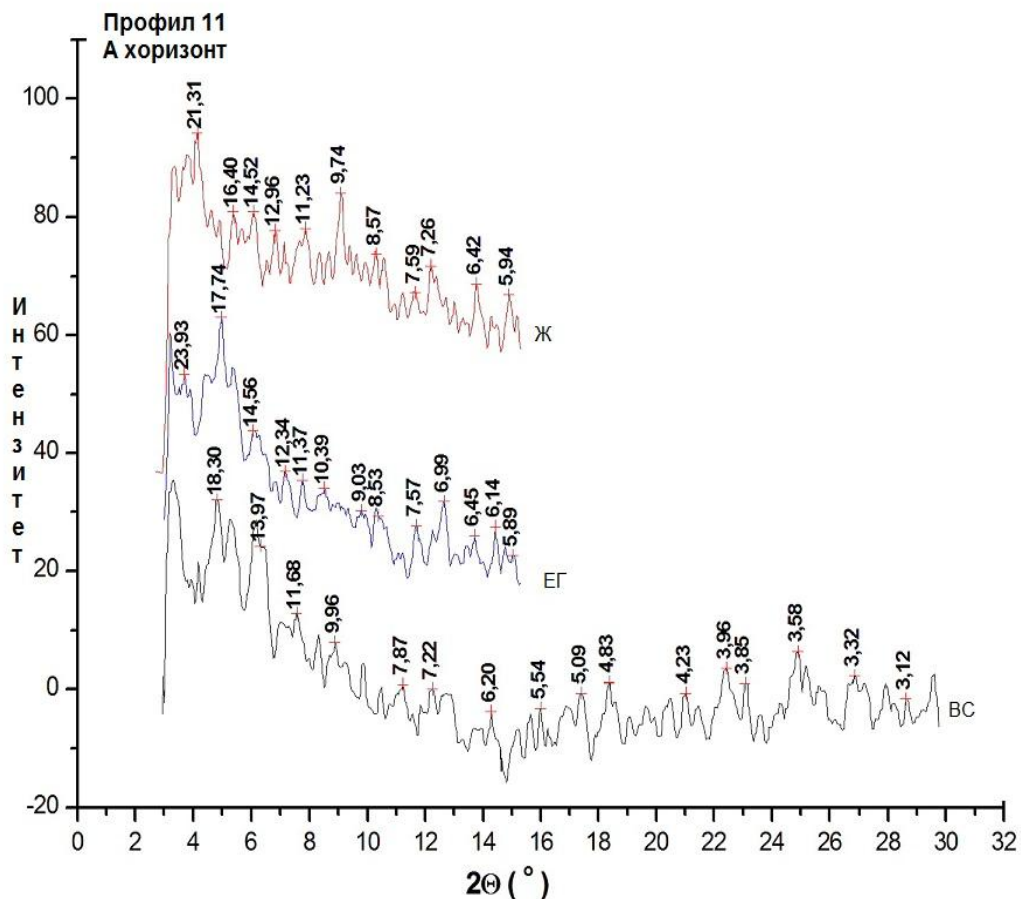
Слика 42. Дистрибуција адсорбованог јона никла у хумусно-акумулативном хоризонту истраживаног земљишта по парцелама

4.8. Минералошки састав испитиваног земљишта

Изабрали смо четири педолошка профила – карбонатну рендзину, излужену рендзину, огањачену рендзину и гајњачу и урадили дифракциону анализу земљишта за карактеристичне хоризоне. За све узорке су снимљени дифрактограми равнoг узорка, дифрактограми оријентисаног узорка, узорка засићеног етилен-гликолом (EG) и узорка жареног на 550°C (за фракцију глине).

4.8.1 Минералошки састав рендзине

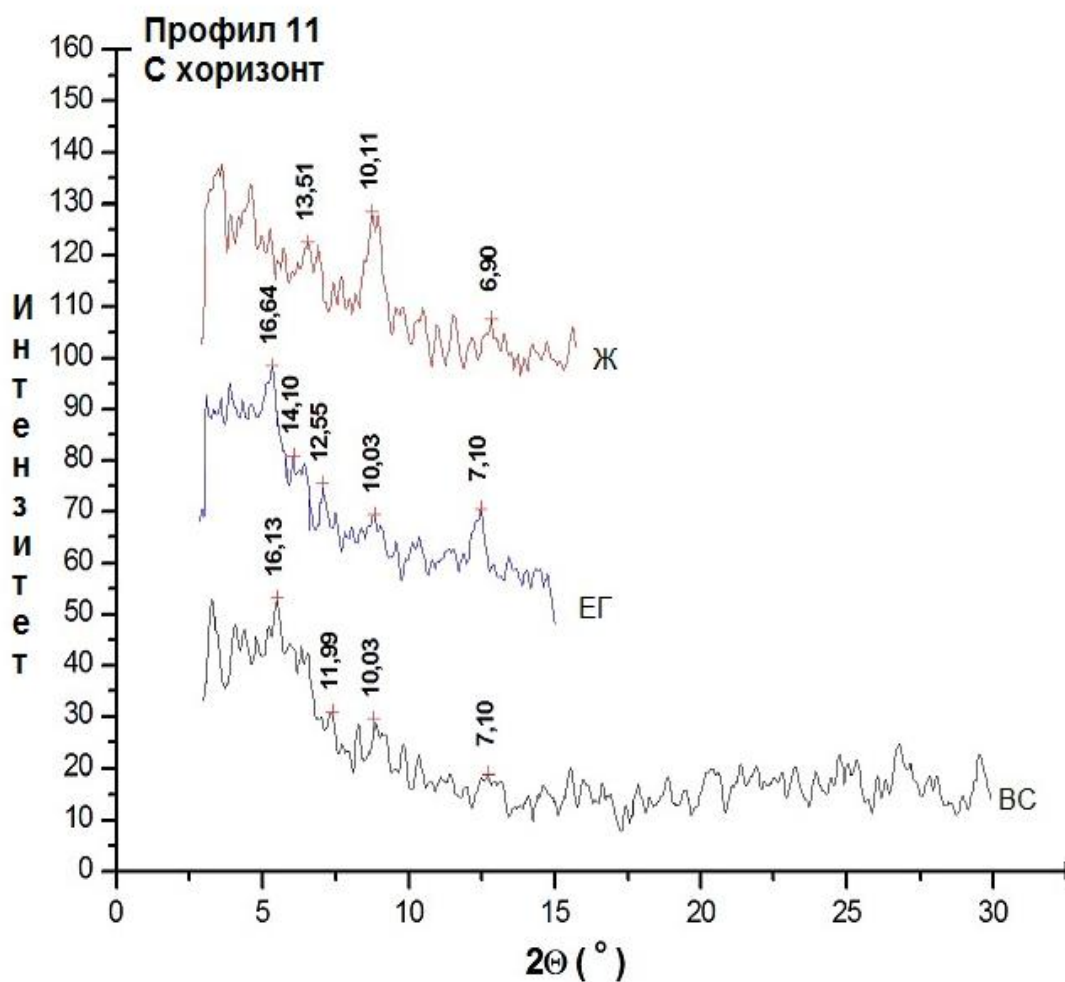
Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта из А хоризонта профила 11 показао је рефлексiju на 13,97 Å. Ова рефлексija се након третмана етилен-гликолом раздвојила на две рефлексije 14,56 Å и 17,74Å. Рефлексija на 17,74Å показује заступљеност минерала из групе смектита. Рефлексija на 14,56 Å након жарења на 550 °C остала је на готово истом положају што указује на заступљеност хлорита у узорку. Потврда овога је постојање рефлексije на 7,26Å, која представља рефлексiju другог реда хлорита. Ова рефлексija је карактеристична и за каолинит, међутим каолинитска рефлексija нестaje код жареног узорка као последица урушавања структуре. Рефлексija на 9,96Å је показатељ заступљености илита у узорку. Ова рефлексija остаје на истом положају после третмана етилен-гликолом, а након жарења се њен интензитет појачава због доприноса рефлексije смектита чија се рефлексija након жарења помера на око 10Å. Рефлексija на 11,68Å код ваздушно сувог узорка представља индикацију постојања мешано слојевитих силиката (МСС) и то највероватније типа илит-смектит или илит-хлорит.



Слика 43. Дифрактограм узорка глине из хумусно-акумулативног хоризонта профила 11 (дијаграми ваздушно сувог узорка (BC), узорка засићеног етилен-гликолом (EG) и жареног (Ж) узорка)

Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта из С хоризонта профила 11 показао је широку рефлексију на 16,13 Å. Ова рефлексија се након засићења етилен-гликолом раздвојила на две рефлексије 16,64 Å и 14,10 Å. Рефлексија на 16,64 Å представља показатељ присуства минерала из групе смектита. Рефлексија на 14,10 Å након третмана жарењем на 550 °C остала је на сличном растојању. Ово представља индикацију присуства хлорита у узорку. Потврда је постојање рефлексије на 6,90 Å која представља рефлексију другог реда хлорита. Ова рефлексија је карактеристична и за каолинит, међутим каолинитска рефлексија нестаје код жареног узорка као последица урушавања структуре. Рефлексија на 10,03

Å у ваздушно сувом узорку је показатељ присуства илита. Ова рефлексија остаје на истом положају после третмана етилен-гликолом, а након жарења се појачава њен интензитет због доприноса рефлексије смектита чија се рефлексија након жарења помера на око 10Å. Рефлексија на 11,99 Å код ваздушно сувог узорка представља индикацију постојања мешано слојевитих силиката (МСС).



Слика 44. Дифрактограм узорка глине из С хоризонта профила 11(дијаграми ваздушно сувог узорка (ВС), узорка засићеног етилен-гликолом (ЕГ) и жареног (Ж) узорка)

По истраживањима Гала и сарадника (Gal et al., 1974) у фракцији глине доминира филосиликат смектит, затим каолинит и нешто илита.

Рендзина садржи гетит и хематит. Гетит се доминатно формира у рендзинама, или директно или трансформацијом ферихидрита из раствора. Однос између гетита и хематита у земљишту је условен првенствено активношћу воде, температуром земљишта, као и садржајем органске материје. Зато однос хематит/(хематит+гетит) може да буде показатељ климе у земљишту. У сувљим и топлијим земљиштима овај однос је већи него у хладнијим и влажнијим (Singer et al., 1998).

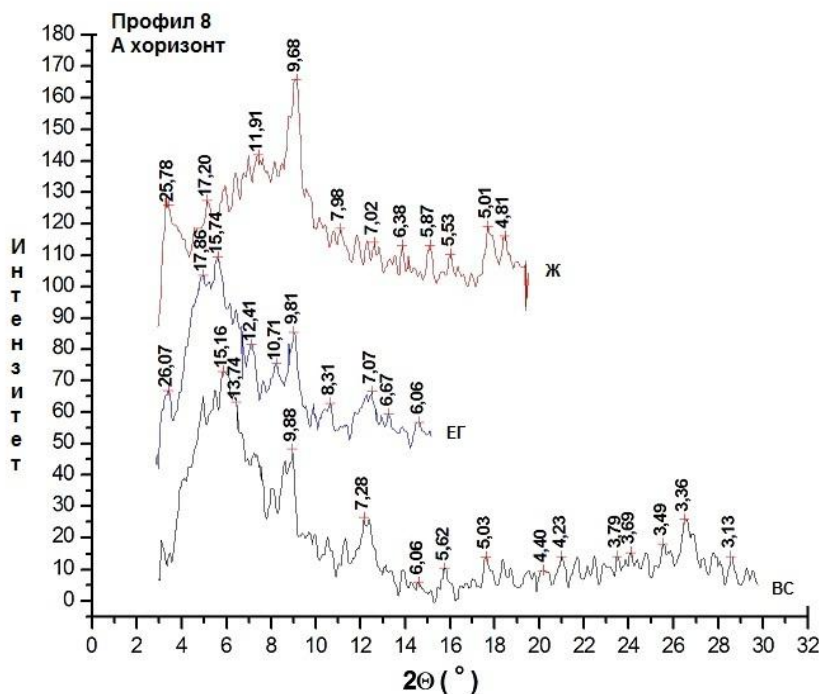
Рендгенски дијаграм спрашеног укупног узорка земљишта из А хоризонта профила 11 показао је присуство кварца, калцита, фелдспата и филосиликата (смектит, илит, каолинит).

Рендгенски дијаграм спрашеног укупног узорка земљишта из С хоризонта профила 11 показао је присуство истих минерала (кварц, калцит, фелдспати и филосиликати) с тим што је евидентан повећан садржај фелдспата у овом хоризонту. Већи садржај фелдспата у дубљем делу земљишног профила указује на успоренију педогенезу и чињеницу да је трансформација фелдспата у филосиликату мање интензивна него у површинском хоризонту. Садржај калцита је висок у оба узорка, што је очекивано за карбонатне рендзине.

4.8.2 Минералошки састав излужене(бескарбонатне) рендзине

Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта из А хоризонта профила 8 показао је рефлексiju на 15,16 Å. Ова рефлексija се након третмана етилен-гликолом раздвојила на две рефлексije 15,74 Å и 17,86Å. Рефлексija на 17,86Å је након третмана жарењем доживела колапс на око 10 Å што представља показатељ присуства минерала из групе смектита. Рефлексija на 15,74 Å након жарења на 550 °C се такође помера ка вишим угловима (око 10 Å) што представља индикацију присуства вермикулита у узорку. Рефлексija на 7,28Å код ваздушно сувог узорка остаје на истом положају након третмана етилен-гликолом, а нестаје након жарења што представља индикацију присуства каолинита. Рефлексija на 9,88Å код ваздушно сувог узорка остаје на истом положају након третмана

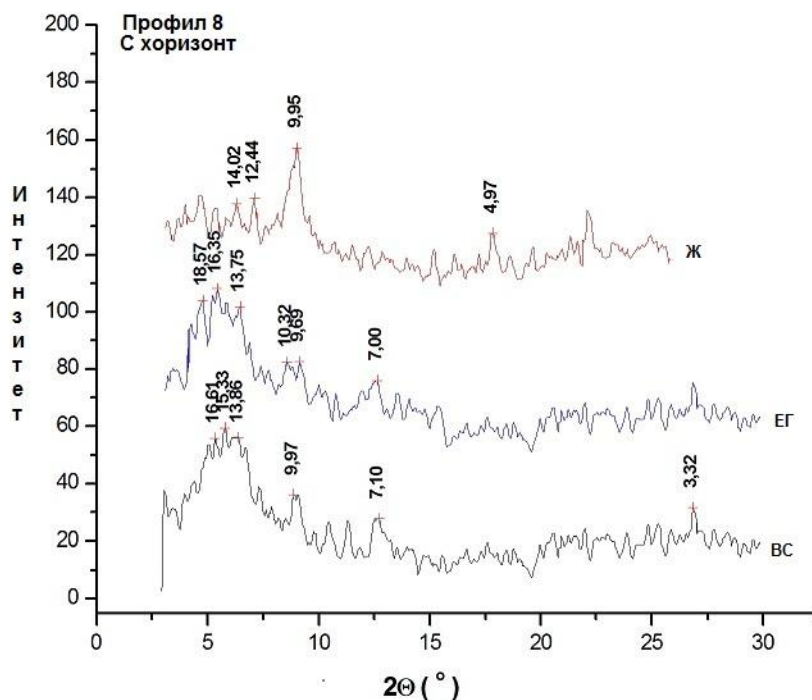
етилен-гликолом и жарењем, што значи да у узоку постоји одређена количина илита. Рефлексија на око 12 Å представља индикацију постојања мешано слојевитих силиката (МСС).



Слика 45. Дифрактограм узорка глине из хумусно-акумулативног хоризонта профила 8 (дијаграми ваздушно сувог узорка (BC), узорка засићеног етилен-гликолом (EG) и жареног (Ж) узорка)

Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта из С хоризонта профила 8 показао је широку рефлексију са неколико дифракционих максимума на 16,61 Å, 15,33 Å и 13,86Å. Ове рефлексије се након третмана етилен-гликолом раздвајају на следеће рефлексије: 16,61 Å и 15,33Å које се померају ка нижим угловима, на 18,57 Å и 16,35Å. Рефлексија на 13,86 Å је након третмана етилен-гликолом и жарењем остала на истом положају (13,75 Å и 14,02 Å), што је индикација присуства хлорита. Рефлексија на 9,97 Å је након третмана етилен гликолом и жарењем остала непромењена, што представља показатељ присуства

минерала илита. Рефлексија на $7,10 \text{ \AA}$ након жарења на $550 \text{ }^\circ\text{C}$ нестаје што представља индикацију присуства каолинита у узорку.



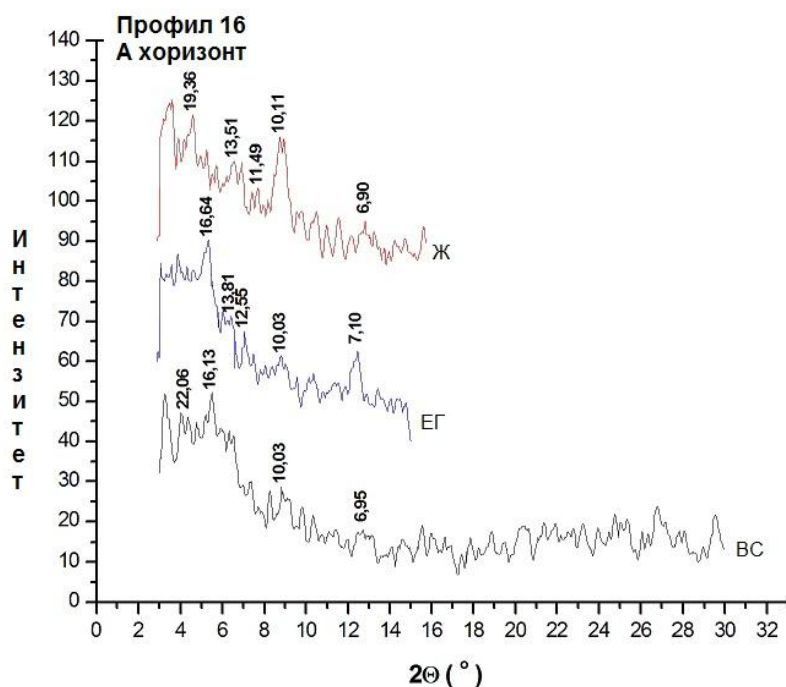
Слика 46. Дифрактограм узорка глине из С хоризонта профила 8 (дијаграми ваздушно сувог узорка (BC), узорка засићеног етилен-гликолом (ЕГ) и жареног (Ж) узорка)

Рендгенски дијаграм спрашеног укупног узорка земљишта из А хоризонта профила 8 показао је присуство кварца, фелдспата и филосиликата (сметтит, вермикулит, илит, каолинит).

Са друге стране, рендгенски дијаграм спрашеног укупног узорка земљишта из С хоризонта профила 8 је поред минерала присутних у А хоризонту (кварц, фелдспати и филосиликати), показао и присуство одређене количине калцита тим што је евидентно повећање садржаја фелдспата у овом хоризонту.

4.8.3 Минералошки састав огањачене рендзине

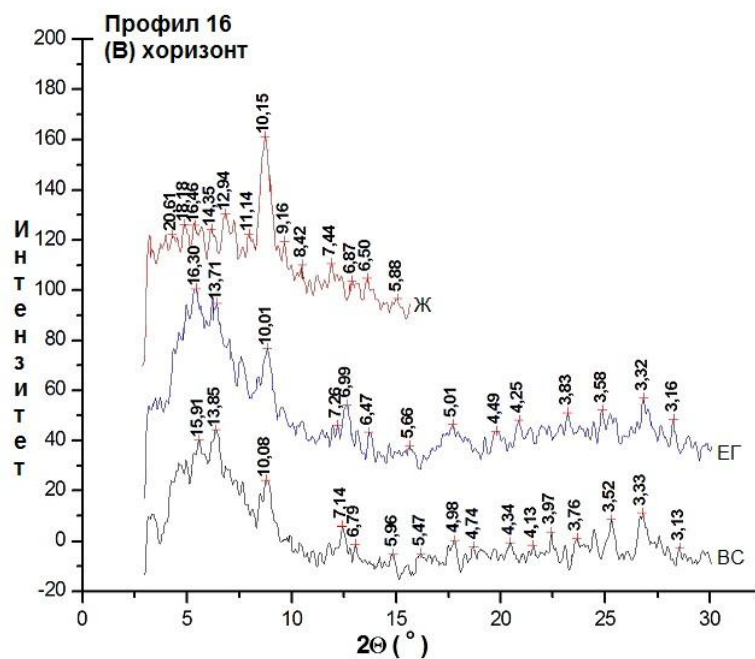
Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта из А хоризонта профила 16 показао је рефлексију на 16,13 Å. Ова рефлексија се након третмана етилен-гликолом помера на 16,64 Å, а након жарења на 10,11 Å што представља показатељ присуства минерала из групе смектита. Мала рефлексија на 10,03 Å након жарења на 550 °С је остала на истом положају, што представља индикацију присуства илита у узорку. Повећање њеног интензитета након жарења је последица доприноса рефлексије смектита. На дијаграму жареног узорка може се приметити рефлексија на 13,51 Å која показује присуство мале количине хлорита у узорку. Потврда ове тврдње је постојање рефлексије другог реда на 6,90 Å. Рефлексија на 22,06 Å код ваздушно сувог узорка је показатељ присуства мешано слојевитих силиката (МСС).



Слика 47. Дифрактограм узорка глине из хумусно-акумулативног хоризонта профила 16 (дијаграми ваздушно сувог узорка (BC), узорка засићеног етилен-гликолом (EG) и жареног (Ж) узорка)

Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта из (В) хоризонта профила 16 показао је рефлексију на 15,91 Å. Ова рефлексија се након третмана етилен-гликолом помера на 16,30 Å, а након жарења на 10,15 Å што представља показатељ присуства минерала из групе смектита. Рефлексија на 13,85 Å остаје на истом положају након третмана етилен-гликолом, а након жарења се помера такође на 10,15 Å, што представља показатељ присуства вермикулита.

Рефлексија на 10,08 Å након третмана етилен-гликолом и након жарења на 550 °С је остала на истом положају, што представља индикацију присуства илита у узорку. Повећање њеног интензитета након жарења је последица доприноса рефлексије смектита. На дијаграму жареног узорка може се приметити рефлексија на 14,35 Å која показује присуство мале количине хлорита у узорку. Потврда ове тврдње је постојање рефлексије другог реда на 7,44 Å. Рефлексија на 12,94 Å код жареног узорка је показатељ присуства мешано слојевитих силиката (МСС).



Слика 48. Дифрактограм узорка глине из камбичног хоризонта профила 16 (дијаграми ваздушно сувог узорка (BC), узорка засићеног етилен-гликолом (ЕГ) и жареног (Ж) узорка)

Рендгенски дијаграм спрашеног укупног узорка земљишта из А хоризонта профила 16 показао је присуство кварца, фелдспата и филосиликата (сметити, илит, каолинит).

Рендгенски дијаграм спрашеног укупног узорка земљишта из (В) хоризонта профила 16 има исти минерални састав као А хоризонт (кварц, фелдспати и филосиликати). Међутим, евидентно је смањење садржаја фелдспата у овом хоризонту. Нижи садржај фелдспата и виши садржај филосиликата је евидентан на дијаграму и он указује на интензивније образовање минерала глине у (В) хоризонту земљишног профила.

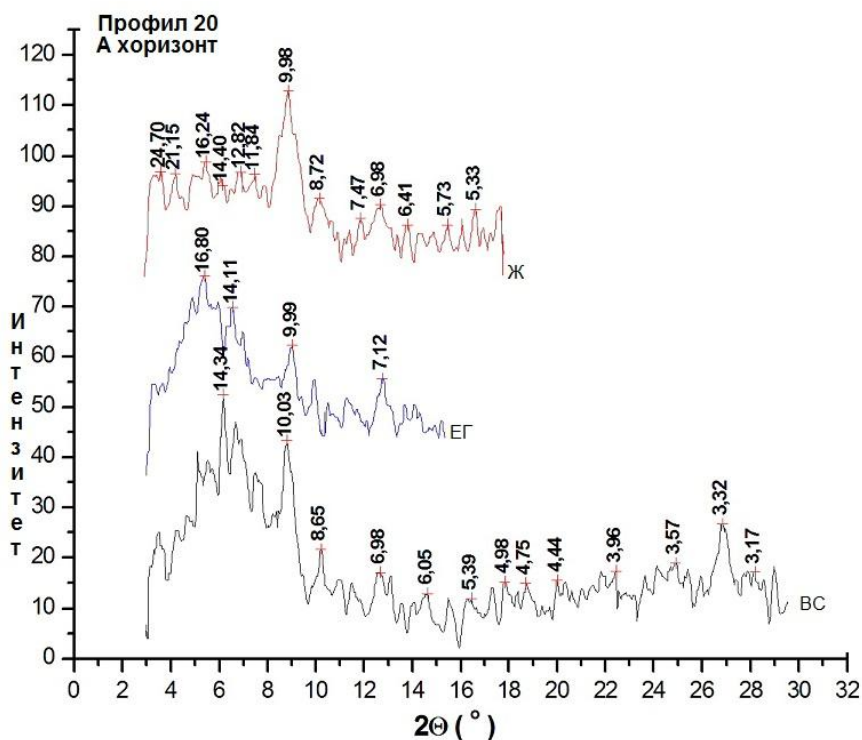
Анализа минералношког састава је показала релативну униформност међутри различита варијетета рендзине. Наиме, код карбонатне рендзине у фракцији глинеу целом профилу доминирају смектит, хлорит, илит и МСС, а у укупном узорку су присутни још и кварц, калцит, фелдспати и филоситикати. Код бескарбонатне рендзине у фракцији глине доминирају смектит, вермикулит, каолинит, илит и МСС, а у укупном узорку још и кварц, фелдспати и филосиликати. Код огајњачене рендзине у фракцији глине површинског хоризонта има највише смектита, илита, хлорита и МСС, а у камбичном хоризонту је идентификовано присуство смектита, вермикулита, илита, хлорита, МСС. У укупном узорку огајњачене рендзине је евидентно присуство кварца и фелдспата.

4.8.4 Минералoшки састав гајњаче

Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта из А хоризонта профила 20 показао је рефлeксију на 14,34 Å. Ова рефлeксија се након третмана етилен-гликолом помера на 16,80 Å, а након жарења на 9,98 Å што указује на заступљеност минерала из групе смектита. Рефлeксија на 10,03 Å остаје на сличном положају након третмана етилен-гликолом и након жарења, што представља показатељ присуства илита.

Рефлeксија на око 7 Å након третмана етилен-гликолом остаје на сличном положају, а након жарења на 550 °C не нестаје што указује на заступљеност хлорита у узорку. Потврда постојања мале количине хлорита у узорку је и постојање

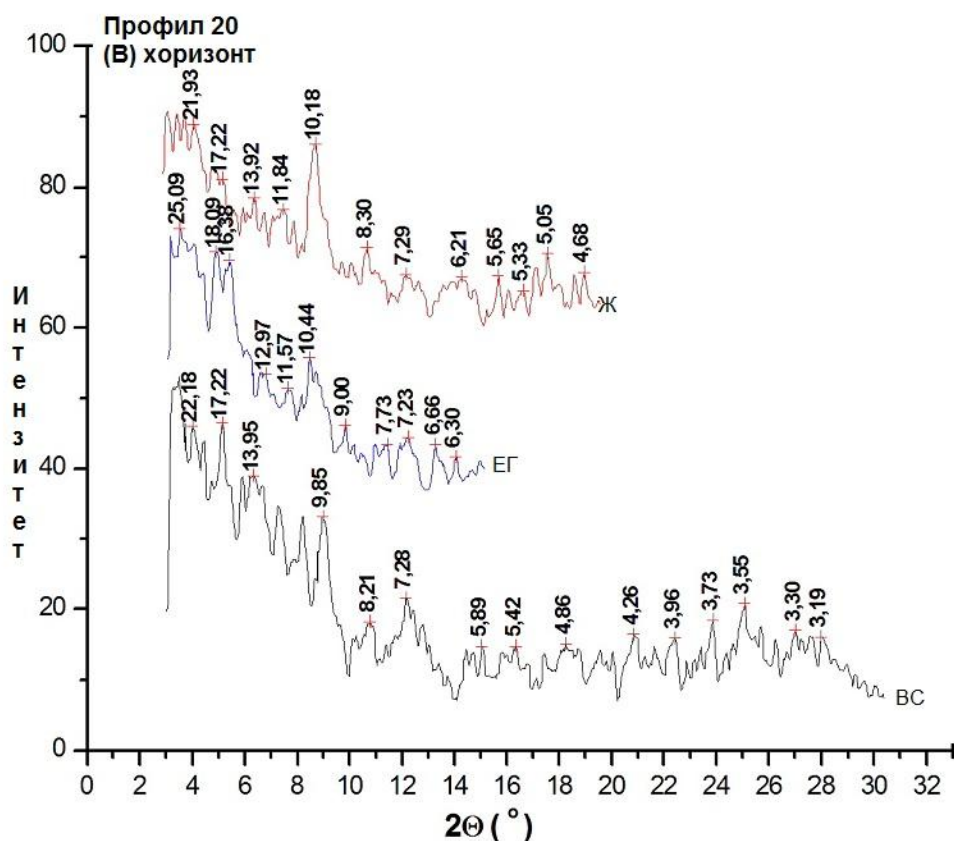
рефлексије на $14,40 \text{ \AA}$ код жареног узорка, односно рефлексије другог реда на око 7 \AA . Рефлексије на око 12 и 13 \AA код жареног узорка представљају рефлексије другог реда мешано слојевитих силиката.



Слика 49. Дифрактограм узорка глине из хумусно-акумулативног хоризонта профила 20 (дијаграми ваздушно сувог узорка (BC), узорка zasiћеног етилен-гликолом (ЕГ) и жареног (Ж) узорка)

Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта из (В) хоризонта (45-70 cm) профила 20 показао је рефлексију на $13,95 \text{ \AA}$. Ова рефлексија се након третмана етилен-гликолом помера на $16,38 \text{ \AA}$, а након жарења на $10,18 \text{ \AA}$ што представља показатељ присуства минерала из групе смектита. Рефлексија на $9,85 \text{ \AA}$ остаје на сличном положају након третмана етилен-гликолом и након жарења, што представља показатељ присуства илита. Повећање њеног интензитета након жарења је последица доприноса рефлексије смектита

Рефлексија на $7,28 \text{ \AA}$ након третмана етилен-гликолом остаје на сличном положају, а након жарења на $550 \text{ }^\circ\text{C}$ не нестаје, што представља индикацију присуства хлорита у узорку. Потврда постојања мале количине хлорита у узорку је и постојање рефлексије на $13,92 \text{ \AA}$ код жареног узорка. Рефлексије на $17,22 \text{ \AA}$ и рефлексије на око 12 и 13 \AA представљају рефлексије мешано слојевитих силиката.

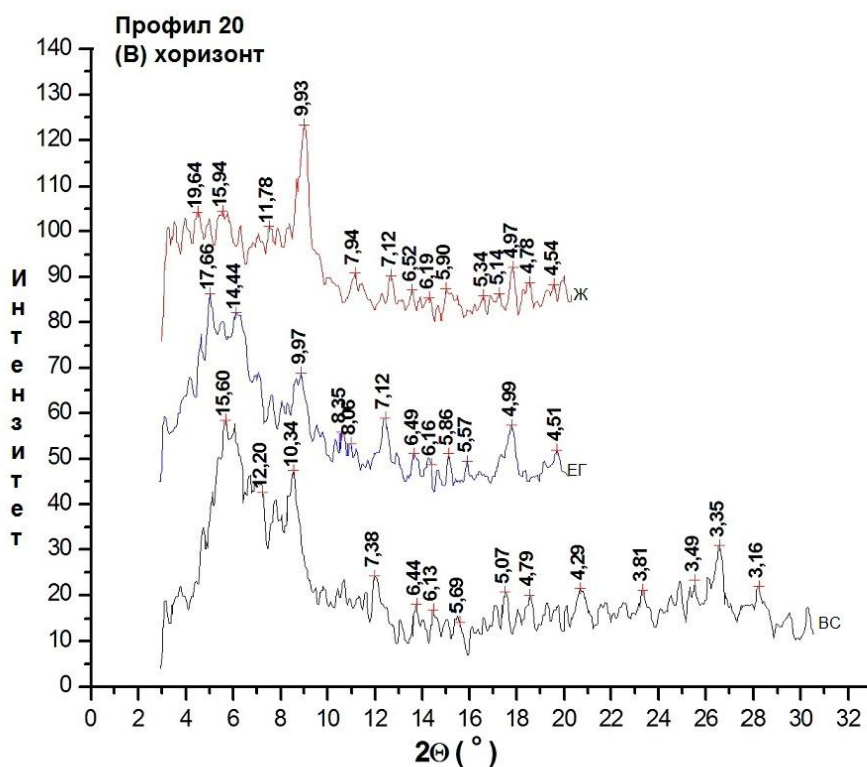


Слика 50. Дифрактограм узорка глине из камбичног хоризонта (45-75 cm) профила 20 (дијаграми ваздушно сувог узорка (BC), узорка засићеног етилен-гликолом (EG) и жареног (Ж) узорка)

Рендгенски дијаграм ваздушно сувог узорка глиновите фракције земљишта из (B) хоризонта (70-100 cm) профила 20 показао је рефлексију на $15,60 \text{ \AA}$. Ова рефлексија се након третмана етилен-гликолом раздваја на две рефлексије. Прва рефлексија се налази на $17,66 \text{ \AA}$, и представља индикацију присуства смектита. Друга

рефлексија се налази на 14,44 Å и након третмана жарењем делом остаје на сличном положају (14,05 Å) што представља показатељ присуства минерала из групе хлорита, а делимично се помера на око 10 Å што представља показатељ присуства вермикулита. Рефлексија на 10,34 Å код ваздушно сувог узорка остаје на сличном положају након третмана етилен-гликолом и након жарења што представља показатељ присуства илита. Повећање њеног интензитета након жарења је последица доприноса рефлексије смектита и вермикулита.

Рефлексија на 7,38 Å након третмана етилен-гликолом остаје на сличном положају, а након жарења на 550 °C не нестаје у потпуности, што представља индикацију присуства хлорита у узорку. Рефлексија на 12,20 Å код ваздушно сувог узорка, као и рефлексија на 11,78 Å код жареног узорка означавају присуство МСС.



Слика 51. Дифрактограм узорка глине из камбичног хоризонта (75-100 cm) профила 20 (дијаграми ваздушно сувог узорка (BC), узорка засићеног етилен-гликолом (ЕГ) и жареног (Ж) узорка)

Код гајњаче у фракцији глине доминирају смектит, илит, хлорит, вермикулит и МСС. Процес огајњачавања, који се одликује и појачаном аргилогенезом у средишњем делу профила се може уочити и променом минералошког састава код огајњачене рендзине и гајњаче, нарочито уколико се посматра укупни узорак. Наиме, рендгенски дијаграм спрашеног укупног узорка земљишта из А хоризонта профила 20 показао је присуство кварца, фелдспата и филосиликата (смектити, илит, хлорит). Док је рендгенски дијаграм спрашеног укупног узорка земљишта из (В) хоризонта профила 20 показао исти минерални састава као А хоризонт (кварц, фелдспати и филосиликати). Међутим, очигледноје смањење садржаја фелдспата у овом хоризонту. Нижи садржај фелдспата и виши садржај филосиликата је евидентан на дијаграму и он указује на интензивније образовање минерала глине у овом хоризонту земљишног профила.

5. Закључци

Резултати нашег истраживања су показали да је за израду педолошке карте која се најефикасније може употребити у виноградарству, најбоље комбиновати методе традиционалног картирања са савременим методама које подразумевају употребу уређаја и софтвера за прецизно позиционирање података у простору и њихову геостатистичку анализу, јер само педолошка карта која верно одражава варијабилност земљишта на одређеном микролокалитету може да се ефикасно користи при подизању и експлоатацији засада винове лозе.

Узорковање земљишта које је спроведено по густој правилној мрежи је допринело да се добију статистички валидни узорци што је и показала анализа њихових својстава помоћу геостатистичких метода које се најчешће примењују у свету (АР анализа и криговање). Истраживање је показало да се најбољи резултати постижу применом методе криговања, што је омогућило нови приступ теренском

испитивању земљишта, тако да су места за отварање основних педолошких профила позиционирана помоћу кригинга.

На основу анализе својстава земљишта из свих генетских хоризоната 20 педолошких профила стандардним методама, идентификовали смо различите систематске категорије земљишта на релативно малом простору (око 6 ha) који је униформан по начину коришћења и матичној стени, при чему су својства тог земљишта тако разноврсна да у великој мери могу утицати на успешност виноградарске производње.

Користећи изабрани модел, идентификовали смо два типа земљишта: рендзину и гајњачу, одредили њихову дистрибуцију, као и постепени прелазак једног типа у други. Истраживањем унутрашње морфологије смо закључили да су земљишта из реда аутоморфних, без сувишног влажења. Спадају у класу хумусно акумулативних (рендзина, бескарбонатна рендзина, посмеђена рендзина) и класу камбичних земљишта (гајњача).

Хумусни хоризонт испитиваних рендзина је дебљине од 20 до 60 cm. Калцијум-карбонат се јавља од површине или од извесне дубине, што је и условило њихову даљу поделу на варијетете. Хоризонт А постепено прелази у С хоризонт, тако да је прелазни АС хоризонт дебљине од 25 до 40 cm.

Код земљишта типа рендзина су утврђена следећа својства: активна киселост површинског хоризонта карбонатне рендзине је од 7,47 до 8,02, док се код бескарбонатне и огајњачене рендзине креће од 6,02 до 7,37; концентрација калцијум-карбоната је у границама од 0,2 % до 24 %; садржај органског угљеника у хумусном хоризонту је од 1,03 % до 2,48 %. Хидролитичка киселост излужене и огајњачене рендзине се креће у интервалу од 0,18 cmol/kg до 2,36 cmol/kg. Сума разменљиво адсорбованих базних катјона се креће у границама од 17,27 cmol/kg до 31,50 cmol/kg. Тотални капацитет адсорпције је код излужене рендзине 31,68 cmol/kg, док је код огајњачене рендзине у површинском хоризонту у границама од 19,63 cmol/kg до 25,40 cmol/kg. Приступачног калијума има највише у површинском хоризонту (12,52 mg K₂O/100g - 20,50 mg K₂O/100). Садржај приступачног фосфора се веома разликује по дубини профила. Креће се од 1,00 mg P₂O₅/100g до 25,80

mgP₂O₅/100g. Приступачног калцијума има највише у варијетету карбонатне рендзине (просечно 33,58 cmol/kg). У осталим варијететима га има мање услед испирања (од 16,50 cmol/kg до 24,00 cmol/kg). Приступачног магнезијума има више излуженој и огајњаченој рендзине него у карбонатној (3,44 cmol/kg - 5,29 cmol/kg). Код свих варијетета истраживане рендзине присутан је повећан садржај приступачног бакра у површинском хоризонту (2,64 ppm - 40,33 ppm). У осталим хоризонтима садржај бакра је доста нижи, а у матичном супстрату је од 0,61 до 1,53 ppm. Садржај јона гвожђа се кретао у интервалу од 4,2 ppm до 35,84 ppm и он је у снажној негативној корелацији са садржајем калцијум-карбоната. Према механичком саставу, истраживане рендзине су прашкасто-глиновите иловаче. По дубини профила нема значајних разлика у текстури. Просечна вредност специфичне масе је 2,64 g/cm³, док се запреминска маса у површинском хоризонту креће у интервалу од 1,06 до 1,51 g/cm³.

На основу модела који је коришћен за идентификацију земљишта, идентификован је и тип земљишта гајњача. Педолошки профили гајњача су на истраживаном локалитету грађе А-(В)-С. Хумусни хоризонт ових гајњача је дубок 30-47 cm. Активна киселост овог земљишта се креће у интервалу од 5,61 до 7,03 и релативно је уједначена по дубини, док се нагло повећава у С хоризонту као последица присуства калцијум-карбоната. Органског угљеника у хумусном хоризонту има од 1,32 % до 2,14 %. Хидролитичка киселост се креће се у интервалу од 2,43 до 1,09 cmol/kg, а сума разменљиво адсорбованих базних од 16,76 cmol/kg до 23,88 cmol/kg. Тотални капацитет адсорпције је просечно 22,29 cmol/kg. Приступачног калијума у површинском хоризонту има од 15,62mg K₂O/100g до 25,25mg K₂O/100g. Концентрација приступачног фосфора у површинском хоризонту је од 0,62 mg P₂O₅/100g земљишта до 12,10 mg P₂O₅/100g земљишта. Приступачног калцијума има од 14,50 cmol/kg до 19,50 cmol/kg, а магнезијума од 3,52 cmol/kg до 5,14 cmol/kg. Приступачних јона бакра има од 2,33 ppm до 38,79 ppm. Садржај јона гвожђа се креће у интервалу од 9,41 ppm до 48,91 ppm.

Поређење садржаја доступних микроелемената у истраживаном земљишту је показало разлику међу типовима. Може се уочити повећање садржаја приступачних

микроелемената идући од карбонатне рендзине, преко бескарбонатне и огајњачене рендзине, да би у гајњачи достигао највеће вредности. Ово се може објаснити одсуством калцијум-карбоната у гајњачи, самим тим и нешто нижим рН вредностима што ствара услове за већу покретљивост микроелемената.

Према текстури, идентификоване гајњаче су прашкасто-глиновите иловаче. Садржај глине је највећи у у камбичном хоризонту (и на прелазу је ка прашкастим глинушама). Наиме, садржај глине у површинском хоризонту и у матичној стени је мањи од садржаја у камбичном хоризонту што указује на одвијање аргилогенезе у самом хоризонту. У површинском хоризонту се креће од 34,16 % до 38,61 %, а у камбичном хоризонту је нешто виши (34,38 % до 40,14 %), док је у матичној стени је најнижи (од 30,66 до 32,53 %). Просечна вредност специфичне масе је 2,63 g/cm³, вредност запреминске масе се креће у интервалу од 1,11 g/cm³ до 1,44 g/cm³ у хумусно акумулативном хоризонту, а у камбичном хоризонту од 1,36 g/cm³ до 1,56 g/cm³. Камбични хоризонт истраживаних гајњача је дебљине 43-70cm, карактеристичне црвенкасто-смеђе боје и тежег механичког састава од површинског хоризонта.

Образовање минерала глине се, осим по текстури, могло уочити и на основу XRD анализе минералошког састава тј. на основу промене минералошког састава код рендзине и гајњаче, нарочито уколико се посматра укупни узорак. Наиме, анализа минералошког састава је показала релативну униформност међу три различита варијетета рендзине, где су у глиновитој фракцији углавном заступљени смектит, хлорит, илит и МСС, а код гајњаче: смектит, илит, хлорит, вермикулит и МСС. Рендгенски дијаграм спрашеног укупног узорка земљишта из А хоризонта профила карбонатне рендзине је показао присуство кварца, калцита, фелдспата и филосиликата (смектит, илит, каолинит), а из С хоризонта присуство истих минерала (кварц, калцит, фелдспати и филосиликати) с тим што је очигледан повећан садржај фелдспата. Већи садржај фелдспата у дубљем делу земљишног профила указује на успоренију педогенезу и чињеницу да је трансформација фелдспата у филосиликате мање интензивна него у површинском хоризонту. Садржај калцита је висок у оба узорка, што је очекивано за карбонатне рендзине.

Рендгенски дијаграм спрашеног укупног узорка земљишта из А хоризонта гајњаче је показао присуство кварца, фелдспата и филосиликата (сметити, илит, хлорит), а (В) хоризонта исти минералошки састав као А хоризонт (кварц, фелдспати и филосиликати). Међутим, очигледно је смањење садржаја фелдспата у овом хоризонту. Нижи садржај фелдспата и виши садржај филосиликата је евидентан и он указује на интензивније образовање минерала глине у камбичном хоризонту гајњаче.

Према међусобном распореду педолошких профила, може се закључити да је хумусно акумулативно земљиште - рендзина, која се образовала на растреситом карбонатном супстрату (песковити лапорци) еволуирало у гајњачу. На релативно малом истраживаном простору се може испратити ендогена еволуција рендзине. Рендзине су краткотрајни стадијум који брзо еволуира у следећи стадијум, најчешће са А-(В)-С профилем. На испитиваном локалитету се на малом простору може пратити један еволуциони низ – постепени прелазак хумусно-акумулативног земљишта у камбично земљиште (карбонатна рендзина → бескарбонатна рендзина/излужена рендзина → рендзина у огајњачавању/посмеђена рендзина → гајњача). Испирање карбоната који су присутни у матичној стени, као и процеси огајњачавања су израженији на заравњеним деловима терена. Ово се може тумачити већим количинама падавина које су притицале у земљиште (нису отицале по површини) и које су довеле до интензивнијег испирања карбоната.

Наши резултати су показали да је коришћењем нових технологија и софтверских пакета могуће смањити трошкове теренских истраживања при идентификацији систематских категорија земљишта.

6. Литература

- Alloway, B.J. (1995): *Heavy Metals in Soils*. Blackie Academic & Professional, London
- Bai, Y., Wang, Y. (2011): Spatial variability of soil chemical properties in a Jujube slope on the Loess Plateau of China. *Soil Science* 176:550–558
- Barbeau, G, Asslin, C., Morlat, R., Jacquet, A., Pinard, C. (1998): Comportement du cépage Cabernet franc dans différents terroirs du Val de Loire, Incidence de la précocité sur la composition de la vendange en année climatique normale. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 32, 2: 69-81
- Ben-Dor, E. (2002): Quantitative remote sensing of soil properties. *Advances in Agronomy* 75:173–243
- Ben-Dor, E., Patkin, K., Banin, A., and Karnieli, A. (2002): Mapping of several soil properties using DAIS-7915 hyperspectral scanner data – a case study over clayey soils in Israel. *International Journal of Remote Sensing* 23:1043–1062
- Ben-Dor, E., Goldshleger, N., Benyamini, Y., Agassi, M., and Blumberg, D. G. (2003): The spectral reflectance properties of soil structural crusts in the 1.2- to 2.5- μ m spectral region. *Soil Science Society of America Journal* 67:289–299
- Bishop, T., McBratney, A. (2001): A comparison of prediction methods for the creation of field-extent soil property maps. *Geoderma* 103 (1–2): 149–160
- Bodin, F., Morlat, R. (2006): Characterization of viticultural terroirs using a simple field model based on soil depth I. Validation of the water supply regime, phenology, and vine vigour, in the Anjou vineyard (France). *Plant and Soil* 281:37–54
- Bolo, P., Morlat, R., Rioux, D. (1996): Un système d'informations à références spatiales sur le vignoble: un outil performant d'aide aux recherches sur la caractérisation des terroirs viticoles. *Actes du premier colloque international sur les terroirs viticoles*, Angers, 113–117
- Boneva, K. (1998): Clay minerals in gray forest soils from north Bulgaria and an attempt to group the soils according to the mineralogical composition. *Soil Science, Agrochemistry and Ecology Journal* 33(3):23-25 (in Bulgarian)

- Bourennane, H., King, D. (2003): Using multiple external drifts to estimate a soil variable. *Geoderma* 114: 1–18
- Bourennane, H., King, D., Chery, P., Bruand, A. (1996): Improving the kriging of a soil variable using slope gradient as external drift. *European Journal of Soil Science* 47 (4): 473–483
- Boyer, J.D., Wolf, T.K. (2000): Development and preliminary validation of Geographic Information System approach to vineyard site suitability assessment in Virginia. *Proceedings 5th International Symposium on Cool Climate Viticulture and Oenology, Adelaide Workshop 16 „Site Selection and Vineyard Planning“* pp 1-10
- Бошњак, Ђ., ур. (1997): Методе истраживања и одређивања физичких својстава земљишта, Југословенско друштво за проучавање земљишта / ЈДПЗ. Приручник за испитивање земљишта, Нови Сад
- Bravdo, B.A. (2000): Effect of mineral nutrition and salinity on grape production and wine quality. *ISHS Acta Horticulturae* 512.2
- Bravdo, B. (2001): Effect of Cultural Practices and Environmental Factors on Fruit and Wine quality. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 66 (1): 13-20
- Brun, L.A., Maillet, J., Hunsinger, P., Pe pin, M. (2001): Evaluation of copper availability to plants in copper-contaminated vineyards soils. *Environmental Pollution* 111: 293–302
- Brus, D. J. and Heuvelink, G. B. M. (2007): Optimization of sample patterns for universal kriging of environmental variables. *Geoderma* 138: 86–95
- Bryk, M. (2016): Macrostructure of diagnostic B horizons relative to underlying BC and C horizons in Podzols, Luvisol, Cambisol, and Arenosol evaluated by image analysis. *Geoderma* 263: 86-103
- Bui, E.N., Loughhead, A., Corner, R. (1999): Extracting soil–landscape rules from previous soil surveys. *Australian Journal of Soil Research* 37 (3): 495–508
- Buol, S.W., Hole, F.D., McCracken, R.J., Southard, R.J. (1997): *Soil Genesis and Classification*. 4th ed. Iowa State University Press
- Buondonno, A., Colella, A., Coppola, E., de' Gennaro, B., de' Gennaro, M., Langella, A., Leone, A.P., Odierna, P., Ricciardi, V., Colella, C. (2008): A proposal for an eno-geopedological map of Campania region (Italy) based on vineyard/tuff formation links, a study case on “asprinio” terroir. In: Gregori, L. (Ed.) *Proc. Conv. Int. “Paesaggi, terroirs e i paesaggi del vino”* Perugia, Italy, 6–9 novembre 2006, Nuova Phromos, Città di Castello (PG), pp. 59–70

- Carey, V.A., Archer, E., Barbeau, G., Saayman, D. (2008): Viticultural terroirs in Stellenbosch, South Africa II, The interaction of Cabernet Sauvignon and Sauvignon blanc with environment. *Journal of International Science Vigne Vin* 42 (4):185–201
- Carre, F., Girard, M.C. (2002): Quantitative mapping of soil types based on regression kriging of taxonomic distances with landform and land cover attributes. *Geoderma* 110 (3–4): 241–263
- Chagnon, M., Pare, D., Hebert, C., Camire, C. (2001): Effect of experimental liming on collembolan communities and soil microbial biomass in a southern Quebec sugar maple (*Acer saccharum* Marsh) stand. *Applied Soil Ecology* 17:81–90
- Chopin, E.I.B., Marin, B., Mkoungafoko, R., Rigaux, A., Hopgood, M.J., Delannoy, E., Cances, B., Laurain, M. (2008): Factors affecting distribution and mobility of trace elements (Cu, Pb, Zn) in a perennial grapevine (*Vitis vinifera* L.) in the Champagne region of France. *Environmental Pollution* 156: 1092–1098
- Christensen, P. (2002): Monitoring and Interpreting Vine Mineral Nutrition Status for Wine Grapes. *Proceedings of the Central Coast Wine Grape Seminar Salinas, California*
- 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 texture of calcaric and non-calcaric rendzina soils in Serbia. *Zemljište i biljka* 55:141-151
- Cupać, S., Đorđević, A., Jovanović, Lj. (2007): 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., Tomić, Z. (2008): The effect of decarbonation on humus composition in Serbian rendzina soils. *Zemljište i biljka* 57:69-77
- Čoga, L., Slunjski, S., Herak Čustić, M., Maslač, J., Petek, M., Čosić, T., Pavlović, I. (2009): Influence of soil reaction on phosphorus, potassium, calcium and magnesium dynamics in Grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus* vol.74, 1:39-43
- Ђирић, М. (1991): Педологија. Завод за уџбенике и наставна средства „Свјетлост“, Сарајево,
- Dematte, J. A. M. and Nanni, M. R (2003): Weathering sequence of soils developed from basalt as evaluated by laboratory (IRIS), airborne (AVIRIS) and orbital (TM) sensors. *International Journal of Remote Sensing* 24 :4715–4738

- Dematte, J. A. M., Genu, A. M., Fiorio, P. R., Ortiz, J. L., Mazza, J. A. and Leonardo, H. C. L. (2004): Comparison between soil maps obtained by spectral remote sensing and conventional method. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 39: 1219–1229
- Dent, D., Young, A. (1981): *Soil Survey and Land Evaluation*. Vol. XIII, George Allen & Unwin, London
- Dobos, E., Hengl, T. (2009): Soil mapping applications. In: Reuter, H.I., Hengl, T. (Eds.), *Geomorphometry: Concepts, Software and Applications*. Elsevier, New York
- Dokuchaev, V. V. (1967): Selected works of V.V. Dokuchaev. Israel Program for Scientific Translations, available from the U.S. Dept. of Commerce, Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information, Jerusalem, Springfield
- Draper, N.R. and Smith, H. (1998): *Applied regression analysis*. 3rd ed. Wiley, New York
- Eldeiry, A. A. and Garcia, L. A. (2010): Comparison of Ordinary Kriging, Regression Kriging, and Cokriging Techniques to Estimate Soil Salinity Using LANDSAT Images. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 136: 355–364
- Филиповски, Г. (1968): Педологија. Универзитет у Скопљу, Скопље
- Florinsky, I. V. (1998): Combined analysis of digital terrain models and remotely sensed data in landscape investigations. *Progress in Physical Geography* 22: 33–60
- Florinsky, I.V. Eilers, R.G., Manning, G.R., Fuller, L.G. (2002): Prediction of soil properties by digital terrain modeling. *Environmental Modeling and Software* 17(3): 295-311
- Frias, S., Trujillo, J.P., Pena, E.M., Conde, J.E. (2001): Classification and differentiation of bottled sweet wines of Canary Islands (Spain) by their metallic content. *European Food Research and Technology* 213: 145-149
- Gabler, H.E. (1997): Mobility of heavy metals as a function of pH of samples from an overbank sediment profile contaminated by mining activities. *Journal of Geochemical Exploration* 58:185–194
- Galvao, L. S., Formaggio, A. R., Couto, E. G. and Roberts, D. A. (2008): Relationships between the mineralogical and chemical composition of tropical soils and topography from hyperspectral remote sensing data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote sensing* 63: 259–271

- Gessler, P., Moore, I., McKenzie, N., Ryan, P. (1995): Soil-landscape modelling and spatial prediction of soil attributes. *International Journal of Geographical Information Systems* 9 (4): 421–432
- Gladstones J.S. (1992): *Viticulture and Environment*. Winetitles, South Australia
- Gobin, A. (2000): Participatory and spatial-modelling methods for land resources analysis. PhD thesis, Katholiek Universiteit Leuven.
- Gobin, A., Campling, P., Feyen, J. (2001): Soil-landscape modelling to quantify spatial variability of soil texture. *Physics and Chemistry of the Earth. Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere* 26 (1): 41 – 45
- González, A., Llorens, A., Cervera, M.L., Armenta, S., de la Guardia, M. (2009): Elemental fingerprint of wines from the protected designation of origin Valencia. *Food Chemistry* 112: 6–34
- Goovaerts, P. (1997): *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. Oxford University Press, New York
- Goovaerts, P. (1999): Using elevation to aid the geostatistical mapping of rainfall erosivity. *Catena* 34 (3–4): 227–242
- Goovaerts, P. (2000): Estimation or simulation of soil properties? An optimization problem with conflicting criteria. *Geoderma* 97: 165–186
- Gotway, C.A., Stroup, W.W. (1997): A generalised model approach to spatial data analysis and prediction. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics* 2: 157-178
- Gotway, C.A., Ferguson, R.B., Hergert, G.W., Peterson, T.A. (1996): Comparison of kriging and inverse-distance methods for mapping soil parameters. *Soil Science Society of America Journal* 60:1237–1247
- Goulet, E. and Morlat, R. (2011): The use of surveys among wine growers in vineyards of the middle-Loire Valley (France), in relation to terroir studies. *Land Use Policy* 28: 770–782
- Grishkan, I., Tsatskin, A. and Nevo, E. (2009): Comparative mycobiotic and edaphic analyses of two neighboring soil profiles on different lithologies in Upper Galilee, Israel. *European Journal of Soil Biology* 45: 341–350
- Guilbault, P., Morlat, R., Rioux, D. (1998): Elaboration de cartes conseil pour une gestion du terroir a l'échelle parcellaire. Utilisation d'algorithmes basés sur des paramètres physiques du

milieu naturel. Actes du 2^{me} Colloque International sur les Terroirs viticoles, Sienne, Italie, pp. 741–751

- Hancock, J. (1999): Feature review. Terroir. The role of geology, climate, and culture in the making of French wines by J.E. Wilson (1998) *Journal of Wine Research* 10: 43-49
- Hartemink, A.E., Hempel, J., Lagacherie, P., McBratney, A.B., McKenzie, N.J., MacMillan, R.A., Minasny, B., Montanarella, L., Mendonça Santos, M.L., Sanchez, P., Walsh, M., Ghang, G.L. (2010): Global SoilMap. net—a new digital soil map of the world. In: Boettinger, J.L., Howell, D.W., Moore, A.C., Hartemink, A.E., Kienast-Brown, S. (Eds.). *Digital Soil Mapping: Bridging Research, Environmental Application, and Operation*. Springer Science, Dordrecht
- Hengl, T. (2009): A Practical Guide to Geostatistical mapping. EUR 22904 EN Scientific and Technical Research report. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg
- Hengl, T., Heuvelink, G., Stein, A. (2004): A generic framework for spatial prediction of soil variables based on regression-kriging. *Geoderma* 120: 75 – 93
- Heuvelink, G.B.M., Webster, R. (2001): Modelling soil variation: past, present, and future. *Geoderma* 100 (3–4): 269–301
- Hewitt, A. (1993): Predictive modelling in soil survey. *Soil and Fertilizers* 56 (3): 305–314
- Howari, F. M., Goodell, P. C. and Miyamoto, S. (2002): Spectral properties of salt crusts formed on saline soils. *Journal of Environmental Quality* 31: 1453–1461
- Huber, D.M. and Army, D.C. (1985): Interactions of potassium with plant disease. In: R.D, Munson 'Potassium in Agriculture'. Madison, pp 467-488
- Hugget, J.M. (2005): Geology and wine: a review. *Proceedings of the Geologists' Association*, 117, pp. 239-247
- Ibañez, J.J., De-Alba, S., Lobo, A., Zucarello, V. (1998): Pedodiversity and global soil patterns at coarse scales (with discussion). *Catena* 83: 171–214
- Irvin, B. J., Ventura, S. J., and Slater, B. K. (1997): Fuzzy and isodata classification of landform elements from digital terrain data in Pleasant Valley, Wisconsin. *Geoderma* 77: 137–154
- Isaaks, E.H. and Srivastava, R.M. (1989): *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York

- Itami, R.M., Whiting, J., Hirst, K. and Maclaren, G. (2000): Use of analytical hierarchy process in cool climate GIS site selection for wine grapes. Proceedings 5th International Symposium on Cool Climate Viticulture and Oenology, Adelaide. Section 1B Climate and Crop estimation, pp.1 -8
- IUSS Working Group WRB (2006): World reference base for soil resources 2006. World Soil Resources Reports No. 103, FAO, Rome
- Иванишевић, Д., Јакшић, Д., Кораћ, Н. (2015): Виноградарски атлас. Републички завод за статистику, Београд
- Jahn, R., Blume, H.P., Asio, V.B., Spaargaren, O., Schad, P. (2006): Guidelines for Soil Description 4th ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
- Jakovljevic, M., Blagojevic, S. and Antic-Mladenovic, S. (2002): Fluorine content in soils of northern Pomoravlje. Journal of Agricultural Sciences Vol. 47, 2: 121-128
- Jenny, H (1941): Factors of soil formation; a system of quantitative pedology. 1st Edn., McGraw-Hill book company, New York
- Kabata-Pendias, A., Pendias . (2001): Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Boca Raton
- Kalicka, M., Witkowska-Walczak, B., Slawiński, C. and Dêbicki, R. (2008): Impact of land use on water properties of rendzinas. International Agrophysics 22: 333-338
- Katai, J., Olah Zsuposne, A., Vago, I. (2011): Comparative evaluation of soil types with different properties. Research Journal of Agricultural Science 43 (3)
- Kay, S.(1988): Modern Spectral Estimation: Theory and Application/Book and Disk Prentice-Hall Signal Processing Series: Advanced monographs · Prentice-Hall signal processing series
- Keller, M., Kummer, M. and Vasconcelos, M.C. (2001): Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply rootstock. Australian Journal of Grape and Wine Research 7(1): 12-18
- Kemmitt, S.J., Wright, D., Jones, D.L. (2005): Soil acidification used as a management strategy to reduce nitrate losses from agriculture land. Soil Biology and Biochemistry 37:867–875
- Kempen, B., Brus, D.J., Heuvelink, G.B.M., Stoorvogel, J.J. (2009): Updating the 1:50,000 Dutch soil map using legacy soil data: a multinomial logistic regression approach. Geoderma 151:311–326

- Kempen, B., Brus, D. J., Stoorvogel, J. J., Heuvelink, G. B. M. and de Vries, F. (2012): Efficiency Comparison of Conventional and Digital Soil Mapping for Updating Soil Maps. *Soil Science Society of America Journal* 76: 2097–2115
- Kment, P., Mihaljevič, M., Ettlér, V., Šebek, O., Strnad, L., Rohlova, L. (2005): Differentiation of Czech wines using multielement composition – A comparison with vineyard soil. *Food chemistry* 91, 1: 157-165
- Кнежевић, М. и Кошанин, О. (2010): Рендзине у заједници букве, јеле и смрче са белим бором у НП „Тара“. *Гласник Шумарског факултета Београд* 101:101-112
- Knotters, M., Brus, D., Voshaar, J. (1995): A comparison of kriging, co-kriging and kriging combined with regression for spatial interpolation of horizon depth with censored observations. *Geoderma* 67 (3–4): 227–246
- Komarek, M., Vane, A., Chrastny, V., Szakova, J., Kubova, K., Drahotad, P., Balika, J. (2009): Retention of copper originating from different fungicides in contrasting soil types. *Journal of Hazardous Materials* 166: 1395–1402
- Krnačova, Z., Hreško, J., Kanka, R. and Boltižiar, M. (2013): The evaluation of ecological factors affecting environmental functions of the soils in area of traditional agrarian structure. *Ekologia (Bratislava)* 32, 2: 248–261
- Kros, J., Pebesma, E.J., Reinds, G.J., Finke, P.A. (1999): Uncertainty assessment in modelling soil acidification at the European scale: a case study. *Journal of Environmental Quality* 28: 366-377
- Lesch, S.M., Corwin, D.L. (2003): Using the dual-pathway parallel conductance model todetermine how different soil properties influence conductivity survey data. *Agronomy Journal* 95: 365–379
- Li. J. and Heap, A.D. (2008): A review of spatial interpolation methods for environmental scientists. *Geoscience Australia, Record* 2008/23, 137pp.
- Liu, G.S., Wang, X.Z., Zhang, Z.Y., Zhang, C.H. (2008) Spatial variability of soil properties in a tobacco field of central China. *Soil Science* 173:659–667
- Liu, Z.P., Shao, M.A., Wang, Y.Q. (2011): Effect of environmental factorson regional soil organic carbon stocks across the Loess Plateau region, China. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 42:184–194
- Lagacherie, P., McBratney, A.B., Voltz, M. Eds. (2007): *Digital Soil Mapping: An Introductory Perspective*. *Developments in Soil Science*, vol. 31, Elsevier Science & Technology

- Laslett, G.M., McBratney, A.B., Pahl, P.J., Hutchinson, M.F. (1987): Comparison of several spatial prediction methods for soil pH. *European Journal of Soil Science* 38:325–341
- Малвић, Т. (2008): Примјена геостатистике у анализи геолошких података. Уџбеници свеучилишта у Загребу
- Mann, K.K., Schumann, A.W., Obreza, T.A., Harris, W.G., Shukla, S. (2010): Spatial variability of soil physical properties affecting Florida citrus production. *European Journal of Soil Science* 175:487–499
- Marcinek, J., Komisarek, J. (2011): *Systematyka gleb Polski*. Warszawa. *Roczniki Gleboznawcze*, LXII(3)
- Matheron, G. (1963): Principles of geostatistics. *Economic Geology* 58(8):1246–126
- McBratney, A.B., Mendonca Santos, M.L., Minasny, B. (2003): On digital soil mapping. *Geoderma* 117: 3–52
- McBratney, A., Odeh, I., Bishop, T., Dunbar, M., Shatar, T. (2000): An overview of pedometric techniques of use in soil survey. *Geoderma* 97 (3– 4):293–327
- McKenzie, N. J. and Ryan, P.J. (1999): Spatial prediction of soil properties using environmental correlation. *Geoderma* 89: 67–94
- McSweeney, K., Gessler, P.E., Slater, B.K., Hammer, R.D., Bell, J.C., Petersen, G.W. (1991): Towards a new framework for modelling the soil–landscape continuum. Factors of soil formation. *Proceedings of the symposium, Denver*, pp. 127–145
- Mehlich, A. (1943): The significance of percentage of base saturation and pH in relation to soil differences. *Soil Science Society of America Proceedings* 7:167–174
- Метеоролошки годишњак РХМЗ, Климатолошки подаци, издања од 1996. до 2014.
- Милосављевић, М. (1998): Биотехника винове лозе, Институт за истраживања у пољопривреди „Србија“, Београд и издавачка кућа „Драганић“ Земун
- Минеев, В. Г., Сычев, В. Г., Амелянчик, О. А., Большева, Т. Н., Гомонова Н. Ф. (2001): Практикум по агрохимији, Издательство МГУ, 689с
- Mirlean, N., Roisenberg, A., Chies, J.O. (2005): Copper-based fungicide contamination and metal distribution in Brazilian grape products. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 75:968–974

- Mitas, L., Mitasova, H. (1999): Spatial interpolation. In: Longley, P., Good-child, M., Maguire, D., Rhind, D. (Eds.). *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*, vol. 1, Wiley, London, pp. 481–492
- Moore, I. D., Grayson, R. B. and Ladson, A. R. (1991): Digital terrain modeling – a review of hydrological, geomorphological and biological applications. *Hydrological Processes* 5: 3–30
- Moore, I., Gessler, P., Nielsen, G., Peterson, G. (1993): Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science Society of America Journal* 57 (2): 443–452
- Morlat, R. (1996): Eléments importants d'une méthodologie de caractérisation des facteurs naturels du terroir, en relation avec la réponse de la vigne travers levin Actes du, 1^{er} Colloque International sur les Terroirs viticoles, Angers, France, 17–31
- Morlat, R. (2001): *Terroirs viticoles: Etude et valorization*. Editions Oenoplurimédia
- Morlat, R., Bodin, F. (2006): Characterization of viticultural terroirs using a simple field model based on soil depth. II Validation of the grape yield and berry quality in the Anjou vineyard (France). *Plant and Soil* 281: 55–69
- Mundy, D. (2009): Why is nitrogen important for wine grape production. *Winegrowing fact sheet No.1*, Plant&Food Research (www.plantandfood.com)
- Neter, J., Kutner, M., Nachtsheim, C., and Wasserman, W. (1996): *Applied Linear Statistical Models*. McGraw-Hill Companies, New York
- Obratov-Petković, D., Popović, I., Belanović, S., Kadović, R. (2006): Ecobiological study of medicinal plants in some regions of Serbia. *Plant, Soil and Environment* 52,10: 459–467
- Odeh, I., McBratney, A., Chittleborough, D. (1994): Spatial prediction of soil properties from landform attributes derived from a digital elevation model. *Geoderma* 63 (3–4): 197–14
- Odeh, I., McBratney, A., Chittleborough, D. (1995): Further results on prediction of soil properties from terrain attributes: heterotopic cokriging and regression-kriging. *Geoderma* 67 (3–4): 215–226
- Педолошка карта басена Велике Мораве (1958). Институт за педологију и агрохемију Топчидер. Геокарта, Београд
- Peralta-Videa, J.R., Gardea-Torresdey, J.L., Gomez, E., Tiemann, K.J., Parsons, J.G., Carillo, G. (2002): Effect of mixed cadmium, copper, nickel and zinc at different pHs upon Alfalfa growth and heavy metal uptake. *Environmental Pollution* 119: 291–301

- Pernar, N., Vukelic, J., Baksic, D., Baricevic, D., Perkovic, I., Miko, S., Vrbek, B. (2009): Soil properties in beech-fir forests on Mt.Medvednica (NW Croatia). *Periodicum Biologorum* III, 4: 427-434
- Pietrzak, U., McPhail, D.C. (2004): Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia. *Geoderma* 122: 151–166
- Poni, S., Peterlunger, E., Iacono, F. and Intriери, C. (1996): Strategies to Optimise Wine Grape Quality. *ISHS Acta Horticulturae* 427
- Porter, C. (1999): California Wineries Take Major Steps To Improve Vineyards. *BioCycle* 40 (1): 59-62
- Provenanzo, M.R., El Bilali, H., Simeone, V., Baser, N., Mondelli, D., Cesari, G. (2010): Copper contents in grapes and wines from a Mediterranean organic vineyard. *Food Chemistry* 122, 4: 1338-1343
- Radmanović, S., Đorđević, A., Nikolić, N. (2015): Humification degree of Rendzina soil humic acids influenced by carbonate leaching and land use. *Journal of Agricultural Sciences* 60,4: 443-453
- Регодић, М. (2012): Војна топографија, Медија центар Одбрана, Београд
- Renan, L. (1994): Effects of long-term applications of copper on soil and grape copper (*Vitis vinifera*). *Canadian Journal of Soil Science* 74: 345-347
- Ruhl, E.H. (1989): Uptake and distribution of potassium by grapevine rootstocks and its implication for grape juice pH of scion varieties. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 29:707-712
- Salisbury, J. W. and Daria, D. M. (1992): Infrared (8-14 μ -m) Remote-Sensing of Soil Particle-Size. *Remote Sensing of Environment* 42:157–165
- Scull, P., Franklin, J., Chadwick, O.A., McArthur, D. (2003): Predictive soil mapping: a review, *Progress in Physical Geography* 27, 171
- Seguin, G. (1986): ‘Terroirs’ and pedology of vinegrowing. *Experientia* 42:861–873
- Shepherd, K.D., Walsh, M.G. (2002): Development of reflectance spectral libraries for characterization of soil properties. *Soil Science Society of America Journal* 66 (3):988–998
- Shiskov, T., Kolev, N. (2014): *The Soils of Bulgaria*, Springer Dodrecht Heidelberg, New York

- Singer, A., Schwertmann, U. and 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
- Singer, A. (2007): *The soils of Israel*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York
- Sladkova, J. (2009): An Analysis of the Rendzina Issue in the Valid Czech Soil Classification System. *Soil & Water Research* 4(2): 66–83
- Soil Survey Staff (2004): *Soil Survey Laboratory Methods Manual*, Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 4.0 R, Burt (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service
- Soil Survey Staff (2009): *Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual*, Soil Survey Investigations Report No. 51, Version 1.0, R. Burt (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service
- 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.
- Stevenson, F.J. (1986): *Cycles of Soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrients*. John Wiley and Sons, New York
- Шкорић, А., Филиповски, Г., Тирић, М. (1985): Класификација земљишта Југославије. Академија наука и умјетности БиХ, Сарајево
- Шкорић, А. и сарадници (1977): *Гла Славоније и Барање*. Пројектни савјет за израду Педолошке карте Републике Хрватске, Загреб (цитирано по Bašić F, 2013: *The Soils of Croatia*, Springer Science and Business Media)
- Tabor, J.A. (1992): Ethopedological surveys—soil surveys that incorporate local systems of land classification. *Soil Survey Horizons* 33:1–5
- Tesic, D., Wooley, D.J., Hewett, E.W., Martin, D.J. (2002): Environmental effect on cv Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L) grown in Hawke's Bay, New Zealand, II Development of a site index. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 8:27-35
- Thélier-Huché, L., Morlat, R. (2000): Perception et valorisation des facteurs naturels du terroir par les vigneronns d'Anjou. *Journal of International Science Vigne Vin* 34: 1–13
- Torrent, J., Schwertmann, U., Fechter, H. and Alferez, F. (1983): Quantitative relationships between soil color and hematite content. *Soil Science* 136:354-358

- van Leeuwen, C. (1989): Carte des sols du vignoble de Saint-Emilion et sa notice explicative Bordeaux: La Nef, Bordeaux, 92p.
- van Leeuwen, C. (1996): La notion de terroir viticole dans le Bordelais, Occasional paper. Ecole Nationale d'Ingenieurs des Travaux Agricoles, Bordeaux: Faculte d'Oenologie, Bordeaux University
- van Leeuwen, C., Seguin, G. (2006): The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research* 17, 1: 1–10
- Vasat, R., Heuvelink, G. B. M. and Boruvka, L. (2009): Sampling design optimization for multivariate soil mapping. *Geoderma* 155: 147–153
- Viscarra-Rossel, R.A., McBratney, A.B. (2008): Diffuse reflectance spectroscopy as a tool for digital soil mapping. In: Hartemink, A.A.M.L.M.-S. (Ed.). *Digital Soil Mapping with Limited Data*, Springer
- Webster, R., Oliver, M.A. (2001): *Geostatistics for Environmental Scientists*. John Wiley and Sons, West Sussex
- Webster, R. (1994): The development of pedometrics. *Geoderma* 62:1–15
- White, R. (2003): *Soils for Fine Wines*. Oxford University Press, New York
- White, R.E. (2015): *Understanding vineyard soils*. Oxford University Press, New York
- Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliwer, W.M. and Lider, L.A. (1974): *General Viticulture*. University of California Press, Berkley
- WinklerPrins, A.M.G.A. (1999): Local soil knowledge: a tool for sustainable land management. *Society and Natural Resources* 12: 151–161
- Wójcikowska-Kapusta, A. and Niemczuk, B. (2009): Copper speciation in different-type soil profiles. *Journal of Elementology* 14(4): 815–824
- Zapryanova, P., Bozhinova, R. (2008): Fe, Mn, Cu and Zn content in plant organs of the oriental and virginia tobacco. *Tutun/Tobacco* 58, 7-8: 179-185
- Zhu, A.X., Hudson, B., Burt, J., Lubich, K., Simonson, D. (2001): Soil mapping using GIS, expert knowledge, and fuzzy logic. *Soil Science Society of America Journal* 65 (5): 1463–1472

7. Прилози

Прилог 1. Активна и разменљива киселост и електропроводљивост површинског хоризонта испитиваног земљишта, по парцелама

Табела 29. Активна и разменљива киселост и електропроводљивост узорака са парцеле 1

Узорак	pH уH ₂ O	pH у KCl	EC μ S/mm	Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	EC μ S/mm
1	6,33	5,1	5	84	7,02	5,88	6
2	6,22	5,05	4	85	6,46	5,13	7
3	6,31	5,16	4	86	6,65	5,48	10
4	6,38	5,14	2	87	6,5	5,29	7
5	6,39	5,25	3	88	6,23	4,93	4
6	6,27	5,1	3	89	6,78	5,49	6
7	6,13	5,05	4	90	6,51	5,44	8
8	6,5	5,3	6	91	6,32	5,36	5
9	6,41	5,15	4	92	6,25	5,08	4
10	6,64	5,41	4	93	6,2	4,95	4
11	6,75	5,64	3	94	6,02	4,87	4
12	6,73	5,6	5	95	6,04	4,95	5
13	6,4	5,22	3	96	6,33	5,23	6
14	6,4	5,45	4	97	6,38	5,36	6
15	6,77	5,63	3	98	6,11	4,9	3
16	6,72	5,69	5	99	6,08	4,91	3
17	6,93	5,91	5	100	6,22	5,06	5
18	6,84	5,89	9	101	6,35	5,14	3
19	6,51	5,25	4	102	6,6	5,54	4
20	6,6	5,39	5	103	6,7	5,59	7
21	6,16	4,98	3	104	6,77	5,54	6
22	6,54	5,24	3	105	6,54	5,13	6
23	6,63	5,48	5	106	6,88	6,01	7
24	6,42	5,2	3	107	7,04	5,92	6
25	6,24	5,08	3	108	6,89	5,88	8
26	6,54	5,32	9	109	7,47	6,32	4
27	6,41	5,2	6	110	6,88	5,9	7
28	6,63	5,44	6	111	6,73	5,69	10
29	6,51	5,25	3	112	6,65	5,59	5

Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	EC _μ S/mm	Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	EC _μ S/mm
30	6,43	5,17	4	113	7,2	5,77	6
31	6,3	5,16	5	114	6,73	5,65	7
32	6,03	4,79	3	115	6,54	5,49	4
33	6,1	4,77	4	116	7,05	5,99	5
34	6,25	5,09	4	117	7	5,87	8
35	6,2	5,01	4	118	7,06	5,89	8
36	6,1	5,13	4	119	7,51	6,67	9
37	6,26	5,28	4	120	7,52	6,48	5
38	6,4	5,28	4	121	7,52	6,67	5
39	6,16	4,95	8	122	7,55	6,5	6
40	6,17	4,96	3	123	7,68	6,65	6
41	6,22	5,08	4	124	6,91	5,76	5
42	6,35	5,18	3	125	6,92	5,62	4
43	6,45	5,42	7	126	6,78	5,86	4
44	6,7	5,59	5	127	6,84	5,69	4
45	6,8	5,36	4	128	6,81	5,88	4
46	6,25	5,1	5	129	6,87	5,64	4
47	6,58	5,24	4	130	7,06	5,85	4
48	6,41	5,48	3	131	6,83	5,68	4
49	6,65	5,47	5	132	6,8	5,2	4
50	6,68	5,72	4	133	7,67	6,67	11
51	6,91	4,95	9	134	7,72	7,25	10
52	6,18	5,11	6	135	7,86	6,97	8
53	6,25	4,83	5	136	7,87	7,21	9
54	6,01	4,82	5	137	7,86	7,09	7
55	5,95	4,77	4	138	7,9	6,94	9
56	6,14	4,96	3	139	7,92	6,79	7
57	6,11	5,1	5	140	7,96	7,14	8
58	6,28	5,03	8	141	8,07	7	8
59	6,14	5,07	6	142	7,4	6,48	6
60	6,25	4,68	7	143	8,03	6,82	4
61	6,03	4,68	3	144	7,98	6,98	6
62	6,15	4,93	6	145	8,16	7,07	8
63	6,22	5	5	146	8,27	7,12	8
64	6,12	4,86	5	147	6,96	5,82	6

Узорак	pH уH2O	pH у KCl	EC μ S/mm	Узорак	pH у H2O	pH у KCl	EC μ S/mm
65	6,18	5,07	3	148	6,85	5,85	7
66	6,24	4,93	3	149	6,86	5,53	4
67	6,91	5,77	7	150	7,13	6,08	4
68	6,63	5,45	6	151	7,2	6,25	6
69	6,62	5,32	6	152	6,83	5,43	4
70	6,33	5,08	7	153	6,69	5,34	5
71	6,54	5,2	6	154	6,94	5,64	4
72	6,36	5,02	3	155	6,95	5,65	5
73	5,87	4,63	3	156	6,89	5,82	7
74	6,08	4,88	6	157	6,79	5,46	4
75	6,42	5,25	7	158	6,82	5,57	5
76	6,39	5,16	11	159	6,69	5,26	4
77	6,36	5,34	10	160	6,65	5,34	5
78	6,35	5,21	6	161	6,89	5,49	5
79	6,18	5,07	5	162	6,69	5,32	3
80	6,31	5,08	5	163	6,78	5,4	6
81	6,29	5,27	5	164	7,05	5,75	7
82	6,61	5,35	7	165	6,98	5,61	9
83	6,86	5,77	11				

Табела 30. Активна и разменљива киселост и електропроводљивост узорака земљишта са парцеле 2

Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	EC μ S/mm	Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	EC μ S/mm
1	7,89	7,06	17	30	6,68	5,54	7
2	7,92	6,92	12	31	6,58	5,6	5
3	7,38	6,16	10	32	6,45	5,25	4
4	7,18	6,12	8	33	6,48	5,15	4
5	7,13	6,17	6	34	6,24	4,93	5
6	7,55	6,72	8	35	6,78	5,78	9
7	7,73	6,63	7	36	6,89	5,75	11
8	7,65	6,58	8	37	7,19	5,85	10
9	7,48	6,42	6	38	7,46	6,6	9
10	7,2	6,05	3	39	7,5	6,92	9
11	7,23	6,11	5	40	7,74	6,93	10
12	6,95	5,82	5	41	7,87	7,33	7
13	7,31	6,15	5	42	7,94	7,23	9
14	7,72	6,83	12	43	8,05	7,42	9
15	7,77	6,86	9	44	7,66	6,71	8
16	7,58	6,79	9	45	6,88	5,94	14
17	7,6	6,61	8	46	7,16	5,8	8
18	7,59	6,58	6	47	6,83	5,49	7
19	7,28	6,38	9	48	6,88	5,55	4
20	7,46	6,32	9	49	6,64	5,37	3
21	7,42	6,41	5	50	6,56	5,34	4
22	7,5	6,7	7	51	6,82	5,44	3
23	6,96	5,87	6	52	6,07	5,11	4
24	6,79	5,45	5	53	6,45	5,49	3
25	7,47	6,33	8	54	6,48	5,23	7
26	7,92	6,73	7	55	6,63	5,31	4
27	7,87	6,94	8	56	6,55	5,26	3
28	7,6	6,85	14	57	6,93	5,3	7
29	7,02	6,2	12	58	6,79	5,48	7

Табела 31. Активна и разменљива киселост и електропроводљивост узорака земљишта са парцеле 3

Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	EC μ S/mm	Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	EC μ S/mm
1	7,08	6,02	9	69	6,3	4,99	2
2	7,6	6,36	4	70	6,55	5,15	3
3	7,72	6,7	8	71	6,28	5,06	4
4	7,21	6,09	7	72	6,4	5,1	4
5	6,03	4,98	3	73	6,21	5,01	4
6	6,51	5,28	5	74	6,29	4,95	2
7	6,13	5,15	6	75	6,45	4,93	3
8	6,44	5,11	4	76	6,29	4,84	2
9	6,4	5,22	2	77	6,21	4,86	3
10	6,83	5,53	4	78	6,35	4,87	2
11	6,28	5,09	3	79	6,42	5,05	2
12	5,64	4,55	3	80	6,38	5,03	2
13	5,9	4,78	4	81	6,56	5,33	3
14	6,13	4,89	4	82	6,4	5,12	3
15	6,18	5,04	4	83	6,37	5,21	3
16	6,15	4,99	5	84	6,32	5,12	2
17	6,2	5,03	6	85	6,51	5,3	3
18	6,16	4,89	3	86	6,44	5,15	2
19	6,35	4,91	2	87	6,4	5,2	2
20	5,76	4,6	3	88	6,96	6,07	7
21	6,44	5,23	2	89	6,54	5,36	4
22	5,9	4,56	2	90	6,4	5,55	2
23	5,87	4,66	3	91	6,55	5,46	3
24	6,94	5,72	7	92	6,94	5,79	4
25	6,05	4,83	5	93	7,57	6,25	4
26	6,3	5,07	3	94	7,22	6,03	4
27	6,44	5,04	3	95	7,4	6,4	6
28	6,63	5,24	2	96	7,46	6,24	4
29	6,58	5,06	3	97	7,52	6,4	3
30	6,6	5,12	6	98	6,94	5,65	3
31	6,5	4,98	5	99	7,48	6,32	7
32	6,33	4,98	4	100	7,7	6,81	4

Узорак	pH уH2O	pH у KCl	EC μ S/mm	Узорак	pH у H2O	pH у	EC μ S/mm
33	6,25	4,91	3	101	7,72	6,83	4
34	6,38	5,04	4	102	7,82	6,67	7
35	6,43	4,97	3	103	7,34	6,22	3
36	6,4	4,98	5	104	7,36	6,32	4
37	6,42	5,02	7	105	7,09	5,96	3
38	6,28	4,79	2	106	7,52	6,5	6
39	6,32	4,91	2	107	7,68	6,63	5
40	6,25	4,83	2	108	7,93	6,75	6
41	6,31	4,91	3	109	8,15	7,01	6
42	6,38	4,95	3	110	8,11	7,25	6
43	6,4	5,11	2	111	7,9	7,42	6
44	6,34	5,05	3	112	7,8	7,14	5
45	6,65	5,37	3	113	7,82	6,98	10
46	6,36	5,2	2	114	7,92	7,12	8
47	6,6	5,43	3	115	7,97	7,4	7
48	6,38	5,28	2	116	7,85	7,12	7
49	6,55	5,27	2	117	8,06	7,35	7
50	6,4	5,14	2	118	7,94	7,31	10
51	6,3	4,98	3	119	8,2	7,16	6
52	6,41	5,21	4	120	8,1	6,96	6
53	6,27	5,02	3	121	8,16	7,06	6
54	6,28	4,99	3	122	8,06	7,23	7
55	6,48	5,18	2	123	8,12	7,04	6
56	6,32	4,98	2	124	8,15	7,03	5
57	6,27	5,06	2	125	7,9	7,18	7
58	6,48	5,3	3	126	7,91	7,12	7
59	6,49	5,23	4	127	7,96	7,15	7
60	6,29	4,99	4	128	7,78	7,05	5
61	6,16	4,89	3	129	7,81	7,04	6
62	6,23	4,98	4	130	7,76	6,9	7
63	6,02	4,94	3	131	7,82	7,2	6
64	6,18	4,96	4	132	7,85	7,3	6
65	6,27	4,88	3	133	8,09	7,25	8
66	6,33	5,2	4	134	8,04	7,2	6
67	6,16	5,02	2	135	7,85	7,24	6
68	6,43	5,24	3	136	7,79	7,13	6

Табела 32. Активна и разменљива киселост и електропроводљивост узорака земљишта са парцеле 4

Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	EC μS/mm	Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	EC μS/mm
1	7,72	7,06	8	63	6,58	5,42	4
2	8,01	7,05	6	64	6,5	5,24	4
3	8,07	7,46	7	65	6,38	5,15	2
4	7,85	7,63	6	66	6,58	5,53	3
5	7,80	7,32	7	67	6,53	5,29	5
6	8,01	7,25	6	68	6,8	5,65	4
7	7,86	7,10	8	69	6,3	5,23	2
8	7,85	7,42	9	70	6,45	5,30	3
9	8,01	7,21	8	71	6,55	5,22	4
10	8,12	7,11	6	72	6,6	5,36	3
11	8,24	7,35	6	73	6,53	5,16	4
12	8,10	7,44	6	74	6,75	5,55	5
13	8,09	7,22	7	75	6,63	5,43	3
14	7,95	7,11	7	76	6,7	5,66	3
15	7,75	7,01	6	77	6,22	4,98	2
16	8,06	7,12	6	78	6,3	5,14	2
17	8,02	7,21	9	79	6,44	5,22	3
18	7,80	7,14	6	80	6,43	5,45	3
19	7,97	6,89	4	81	6,40	5,22	3
20	7,83	6,62	4	82	6,45	5,40	3
21	7,45	6,35	2	83	6,51	5,25	3
22	7,23	6,05	2	84	6,6	5,33	3
23	7,45	6,43	3	85	6,63	5,28	3
24	7,46	6,57	3	86	6,42	5,4	4
25	7,72	6,83	4	87	6,43	5,36	3
26	7,84	6,87	3	88	6,50	5,34	3
27	8,05	7,09	6	89	6,49	5,23	3
28	7,96	7,03	7	90	6,53	5,50	4
29	7,76	7,1	6	91	6,48	5,35	3
30	7,60	6,47	3	92	6,52	5,30	4
31	7,48	6,16	3	93	6,41	5,31	2
32	7,81	6,95	4	94	6,27	5,03	2

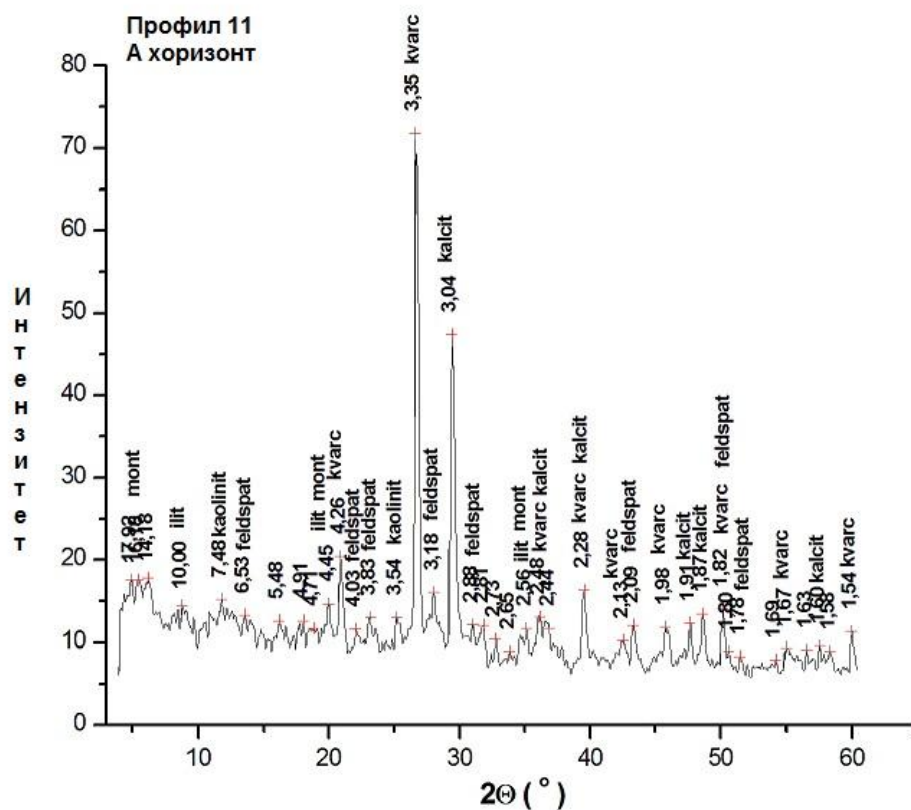
Узорак	pH уH2O	pH у KCl	EC μ S/mm	Узорак	pH у H2O	pH у KCl	EC μ S/mm
33	7,92	7,22	5	95	6,58	5,34	3
34	8,01	6,88	6	96	6,52	5,42	3
35	7,68	6,37	3	97	6,32	5,24	3
36	7,55	6,5	4	98	6,55	5,18	3
37	8,04	6,96	3	99	7,06	6,00	6
38	7,43	6,4	4	100	7,36	6,28	5
39	7,28	6,08	4	101	6,74	5,61	3
40	7,66	6,8	5	102	7,33	6,16	4
41	7,83	6,78	5	103	6,55	5,34	3
42	7,60	6,82	6	104	7,02	6,01	4
43	8,16	7,2	6	105	6,79	5,61	2
44	8,05	7,18	6	106	6,53	5,16	4
45	7,97	6,93	5	107	6,55	5,17	3
46	7,91	7,08	6	108	6,42	5,32	4
47	8,22	7,02	7	109	6,18	4,91	2
48	8,11	7,3	8	110	6,35	5,36	3
49	7,82	7,13	7	111	6,60	5,33	3
50	8,11	7,2	8	112	6,37	5,22	2
51	7,96	7,05	8	113	6,42	5,26	3
52	7,92	7,30	8	114	6,38	5,16	3
53	7,98	7,14	7	115	6,49	5,48	3
54	7,8	6,85	8	116	6,62	5,29	3
55	7,71	7,18	7	117	6,50	5,15	2
56	8,05	7,13	7	118	6,43	5,19	3
57	7,71	6,72	6	119	6,53	5,18	2
58	7,38	6,31	3	120	7,55	6,63	7
59	7,00	5,70	3	121	7,64	6,62	5
60	6,75	5,52	4	122	7,40	6,18	4
61	6,65	5,62	5	123	7,72	6,70	6
62	6,42	5,34	3	124	7,20	6,07	5

Табела 33. Активна и разменљива киселост и електропроводљивост узорака земљишта са парцеле 5

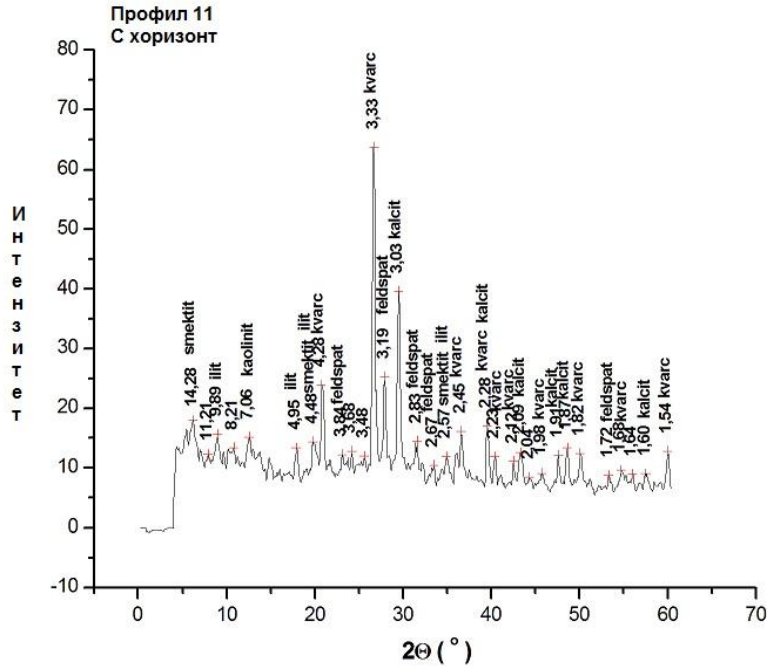
Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	EC μ S/mm	Узорак	pH у H ₂ O	pH у KCl	EC μ S/mm
1	6,25	5,08	2	60	6,26	4,97	2
2	6,08	4,89	2	61	6,42	5,12	2
3	6,22	4,81	2	62	6,18	4,99	3
4	7,28	6,4	5	63	6,28	4,92	3
5	6,39	5,22	3	64	6,23	5,04	3
6	6,2	4,9	2	65	6,2	5,25	3
7	5,97	4,83	4	66	6,46	5,24	2
8	6,61	5,8	5	67	5,94	4,96	3
9	5,84	4,61	2	68	6,15	4,82	3
10	6,26	4,99	4	69	6,23	4,9	2
11	6,12	5,02	3	70	6,03	5,02	2
12	5,94	4,74	2	71	6,07	4,96	5
13	6,16	5,04	3	72	6,19	4,98	4
14	6,15	5	2	73	6,09	5,15	3
15	6,52	5,5	3	74	6,33	5,16	2
16	6,15	4,78	2	75	6,1	4,91	2
17	5,76	4,6	2	76	6,14	5,1	4
18	5,7	4,54	1	77	6,32	5,12	3
19	5,83	4,6	1	78	6,1	5,14	4
20	6,2	4,94	2	79	6,24	5,28	6
21	6,24	4,52	1	80	6,25	5	4
22	5,8	4,59	3	81	6,07	5,02	4
23	5,95	4,73	2	82	6,1	4,97	2
24	6,03	4,9	2	83	6,4	5,16	3
25	6,15	5,12	2	84	6,33	5,08	4
26	6,3	5,4	3	85	6,3	5,01	4
27	6,52	5,09	2	86	5,65	4,91	2
28	6,16	4,58	1	87	5,51	4,76	3
29	5,93	4,8	2	88	6,2	5,05	2
30	6,08	4,83	1	89	6,2	4,84	4
31	5,66	4,68	1	90	6,01	4,79	3
32	6,12	5,08	2	91	6,09	4,92	3

Узорак	pH уH2O	pH у KCl	EC μ S/mm	Узорак	pH у H2O	pH у KCl	EC μ S/mm
33	6,61	5,65	3	92	6,15	4,85	2
34	5,72	4,69	3	93	5,95	4,68	2
35	6,16	4,89	2	94	5,85	4,61	3
36	6,13	4,95	4	95	5,9	4,76	2
37	6,09	4,96	2	96	5,82	4,74	2
38	6,1	4,86	2	97	6,04	4,81	2
39	5,87	4,62	4	98	6,05	4,85	3
40	5,66	4,54	2	99	5,99	4,81	3
41	5,97	4,78	2	100	5,76	4,58	3
42	6,02	4,88	4	101	6,19	4,98	3
43	5,83	4,69	2	102	6,33	5,08	2
44	5,73	4,62	2	103	6,1	5,13	2
45	5,95	4,65	3	104	6,34	5,22	3
46	6,08	4,86	2	105	6,35	5,04	2
47	6,22	4,95	2	106	6,2	5,06	3
48	6,05	4,88	2	107	6,23	4,81	3
49	6,08	4,88	2	108	6,3	5,02	3
50	5,95	4,86	3	109	6,26	5,02	2
51	6,27	4,9	2	110	6,3	4,84	2
52	6,35	5,14	3	111	6,11	4,7	2
53	6,11	4,94	2	112	6,32	5,16	4
54	6,15	4,9	2	113	6,41	5,17	3
55	6,3	5,09	2	114	6,76	5,43	3
56	6,36	5,05	2	115	6,55	5,5	3
57	6,2	4,96	3	116	6,58	5,42	3
58	6,1	5	3	117	6,31	5,33	3
59	6,3	5,05	2				

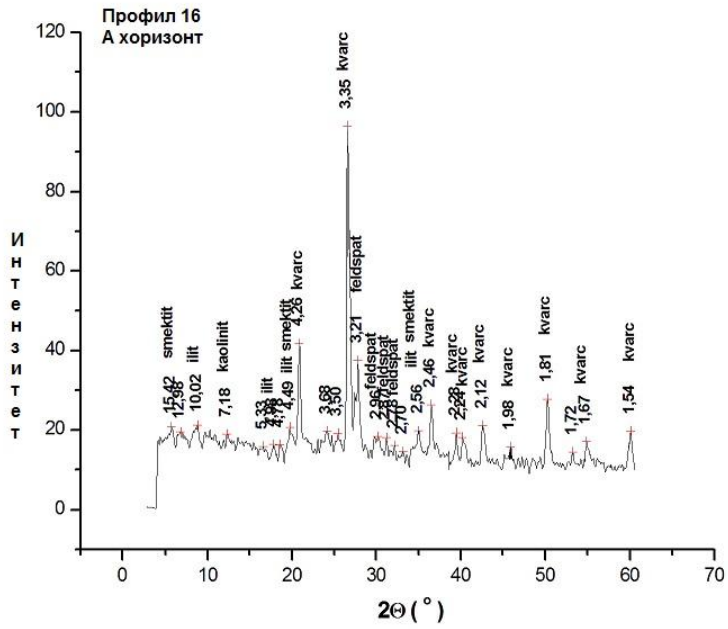
Прилог 2. Дифрактограми равних узорака испитиваног земљишта



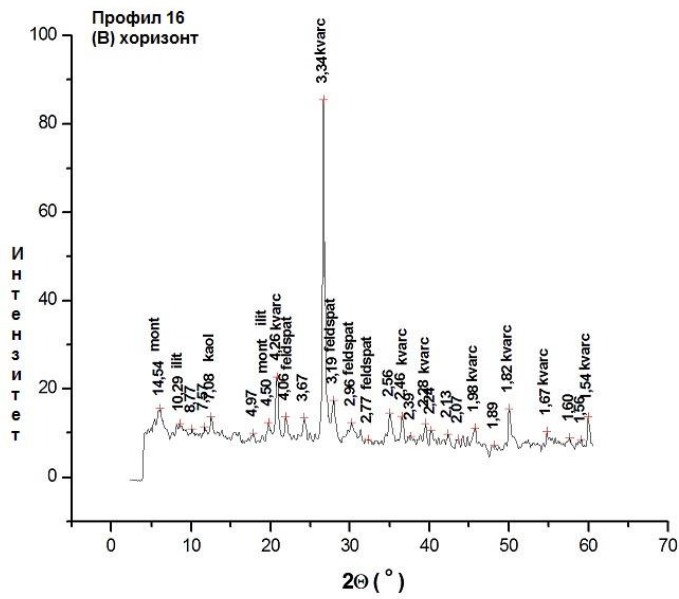
Слика 52. Дифрактограм равног узорака земљишта хумусно акумулативног хоризонта профила 11



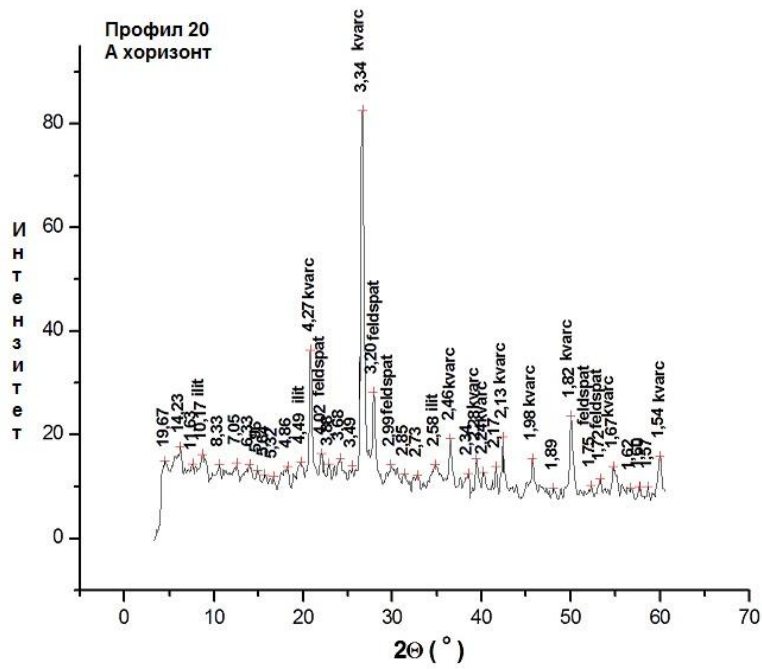
Слика 53. Дифрактограм равног узорка матичног супстрата профила 11



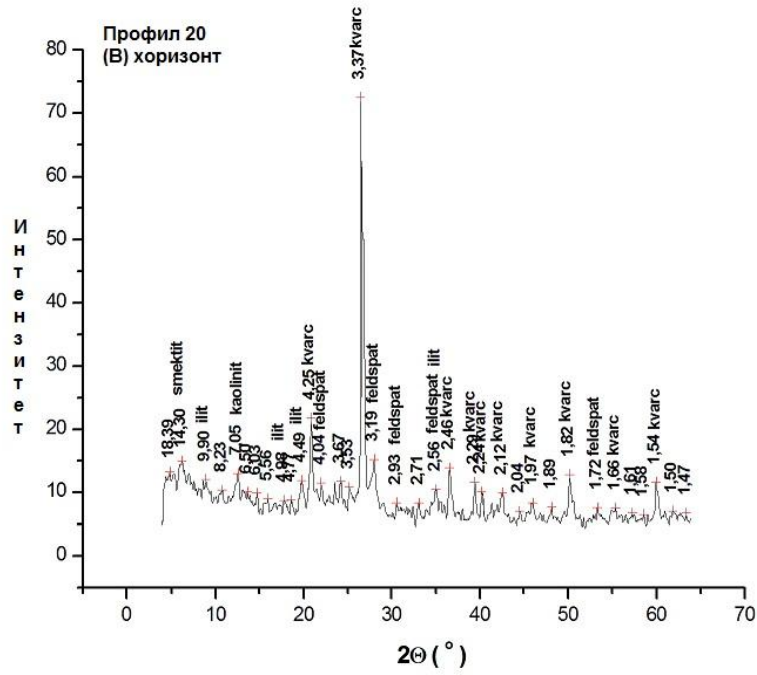
Слика 54. Дифрактограм равног узорка земљишта хумусно акумулативног хоризонта профила 16



Слика 55. Дифрактограм равног узорка камбичног хоризонта профила 16



Слика 56. Дифрактограм равног узорка земљишта хумусно акумулативног хоризонта профила 20



Слика 57. Дифрактограм равног узорка камбичног хоризонта профила 20

Прилог 3. Фотографије профила



Слика 58. Профил 2
Карбонатна рендзина



Слика 59. Профил 6
Карбонатна рендзина



Слика 60. Профил 5
Карбонатна рендзина



Слика 61. Профил 7
Карбонатна рендзина



Слика 62.Профил 10
Карбонатна рендзина



Слика 63. Профил 9
Рендзина у огајњавању



Слика 64. Профил 14
Карбонатна рендзина



Слика 65. Профил 15
Рендзина у огајњавању



Слика 66. Профил 1
Гајњача



67. Профил 4
Гајњача

Биографија

Наташа Николић, дипл.инж.

Наташа Николић је рођена 24.9.1975. године у Крушевцу. Пољопривредни факултет у Београду је уписала школске 1997/98 године и дипломирала 2006.године на Одсеку за воћарство и виноградарство, са просечном оценом 8,41 и оценом 10 на дипломском испиту.

На Пољопривредном факултету у Београду је у мају 2010. године изабрана у звање сарадник у настави за ужу научну област Наука о земљишту. У звање асистента за ужу научну област Наука о земљишту изабрана је 2012. године где је и радила до марта 2018. Докторске студије на Пољопривредном факултету у Земуну је уписала школске 2010/2011, студијски програм Пољопривредне науке, модул: Мелиорације земљишта - Педологија. Израда докторске тезе под насловом „Модел идентификације и приказа карактеристика земљишта на подручју Крњевачког виногорја“ одобрена је 25.2.2015. године.

Учествовала је на пројектима Министарства животне средине, рударства и просторног планирања: „Методологија за систематско праћење квалитета и стања земљишта у Републици Србији“, и „Систематско праћење квалитета и стања земљишта ширег подручја града Београда“. У току досадашњег бављења истраживачким радом, дипл.инж. Наташа Николић је објавила или саопштила 17 радова, од чега 3 рада на СЦИ листи.

Изјава о ауторству

Потписана **Наташа Николић**

Број индекса или пријаве докторске дисертације **МЛ10/5**

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

**Модел идентификације и приказа карактеристика земљишта на подручју
Крњевачког виногорја**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена докторска дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршила ауторска права и користила интелектуалну својину других лица.

У Београду, _____

Потпис докторанда

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације

Име и презиме аутора **Наташа Николић**

Број индекса или пријаве докторске дисертације **МЛ 10/5**

Студијски програм **Пољопривредне науке, модул: Мелиорације земљишта -
Педологија**

Наслов докторске дисертације **Модел идентификације и приказа карактеристика
земљишта на подручју Крњевачког виногорја**

Ментор **Др Александар Ђорђевић, редовни професор, Универзитет у Београду,
Пољопривредни факултет**

Потписана _____

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације истоветна електронској верзији коју сам предала за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, _____

Изјава о коришћењу

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

**Модел идентификације и приказа карактеристика земљишта на подручју
Крњевачког виногорја**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предала сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучила.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на крају).

Потпис докторанда

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 прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.