

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij geologije

**MINERALOŠKE, GEOKEMIJSKE, MIKROMORFOLOŠKE I AGROEKOLOŠKE
KARAKTERISTIKE PEDOSEDIMENTNOG KOMPLEKSA NA LOKACIJI MONTE
CORONICHI (ISTRA)**

Diplomski rad

Lea Beloša
G208

Zagreb, 2017.

ZAHVALJUJEM...

... mentoru, akademiku *Goranu Durnu* na danoj prilici i predloženoj temi za rad u sklopu bilateralnog projekta Hrvatske i Austrije „Usporedba terriora Iste, Beča i Wachaua“, hvala Vam na suradnji, strpljenju, razumijevanju, izdvojenom vremenu te sveukupnom trudu oko ostavrenja mog cilja, nadam se da sam ispunila Vaša očekivanja

... koordinatoru u Lisabonu, prof. *Manuelu Franciscu Costi Pereiri* na gostoprimstvu, susretljivosti i pomoći na Institutu Superior Técnico te prof. *Pedru Fevereiru* na pomoći oko interpretacije uzoraka korijenja

...doc. dr. sc. *Vesnici Garašić*, dr.sc. *Urošu Barudžiji*, dr. sc. *Marku Cvetkoviću*, dr. sc. *Stanku Ružičiću* i dr. sc. *Duji Smirčiću* što ste izašli u susret i bili spremni pomoći

...svim profesorima koji su mi predali svoje znanje bez kojega ovaj uspjeh ne bi bio ostavriv

... mojim roditeljima i obitelji na podršci tijekom cijelog školovanja, hvala što nikada niste sumnjali u moj uspjeh

... nesebičnim prijateljima koji su mi uljepšali i olakšali proteklih pet godina i pisanje samog rada

... posvećujem ovaj rad mojim najbližima i najdražima koji su pridonjeli i sudjelovali u ostvarenju akademskog naziva **magistra geologije**

**MINERALOŠKE, GEOKEMIJSKE, MIKROMORFOLOŠKE I AGROEKOLOŠKE
KARAKTERISTIKE PEDOSSEDIMENTNOG KOMPLEKSA NA LOKACIJI MONTE CORONICHI
(ISTRA)**

LEA BELOŠA

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Sažetak

Cilj ovog rada bio je istražiti mineraloške, geokemijske, mikromorfološke i agroekološke karakteristike pedosedimentnog crveničnog kompleksa na lokaciji Monte Coronichi. Terenskim istraživanjima u sklopu bilateralnog projekta „Usporedba *terroira* Istre, Beča i Wachaua“ izuzeta su tri seta uzoraka duž pedosedimentnog kompleksa do dubine 3m. Fokus istraživanja ovog rada bili su uzorci za pedološku i mikromorfološku analizu. Laboratorijskim istraživanjima napravljena je detaljna kemijska analiza, pedološka analiza tla, mikromorfološka analiza preparata, napravljene su i SEM fotografije na izuzetim uzorcima tla te Mikro CT fotografije izuzetih uzoraka korijenja. Najvažniji zaključci ovog rada su:

(1) pedosedimentni crvenični kompleks formiran je na karbonatnoj podlozi te se sastoji od površinskog horizonta (P) i pet B – iluvijalnih horizonata, a nastao je nizom procesa trošenja, erozije te pedogenskim procesima. U kompleksu se jasno uočavaju tri ciklusa s generalnim trendom povećanja udjela čestica glina s dubinom.

(2) crvenični kompleks je dominantno izgrađen od čestica dimenzije gline, što je potvrđeno imineraloškom analizom - minerali glina (kaolinit i illitični materijal) dominantni su uz kvarc čiji udio pada s porastom dubine. Minerale glina potvrdila je i mikromorfološka analiza - nalaze se unutar mikromase i intruzivnih glinovitih prevlaka, a analizom uz pomoć SEM – a vidljivi su nanostrukturirani mikroagregati minerala glina;

(3) mikromorfološkom analizom utvrđeno je da svi preparati imaju razvijen pedalitet, prevladavaju subpoliedrični do poliedrični agregati. Od osnovnih mineralnih komponenata preparati sadrže kvarc, tinjce, alkalijske feldspate, plagioklase te rijetke mineralne faze, cirkon i kijanit (disten). Glavni litoklasti su fragmenti kvarcita, rožnjaka i boksita. U gornjem dijelu profila dominira spužvasto-vagi mikrostruktura, a c/f distribucija mikromase je dvostruka-razmaknuta. Mikrostruktura donje dijela profila je šupljikasto-pukotinasta, a c/f distribucijamikromase je otvorena porfima. Glavni tipovi b-građe u preparatima su točkasto-pjegasti, porostrijasti, granostrijasti, a uočen je i srpastostrijasti, unakrsnostrijasti, monostrijasti te paralelnostrijasti tip b-građe mikromase. Preparatima dominiraju intruzivne pedotvorevine (nodule, litorelikti i glinoviti klasti) te impregnativne matriks pedotvorevine, a u pojedinim preparatima uočene su i teksturne i deplecijske pedotvorevine.

Ključne riječi: terra rossa, crvenica, paleotlo, mikromorfološka analiza, SEM, mikro CT, Istra

Diplomski rad sadrži: 131 str., slika 77, tablica 12 i ref 105

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta

Mentor: akademik Goran Durn
Ocjenjivači: akademik Goran Durn
Prof. dr. sc. Ivan Sondi
Doc. dr. sc. Stanko Ružičić

Datum obrane: 7.srpanj 2017.

**MINERALOGICAL, GEOCHEMICAL, MICROMORPHOLOGICAL AND
AGROECOLOGICAL PROPERTIES OF MONTE CORONICHI (ISTRIA) PALEOSOL**

LEA BELOŠA

Thesis completed at: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Department of Mineralogy, Petrology and Mineral
Deposits Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

The aim of this Master's Thesis was to investigate mineralogical, geochemical, micromorphological and agroecological properties of paleosol located at Monte Coronichi in Istria. During the field work investigation carried out for the project entitled "Comparison of terroir Istria, Vienna and Wachau", three sets of samples were taken along around 3 meters of the pedosediment complex. This Master's Thesis focused on pedological and micromorphological analysis samples. Laboratory work consisted of a detailed chemical, pedological and micromorphological analysis of the paleosols, as well as soil samples, which were analyzed using SEM. Root samples were analyzed using a micro CT.

The most important conclusions of this Master's Thesis are:

(1) pedosediment *terra rossa* complex was formed on carbonate basement, it contains surface horizon (P) and five B (illuvial) horizons and it was formed by intensive weathering, erosion and pedogenic processes. Three cycles are clearly visible in the complex and a general trend of increasing clay fraction content with depth can be observed,

(2) pedosediment *terra rossa* complex consists of a clay particles which was confirmed by mineralogical analysis – clay minerals (kaolinite and illitic material) are dominant alongside quartz, whose content is reduced with depth. Micromorphological analysis confirmed the presence of clay minerals. They fill the area within the micromass and intrusive clay coatings. SEM analysis also confirms the presence of clay minerals, which occur as nanostructured microaggregates of clay minerals

(3) micromorphological analysis established that all thin sections present developed pedality, mostly subangular and angular peds. In coarse material of groundmass thin sections contain quartz, mica, feldspars and zircon and kyanite in heavy mineral fraction. Lithic material consists of quartzite, chert and bauxite. In the upper part of profile spongy-vughy microstructure is dominant, and c/f distribution of micromass is double-spaced porphyric. In the lower part of profile, channel-chamber microstructure is dominant, and c/f distribution of micromass is open porphyric. Main types of b-fabric are stipple-speckled, porostriated, granostriated, while crescent striated, cross-striated, monostriated and parallelstrated are also present. Intrusive pedofeatures (nodules, lithorelicts, and clay clasts) and impregnative matrix pedofeatures are dominant in thin sections, while fabric and depletion pedofeatures are present in some thin sections.

Keywords: *terra rossa*, paleosol, micromorphological analysis, SEM, micro CT, Istria

Thesis contains: 131 pages, 77 figures, 12 tables and 105 references

Original in: Croatian

Thesis stored at: The Library of the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

Supervisor: academic Goran Durn

Reviewers: academic Goran Durn

Full Professor Ivan Sondi, PhD

Assistant Professor Stanko Ružičić, PhD

Date of defense: July 7, 2017.

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	TEORIJSKE OSNOVE.....	2
2.1.	Definicija tla	2
2.2.	<i>Terra rossa</i> - crvenica.....	4
2.3.	Vitikultura i „ <i>terroir</i> “	8
2.4.	Tlo kao značajka terroira.....	10
3.	KARAKTERISTIKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA.....	11
3.1.	Geografski položaj i geomorfološka podjela Istre	11
3.2.	Geološka građa Istre	14
3.3.	Crvenica Istre.....	19
3.4.	Klima i vinogradarstvo Istre	20
3.4.1.	Klima	20
3.4.2.	Vinogradarstvo Istre	21
4.	METODE ISTRAŽIVANJA.....	23
4.1.	Terenska istraživanja	23
4.2.	Laboratorijska istraživanja	26
4.3.	Granulometrijska analiza	27
4.5.	Kemijska analiza	28
4.4.	Pedološka analiza tla	29
4.4.1.	Mehanički sastav i teksturna oznaka	29
4.4.2.	Gustoća tla.....	30
4.4.3.	Ukupni sadržaj pora u tlu	31
4.4.4.	Retencijski kapacitet tla za vodu (Kv).....	32
4.4.5.	Apsolutni kapacitet tla za zrak (Kz)	33
4.4.6.	Reakcija tla (pH)	34
4.4.7.	Hidrolitski aciditet.....	35
4.4.8.	Humus.....	37

4.4.9. Adsorpcijski kompleks tla	39
4.4.10. CEC i stupanj saturacije bazama	41
4.6. Mikromorfološka analiza	42
4.6.1. Definicija osnovnih pojmova u mikromorfologiji tla	43
4.8. Elektronska mikroskopija	47
4.9. Mikro CT.....	50
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	53
5.1. Rezultati terenskih istraživanja	53
5.2. Rezultati laboratorijskih istraživanja	54
5.2.1. Rezultati granulometrijske analize	54
5.2.2. Rezultati pedološke analize	58
5.2.3. Rezultati kemijske analize	58
5.2.4. Rezultati mineraloške analize	64
5.2.5. Rezultati mikromorfološke analize.....	73
5.2.6. Rezultati elektronske mikroskopije, SEM.....	109
5.2.7. Rezultati Mikro CT analize	112
6. DISKUSIJA	115
7. ZAKLJUČAK.....	121
8. LITERATURA	123

POPIS SLIKA

<i>Slika 3 - 1. Geografski položaj Istarskog poluotoka(modificiran prikaz preuzet s http://os-zamet-ri.skole.hr/nastavni_materijali/geografija/vgv, http://www.uniline.hr/hrvatska/karta.php; 3.7.2017.)</i>	11
<i>Slika 3 - 2. Geomorfološka podjela Istre; oznaka profila Monte Coronichi na lokaciji Koreniki (http://istra.lzmk.hr/clanak.aspx?id=957; 3.7.2017).</i>	12
<i>Slika 3 – 3. Geološka građa Istarskog poluotoka(modificiran prikaz preuzet od Velić et al., 1995 i Durn,2003; 3.7.2017.)</i>	15
<i>Slika 4 – 1. Profil pedosedimentarnog kompleksa Monte Coronichi (C1 do C12 -pozicije uzoraka za mineraloške i geokemijske analize; MC1 do MC6 – pozicije uzoraka za pedološku analizu; 1 do 8 – pozicije uzoraka za mikromorfološku analizu)</i>	25
<i>Slika 4 – 2. Shematski prikaz dijelova skenirajućeg elektronskog mikroskopa (modificiran prikaz preuzet od Mršić, G.,Žugaj, S. 2007; 3.7.2017).</i>	47
<i>Slika 4-3 Prikaz instrumenta Skyscan (model 1172) za Mikro CT analizu (modificiran prikaz preuzet s http://www.polymtl.ca/lm2/en/recherche/Farhad.php; 3.7.2017)</i>	51
<i>Slika 5 – 1. Grafički prikaz raspodjele veličine čestica na profilu Monte Coronichi</i>	55
<i>Slika 5 – 2. USDA (United States Department of Agriculture Soil) klasifikacija; (modificirana slika preuzeta s www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2_054167; 3.7.2017)</i>	56
<i>Slika 5 – 3. Graf raspodjele glavnih oksida po profilu tla</i>	59
<i>Slika 5 – 4. Raspodjela preostalih oksida po profilu</i>	60
<i>Slika 5 – 5. Raspodjela Ni, Ba, Rb i Zr po profilu tla</i>	62
<i>Slika 5 – 6. Raspodjela As, Co, Cs, Cu, Ga, Hf, Th, Y, Sr, Sc, Pr, Pb, Ni po profilu tla</i>	63
<i>Slika 5 – 7. Distribucija kationa Ca²⁺ po profilu tla izražena u cmol/kg</i>	70
<i>Slika 5 – 8. Distribucija kationa Mg²⁺ po profilu tla izražena u cmol/kg</i>	71
<i>Slika 5 – 9. Distribucija kationa K⁺ po profilu tla izražena u cmol/kg</i>	71
<i>Slika 5 – 10. Distribucija kationa Na⁺ po profilu tla izražena u cmol/kg</i>	72
<i>Slika 5 –11. Distribucija vrijednosti CEC – a po profilu tla</i>	72
<i>Slika 5 – 12. Prikaz mikromorfoloških preparata Coronica</i>	74
<i>Slika 5 – 13. Pore u preparatu I; A (-): regularni vug (1), zvjezdasti vug; B(-): povezani vugovi (3)</i>	77
<i>Slika 5 – 14. A(-):strelicama naznačena nepravilna pukotina; B(-):intruzivne pedotvorevine – tipične impregnirane anortične nodule</i>	77
<i>Slika 5 – 15. Mineralne komponente preparata I;B(-) i A(+): listić tinjca (1), zrno feldspata (2), fragment rožnjaka (3), nepravilna kvarcna zrna (4)</i>	77
<i>Slika 5 – 16. B-građa preparata I; A (+) i B (-): matriks pedotvorevina (impregnirana disortična nodula) i granostriated b-građa (tanki ovoj tipičnih glinovitih prevlaka) oko nodule</i>	78
<i>Slika 5 – 17. Pedotvorevine preparata I; A(-): matriks pedotvorevine – ortične nodule (1); B(-): intruzivna pedotvorevina – disortična nodula (1), intruzivna pedotvorevina – trošena tipična anortična nodula (2)</i>	78
<i>Slika 5 – 18. Pedotvorevine preparata I;A(-):matriks pedotvorevina – srednje impregnativna ortična nodula (1); intruzivna pedotvorevina – tipična anortična nodula (2); B(-): matriks</i>	79
<i>Slika 5 – 19. Organske komponente preparata I; A(-) i B(-): označen je očuvani poprečni presjek korijena</i>	79
<i>Slika 5 – 20. Pore i mikrostrukture u preparatu; A(-): regularni nepovezani vugovi (1) i povezani vugovi označeni strelicama</i>	82
<i>Slika 5 – 21. Pedalitet preparat 2: A(-) I B(+): djelovi preparata 2 s poliedričnim granulama kao agregatima; B(-): povezani vughovi (2) i pukotine označene strelicama</i>	82

<i>Slika 5 – 22. A(-) i B(-): strelicama označene matriks pedotvoreine</i>	82
<i>Slika 5 – 23. Mineralne komponente preparata 2; A(-) i B(+): listići tinjaca(1), zrna feldspata (2), nepravilna kvarcna zrna (3)</i>	83
<i>Slika 5 – 24. Građa mikromase; A(+):pjegasto-točkasti tip b-građe;B(+):porostrijasti tip b-građe</i>	83
<i>Slika 5 – 25. Građa mikromase; A(+): monostrijasti tip b-građe; B(+): cross-striated tip b-građe</i>	83
<i>Slika 5 – 26. Organske komponente preparata A(-)i B(-)</i>	84
<i>Slika 5 – 27. Pukotinasto – spužvasto – vugy struktura preparata; A(-): nepovezani vugovi (1); B(-): povezani vugovi i nepravilna pukotina</i>	86
<i>Slika 5 – 28. A(-):povezani vug i fragment organske tvari u poprečnom presjeku s očuvanom staničnom strukturom B(-): povezani vugovi, nepravilne pukotine i tipične anortične nodule (1)</i>	87
<i>Slika 5 – 29. Mineralne komponente preparata 3; A(+) i B(-):zrna feldspata (1), kvarcna zrna (2),listići tinjca (3), zrno trošenog cirkona (4)</i>	87
<i>Slika 5 – 30. A(-) i B(+): trošena anortična nodula (1); litofragment kvarcita (2)</i>	87
<i>Slika 5 – 31. Građa mikromase preparata 3; A(+) i B(-): monostrijasti b-građa</i>	88
<i>Slika 5 – 32. Građa mikromase preparata 3; A(-) i B(+): unakrnostrijasta b-građa</i>	88
<i>Slika 5 – 33. Građa mikromase preparata 3; A(-) i B(+): porostrijasta b-građa</i>	88
<i>Slika 5 – 34. A(-): pedalitet preparata 3: subpoliedrični do poliedrični agregati; B(+): crvenom isprekidanom linijom označena je matriks pedotvorevina s krupnijim mineralnim zrnima od ostatka osnovne mase tla</i>	89
<i>Slika 5 – 35. A(-) i B(-): intruzivne pedotvorevine: anortične impregnativne nodule različitih dimenzija</i>	89
<i>Slika 5 – 36. A(-): vagi – šupljikasto - pukotinasta mikrostruktura preparata 3; nepovezani vag (1), povezani vag (2) te pukotina na desnoj strani preparata; B(+): pjegasto - točkasti tip b-građe mikromase</i>	91
<i>Slika 5 – 37. Mineralne komponente preparata A(-) i B (+): cirkon (1)</i>	92
<i>Slika 5 – 38. A(-): intruzivna pedotvorevina - koncentrična anortična nodula; B(+): prikaz granostrijaste b-građe oko nodule i strelicama označena porostrijasta b-građa</i>	92
<i>Slika 5 – 39. A(-) i B(+): plagioklas s očuvanom prizmatskom strukturom (1) i strelicama označena porostrijasta b-građe</i>	92
<i>Slika 5 – 40. Intruzivne pedotvorevine; A(-): srednje do jako impregnirane disortične nodule (1) i koncentrične anortične nodule (2); B(-): jako impregnirane disortične nodule s vidljivim obrubom</i>	93
<i>Slika 5 – 41. Matriks pedotvorevine A(-): glinovite prevlake; intruzivne pedotvorevine: B(-): glinoviti klast,C(+): glinoviti klast nastao iz srpaste glinovite prevlake tipa</i>	93
<i>Slika 5 – 42. intruzivne pedotvorevine; A(-): pedorelikt nepravilnog oblika, B(-): litorelikt (boksit) s vidljivim obrubom glinovitih prevlaka</i>	93
<i>Slika 5 – 43. Mikrostruktura preparata 5; A(-): šupljina (1) i nepravilne pukotine; B(-): šupljina (2) i anortična tipična nodula</i>	95
<i>Slika 5 – 44. Pedalitet preparat 5: A(-) i B(-): poliedrični agregati; C(-):subpoliedrični agregati</i>	95
<i>Slika 5 – 45. Tip građe mikromase preparat 5: A(+) i B(-):unakrnostrijasti tip b-građe mikromase</i>	96
<i>Slika 5 – 46. Matriks pedotvorevine-A(-) i B(+))dio preparata zahvaćen procesom ožučivanja</i>	96
<i>Slika 5 – 47. Intruzivne pedotvorevine – A(-) i B(+): anortična impregnirana nodula; matriks pedotvorevine – A(-) i B(+): trošene srpaste glinovite prevlake</i>	97

<i>Slika 5 – 48. Osnovne mineralne komponente: A(+) i B(-): zaobljeno kvarcno zrno (3), listić tinjca (1), trošeno zrno distena (2)</i>	<i>97</i>
<i>Slika 5 – 49. Matriks pedotvorenine; A(-): impregnativne pedotvorenine označene crnom isprekidanom linijom i B(-): impregnativne pedotvorenine presječene nepravilnom pukotinom.....</i>	<i>99</i>
<i>Slika 5 – 50. A(+): poliedrični do subpoliedrični pedovi i anortična nodula nepravilnog oblika (1) B(-): intruzivna pedotvorenina – anortična tipična nodula (1)</i>	<i>100</i>
<i>Slika 5 – 51. Pedalitet preparata 6; A(-): poliedrični do subpoliedrični pedovi; B(-): poliedrični do subpoliedrični pedovi i anortična nodula nepravilnog oblika (1)</i>	<i>100</i>
<i>Slika 5 – 52. Matriks pedotvorenine A(-): dio preparata zahvaćen procesom ožučivanja, narančasto – žute boje i klastične glinovite prevlaka u donjem lijevom dijelu preparata; B(+): točkasto - pjegasti i porostrijasti tip b – građe; srpasta glinovita prevlaka nastala unutar vagova (1).....</i>	<i>100</i>
<i>Slika 5 – 53. Osnovne mineralne komponente preparat 6: A(+) i B(-): trošeno zrno kvarca (1), trošeni listići tinjca (2), zrno cirkona (3), veći listić tinjca (4), litofragment rožnjaka (5)</i>	<i>101</i>
<i>Slika 5 – 54. Mikrostruktura preparata 7; A(-): nepravilne pukotine; B(-): nepravilne pukotine, poliedrični do subpoliedrični pedovi i glinoviti klasti (1)</i>	<i>102</i>
<i>Slika 5 – 55. A(-): nepravilne pukotine i šupljine; B(-): nepravilne pukotine i šupljine poliedrični pedovi.....</i>	<i>103</i>
<i>Slika 5 – 56. Osnovne mineralne komponente; A(+) i B(-): trošeno zrno feldspata (1), trošena zrna kvarca (2), trošeno zrno distena (3)</i>	<i>103</i>
<i>Slika 5 – 57. Matriks pedotvorenina; A(-): impregnativna pedotvorenina; B(+): krupnozrnatija mineralna frakcija unutar impregnativne pedotvorenine za razliku od ostatka matriksa.....</i>	<i>103</i>
<i>Slika 5 – 58. Pedalitet preparata 7; A(-); B(-): subpoliedrični pedovi.....</i>	<i>104</i>
<i>Slika 5 – 59. A(-): matriks pedotvorenina (impregnativna pedotvorenina) – srpasta glinovita prevlaka i srpastostrijasti tip građe mikromase, oko kojega se nalazi točkasto - pjegasti tip b-građe i otvorena porfirna c/f distribucija; B(-): intruzivna pedotvorenina – anortična impregnirana nodula.....</i>	<i>104</i>
<i>Slika 5 – 60. Pedalitet preparata 8; A(-) i B(+): angular pedovi, gornji dio slike zahvaćen je procesom ožučivanja.....</i>	<i>107</i>
<i>Slika 5 – 61. A(-) i B(+): matriks pedotvorenine – srpaste glinovite prevlake i pedorelikti – klastične glinovite prevlake.....</i>	<i>107</i>
<i>Slika 5 – 62. A(-) i B(-) Nakupina glinovitih tipičnih i srpaste glinovitih prevlaka u preparatu, pojedini dijelovi svijetlije su obojeni jer su zahvaćeni procesom ožučivanja.....</i>	<i>107</i>
<i>Slika 5 – 63. Pedalitet preparata 8; A(-) i B(+): subpoliedrični ped s intruzivnom pedotvorevinom – tipičnom anortičnom nodulom i tipičnim glinovitim prevlakama na njenom rubu.....</i>	<i>108</i>
<i>Slika 5 – 64. Građa mikromase; A(+): strelicama je naznačena unakrnostrijasta b-građa mikromase; B(+): strelicama je naznačena porostrijasta b-građa mikromase.....</i>	<i>108</i>
<i>Slika 5 – 65. A(-): nepravilne pukotine i svijetlije obojeni dijelovi zahvaćeni procesom ožučivanja; B(-): poliedrični do subpoliedrični pedovi; C(-): nepravilne pukotine i dijelovi mikromase bogatiji krupnijom mineralnom frakcijom.....</i>	<i>108</i>
<i>Slika 5 – 66. SEM fotografija uzorka 5; Nakupine listićavih glinovitih čestica u mikroagregatima pod povećanjima od 5 000 i 10 000 puta.</i>	<i>109</i>
<i>Slika 5 – 67. SEM fotografija uzorka 5; Organski fragment (najvjerojatnije dio korijena) unutar nakupina glinovitih čestica pod povećanjima od 100, 200, 500 i 1 300 puta.....</i>	<i>110</i>
<i>Slika 5 – 68. SEM fotografija uzorka 6; Nakupine listićavih glinovitih čestica u mikroagregatima pod povećanjima od 35, 200, 500, 2 000, 5 000 i 20 000 puta.....</i>	<i>109</i>
<i>Slika 5 – 68. SEM fotografija uzorka 6; Nakupine listićavih glinovitih čestica u mikroagregatima pod povećanjima od 35, 200, 500, 2 000, 5 000 i 20 000 puta.....</i>	<i>111</i>

<i>Slika 5 – 69. Prikaz strukturne građe korijena u poprečnom presjeku (modificiran prikaz preuzet s https://m.everythingmaths.co.za/science/lifesciences/grade-10/05-support-and-transport-systems-in-plants/05-support-and-transport-systems-in-plants-02.cnxmlplus; 3.7.2017.).....</i>	112
<i>Slika 5 – 70. Uzorak 1A; Mikro CT fotografija: C – poprečni presjek, D – uzdužni presjek.....</i>	113
<i>Slika 5 – 71. Uzorak 1B; Mikro CT fotografija: C – poprečni presjek, D – uzdužni presjek.....</i>	113
<i>Slika 5 – 72. Uzorak 3; Mikro CT fotografija: C – poprečni presjek, D – uzdužni presjek.....</i>	114
<i>Slika 5 – 73. Uzorak 4; Mikro CT fotografija: A – uzdužni presjek, B – poprečni presjek.....</i>	114

POPIS TABLICA

<i>Tablica 4 - 1. Granične vrijednosti za interpretaciju ukupnog sadržaja pora</i>	31
<i>Tablica 4 - 2. Granične vrijednosti za interpretaciju retencijskog kapaciteta za vodu (Gračanin 1946, 1947 & 1951).....</i>	33
<i>Tablica 4 - 3. Granične vrijednosti za interpretaciju apsolutnog kapaciteta za zrak (Gračanin 1946, 1947 & 1951).....</i>	34
<i>Tablica 4 - 4. Granične vrijednosti ocjena reakcije otopine tla 1M KCl (Škorić 1992).....</i>	35
<i>Tablica 4 - 5. Granične vrijednosti za kalcifikaciju prema vrijednostima hidrolitskog aciditeta Yl:.....</i>	37
<i>Tablica 4 - 6. Granične vrijednosti za klasifikaciju tla prema sadržaju humusa (Graničanin (1946, 1947 & 1951))......</i>	38
<i>Tablica 4 - 7. Granične vrijednosti za određivanje stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa.....</i>	40
<i>Tablica 5 – 1. Udjeli granulometrijskih frakcija izraženi u masenom % na uzorcima tla profila Monte Coronichi (C)</i>	54
<i>Tablica 5 – 2. Udjeli granulometrijskih frakcija izraženi u masenom % na sitnici tla profila Monte Coronichi (C) s pripadajućim nazivom prema USDA klasifikaciji.....</i>	57
<i>Tablica 5 – 3. Prikaz raspodjele elemenata u tragovima, REE te lantanida u analiziranim uzorcima.....</i>	58
<i>Tablica 5 – 4. Ukupni mineralni sastav uzoraka sa profila Monte Coronichi.....</i>	61
<i>Tablica 5 – 5. Mineralni sastav frakcija čestica manjih od 2μm po profilu Monte Coronichi</i>	64
<i>Tablica 5 – 6. Rezultati osnovnih pedofizikalnih svojstava na uzorcima tla profila Monte Coronichi (MC).....</i>	65
<i>Tablica 5 – 7. Rezultati osnovnih pedokemijskih svojstava na uzorcima tla profila Monte Coronichi (MC).....</i>	66
<i>Tablica 5 – 8. Rezultati hidrolitskog aciditeta i adsorpcijskog kompleksa tla na uzorcima tla profila Monte Coronichi (MC).....</i>	67
<i>Tablica 5 – 9. Rezultati adsorpcije kationa i stupnja saturacije bazama na uzorcima tla profila Monte Coronichi (MC).....</i>	68
<i>Tablica 5 - 10. Distribucija glavnih elemenata izražena u masenim postocima (mas%) oksida i gubitak žarenjem (LOI) u analiziranim uzorcima s profila Monte Coronichi.</i>	69
<i>Tablica 5 - 11. Popis mikromorfoloških preparata s pripadajućim dubinama.....</i>	73

1. UVOD

Ovaj diplomski rad nadovezuje se na prethodna istraživanja u sklopu projekta „Usporedba *terroira* Istre, Beča i Wachaua“ provedena na uzorcima s lokaliteta Koreniki (Monte Coronichi), gdje je na istarskoj crvenici (*terra rossi*) kultivirana autohtona sorta vina Malvazija Istarska.

Nakon što je 2012. godine pokrenut bilateralni projekt Hrvatske i Austrije naziva „Usporedba *terroira* Istre, Beča i Wachaua“, pod vodstvom hrvatskog stručnjaka, akademika Gorana Durna te austrijskog, prof.dr.sc. Franza Otnera napisan je diplomski rad „Tlo kao jedna od značajki istarskog *terroira*“ autorice Elizabete Tomašić (2003) u kojemu su prikazana dotadašnja istraživanja tri tipa tla u Istri na lokacijama Monte Coronichi, Sveta Lucija i Grimalda. U tom je radu prikazana usporedba triju profila tla temeljena na granulometrijskoj, mineraloškoj i kemijskoj analizi. U okviru kemijskih analiza provedene su analize Fe i Mn-okida i (oksi)hidroksida, određen kapacitet kationske izmjene i udjeli zamjenjivih kationa te elementi u tragovima (topivi u zlatotopci i izluženi prema BCR proceduri).

Ovaj rad predstavlja nastavak na navedena istraživanja provedena na uzorcima prikupljenim na profilu Monte Coronichi u travnju 2012. godine (uzorci C1 – C12).

Tim interdisciplinarnih stručnjaka u veljači 2013. godine izuzeo je uzorke tla u svrhu pedološke (CM1 – CM6) i mikromorfološke analize (1 - 8). Pedološka analiza uključuje određivanje pedofizikalnih svojstava tla: gustoće tla, ukupnog sadržaja pora, kapaciteta tla za vodu i zrak te pedokemijskih svojstava tla: pH te sadržaj humusa, hidrolitski kapacitet, određivanje adsorpcijskog kapaciteta tla te kapaciteta adsorpcije kationa i stupanj saturacije bazama.

Nakon ukazane prilike za suradnju sa portugalskim sveučilištem, Instituto Superior Técnico u sklopu Erasmus studentske razmjene, u siječnju 2016. godine na lokaciji Monte Coronichi prikupljena su dva uzorka tla te šest uzoraka korijena vinove loze (lat. *Vitis Vinifera*). Tijekom mobilnosti, uzorci tla snimljeni su skenirajućim elektronskim mikroskopom, a prikupljeni uzorci korijena snimljeni su mikro CT uređajem kako bi se dobio uvid u morfologiju i kvalitetu korijena vinove loze na profilu Monte Coronichi, lokaliteta Koreniki.

2. TEORIJSKE OSNOVE

2.1. DEFINICIJA TLA

Tlo je prema općoj definiciji površinski sloj Zemljine kore izmijenjen zajedničkim utjecajem litosfere, biosfere i hidrosfere. Sva tla na Zemlji čine pedosferu, rastresiti površinski omotač na granici litosfere, hidrosfere, atmosfere i biosfere. Prema Svjetskoj referentnoj osnovici za tlo (IUSS Working Group, 2006), objekt klasifikacije tla obuhvaća solum tla i matični supstrat unutar 2 m dubine do zemljine površine, a koji je u kontaktu s atmosferom.

Tlo predstavlja dinamičan i kompleksan sustav, rastresitu prirodnu tvorevinu nastalu djelovanjem pedogenetskih faktora (matični supstrat, klima, reljef, organizmi, vrijeme, antropogeni utjecaj) kroz procese pedogeneze (trošenje minerala, tvorba sekundarnih minerala, razgradnja organske tvari i nastanak humusa, tvorba ogranomineralnih spojeva, migracija i drugi specifični procesi) koja podržava rast biljaka.

Za razumijevanje ekološko - proizvodne uloge tla, uloge koja je ključna za plodnost tla te ekološko - regulacijske uloge tla koja podrazumijeva transformacijsku, filtersku i pufersku ulogu tla, potrebno je poznavati svojstva tla koja omogućuju učvršćivanje biljke korijenom, vodoopskrbu biljke, snabdijevanje biljke kisikom i nutrijentima potrebnim za rast i razvoj te ublažavanje naglih promjena pH štetnih za biljku.

Tla su karakterizirana distribucijom horizonata po profilu tla, bojom, teksturom, strukturom i koloidnim dijelom.

Horizonti tla uočavaju se na mjestu opažanja vertikalnog presjeka tla koji se naziva profil tla, a prikazuje „sliku soluma“. Broj horizonata, njihov slijed, debljina, izraženost i prijelaz iz jednog u drugi čine sklop profila (Škorić, 1990). Prema Dokučajev (1883) horizonti tla razlikuju se na temelju fizičkih karakteristika, uglavnom boje i teksture, a označavaju se slovima A – površinski horizont, slovo C - matični supstrat, a horizont između slovom B.

Referentna nomenklatura koju je odobrila Europska Komisija je WRB klasifikacija (engl. *World Reference Base for Soil Resources*) koja predstavlja internacionalni i standardizirani sustav klasifikacije tala, odobren od IUSS (engl. *International Union of Soil Sciences*), a zamjenjuje prijašnju FAO klasifikaciju (engl. *Food and Agriculture Organization*). WRB klasifikacija namijenjena je korelaciji globalnih i lokalnih sistema uzevši u obzir različitosti koncepata klasifikacije kao što su američka USDA klasifikacija,

koja u obzir uzima i klimu kao dio sustava klasifikacije, francuska *Référentiel Pédologique* te ruske koncepte.

WRB klasifikacija sastoji se od podjele na 32 referentne grupe tala (engl. *Reference Soil Groups*), a brojne pred i doznačajke (*Prefix and Suffix qualifiers*) ukazuju na detaljnija svojstva i obilježja 32 grupe tala. Od 2006. WRB je službena klasifikacija tala Hrvatske.

Od konsolidirane i čvrste stijene trošenjem te djelovanjem pedogenetkih faktora započinje fizičko i kemijsko trošenje matične stijene, a tako i proces pedogeneze. Faze razvoja tla ovise o vremenu trajanja pedogeneze i količini padalina. Vertikalnim procjeđivanjem vode dolazi do ispiranja topivih soli i minerala dimenzija glina iz gornjih horizonata te posljedično formiranja A – horizonta crne boje, bogatog humificiranom organskom materijom koloidnih dimenzija (1 - 100 nm) važnom za nastanak, povećanje topljivosti i mobilnost kompleksirajućih iona koja s mineralnim česticama tvori organomineralne komplekse. E-horizont često izostaje, ali se formira u tlima s tankim A-horizontom, sadrži manje organske tvari stoga je svjetliji od A-horizonta. E-horizont derivira se iz B – horizonta, bogat je mineralnim česticama dimenzija pijeska i silta, naziva se i eluvijalni horizont čija je karakteristika ispiranje mineralnih čestica i organske materije u niži horizont. E – horizont tipičan je za zrelo tlo, karakteristika zrelog tla je i B – horizont ili B iluvijalni horizont u kojemu se akumuliraju komponente isprane iz A i/ili E – horizonta. Obogaćen je *in-situ* glinama, najčešće 1:1 glinama i Fe/Al-oksidima zbog čega se od ostalih horizonata odlikuje intenzivnijom nijansom crvene, žute ili smeđe boje. C – horizont predstavlja rastrošni dio matičnog supstrata bez znakova pedogeneze, a iz kojega se može formirati tlo dok R – horizont predstavlja konsolidiranu i čvrstu stijenu. Unutar jednog horizonata tla mogu se izdvojiti zone, podhorizonti koji se posebno označavaju, npr. Brz – horizont koji nastaje akumulacijom reziduum razgradnje karbonatnih stijena.

Boja tla podrazumijeva HSV prostor boja koji je definiran tonom (engl. *hue*), intenzitetom (engl. *saturation*) i svjetlinom boje (engl. *value*). Boja ovisi o prisutnoj organskoj materiji, kationima/anionima, npr. Fe³⁺ daje crvenu boju lateritu dok Fe²⁺ daje sivu boju glejnom tlu. Boja tla se iščitava iz Munsellove tablice boja (*Munsell Color System*).

Tekstura tla (mehanički sastav tla) predstavlja udjele pojedinih granulometrijskih frakcija unutar tla. Kako bi se dobio podatak o mehaničkom sastavu na uzorcima se analizira granulometrijski sastav.

Proučavanjem načina povezivanja ili nakupljanja strukturnih elemenata proučava se građa tla, a struktura tla predstavlja prostorni raspored osnovnih sastojaka (jedinica građe tla), agregata i pora u tlu (Jongerius, 1957). Najčešći tipovi struktura tla su granularna, poliedrična, pločasta i prizmatična. Struktura ima veliki značaj za biljnu proizvodnju jer povoljna struktura može do određenog stupnja korigirati nepovoljni mehanički sastav tla i na taj način osigurati povoljne vodo - zračne prilike u tlu, toplinska svojstva tla te osigurati normalan rast i razvoj biljnog korijena (Racz, 1992). Ovisno o mjerilu promatranja tla proučava se morfologija ili mikromorfologija tla.

Koloidni dio tla sastoji se od minerala glina, Fe/Al oksida i hidroksida, alofana i organske tvari, a podrazumijeva čestice nano dimenzija (1 – 100 nm). Glavne odlike koloidnih čestica su velika specifična površina i određeni površinski naboj pa tako koloidni dio tla kontrolira svojstva kao što su struktura, tekstura, agregacija, flokulacija, kohezija, disperzija, snadbijevanje nutrijentima, plastičnost i bubrenje/skupljanje. Koloidni dio tla vrlo se lako spaja s mineralnim komponentama te tako stvaraju organomineralne ili glinohumusne spojeve.

2.2. TERRA ROSSA - CRVENICA

Terra rossa, (hrvatski naziv koji će se koristiti kroz rad je crvenica) je tlo razvijeno na vapnencima i dolomitima, odlikuje se crvenom bojom koja je ujedno i njeno dijagnostičko obilježje (prema Munsellovoj tablici boja: 2,5 Yr -10 Yr pri čemu su vrijednosti svjetline i intenziteta > 3 (Husnjak, 2014)) i siltnoglinovitom do glinovitom teksturom, a najrasprostranjenije je u području Mediterana, no nalazi se i na drugim kontinentima gdje prevladavaju slični uvjeti, kao što je regija Coonawarra (južna Australija), pokrajina Prince Edvard Island (istočna Kanada) i dr., rijetko na većim nadmorskim visinama, uglavnom se nakuplja u zaravnjenim područjima.

Za nastanak crvenice potreban je specifičan splet pedogenetskih čimbenika prilikom kojih intenzivni pedogenetski procesi dovode do sporog i postupnog trošenja vapnenaca (kemijsko) i dolomita (fizičko i kemijsko) u uvjetima vlažne i tople klime. Prilikom trošenja dolazi do otapanja kalcita i dolomita te nakupljanja netopivog ostatka ispod humusnog akumulativnog horizonta koji potom biva podvrgnut procesima pedogeneze od kojih nastaje inicijalni kambični horizont te kambično tlo u obliku netopivog ostatka crvene boje koji se sastoji od silikata, oksida željeza i aluminija i tragova ostalih minerala. Nakon što debljina spomenutog kambičnog horizonta postane veća od dubine humusno-akumulativnog horizonta izdvaja se kao potpuno razvijeni rezidualni

kambični horizont, a tlo sukladno dostignutom stadiju razvoja prelazi u razred rezidualnih kambičnih tala. Ovakvo je tlo najvećim dijelom reliktna tvorevina. Nastanak i razvoj rezidualnog horizonta najvećim se dijelom odvijao u drugačijim bioklimatskim uvjetima od uvjeta koju vladaju na tom području danas. Na području Istre nastanak i razvoj rezidualnog kambičnog horizonta crvenice odvija se i danas, tako da se može tvrditi kako je riječ o reliktno - recentnom tlu uz dominantan utjecaj reliktnog postanka. Za vrijeme trajanja subtropske klime kroz geološka razdoblja odvijala se jača migracija silicija u formi kremičke ili metasilicijske kiseline (H_2SiO_3) iz rezidualnog ostatka, za vrijeme tropske klime odvijala se daljnja transformacija netopivog ostatka, dehidracija i kristalizacija željezovitih oksida koji su se nalazili adsorbirani na površini minerala glina te do pojave crvene boje tla.

Boja crvenice nastaje kao rezultat procesa rubifikacije (hrv. ocrveničavanje), proces peptizacije amorfnih željeznih oksida i hidroksida, koji je omogućen dehidratizacijom željezovitih oksida te nastajanja hematita na uštrb getita u gustoj osnovi tla (Kubieta, 1970). Kako je omjer Fe_d /glina ujednačen kroz profil tla, translokacija čestica glina zaslužna je za distribuciju karakteristične crvene boje cijelim profilom tla, no tlo je izloženo klimatskim fluktuacijama vode uslijed kojih može doći do eluvijacije, procesa ožučivanja (engl. *yellowing*) i sekundarnih hidromorfoloških promjena koje uzrokuju promjenu boje tla (Durn, 2003). Usprkos tome, njena karakteristična crvena boja odgovorna je za razvoj nazivlja i klasifikacije ovog tla, tako je naziv „crvena mediteranska tla“ ili „crvenica“ postao uobičajen za crveno tlo Mediterana (Yaalon, 1997). Iako popularni, ovi termini ne smatraju se adekvatnima za naziv grupe tla, nedovoljno su dobro definirani u strogom sustavu koji povezuje tlo s točno određenim karakteristikama (Durn, 2003).

Klimatski faktori karakteristični za mediteransku klimu bitni su za nastanak crvenice, a nalaze se i na drugim kontinentima te izvan zadanih geografskih okvira u kojima se mediteranska klima može očekivati ($30^\circ - 40^\circ$ s.g.d.) pa se tako prema Yaalon (1997) crvena mediteranska tla nisu više koristila kao zasebna grupa tala u FAO sustavu. Prema Duchaufour (1982) u nekim klasifikacijskim sustavima baziranim na mediteranskoj klimi kao determinirajućem faktoru termin crvena mediteranska tla ili crvenica djelomično je zamijenjen terminom „modalna fersialitična tla“, no naziv crvenica zadržao se kada je riječ o crvenim tlima nastalim na čvrstim vapnencima posebice na razini nacionalnih kvalifikacija, npr. hrvatskoj, talijanskoj i izraelskoj.

Kompleksnost nastanka crvenice zaslužna je za raznolika mišljenja o klasifikaciji ovog tla. Tako prema FAO sustavu (1974) (engl. *The Food and Agriculture Organization of the United Nations*) crvenica spada pod luvisole (kromične luvisole), fajozeme (halpične ili luvične fajozeme) i kambisole. Nacionalna klasifikacija Hrvatske prema Škorić (1986) smješta crvenicu u odjel automorfih tala i klasu kambisola. Prema USDA klasifikaciji (2003) (engl. *United States Department of Agriculture*) crvenica spada pod alfisole. Najnovija saznanja crvenicu svrstavaju u grupu luvisola prema WRB klasifikaciji (2006).

Problematika oko nazivlja razvila se kao rezultat kontrastnog promišljanja mnogih stručnjaka na temu izvorišnog materijala kao i samog nastanka crvenice koji predstavlja problem dugi niz godina. Najraširenije je mišljenje da se razvila iz netopivog ostatka nakon trošenja karbonatnih stijena (Kišpatić, 1912; Tućan, 1912; Kubićna, 1953; Ćirić & Aleksandrović, 1959; Marić, 1964; Plaster & Sherwood, 1971; Škorić, 1979, 1987; Bronger et al., 1983; Moresi & Mongelli, 1988; Bronger & Bruhn-Lobin, 1997) koji je ili nije pretrpio nikakve promjene (Brogner et al., 1983) dok drugi naglašavaju kako je dodatak različitog vanjskog materijala (eolska prašina, vulkanski debris, klastične sedimentne čestice, boksitne čestice) nanesenog na vapnenačko - dolomitnu podlogu dominirao nad vapnenačko - dolomitnim netopivim ostatkom kao primarnim izvorišnim materijalom za nastanak crvenice (Balagh & Runge, 1970; Yaalon & Ganor, 1973; Šinkovec, 1974; Olson et al., 1980; MacLeod, 1980; Jackson et al., 1982; Danin et al., 1983; Rapp, 1984; Jahn et al., 1991; Nihlen & Olson, 1995; Altay, 1997; Durn et al., 1999, Durn, 2003; Durn et al., 2007; Muhs et al., 2012)). Studije o geomorfologiji tla (Olson et al., 1980) indiciraju debris kao izvorni materijal. Spomenuti debris nastao je trošenjem nadležnih klastičnih sedimentnih stijena te bio transportiran i deponiran na niželežeci vapnenac.

Doprinos eolskog materijala prema mišljenju raznih autora značajan je za formiranje crvenice. Istraživanjem crvenice Izraela zaključeno je kako je eolski doprinos ključan u formiranju gornjeg sloja tla (Danin et al., 1983). Istraživanja tala na čistim kvartarnim karbonatima s Bermuda bazirana na detaljnim geokemijskim istraživanjima elemenata u tragovima koji predstavljaju nemobilnu fazu u okolišu nastanka tla govore o učinku kombinacije (LRT) napuha Afričke prašine i temeljne vulkanske stijene kao ishodišnog materijala (Muhs et al., 2012). O važnosti vulkanske stijene kao izvorišnog materijala govori nalaz Šušnjare et al. (1994) o interkaliranom vitričnom tufu unutar crvenice kod Gnjeva, središnja Dalmacija. Ulogu piroklastita u okolnom području spominju i Lippi-Boncampi et al. (1955) i Yaalon & Ganor (1973), a detaljna studija na dva paleotla, kasnog pleistocena (pedomarker 1) i holocena (pedomarker 2) u karbonatima

središnjih Apeninima dokazuje kako je tlo razvijeno iz piroklastičnog materijala (Frezzotti & Narcisi, 1996). Sličnosti mineralogije glina (Aydinalp, 1996; Balagh & Runge, 1970), teške frakcije (Durn et al., 1992; Durn & Aljinovic, 1995), granulometrijska distribucija čestica (Aydinalp, 1996; McLeod, 1980), različitosti u omjerima kisikovih izotopa u sitnozrnatom kvarcu (Jackson et al., 1982) i analize morfologije zrna kvarca SEM-om (Delgado et al., 2003) utjecale su na razumijevanje važnosti doprinosa eolskog materijala za nastanak crvenice.

Iz svih navoda da se zaključiti o raznolikosti mogućih izvorišnih materijala i u konačnosti poligenetskoj prirodi crvenice, formiranoj tijekom vrućih i vlažnih kvartarnih perioda i/ili tercijara (Altay, 1997; Bronger & Bruhn-Lobin, 1997; Durn et al., 1999). Mogućnost nastanka takvog tla na izoliranim krškim područjima nije isključena, ali mnogo češće, kao što to biva u prirodi, izvorišni materijal sačinjavaju raznovrsni materijali doneseni na karbonatnu podlogu različitim mehanizmima transporta. Crvenica se može smatrati i pedo-sedimentnim kompleksom ukoliko je riječ o debelim koluvijalnim ili aluvijalnim naslagama tla u krškim formama kao što su uvala ili dolina za čiji je nastanak bitna tektonika, klimatske promjene i deforestacija koje uzrokuju eroziju, transport i deponiranje materijala (Durn et al., 2007; Aydinaly & Fitzpatrick, 2009).

Boero & Schwertmann (1989) su zaključili da generalni uvjeti pedookoliša pogodni za nastanak crvenice, kao što je odličan protok vode karakterističan za krške terene te neutralni pH nije od velike važnosti za proces rubifikacije ako je izvor željeza autohton ili alohton. Crvenica nastaje, redom, dekalifikacijom, rubifikacijom i bisialitizacijom i/ili monosialitizacijom. Verhey & Stoops (1973) utvrdili su kako u područjima sa specifičnom klimom koja pogoduje njenom nastanku, crvenica može nastati i danas, npr. Libanon.

2.3. VITIKULTURA I „TERROIR“

Vinova loza (lat. *Vitis Vinifera*) prepoznatljiva je po mogućnosti prilagodbe na razne uvjete pa su je tako uzgajali brojni narodi tijekom povijesti. Na temelju nalaza iz Gruzije, starih 6000 god.pr.Kr (Wong & Winnie, 2008), vino se proizvodilo i tada, čemu svjedoče i nalazi u Iranu stari 5000 god.pr.Kr (Berkowitz & Mark, 1996) te u Armeniji, starosti 1500 god.pr.Kr.(Hotz & Robert Lee, 2015). Uzgojem vinove loze bavili su se i egipćani, fenićani, grci, rimljani, a vinova loza kultivirala se i u Staroj Kini, a konzumirala i u srednjem vijeku sve do modernih dana kada postaje rasprostranjena na svim kontinentima osim Antarktike. Vinova loza raširena je u Sjevernoj Americi te u Južnoj Americi šireći se od Meksika zahvaljujući španjolskim konkvistadorima. Kultivira se i u Australiji gdje se proširila iz južne Afrike. U Europi je krajem 19. stoljeća preživjela pošast zvanu filoksera te se održala do danas kao značajan izvozni proizvod mnogih europskih zemalja, Francuske, Španjolske, Italije, Grčke, Portugala, a također i Hrvatske.

Nauka o vinovoj lozi, vitikultura (lat. *vita*) razvijala se tijekom prošlosti, znanja su se sabirala s ciljem poboljšanja kvalitete, kontroliranja korištenja pesticida i gnojiva, monitoringa karakteristika vina kroz godišnja doba, obzerviranja same biljke i karakteristika tla na kojemu se biljka uzgaja. Tako su francuski vinari, a i Stari Grci prije njih obilježavajući amfore pečatom pojedine regije, počeli uočavati razlike u vinu podrijetlom iz različitih regija ili čak različitih dijelova vinograda te su s vremenom razvijali koncept *terroira* (fra. *terre*).

Riječ je o velikom broju čimbenika koji utječu na vinograd, tlo, nadmorska visina i inklinacija, izloženost sunčevoj svjetlosti, klimi koja uključuje i promjene u količini padalina, jačini vjetra, učestalosti magle, sumi sunčanih sati, srednjim prosječnim temperaturama i dr. Neki *terroir* promatraju kao dinamičan koncept koji objedinjuje dugoročne faktore (npr. geologija područja, tlo i okolišni uvjeti) i kratkoročne (raznolikost sorti, metode uzgoja i tehnika, kulturološki faktori). Utjecaj stijena u podlozi za vinovu lozu odavno je prepoznat od strane geologa koji su potaknuli koncept „*terroira*“ koji je kasnije nadopunjavao od strane drugih struka. O utjecaju geologije govore mnogi stručnjaci, od kojih većina priznaje kako se veza određenog *terroira* s vinom proizvedenim unutar tog *terroira* ne može kvantitativno izraziti, iako direktna veza postoji.

Danas uz postojanje velikog broja klasifikacija vina teško je uočiti one zaista korisne. AOC (fra. *Appellation d'Origine Protégée*) je francuski sustav nazivlja, ujedno i najstariji sustav nazivlja koji se i danas koristi. Sustav je ustanovljen 1937. godine s geslom unikatno vino iz unikatnog predjela, danas Francuska broji više od 360 AOC-a unutar 11 primarnih vinskih regija kao što su Rhône, Loira, Alsace i Bordeaux.

Ovaj strogi sustav uvjetuje mnoge aspekte proizvodnje vina, uključujući koje se sorte vina mogu koristiti prilikom proizvodnje, minimalnu količinu alkohola, gustoću sadnica, starost vinove loze. Geografska oznaka omogućava konzumentu lakše prepoznavanje karakteristika pojedinih vina.

Tako na primjer Crémant d'Alsace Rosé prema pravilima mora biti 100% sastavljen od sorte Pinot Noir, pa tako prilikom kupnje tog vina može se očekivati pjenušavo vino od 100% og Pinota Noir - a, što je jednostavno provjerava AOP kodom (Puckette, 2015). Kako Francuzi tako i ostali najznačajniji proizvođači vina imaju svoje sustave nazivlja, Sjedinjene Američke Države – AVA (engl. *American Viticulture Area*), Italija – DOC (tal. *Denominazione di Origine Controllata*), Španjolska – DOP (špa. *Denominación de Origen Protegida*). Svi ovi sistemi razvijeni su kako bi se zaštitila naznaka podrijetla svakog pojedinog vina te njegove superiorne kvalitete kako u Europi tako i šire.

2.4. TLO KAO ZNAČAJKA TERROIRA

Harmonija i sinergija tla i biljke od velike je važnosti za uzgajivače. S vremenom je uočeno kako rast i kvaliteta vinove loze, punoća grozdova može biti ugrožena ukoliko je tlo niske kvalitete te ako sistem korijena nije razvijen. Vinova loza ima životni vijek od 40 – 50 godina kada se uzgaja u komercijalne svrhe. Biljka širi korijen lateralno i duboko u tlo (nalaz korijena dubine 6 m u regiji Bordeaux (Seguin, 1972) pa je prilikom uzgoja potrebno održavati tlo kvalitetnim za kontinuiran i ispravan uzgoj biljke.

Tlo također ima i značajan utjecaj na produkt proizvodnje vinove loze – vino. Znanost o vinu, enologija također uzima u obzir karakteristike vina uzrokovane tlom na kojem je vinova loza rasla. Kada je riječ o tlu, iznimno je bitna veličina čestica ili agregata tla. Ukoliko se radi o većim dimenzijama česticama (npr. veličine pijeska i rahlom tlu) tlo će biti dobro drenirano, za razliku od tla s česticama manjih dimenzija (silt ili glina) koje neće biti dobro drenirano, ali će zadržavati vodu što će omogućiti rast biljci i dobar balans između drenaže i retencije vode, čemu doprinose i udio organske materije. Dobra drenaža, aeracija i snabdijevanje nutrijentima nužno je za balans između vegetativnog rasta te rasta i kvalitete ploda. Većina vitikulturalista smatra kako je za uspješan rast vinove loze najvažnije rahlo tlo koje omogućava visoki kapacitet protoka vode te biljci omogućava puštanje korijena duboko u tlo kako bi našla održiv izvor vode i nutrijenata.

Litologija područja rasta također je bitan čimbenik. Vapnenci i škriljavci omogućavaju prodiranje korijena duboko ukoliko postoje vertikalne pukotine što je pogodno za širenje korijena biljke, gusto tlo s velikim udjelom glinovitih čestica onemogućava prodiranje korijena pri čemu se ono zadržava u gornjim slojevima tla te upija vodu prilikom većih količina padalina, takve biljke prilagođene su uvjetima tog područja i tako lakše podnašaju sušna razdoblja.

Boja tla je izrazito bitan čimbenik jer omogućava reflektiranje sunčevih zraka i apsorpciju topline pa tako u hladnijim predjelima, sjever regije Champagne, vinova loza se uzgaja nisko, u neposrednoj blizini tla, kako bi grozdovi mogli upiti što više sunca koje se reflektira sa svijetle kredne podloge, dok u jednako hladnoj Njemačkoj tamni slejtovi zadržavaju toplinsku sunčevu energiju kako bi biljka lakše podnijela oscilacije temperature tijekom noći.

3. KARAKTERISTIKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

3.1. GEOGRAFSKI POLOŽAJ I GEOMORFOLOŠKA PODJELA ISTRE

Najveći hrvatski poluotok, Istarski poluotok smješten je na samom zapadu Hrvatske, na sjeverozapadnom dijelu obale Jadranskog mora (**Slika 3 – 1.**).



*Slika 3 - 1. Geografski položaj Istarskog poluotoka
(modificiran prikaz preuzet s
http://os-zamet-ri.skole.hr/nastavni_materijali/geografija/vgv,
<http://www.uniline.hr/hrvatska/karta.php>; 3.7.2017.)*

Kopnena geografska granica Istre je Tršćanski zaljev između Milja i Trsta na zapadu te Preluka na istoku. Sjeverna granica je sjeverni rub Čičarije od zaleđa Trsta do Kastva i Klane. Prostire se na površini od 3476 km², od toga 3130 km² u Hrvatskoj, 346 km² u Sloveniji (Šavrini) te malim dijelom u Italiji (Milje i Dolina). Površina od 2813 km² nalazi se u Istarskoj županiji, a ostali dio pripada Primorsko - goranskoj županiji (Tomić, 1981). Istočna obala istarskog poluotoka strmo je odsječena i slabo razvedena za razliku od zapadne obale koja je malih nadmorskih visina (do 400 m) i dobro razvedena.

Norbert Krebs (1907) odredio je tri reljefne cjeline Istre na temelju geološke građe i različitih vrsta tala te se tako u geomorfološkom smislu Istru dijeli na *Bijelu Istru*, *Sivu Istru* (*Zelenu Istru*) te *Crvenu Istru* u smjeru jugozapada (**Slika 3 - 2.**).



Slika 3 - 2. Geomorfološka podjela Istre; oznaka profila Monte Coronichi na lokaciji Koreniki (<http://istra.lzmk.hr/clanak.aspx?id=957>; 3.7.2017).

Smještena na sjeveru, sjeveroistoku i istoku poluotoka, gorska Istra, poznata je kao i *Bijela Istra*, zbog ogoljenog krškog područja (krednih i paleogenskih (eocenskih) vapnenaca) nastalog uglavnom krčenjem šuma s mjestimičnim ostacima paleogenskog (eocenskog) fliša na kojima ima dovoljno plodnog tla i vode zbog vodonepropusnosti flišnih naslaga za razliku od okršenih vapnenaca. *Bijela Istra* obuhvaća područje od Plomina preko gorskog hrpta Učke, pružanja S - J (Vojak 1401 m), do gorske skupine Čićarije, dinarskog smjera pružanja SZ - JI (Planik 1272 m) i hrpta Komoračna.

Ovaj dio Istre obilježen je jakim tektonskim pokretima koji su uvjetovali borano – ljuskavo - navlačnu strukturu te blokovsku strukturu obilježenu nizom hrptova čiji su vršni dijelovi na različitim nadmorskim visinama i međusobno odvojeni udolinama.

Obzirom na naslage paleogenskog (eocenskog) fliša sa značajnim udjelom gline sive boje, središnja Istra, depresija zapunjena flišnim materijalom prozvana je *Sivom Istrom* ili *Zelenom Istrom*. Ovo područje obuhvaća središnji dio poluotoka, koje je zbog nepropusnih flišnih naslaga pod stalnim utjecajem erozije sniženo te razdijeljeno tekućicama koje stvaraju jaruge strmih i nestabilnih padina niz koje se slijevaju oborinske vode, a uslijed jaružanja dolazi do intenzivnog odnošenja materijala do dvaju sabirnih dolina, doline rijeka Mirne (Buzetska zaval) te proširenje oko gornje Raše i Boljunčice (Roglić, 1981).

Crvena Istra ime dobiva po karakterističnom tlu vezanom za istarsku karbonatnu zaravan, crvenici. Karbonatna zaravan jurske do eocenske starosti prostire se od zapadne obale prema sjeveroistoku gdje obuhvaća prostor rijeke Raše i Pazin pa sve do Umaga te na sami jug Istre. U širem smislu ovo se područje poklapa sa zapadnoistarskom antiklinalom čiji nagib od istoka prema zapadu pada sa 400 m do razine mora i niže, Linski kanal (- 31 m) čija dubina upućuje na nekad niži položaj morske razine (Roglić, 1981). Naknadnim postglacijalnim izdizanjem kada su izdvojeni mnogobrojni otoci i otočići, među kojima se nalaze i Brijuni, Medulinski zaljev i Pulska luka. Istarske rijeke nastaju u središnjem flišnom pojasu ili na granici fliša i vapnenca gdje poniru (Pazinčica, Boljunčica). Rijeka Mirna iz gornjeg porječja donosi trošan materijal kojim je zatrpala potopljeni dio doline te ga pretvorila u močvarnu nizinu. Rijeka Raša svojim je nanosima zatrpala dolinu Krapanskog jezera koje je melioracijskim radovima pretvoreno u obradivu površinu. Obzirom na podložnost karbonata ponajprije kemijskom trošenju te blagi pad nagiba u smjeru zapada, ovaj je prostor okarakteriziran pojavom krških oblika, pukotina, škrapa, ponikva, spilja, jama i ponikva koje su nerijetko zapunjene crvenicom.

3.2. GEOLOŠKA GRAĐA ISTRE

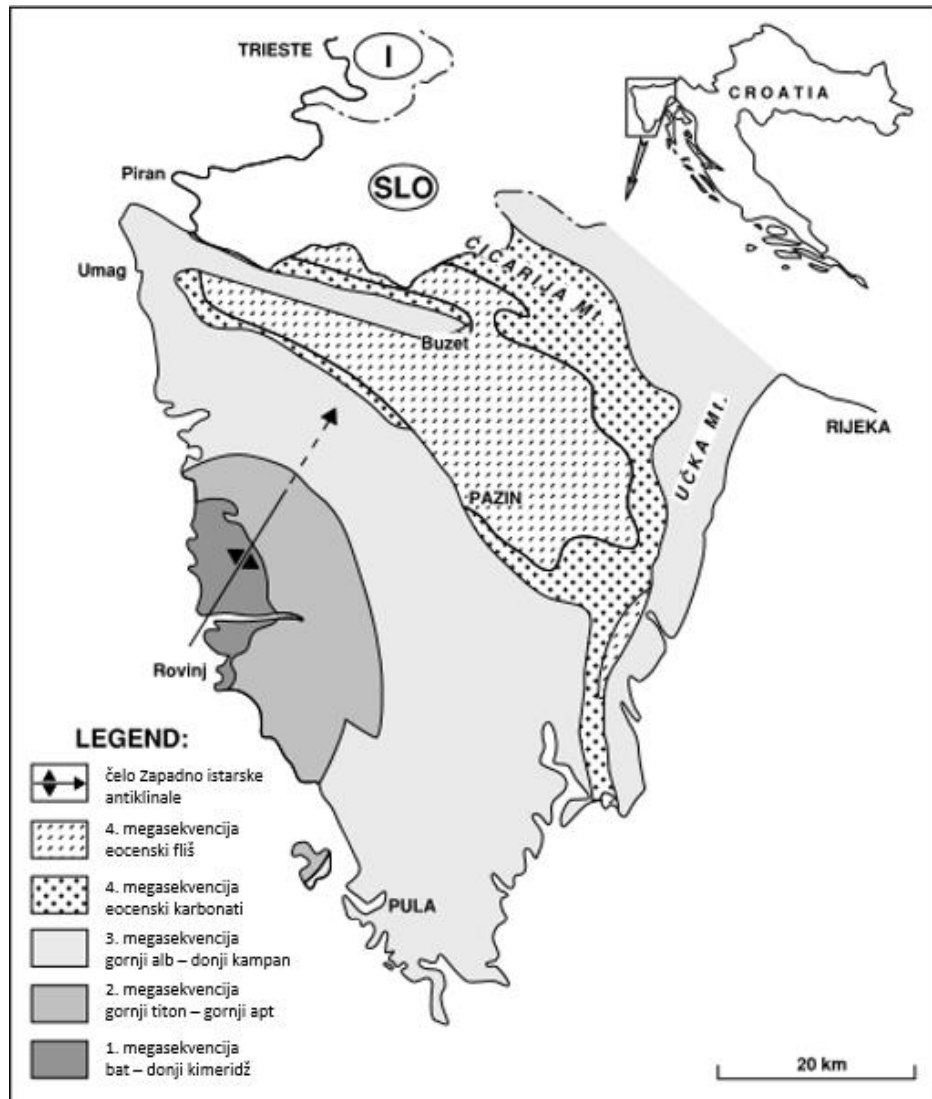
Istra pripada SZ dijelu izolirane Jadranske karbonatne platforme (AdCP) koja je egzistirala od srednje jure do eocena (Velić et al. 2003; Vlahović et al. 2005). Sastoji od taložina izolirane karbonatne platforme, sukcesivnog niza karbonatnih stijena (više od 2000 m) stratigrafskog raspona gornji doger - eocen koje su manjim dijelom prekrivene kredno paleogenskim naslagama fliša nastalih uslijed dezintegracije i kolizije na nekadašnjem prostoru platforme, paleogenskim naslagama klastita; eocenskim karbonatima (foraminiferski vapnenci, prijelazne naslage (*Globigerina* lapori) i karbonatne breče), eocenskim flišem (Vlahović & Velić, 1995) te kvartarnom crvenicom i lesnim naslagama.

Najvažnija geološka struktura Istarskog poluotoka je zapadnoistarska antiklinala koja se prostire do linije Labin – Učka – Ćićarija, a izgrađena od jurskih i krednih plitkovodnih karbonata (Pošak & Šikić, 1973; Marinčić & Matičec, 1991). Današnji položaj geotektonskih jedinica na području Istre objašnjava se neotektonskim (postpaleogenskim) tangencijalnim pokretima s globalnim naprezanjima pravca sjever-jug (Marinčić & Matičec, 1991). Neotektonska sktivnost od gornjeg pliocena do danas održavala se horizontalnim, vertikalnim i rotacijskim pokretima većih strukturnih blokova različitog intenziteta i predznaka (Prelogović i dr., 1981).

Geološka građa terena (**Slika 3 – 3.**) temeljana je na saznanjima u znanstvenim radovima i tumačima OGK za listove: Pula (Pošak, 1970), Cres (Magaš, 1973), Labin (Šikić & Pošak, 1973), Rovinj (Pošak & Šikić, 1973), Trst (Pleničar et al., 1973) i Ilirska Bistrica (Šikić & Pleničar, 1975).

Prema Velić i dr. (1995a i 1995b); Tišljar i dr. (1995) mogu se izdvojiti sljedeće cjeline:

- (1) jursko – kredni paleogeni karbonati juga i zapada Istre,
- (2) kredno – paleogeni karbonatno – klastični pojas karakteriziran navlačnom strukturom u istočnoj i sjeveroistočnoj Istri,
- (3) paleogeni (eocenski) flišni bazen središnje Istre.



Slika 3 – 3. Geološka građa Istarskog poluotoka(modificiran prikaz preuzet od Velić et al., 1995 i Durn,2003; 3.7.2017.)

Na temelju dosadašnjih istraživanja karbonatni i flišni sedimenti Istre mogu se podijeliti u četiri sedimentacijske cjeline ili megasekvencije, međusobno odjeljene značajnim emerzijama različitog trajanja. Izdvojene megasekvencije u stratigrafskim rasponima prema Velić i dr. (1995):

- (1) megasekvencija bat – donji kimeridž,
- (2) megasekvencija gornji titon – gornji apt,
- (3) megasekvencija gornji alb – donji kampan
- (4) megasekvencija paleocen – eocen

Regresivna megasekvencija bat – donji kimeridž obuhvaća najstarije naslage Istre koje sačinjavaju jezgru zapadnoistarske antiklinale. Trend oplićavanja i pokrupnjavanja naviše temeljna je značajka ove megasekvencije. Na taj trend ukazuje prisustvo *Monsena* jedinice (Velić & Tišljar, 1988) koja je taložena u okolišima zaštićenih plićaka u plitkom subtajdalu i lagunama gdje su taloženi debelo slojeviti madstoni i fosiliferni vekstoni. Nadalje *Lim* jedinica (Velić & Tišljar, 1988) predstavlja taloženje peloidnih pekstona i vekstona ujednačene tekture i načina slaganja čestica, a tijekom srednjeg i mlađeg oksforda u visokoenergetskim plićacima i uz rubove laguna formirani su pješćani prudovi ooidnih i bioklastičnih detritusa *Muća* jedinice (Velić & Tišljar, 1987) koji postupno progradiraju, a karakterizira ih i prisustvo ciklusa pokrupnjavanja nagore (*tidal bars* (Velić & Tišljar, 1987); *Muća* jedinica)). Tendencija oplićavanja nastavljala se, a u vršnom je dijelu djelu obilježena pojavom regresivnih *Rovinj* i *Vrsar* breča (Velić i Tišljar, 1988) te konačno okopnjavanjem i okršavanjem. Posljedično je nastao razveden reljef s udubinama u kojima se nakuplja ishodišni materijal za nastanak glinovitih boksita. Megasekvencija je predstavljena različitim tipovima platformnih vapnenaca, a dokazana je u zapadnoj Istri između Poreča i Rovinja.

Slijedi megasekvencija gornji titon – gornji apt, riječ je o transgresivno – regresivnoj megasekvenciji velike debljine i facijesne raznolikosti. Megasekvencija sadrži različite tipove peritajdalnih vapnenaca, emerzijske breče i dolomiti (rano i kasnodijagenetski). Talozenje megasekvencije započelo je u gornjem titonu oscilirajućom transgresijom. Njena kakarakteristika su *black-pebble* breče/konglomerati koji se koriste kao arhitektonsko-građevni kamen Kirmenjak (*Pietra d'Istria*). Tijekom berijasa i donjeg valendisa u supratajdalnim i intertajdalnim okolišima, u uvjetima relativnog oplićavanja taloženi su vapnenci koji su kasnije većim dijelom kasnodijagenetski dolomitizirani.

Otisci stopala dinosaura i kostura dinosaura unutar nekadašnjih močvarnih okoliša otkriveni u današnjem podmorju zapadne Istre nađeni su u naslagama otriva i većeg dijela barema. To su periodi za koje su karakteristični peritajdalni okoliši. Na prijelazu u apt evidentna je regionalna promjena okoliša taloženja, naglo i značajno produbljivanje prilikom kojega se talože debelo slojeviti madstoni i floatstoni koji se koriste kao arhitektonsko-građevni kamen, Istarski žuti. Za vrijeme gornjeg apta značajno je ubrzano oplićavanje te okopnjavanje zbog međusobnog djelovanja eustatičkih promjena i tektonskih pokreta na istarskom dijelu karbonatne platforme. Kraj ove megasekvencije obilježen je taloženjem emerzijskih breča, konglomerata, gline i crnih močvarnih taloga.

Naslage ove megasekvencije dokazane su od Poreča do Punte Furlan (Červar), odakle se lučno protežu zapadno od Heraka, Seline, Kanfanara, Bala, Negrina pa sve do obale - od Zlatnog Rta u Rovinju do Barbarige i Velog Brijuna, Velić i dr. (1995).

Transgresivno – regresivna megasekvencija gornji alb – donji kampan ima veliku debljinu (više od 1000 m), a karakterizira je i vrlo različiti facijesni razvoj. Nakon emerzije koja je završila u donjem albu, započinje taloženje tankoslojevitih vapnenaca u plitkomorskim taložnim sustavima (općom transgresijom u srednjem albu). Tijekom cenomana dolazi do diferencijacije prethodno jedinstvenog okoliša, tako da su uspostavljeni taložni sustavi peritajdala, plitkovodnog pješčanog pruda i blago položene unutarnje karbonatne rampe. Zanimljivost ove jedinice predstavljaju tragovi gmazova na gornjim slojnim plohama bioklastičnih vekstona otočića Fenoliga (Gogala, 1975). Mikrofosilna zajednica na kopnu ukazuje na cenomansku starost prema Gušić & Jelaska (1990) koji su na temelju izostanka rudista te pojave amonita, pinotela i kalcisfera u donjem turonu, opisivanim naslagama pripisali gornjocenomansku starost umjesto do tada određivane donjoturonske. Druga posebnost ove jedinice su donjocenomanski dobroslojeviti peloidni peksioni u nodulama i lećama rožnjaka (Polšak, 1965b). Kraj cenomana i početak turona južne Istre obilježen je sustavom potopljene platforme koje je zabilježeno na velikom dijelu Jadranske karbonatne platforme. Kraj ove megasekvencije obilježen je dobroslojevitim vapnencima taloženih u plitkomorskom platformnom taložnom sustavu. Rudistne biostrome mnogo su rjeđa pojava jer bivaju razarane u visokoenergijskim okolišima, dok je njihov bioklastični detritus taložen u neposrednoj blizini. Najmlađi dio krednih naslaga nedostaje uslijed okopnjavanja vezanog za laramijsku orogenetsku fazu, Velić i dr. (1995).

Promjenu uvjeta taloženja u paleogenskim marinskim okolišima utjecala je na neujednačenost zadnje megasekvencije. Četvrta megasekvencija obuhvaća razmjerno veliki paket karbonatnih i klastičnih naslaga, koje se dijele na: *liburnijske* naslage, *foraminiferske vapnence* (*miliolidni*, *alveolinski*, *numulitni* i *diskociklinski* vapnenci), *prijelazne naslage* i fliš. Na ovom je prostoru jasno vidljiva diferencija uzrokovana *laramijskom* orogenezom koja je utjecala na promijenjiv (lateralno i vertikalno) slijed transgresivnih paleogenskih naslaga, čemu posebice pridonose promjenjivi taložni uvjeti u paleogenskom moru. Fliš je najzastupljeniji sediment ove sekvence, a karakteriziran je alteracijom hemipelagičnog lapora i taložina gravitacijskog tečenja (Velić i dr., 2003). Megasekvencija završava

zadnjom fazom emerzije (kraj eocena), a traje i danas pa su tako izdignute stijene podvrgnute procesima trošenja i erozije koji i danas dovode do nastanka mnogobrojnih površinskih i podpovršinskih krških oblika. Najveći dio paleocensko – eocenskih naslaga Istre nalazi se u području Pazinskog bazena.

U Istri velika područja karbonatnih stijena prekriva zemlja crvenica za koju se pretpostavlja da je nastala za vrijeme kvartara (Polšak, 1973; Pleničar i dr., 1973; Šikić, 1973; Durn i dr., 1999). Najstariji kvartarni sedimenti nađeni su u obliku spiljskih naslaga, crvenih breča s ranopleistocenskim faunalnim ostacima (Malez, 1981), u spilji Šandalji u blizini Pule. Uz crvenicu i spiljske naslage, kao kvartarne taložine mogu se izdvojiti i lesoliki sedimenti, željezovite gline, aluvijalni nanosi, siparišno kršje, bujični nanosi i jezerski sedimenti (Polšak, 1970; Polšak i Šikić, 1973; Pleničar i dr., 1973).

3.3. CRVENICA ISTRE

Crvenica ima veliku važnost za poljoprivrednu djelatnost Istarskog poluotoka. Agrokulturološki potencijal iskorišten je većinom za uzgoj vinove loze jer crvenica prekriva 78940 ha Istre, a nalazi se na nadmorskim visinama i do 900 m (Škorić, 1987) te predstavlja najrasprostranjenije tlo Istarskog poluotoka. Na temelju mišljenja stručnjaka uvjetovanog različitim principima, primijenjenim metodama rada iskustvom te pozadinom svakoga znanstvenika pojedinačno, pedologa, geologa, geografa ili klimatologa, crvenica se smatra tlom, paleotlom, reliktnim tlom ili koluvijalnim pedosedimentarnim kompleksom (Durn et al. (1999, 2007) i Durn (2003)).

Debljina crvenice varira od nekoliko centimetara do nekoliko metara, često je isprekidana izdancima karbonatnih stijena zbog morfologije i izdanaka stijenske podloge (jurskih i krednih vapnenaca i dolomita). Erozijom i procjeđivanjem vode, crvenica je bila nanošena u prirodne (spilje i jame) te antropogene (rudarske jame) podzemne krške tvorevine. Ispunjava pukotine i udubljenja okrštenih karbonata, a nerijetko ispunjava i veća udubljenja (uvala/dolina) krškog područja Istre, tako debljina crvenice može prelaziti i 10 m (npr. Sjenokoša kod Rovinja). Riječ je o koluvijalnim i aluvijalnim taložinama u krškim depresijama nastalim erozijom i transportom tla s karbonatnih platoa (Durn et al. (1999, 2007) i Durn (2003)).

Crvenica Istre diskontinuirano se prostire na području krške zaravni i Bujske antiklinale prekrivajući jurske, kredne i paleocenske karbonate (vapnence i dolomite). U smjeru sjeveroistoka i istoka porastom nadmorske visine debljina naslaga crvenice opada. Tako je na području najmlađih krednih naslaga (SII Istra) debljina crvenice tanja i isprekidana nepravilnom morfologijom izdanaka karbonata za razliku od debljih naslaga počevši od SZ Istre na krednim naslagama karbonata između Umaga, Brtonigle i Dajle, južnije između Poreča i Rovinja na jurskim karbonatima te krednim, na jugu Istre, zaravnjeno područje oko Valature i pulskog aerodroma, SI od tog područja nalazimo ih u području zapadne obale Raše, u dolini Budava te u okolici Lovrana i Opatije (Durn et al. (1999, 2007) i Durn (2003)).

3.4. KLIMA I VINOGRADARSTVO ISTRE

3.4.1. Klima

Klima Istarskog poluotoka pod utjecajem je Jadransko i Sredozemnog mora koji ublažuju utjecaje suhe i vruće sjeverne Afrike. Ljeti se područje Istre nalazi pod utjecajem Atlantskog oceana i Azorske anticiklone, koji predstavljaju nepresušan izvor topline i vodene pare. Zimi Sredozemno more vlaži topli Saharski zrak što klimu Istarskog poluotoka i Primorske Hrvatske čini ugodno toplom, a ponekad i vlažnom, dok se sa sjevera osjeća utjecaj Sibirске anticiklone te zimi struji hladan i suh zrak (Šegota, 2003).

Znanstvena klasifikacija klime Hrvatske pa tako i Istre izvršena je po Köppenovim kriterijima samo nekoliko godina nakon njene objave (Škreb, 1942) te je osuvremenjena u više radova (Seletković, 1992). Područje Istre karakterizira umjereno topla klima s vrućim ljetom (Csa (srednja temperatura najtoplijeg mjeseca ≥ 22 °C)) ili toplim ljetom (Csb (srednja temperatura najtoplijeg mjeseca < 22 °C)) (Šegota & Filipčić, 2003) ovisno radi li se o obalnom ili unutrašnjem dijelu Istarskog poluotoka. U gorskoj Istri i istarskom pobrđu slabi utjecaj Jadranskog mora, a jača utjecaj kontinenta. Obala Istre ima srednju godišnju temperaturu zraka oko 13 °C, a njezine se vrijednosti smanjuju prema unutrašnjosti. U Pazinskoj kotlini i dolini Raše srednja je godišnja temperatura zraka oko 11 °C. Najniže vrijednosti godišnje temperature zraka u Istri su na vrhovima Učke i Čićarije i iznose oko 8 °C, dok godišnji hod temperature zraka u Hrvatskoj, uključujući Istru, ima oblik jednostrukog vala s maksimumom ljeti, najčešće u srpnju, rjeđe u kolovozu, te minimum zimi u siječnju (Zaninović et al., 2008). Najhladniji mjesec je siječanj sa srednjom temperaturom uglavnom oko 6 °C, najtopliji su pak srpanj i kolovoz sa srednjom temperaturom od oko 24 °C.

Na padalinski režim utječe reljef Istre i geomorfologija okolnog područja. Padaline su zastupljene uglavnom kao kiša jer je snijeg rijetka pojava koja nema veći klimatski značaj. Količina padalina povećava se od jugozapadne obale prema reljefno višim unutrašnjim predjelima (Ričanović et al., 1975). Na zapadnoj obali Istre može se očekivati oko 800 - 900 mm padalina na godinu. Najveće količine padalina od 2000 - 2500 mm padnu na obroncima Učke. Područje Istre ima tip godišnjeg hoda mjesečnih količina padalina u kojem najmanja količina padne u toplom dijelu godine (travanj do rujan). Glavni maksimum nastupa u studenom, a glavni minimum u srpnju. Pored glavnog maksimuma i minimuma, pojavljuju se i sekundarni maksimum u travnju i sekundarni minimum u ožujku

ili veljači. Učestalost padalinskih dana najveća je od studenog do svibnja, od 9 do 12 dana na mjesec (Zaninović et al., 2008).

Klima koja je djelomično uvjetovana blizinom Jadranskog mora koje Istru omeđuje sa zapadne, južne i istočne strane, čini povoljni sklop prirodnih uvjeta koji su jedinstveni i neponovljivi u svjetskim okvirima, a izravno pridonosi jedinstvenoj kakvoći i senzorskim značajkama istarskim vinima.

3.4.2. Vinogradarstvo Istre

Na zaravnjenom terenu nižih nadmorskih visina, ili u vrtačama ili priterasnim položajima s homogenom dubokom dubinom tla te s neznatnom slojevitošću, crvenica ima vrlo visoki potencijal te se svrstava u skupinu vrlo povoljnih tala za poljoprivrednu proizvodnju te se koristi u svrhu oranica za ponajviše uzgoj voća i povrća te ratarskih kultura, maslinika te među ostalim i za vinogradarenje.

Prvi podaci o ugledu vina s područja zaštite oznake izvornosti (ZOI; sukladno članku 93.) „Hrvatska Istra“ mogu se povezati s činjenicom da se u raškom zaljevu blizu Raklja određeni zemljopisni predio danas naziva Kalavojna, što vjerojatno potječe od „dobro vino“ (grč. καλός: dobar, i οίνος: vino). Postoje mnogi zapisi koji govore o kvaliteti istarskih vina kroz povijest: rimski pisac Plinije Stariji spominje Vinum pucinum, koje obasipa pohvalama i tvrdi da carica Livija svoje 82 godine života može zahvaliti upravo tom vinu, za koje se smatra da potječe iz Istre, nadalje starorimski i bizantski državnik, svećenik, redovnik i pisac te glazbeni teoretičar Kasiodor je u VI. stoljeću opisivao pokrajinu Istru i hvalio njezine proizvode, među ostalim i vino, a na Rižanskoj skupštini koju su 804. godine sazvali franački car Karlo Veliki i njegov sin Pipin, spominjali su se istarski vinogradi. Sorte grožđa: rebula, grk, teran, malvazija, te danas nepoznate sorte cipran, pinela i vipavec spominjane su u austrijskoj kronici (18.st.) (SPECIFIKACIJA PROIZVODA sukladno Uredbi 1308/2013, članak 94. za zaštitu oznake izvornosti sukladno članku 93.)

Geopolitički položaj Istarskog poluotoka osobit je po tome što je smješten na najsjevernijem dijelu Mediterana i Jadranskog mora, gdje se ono najdublje uvlači u Europski kontinent i što je u neposrednom susjedstvu Podunavlja i Apeninskog poluotoka. Takav položaj Istre uvjetovao je da su se na njenom tlu tijekom niza stoljeća sukobljavali raznovrsni utjecaji i interesi, smjenjivali kolonizatori, osvajači, društveni sistemi i

civilizacije. Svi ti povijesni događaji ostavili su dubok trag na vinogradarstvu Istre (Peršurić et al., 2009).

Na ZOI „Hrvatska Istra“ uzgajaju se bijele i crne sorte vina, najvažnija i najzastupljenija bijela sorta koja se uzgaja je Malvazija istarska. Od crnih sorti najznačajnije su Merlot, Teran, Cabernet sauvignon, Refošk i Frankovka. Malvazija istarska bijela, danas dominantna bijela sorta, uspješno brani autentičnost istarskog vinogradarskog prostora (Peršurić et al., 2009).

Suvremena tehnološka rješenja u proizvodnji vina potkraj 20. stoljeća počeo je primjenjivati sve veći broj manjih i srednje velikih privatnih proizvođača, postigavši tako vrlo visoku kakvoću čime je vinarstvo u Istri procvalo. Razvitkom vitikulture i enologije te povećanju kakvoće vina doprinio je zamah znanstvenog, stručnog i edukativnog rada (studije, predavanja, savjetovanja, izložbe i natjecanja), obrazovanja (srednje, a poslije i visoko), novih programa i strategija (vinske ceste), stručnih usavršavanja (*sommelier*). Danas su vina proizvedena na području ZOI „Hrvatska Istra“ poznata i tražena zbog svoje specifične i iznimne kvalitete koja je rezultat jedinstvenih agroekoloških (pedoloških i klimatskih) uvjeta, ali i jedinstvenog načina uzgoja i proizvodnje, koji su osim prirodnim čimbenicima, duboko uvjetovani i određeni poviješću i tradicijom. (SPECIFIKACIJA PROIZVODA).

Kao glavna organoleptična svojstva Malvazije Istarske i ostalih sorti bijelih vina ZOI „Hrvatske Istre“, ističu se karakteristike kao kristalna bistrina vina, zelenkasto - žuta do zlatnožuta boja, takova su vina srednje do jako alkoholna, uravnoteženih kiselina, ekstraktna, i izraženih aroma (voćnih, cvjetnih, začinskih). Povoljni uvjeti, kao što su povoljna geološka podloga, agroekološke karakteristike, klima i blizina mora, omogućuju nakupljanje optimalnog odnosa razina šećera i kiselina u grožđu, kao i specifičnih omjera ostalih konstituanata (SPECIFIKACIJA PROIZVODA).

4. METODE ISTRAŽIVANJA

4.1. TERENSKA ISTRAŽIVANJA

Profil Monte Coronichi smješten je nedaleko od Umaga, u istarskom selu Koreniki (**Slika 3 - 2.**) Tlo je uzorkovano u sklopu projekta „Usporedba *terroira* Istre, Beča i Wachaua“.

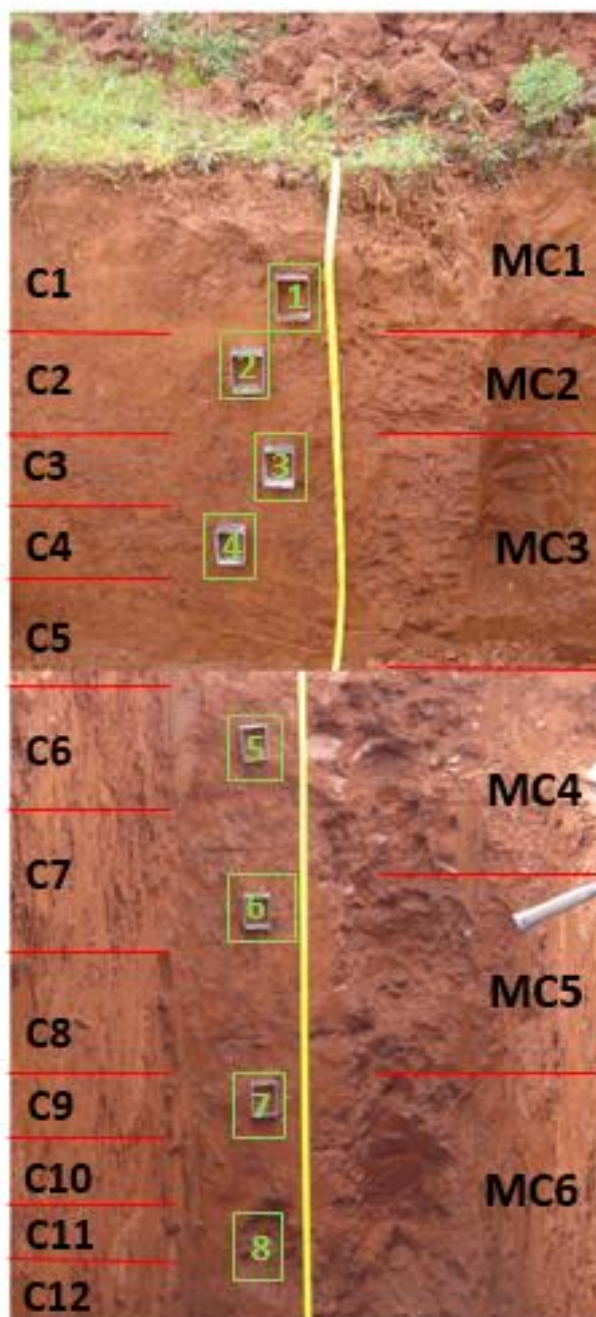
U travnju 2012. godine otvaranje, uzorkovanje i opisivanje profila provedeno je na lokaciji Monte Coronichi (**nalazi se u Prilogu 4 - 1.**). Pomoću bagera je na lokaciji u polju u neposrednoj blizini vinograda smještenog na crvenici iskopana pedološka jama dubine 300 cm. Obzirom da se radi o pedosedimentnom kompleksu velike debljine, radi lakšeg pristupa bagera jama je iskopana na način da je formiran jedan rov koji se sastojao od dvije etaže i dvije fronte uzorkovanja. Prva etaža dopustila je pristup samo gornjem dijelu profila (oko 150 cm dubine), dok je druga etaža otvorila cjeloviti profil. U donjem dijelu profila na dubini od oko 300 cm bager je zahvatio trošne gromade vapnenca koji predstavljaju podinu navedenom pedosedimentnom kompleksu. Obzirom da se ekipa s projekta sastojala od interdisciplinarnog tima (pedolozi, geolozi, mineralozi) i svrha izuzimanja uzoraka bila je različita, ukupno su sakupljene tri serije uzoraka čije dubine izuzimanja se nisu preklapale. Za potrebe izrade pedoloških analiza (kemijska i fizikalna svojstva tla) izuzeto je ukupno šest uzoraka (**Slika 4 -1,** uzorci MC1 do MC6) i to sa sljedećih dubina: 0 - 30 cm, 30 - 48 cm, 48 - 100 cm, 100 - 150 cm, 150 - 200 cm i 200 - 300 cm (**Prilog 4 - 2.**). Uzorci za pedološke analize izuzimani su na dva načina. Izuzeti su uzorci stavljeni u plastične vrećice (za kemijske analize tla) te pomoću cilindara po Kopeckom poznatog volumena (100 cm³) postavljenih okomito na profil (za fizikalne analize). Za potrebe izrade mineraloških i geokemijskih analiza izuzeto je ukupno dvanaest uzoraka (**Slika 4 - 1.,** uzorci C1 do C12) i to sa sljedećih dubina: 0 - 30 cm, 30 - 50 cm, 50 - 70 cm, 70 - 90 cm, 90 - 110 cm, 110 - 140 cm, 140 - 170 cm, 170 - 200 cm, 200 - 230 cm, 230 - 260 cm, 260 - 280 cm i 280 - 300 cm (**Prilog 4 - 1.**). Prikupljeno je i 8 neporemećenih uzoraka za mikromorfološku analizu (**Slika 4 - 1.,** uzorci 1 - 8) pomoću Kübieniinih kutija dimenzija 80 x 60 x 40 mm pri čemu se označavala orijentacija. Ovi su uzorci izuzimani na dubinama: 18 - 26 cm, 32 - 40 cm, 54 - 62 cm, 76 - 84 cm, 115 - 123 cm, 160 - 168 cm, 210 - 218 cm i 260 - 268 cm. Pripadajuće oznake uzoraka uz dubine te pripadajuće oznake mikromorfoloških preparata prikazane su u **Tablica 5 - 11.**

U veljači 2016. godine, u dva vinograda neposredno uz (tada već zatrpanu) pedološku jamu izuzeti su i uzorci korijena loze u svrhu izrade Mikro CT snimaka te pripadajućeg tla u svrhu izrade SEM snimaka strukturnih agregata tla. Uzorci korijenja izuzeti su u starom vinogradu (stari trs) (1., 2. i 3. uzorak), s pripadajućim uzorkom crvenice kojemu je dodijeljen laboratorijski broj 5410 (naziv uzorak 5) te u vinogradu s trsjem starosti 1 g (mladi trs) (4., 5. i 6. uzorak), s pripadajućim uzorkom crvenice kojemu je dodijeljen laboratorijski broj 5411 (naziv uzorak 6) te uzorak boksitnog fragmenta kojim je obilovalo uzorkovano tlo.

Svi su uzorci tla prikupljeni ručno na dubini nešto većoj od 30 cm(kako bi se izbjegao antropogeni horizont. Prikupljena je masa uzoraka od oko 2 kg koji su potom sušeni u LaGEMA na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko – geološko – naftnog fakulteta.

Od svakog korijena prikupljeno je oko 5 cm, što uključuje vršne dijelove te odrvenjene dijelove korijena većeg promjera. Za daljnje analize od prikupljenih 5 cm iskorišteno je svega 1 – 1,5 cm zbog veličine komore na uređaju za mikrotomografiju. Kako bi se očuvala organska materija te struktura korijena prikupljeni su uzorci in situ očišćeni destiliranom vodom te stavljeni u epruvete u kojima se nalazila otopina 4% glutaraldehida u fosfatnom puferu. Uzorci su slikani kao i svaka lokacija, odnosno okoliš uzorkovanja.

Za bolje razumijevanje prostorne raspodjele uzoraka po profilima na lokaciji Monte Coronichi izrađena je sintetska slika (**Slika 4 – 1.**) koja prikazuje gornju frontu uzorkovanja (prva etaža, gornji dio slike) i donji dio donje fronte uzorkovanja (druga etaža, donji dio slike).



Slika 4-1. Profil pedosedimentarnog kompleksa Monte Coronichi (C1 do C12 - pozicije uzoraka za mineraloške i geokemijske analize; MC1 do MC6 – pozicije uzoraka za pedološku analizu; 1 do 8 – pozicije uzoraka za mikromorfološku analizu)

4.2. LABORATORIJSKA ISTRAŽIVANJA

Na prvom setu uzoraka, C1 – C12 napravljena je granulometrijska analiza pedosedimentnog kompleksa u sklopu rada „Tlo kao jedna od značajki istarskog terroira“, autorice Elizabete Tomašić (2013) čiji su rezultati prikazani i u ovom radu radi boljeg razumijevanja problematike. Uzorci su osušeni na zraku i prosijani na situ od 2mm da bi se od cjelovitog uzorka odvojila sitnica tla (frakcija čestica manja od 2mm) na kojoj su dalje, nakon četvrtanja, rađene sve analize.

Kemijske analize na istim uzorcima napravljene su u komercijalnom laboratoriju AMCE Analytical Laboratories, Vancouver u Kanadi.

Na drugom setu uzoraka, MC1 – MC6 na Zavodu za pedologiju Agronomskog fakulteta napravljene su pedološke analize (kemijska i fizikalna svojstva tla), dok su mikromorfološki preparati, njih 8 napravljeni u laboratoriju Thomasa Beckmanna (Schwülper - Lagesbüttel, Njemačka).

Uzorci tla prikupljeni u veljači 2016. pripremali su se u laboratoriju LaGEMA na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko – geološko – naftnog fakulteta, a analize na uzorcima korijenja napravljene su u laboratoriju LAMPG (Laboratorio de Mineralogia, Petrologia e Geoquímica), a i pripadajućeg tla u centru CeFEMA (Center of Physics and Engineering of Advanced Materials) Instituta Superior Técnico u Lisabonu. Uzorci korijenja pripremani su na terenu po završetku uzorkovanja zbog potrebe za prezervacijom organske materije te strukture korijena do pristupanja analizi na uređaju za mikrotomografiju.

4.3. GRANULOMETRIJSKA ANALIZA

Granulometrijskoj analizi podvrgnuti su uzorci C1 – C12. Granulometrijska analiza rađena je na University of Natural Resources and Applied Life Sciences u Beču.

Granulometrijski sastav svih uzoraka određen je kombiniranom metodom mokrog sijanja (za čestice > 0,063 mm) i sedigrafa (za čestice < 0,063 mm). Prilikom određivanja nazivlja korištena je skala nazivlja prema ISO (engl. *International Organization for Standardization*) (**Prilog 4 – 3.**).

Sedigrafi je uređaj za određivanje veličine čestica u tekućini poznatih svojstava na temelju dvije fizikalne pojave: gravitacijske sedimentacije i apsorpcije rendgenskih zraka niskih energija. Metoda je temeljena na sedimentaciji čestica prema Stokesovom zakonu prema kojemu je brzina taloženja sferičnih čestica u tekućem mediju je funkcija promjera čestica. Rendgensko zračenje upotrebljava se za direktno mjerenje masene koncentracije čestica u tekućem mediju na način da se prvo izmjeri maksimalni intenzitet zračenja, odnosno referentna vrijednost koje prođe kroz tekući medij bez unosa uzorka. Nakon unosa uzorka i protoka homogeniziranog uzorka kroz mjernu ćeliju, zbog apsorpcije dolazi do smanjenja intenziteta zračenja na minimalnu vrijednost. Prekidom kruženja suspenzije uzorka kroz instrument dolazi do taloženja čestica u mjernoj ćeliji te do smanjenja gustoće suspenzije, a time i povećanja intenziteta zračenja s vremenom.

Podaci dobiveni sijanjem i sedigrafiranjem integrirani su pomoću računala. Za dobivanje točnog granulometrijskog sastava, početna odvaga uzorka umanjena je za udjele vlage i organske tvari. Udio vlage određen je na uzorku mase oko 50 g, iz razlike odvage prije i nakon sušenja u sušioniku preko noći na 105 °C.

Detaljan uvid u postupak granulometrijske analize dan je u sklopu diplomskog rada „Tlo kao jedna od značajki istarskog terroira“, autorice Elizabete Tomašić (2003).

4.5. KEMIJSKA ANALIZA

Od svakog uzorka sitnice (frakcija čestica manja od 2mm) izdvojeno je 10 g, koji su potom samljeveni u ahatnom tarioniku te analizirani u AMCE laboratoriju, Ontario, Kanada.

Uzorci su rastaljeni primjenom litij metaborata/tetraborata i otopljeni razrijeđenom otopinom dušične kiseline. Metodom induktivno spregnute plazme - optičke emisijske spektrometrije (ICP - OES), determinirani su glavni oksidi i nekoliko elemenata u tragovima. REE (engl. *Rare Earth Elements*) i refraktorni elementi determinirani su metodom induktivno spregnute plazme - masene spektrometrije (ICP - MS).

LOI (engl. *Loss of Ignition*) je gubitak težine tj. volatilnih komponenti žarenjem uzorka. Uzorak se žari 1 sat na temperaturi od 1010°C. Volatilne komponente mogu sadržavati: vodu (površinsku i kristalizacijsku), organski ugljik, karbonate koji prelaze u okside uz gubitak ugljičnog dioksida, sulfate koji također djelomično prelaze u okside uz gubitak sulfidnog trioksida, a moguć je i djelomičan gubitak fluorida. Žarenjem se gubi i arsen (Šorša, 2014).

Laboratorijske kemijske tehnike imaju različit minimalni detekcijski limit, MDL (Engl. *Minimum detection limit*). Minimalni detekcijski limit je najniža vrijednost koja se može izmjeriti određenom metodom (Rollinson, 1993).

Rezultati analize prikazani su **Tablica 5 – 8.** i **Tablica 5 – 9.**

Spektrometrija induktivno spregnutom plazmom (engl. ICP – *Inductive Coupled Plasma*) najčešće se koristi se za analizu kemijskog sastava stijena i minerala uz spektrometriju (fluorescencije) rendgenskih zraka (engl. XRF – *X-ray fluorescence*). Razlikujemo dvije metode, ICP – OES (engl. ICP – *Optical Emission Spectrometry*) najčešće se koristi za određivanje glavnih elemenata prikazanih u obliku oksida (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO i Cr_2O_3) te ICP – MS (engl. ICP – *Mass Spectrometry*) koja se primjenjuje prilikom određivanja elemenata u tragovima (Ba, Be, Co, Cs, Ga, Hf, Nb, Rb, Sn, Sr, Ta, Th, U, V, W, Zr, Y, Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au i Hg), vrlo lakih elemenata (Li, Be i B) te elemenata rijetkih na Zemlji (REE) (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb i Lu).

Induktivno spregnuta plazma – optička emisijska spektrometrija (ICP - OES) je metoda kod koje se mjerenje izvodi na način da se otopina uzorka peristaltičkom pumpom ubrizgavaju u nebulizator koji otopinu pretvara u aerosol koja se potom ioniziranom strujom argona uvodi u plazmu na temperaturama od 6000 °C – 8000 °C. Temperatura biva

održana zahvaljujući argonu koji ju održava na stupnju prikladnom za daljnju pobuđivanje, atomizaciju i ionizaciju elektrona iz vanjske ljuske slobodnih atoma i iona. Takav pobuđeni izbijeni elektron iz vanjske ljuske smanjuje svoju energiju emisijom zračenja točno određenih valnih duljina koja je karakteristična za pojedini element. Rešetka spektrometra potom raspršuje fotone sukladno njihovoj valnoj duljini ili energiji.

Tako emitirana svjetlost prolazi kroz fotomultiplikator koji intenzitet emitirane svjetlosti proporcionalan koncentraciji pojedinog elementa u uzorku prevodi u električni signal. Po završetku se uzorak kalibrira sa standardom čija je koncentracija poznata kako bi se dobila koncentracija pojedinog analiziranog elementa u uzorku.

Glavni nedostatak ICP metoda je taj što su one destruktivne za razliku od XRF analiza, a glavna prednost što se istovremeno može određivati veliki broj elemenata, čak 20-ak do 40-ak istovremeno te što su granice detekcije niske, kod ICP – OES ona iznosi 0,01%, dok kod ICP - MS granica detekcije je čak niža od 0,1 pm.

4.4. PEDOLOŠKA ANALIZA TLA

Fizikalno-kemijska analiza tla provedena je na uzorcima MC1 – MC6 na Zavodu za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Svim analiziranim uzorcima određene su sljedeće fizikalne karakteristike tala: mehanički sastav i tekstura te osnovna pedofizikalna svojstva tala kao što su gustoća tla (volumna gustoća i gustoća čvrstih čestica), poroznost, kapacitet tla za vodu (K_v) i apsolutni kapacitet tla za zrak (K_z). Svim analiziranim uzorcima određena su i kemijska svojstva; pedokemijska svojstva tla (određene su vrijednosti pH s H_2O , KCl i $CaCl_2$ te sadržaj humusa), hidrolitski aciditet te adsorpcijski kompleks tla po Kappenu, kapacitet adsorpcije kationa (CEC) te stupanj saturacije bazama (B).

4.4.1. Mehanički sastav i teksturna oznaka

Na uzorcima je izvedena granulometrijska analiza kako bi se odredili udjeli različitih veličina čestica. Granulometrijska analiza je esencijalni korak prilikom pedološke analize tla jer se na temelju granulometrijskog sastava mogu odrediti neke fizikalne karakteristike tla. Iako je granulometrijska analiza rađena na uzorcima C1 - C12, zbog bolje korelacije i razumijevanja podataka dobivenih fizikalno-kemijskim analizama tla, u radu su prikazani i rezultati granulometrijske analiza rađena je na uzorcima MC1 – MC6.

Mehanička svojstva tla u pedološkim jamama su određena prema normi HRN ISO 11277 (2004).

4.4.2. Gustoća tla

Gustoća tla je jedna od osnovnih veličina koje opisuju mehaničke karakteristike tala, a definira se kao masa jediničnog volumena materijala. Uzorcima je određena volumna gustoća te gustoća čvrstih čestica.

Volumna gustoća tla obrnuto je proporcionalna ukupnom sadržaju pora u tlu (P) te sadržaju organske tvari, također je indikator zbijenosti tla pa tako raste s porastom dubine tla.

Za određivanje volumne gustoće tla uzimaju se uzorci tla u nenarušenom stanju u Kopeckove cilindre poznatog volumena (100 cm³) koji se potom suše na 105 °C do konstantne mase, zatim se hlade u vakuum eksikatoru, a potom se važu (m_s).

Volumna gustoća tla (ρ_v) predstavlja omjer mase poroznog suhog tla i poroznog volumena tla u prirodnom, odnosno nenarušenom stanju (V_p), a računa se prema formuli:

$$\rho_v = \frac{m_s}{V_p} \text{ [g/cm}^3\text{]} \quad (4.1.)$$

ρ_v - volumna gustoća tla, g/cm³

m_s - masa apsolutno suhog uzorka tla, g

V_p – porozan volumen uzorka (100 cm³), cm³

Gustoća čvrstih čestica tla (ρ_c) predstavlja omjer mase suhog tla (m_s) i neporoznog volumena čvrstih čestica tla (mineralnih i organskih) bez pora ispunjenih zrakom (V_{np}). Gustoća čvrstih čestica tla obrnuto je proporcionalna sadržaju organske tvari, a podatak o gustoći tla služi za određivanje ukupnog sadržaja pora (P), a također daje informaciju o petrografskom sastavu te odnosu mineralnog i organskog dijela tla.

Gustoća čvrstih čestica tla određuje se piknometarskom metodom u inertoj tekućini kao što je ksilol, alkohol ili voda, a izračunava se iz odnosa mase apsolutno suhog uzorka tla i volumena istisnute tekućine prema formuli:

$$\rho_{\text{č}} = \frac{m_s}{V_{\text{np}}} \text{ [g/cm}^3\text{]} \quad (4.2.)$$

$\rho_{\text{č}}$ - gustoća čvrstih čestica tla, g/cm³

m_s - masa apsolutno suhog uzorka tla, g

V_{np} - volumen čvrstih čestica tla, cm³

4.4.3. Ukupni sadržaj pora u tlu

Ukupni sadržaj pora u tlu (P) ili porozitet predstavlja zbroj svih pora, mikro (kapilarne) i makro (nekapilarne) u tlu, veličina pora, njihov oblik i odnos s krutom fazom različiti su i direktno utječu kako na vodne, zračne i toplinske karakteristike tala tako i na biološka svojstva i hranidbeni potencijal tla.

Porozitet se računa iz volumne gustoće (ρ_v) i gustoće čvrstih čestica ($\rho_{\text{č}}$) prema formuli:

$$P = \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho_{\text{č}}}\right) \cdot 100 \text{ [% vol]} \quad (4.3.)$$

P – ukupni sadržaj pora u tlu (porozitet), vol %

ρ_v - volumna gustoća tla, g/cm³

$\rho_{\text{č}}$ - gustoća čvrstih čestica tla, g/cm³

Ukupan sadržaj pora može se interpretirati prema graničnim vrijednostima (**Tablica 4 - 1**. Granične vrijednosti za interpretaciju ukupnog sadržaja pora) kao vrlo malo porozna tla, malo porozna tla, porozna tla i vrlo porozna tla.

Tablica 4 - 1. Granične vrijednosti za interpretaciju ukupnog sadržaja pora

OPIS	P (% vol)
vrlo malo porozno	< 30
malo porozno	30 - 45
porozno	45 - 60
vrlo porozno	> 60

4.4.4. Retencijski kapacitet tla za vodu (K_v)

Retencijski (poljski) kapacitet tla za vodu (K_v) određen je prema Gračaninovoj metodi.

Voda u tlu nalazi se u porama te ih može ispunjavati potpuno ili djelomično pa tako kada voda potpuno ispunjava pore, tlo je zasićeno (saturirano), a kada voda ispunjava pore djelomično kažemo da je tlo djelomično zasićeno (parcijalno saturirano). Voda u tlu može se nalaziti u obliku kapilarne vode i opnene vode, pretpostavka je da tlo zadržava vodu u sebi i to energijom čvrste faze i svojih pora.

Da bi se izračunao apsolutni retencijski kapacitet tla za vodu potrebno je na terenu prikupiti Kopeckove cilindre nenarušenih uzoraka koji se osuše i izvažu. Tlo se ponovno važe, stavlja se na filter papir čiji su krajevi uronjeni u vodu te se ona ascendentno diže preko filter papira te tako vlaži uzorak, nakon što se površina uzorka ovlaži, uzorak se stavlja na suhi filter papir kako bi se suvišna voda odstranila nakon čega se važe (m_{av}).

Nakon toga uzorak se suši u električnoj sušilici na 105°C , hladi u vakuum eksikatoru te se ponovno važe (m_s).

Dobivena vrijednost se izražava u volumnim postocima (% vol) jer se računa na temelju poznatog volumena tla u cilindru koji obično iznosi 100 cm^3 prema formuli:

$$K_v = \frac{m_{av} - m_s}{V} \cdot 100 \text{ [% vol]} \quad (4.4.)$$

K_v - retencijski kapacitet tla za vodu, % vol

m_{av} - masa apsolutno vlažnog uzorka, g

m_s - masa apsolutno suhog uzorka, g

V - volumen uzorka tla, Kopeckovog cilindra, cm^3

Prema Graničaninu retencijski kapacitet tla za vodu interpretira se kao vrlo mali, mali, srednji ili veliki (Gračanin 1946, 1947 & 1951) **Tablica 4 - 2.**

Tablica 4 - 2. Granične vrijednosti za interpretaciju retencijskog kapaciteta za vodu (Gračanin 1946, 1947 & 1951).

OPIS	K_v (% vol)
vrlo mali	< 25
mali	25 - 35
srednji	35 - 45
veliki	45 - 60
vrlo veliki	> 60

4.4.5. Apsolutni kapacitet tla za zrak (K_z)

Kapacitet tla za zrak predstavlja sposobnost tla da u određenom fizikalnom stanju upija i zadržava zrak u porama. Kada je kapacitet tla za zrak maksimalan govori se o maksimalnoj količini zraka koju tlo sadrži u suhom stanju, tlo tada sadrži samo higroskopnu vlagu, a pod pojmom zrak podrazumijevaju se adsorbirani i slobodni plinovi u porama. Maksimalan kapacitet tla za zrak odgovara ukupnom sadržaju pora.

Trenutačni kapacitet tla za zrak je količina zraka u tlu u trenutku njegovog određivanja.

Za potrebe ovog rada određen je apsolutni kapacitet tla za zrak (K_z) odgovara obujmu zraka kada je tlo zasićeno do retencijskog kapaciteta tla za vodu (K_v) koji predstavlja gornju granicu biljkama pristupačne vode u tlu, kapilarne pore (mikropore) ispunjene su vodom, a nekapilarne pore (makropore) zrakom.

Retencijski kapacitet tla za zrak računa se po formuli:

$$K_z = P - K_v \text{ [% vol]} \quad (4.5.)$$

K_z - apsolutni kapacitet tla za zrak, %vol

P – ukupni sadržaj pora

K_v – retencijski kapacitet tla za vodu, %vol

Prema Gračanin (1946, 1947 & 1951) apsolutni kapacitet tla za zrak interpretira se kao vrlo mali, mali, srednji ili veliki **Tablica 4 - 3.**

Tablica 4 - 3. Granične vrijednosti za interpretaciju apsolutnog kapaciteta za zrak (Gračanin 1946, 1947 & 1951).

OPIS	Kz (% vol)
vrlo mali	< 4
mali	4 - 8
srednji	8 - 12
veliki	12 - 16
vrlo veliki	> 16

4.4.6. Reakcija tla (pH)

Reakcija tla može biti kisela, neutralna ili alkalna (bazična), a određuje ju odnos koncentracije vodikovih $[H^+]$ i hidroksilnih $[OH^-]$ iona. Izražava se pomoću pH-vrijednosti koja se definira kao negativan logaritam koncentracije $[H^+]$ iona u otopini tla ili vodi (Škorić 1991). pH reakcija tla kontrolira kemijska, fizikalna i biološka svojstva tla.

$[H^+]$ i $[Al^{3+}]$ su kationi odgovorni za kiselost tla. $[H^+]$ ioni oslobađaju se disocijacijom anorganskih kiselina (npr. ugljična i sumporasta iz kišnice) i organskih kiselina tla. Dijelom mogu potjecati od disocijacije plina npr. CO_2 u vodenoj otopini te hidrolizom Al soli. $[H^+]$ ioni se mogu oslobodi i kationskom zamjenom iz adsorpcijskih kompleksa te utjecajem čovjeka agrotehničkim zahvatima. $[Al^{3+}]$ hidrolizira ovisno o pH vrijednosti. $[OH^-]$ ionska skupina u otopinu tla dolazi iz lužina, karbonata i bikarbonata Na, Ca i Mg, od adsorbiranih Na^+ iona na koloidnim kompleksima i disocijacijom u vodi otopljenog NH_3 .

Kisela tla obično sadrže manje karbonata i više silikata, a bogata su teškim metalima (bakar (Cu), aluminij (Al), cink (Zn), kobalt (Co), kadmij (Cd)), dok su bazična tla bogata karbonatima, a siromašna teškim metalima i fosfatima (Škvorc et al. 2014).

Mjerenja pH vrijednosti tla napravljeno je u sva tri medija: H_2O , KCl i $CaCl_2$ prema standardu HRN ISO 10390 (2005) na Zavodu za pedologiju Agronomskog fakulteta.

Za interpretaciju očitanih vrijednosti koristimo se sljedećom skalom pH vrijednosti određenih u 1M KCl-u prema Škorić,1992 razlikujemo: jako kisela tla (pH manji od 4,5), kisela tla (pH 4,5-5,5), slabo kisela tla (pH 5,5-6,5), neutralna tla (pH 6,5-7,2) te alkalna, odnosno bazična tla (pH viši od 7,2) **Tablica 4 - 4.**

Tablica 4 - 4. Granične vrijednosti ocjena reakcije otopine tla 1M KCl (Škorić 1992).

REAKCIJA OTOPINE	
TLA	pH (% vol)
jako kisela	< 4,5
kisela	4,5 – 5,5
slabo kisela	5,5 – 6,5
neutralna	6,5 – 7,2
alkalna (bazična)	> 7,2

4.4.7. Hidrolitski aciditet

Aktivni aciditet ili aktualna kiselost tla je posljedica prisutnosti slobodnih iona: $[H^+]$, $[Al^{3+}]$ i $[OH^-]$. Topive organske kiseline, mineralne kiseline, neutralne soli (KCl, $Ca(NO_3)_2$) disociraju i zamjenjuju navedene ione na adsorpcijskim kompleksima. Aktivna kiselost je mali dio ukupne kiselosti tla.

Aktivna kiselost se mjeri elektrokemijski u vodenoj suspenziji tla. Izmjereni pH najviše utječe na adsorpciju u tlu. Potencijalni (pasivni) aciditet čine adsorbirani $[H^+]$ ioni i dijelom adsorbirani $[Fe^{3+}]$ i $[Al^{3+}]$ kationi koji se zamjenjuju s kationima soli.

Postoje dva tipa potencijalnog aciditeta tla: supstitucijski aciditet ili izmjenjiva kiselost tla i hidrolitski aciditet ili ukupna kiselost tla.

Supstitucijski aciditet tla nastaje zamjenom slabije vezanih H^+ kationa adsorpcijskog kompleksa tla i dijelom na njega vezanih $[Fe^{3+}]$ i $[Al^{3+}]$ iona s kationima neutralnih soil (MKCl). Kao rezultat ove zamjene oslobađa se HCl koja povećava kiselost tla. Izmjenjiva kiselost se mjeri u suspenziji tla s KCl ili $CaCl_2$.

Hidrolitski aciditet (Y_1) nastaje zamjenom $[H^+]$ kationa adsorpcijskog kompleksa tla (AK) s bazama iz soli jakih baza i slabih kiselina uz oslobađanje kiseline. Prilikom neutralizacije tla kiselinama, svi $[H^+]$ ioni se ne zamjenjuju lužinama kod istog pH.

U postupku se tlo tretira otopinom Na ili Ca acetata, onda nastaje octena kiselina (CH_3COOH) koja slabo disocira (oko 100 puta slabije od HCl), pa kako nema pritiska slobodnih $[H^+]$ iona, tada zamjena $[H^+]$ iona i AK ide dalje za razliku od slučaja kad se stvara HCl. Količina nastale octene kiseline ekvivalentna je količini $[H^+]$ iona na adsorpcijskom kompleksu tla te se njenom neutralizacijom (titracija lužinom NaOH) određuje veličina hidrolitskog aciditeta tla. Njegovim određivanjem može se procijeniti ukupna potencijalna kiselost tla. Ukupna kiselost ili alkalnost tla određuje se titracijom tla lužinama odnosno kiselinama.

U Erlenmayerovu tikvicu od 300 ml odvagane se 40 g nekarbonatnog tla i prelije se 100 ml 1 N otopine natrijevog acetata ($CH_3COONa \cdot 3H_2O$) ili kalcijevog acetata ($(CH_3COO)_2Ca \cdot H_2O$) te se 1 sat mućka na miješalici, ili se ostavi do drugoga dana uz povremeno ručno mućkanje. Zatim se uzorak filtrira i od bistrog filtrata se odvoji 50 ml u Erlenmajerovu tikvicu od 300 ml, dodaje se indikator fenolftalein i titrira s 0,1 N NaOH do pojave trajno ružičaste boje. Iz dobivene vrijednosti utroška NaOH za titraciju izračunava se hidrolitski aciditet ili y_1 prema sljedećoj formuli:

$$Y_1 = \text{ml } 0,1 \text{ N NaOH utrošeni za titraciju} \times \text{normalitet NaOH } (0,1) \times 10 \times 2,5$$

(4.6.)

Granične vrijednosti hidrolitskog aciditeta povezane su s potrebom kalcifikacije tla, a prikazane su u **Tablica 4 - 5.**

Tablica 4 - 5. Granične vrijednosti za kalcifikaciju prema vrijednostima hidrolitskog aciditeta Y1:

KALCIFIKACIJA	y 1 (ml)
nije potrebna	0 – 4
nije nužna (fakultativna)	4 – 8
niske doze materijala	8 – 16
umjerene doze materijala	16 – 24
visoke doze materijala	> 24

4.4.8. Humus

Humus je visokomolekularni kompleksni produkt nastao reakcijama polimerizacije i kondenzacije iz mrtve organske tvari, uz sudjelovanje mikroorganizama, dakle on je produkt ne samo razgradnje, nego i sinteze međuprodukata koji nastaju prilikom razgradnje organske tvari (Škorić 1985). Značaj humusa u tlu se može promatrati iz fizikalnog, kemijskog i biološkog aspekta. U fizikalnom pogledu humus poboljšava vodozračni režim te termička svojstva tla, utječe na usitnjavanje strukturnih agregata i stvaranje granularne strukture koja poboljšava aeraciju i drenažu tla.

Važan je za kemijske procese u tlu jer povećava kapacitet tla za sorpciju iona, utječe na kapacitet kationske izmjene, reagira s mineralnom frakcijom tla, poboljšava puferna svojstva tla, važan je u stvaranju kompleksnih spojeva koje biljke lako mogu usvajati i važan je u opskrbi biljke fosforom, kalcijem, željezom i drugim bioelementima (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

Sadržaj humusa određen je mokrim putem, metodom prema Tjurinu koja se temelji na potpunoj oksidaciji organskog ugljika iz humusa uz pomoć kalijevog bikromata (Škorić, 1968).

U Erlenmajerovu tikvicu od 100 ml vagne se 0,2 - 0,5 g sitnice, prelije s 0,4 N kalijevim bikromatom ($K_2Cr_2O_7$), na vrhu žličice doda srebrnog sulfata (Ag_2SO_4) i prekrije malim lijevkom. Ovako pripremljen uzorak prokuha se 5 minuta na električnoj ploči. Uzorak se zatim prenosi kvantitativno (uz pomoć destilirane vode) u veću Erlenmajerovu tikvicu i nadopuni destiliranom vodom do 150 ml. Nakon toga se dodaje 2 ml smjese koncentrirane sumporne (H_2SO_4) i fosforne (H_3PO_4) kiseline i 8 kapi indikatora (difenilaminsulfonska kiselina) i titrira otopinom Mohrovom soli do pojave zelene boje kako bi se odredila količina preostalog kalijevog bikromata koji nije utrošen za oksidaciju organskog ugljika. Paralelno se provodi slijepa proba, pri čemu je postupak potpuno isti, a koristi se umjesto uzorka tla kvarcni pijesak.

Postotni udio humusa računa se iz sljedeće jednadžbe:

$$\% \text{ humusa} = \frac{(a-b) \times 0,0005172 \cdot 100}{n} \quad [\%] \quad (4.7.)$$

a - ml utrošene Mohrove soli na titraciju kod slijepa probe

b - ml utrošene Mohrove soli na titraciju uzorka tla

x - normalitet

n - odvaga tla u gramima

Prema Gračaninu (1946, 1947 & 1951) tla prema sadržaju humusa dijelimo na : vrlo slabo humozna, slabo humozna, dosta humozna, jako humozna i vrlo jako humozna tla **Tablica 4 - 6**.

Tablica 4 - 6. Granične vrijednosti za klasifikaciju tla prema sadržaju humusa (Gračanin (1946, 1947 & 1951)).

OPIS	Humus (% vol)
vrlo slabo humozno	< 1
slabo humozno	1 – 3
dosta humozno	3 – 5
jako humozno	5 - 10
vrlo jako humozno	> 10

4.4.9. Adsorpcijski kompleks tla

Adsorpcijski kompleks tla predstavlja skup organskih i mineralnih koloida koji mogu na svojoj površini adsorbirati katione koji se mogu zamjenjivati sa drugim kationima iz otopine tla ili sa kationima vezanim na korijen biljke. Na taj način adsorpcijski kompleks tla sprječava ispiranje tih kationa i time utječe na plodnost tla. Osim toga o vrsti kationa koji prevladavaju na adsorpcijskom kompleksu tla ovisi i čitav niz fizikalno-kemijskih značajki tla.

U analitičkoj se praksi može odrediti kapacitet zamjenjivih kationa kao cjelina ili se mogu određivati pojedini zamjenjivi kationi vezani na adsorpcijski kompleks tla.

Analiza adsorpcijskog kompleksa prema Kappenu omogućuje određivanje ukupne količine kationa vezanih na adsorpcijski kompleks tla u nekarbonatnim uzorcima. Metoda obuhvaća određivanje ukupne količine baznih kationa koji su vezani na adsorpcijski kompleks tla ili sumu baza sposobnih za zamjenu (S), zatim količinu adsorbiranih $[H^+]$ iona ili nezasićenog dijela adsorpcijskog kompleksa (T - S), maksimalnog kapaciteta adsorpcije za baze (T) i stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (V).

Ukupna količina baza sposobnih za zamjenu (S), izražava se u miliekvivalenti (meq) ili milimolekvivalenti $[H^+]$ na 100 g tla ili mmol/100 g tla, a predstavlja sve bazne katione koji su vezani na adsorpcijski kompleks, odnosno Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} .

Metoda se bazira na tretiranju nekarbonatnog tla s 0,1 N otopinom HCl, pri čemu se jedan dio H^+ iona iz kiseline potroši na zamjenu adsorbiranih kationa, odnosno veže se na adsorpcijski kompleks, a ostatak HCl kiseline određujemo titracijom sa 0,1 N otopinom NaOH.

Ukupna količina baza sposobnih za zamjenu računa se prema formuli:

$$S = 10 - \{50 \text{ ml HCl - normalitet (0,1) - ml utrošene NaOH za titraciju - normalitet (0,1)}\} \quad (4.8.)$$

Nezasićenost adsorpcijskog kompleksa tla (T - S) predstavljaju H^+ ioni koji se mogu neutralizirati bazama. Nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla (T - S) izračunava se iz hidrolitskog aciditeta Y_1 prema formuli:

$$(T - S) = Y_1 - 6,5/10 \text{ (meq /100 g tla)} \quad (4.9.)$$

Maksimalni kapacitet adsorpcije za baze (T) predstavlja maksimalnu količinu adsorbiranih kationa, a to su svi adsorbirani vodikovi H⁺ ioni (T-S) i sve baze adsorbirane na koloide tla (S).

Određivanje maksimalnog kapaciteta adsorpcije za baze (T) vrši se prema formuli:

$$T = (T - S) + S \text{ (meq /100 g tla)} \quad (4.10.)$$

Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (V) pokazuje koliko u tlu ima adsorbiranih baza u odnosu na ukupni kapacitet adsorpcije.

Određivanje stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (V) vrši se prema formuli:

$$V = S - 100 / T \text{ (izražava se u \%)} \quad (4.11.)$$

Za interpretacijske stupnja zasićenosti koriste se granične vrijednosti prikazane su u **Tablica 4 - 7**.

Tablica 4 - 7. Granične vrijednosti za određivanje stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa.

STUPANJ ZASIĆENOSTI ADSORPCIJSKOG KOMPLEKSA BAZAMA	V (%)
niski	< 35
srednji	35 – 65
visoki	> 65

4.4.10. CEC i stupanj saturacije bazama

Kapacitet kationske zamjene (engl. *Cation Exchange Capacity*) mjera je za negativne naboje konstituenata tla (minerale glina, alofane, okside i humus).

CEC predstavlja procjenu broja iona apsorbiranih unutar međuslojnog prostora čestica minerala glina i onih apsorbiranih na vanjsku površinu čestica, a izražava se u mmol/100g (mili mol kationa na 100 g suhog uzorka), što je ekvivalentno meq/100g (mili ekvivalent na 100 g suhog uzorka).

Negativan naboj rezultat je izomorfne zamjene u filosilikatima ili disocijacije funkcionalnih organskih spojeva, negativan naboj čestica tla nastoji vezati pozitivne katione sprječavajući izluživanje.

Razlikuju se permanentni (fiksni) i varijabilni naboj. Dok fiksni naboj ovisi o vrijednosti pH tla te valenciji i prirodi iona, varijabilni napon ovisi prvenstveno o pH reakciji i relaciji čvrsta faza tla – otopina tla kao i svim njihovim parametrima.

Sadržaj pojedinih izmjenjivih kationa u tlu variraju u odnosu na tip tla. Uobičajeni kationi u tlu su: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ i Al^{3+} .

Najviše vrijednosti CEC-a ima humus, zatim vermikuliti i smektiti, dok je on nešto niži kod illita i klorita, a najniži kod kaolinita. Sukladno navedenom, CEC je najviši u horizontu gdje se akumulira organska tvar ili na vrhu B horizonta gdje je sadržaj glina najveći.

Stupanj saturacije bazama (B) je postotna zastupljenost izmjenjivih baznih kationa [Ca^{2+}], [Mg^{2+}], [K^+] i [Na^+] u ukupnom kapacitetu adsorpcije stoga je usko povezan s vrijednošću CEC-a. Za veću količinu izmjenjivih kationa treba veća kiselost da ih neutralizira. Ako je zasićenost kationima jednaka, pri višem CEC-u treba dulje vrijeme za zakiseljavanje nego kad je CEC manji.

Stupanj saturacije bazama računa se formulom:

$$B = \frac{A}{\text{CEC}} \cdot 100 \text{ [vol \%]} \quad (4.12.)$$

B – stupanj zasićenosti tla bazama, vol %

A – suma baza sposobnih za zamjenu, cmol/kg

CEC – maksimalni kapacitet adsorpcije za baze, cmol/kg (uključuje [H^+] ione)

4.6. MIKROMORFOLOŠKA ANALIZA

Mikromorfologija je metoda kojom se na mikroskopskoj razini te u neporemećenom stanju, na temelju mikroskopskih preparata analizira građa tla, regolita i arheološki zanimljivih slojeva kako bi se promatrani uzorak opisao, konstituenti tla mjerili te promatrali njihovi međusobni odnosi u svrhu interpretacije formiranja tla te funkcije tla.

Mikromorfologija predstavlja najrazvijeniji i najpopularniji vid mikropedologije koja pokriva sve analize na neporemećenim uzorcima tla kao što su mikrokemijske, mikrofizikalne analize te analiziranje mikroskopskih i ultramikroskopskih (npr. SEM - *Skenirajući elektronski mikroskop*) tehnika se stoga pojam mikromorfologija koristi kao sinonim za mikropedologiju (Stoops, 2003).

Utemeljiteljem ove znanstvene discipline smatra se W. L. Kübiena, austrijski pedolog koji je predložio promatranje neporemećenih uzoraka (*in situ*) kako bi se objedinili rezultati mehaničke, kemijske i mineraloške analize te dobio vjerodostojan uvid u prirodu ponašanja tla i njegovih konstituenata u vremenu i prostoru (Stoops, 2003).

Stoga, svrha mikromorfologije je razumijevanje procesa koji su doveli do nastanka ili transformacije tla te specifičnih formi, bile one prirodnog postanka (npr. nodule) ili antropogenog (npr. dijelovi mikromase bogatiji česticama različitih dimenzija od ostatka, inkrustracije nastale navodnjavanjem) te se smatra važnim alatom prilikom istraživanja geneze tla, klasifikacije tla te načinom ophođenja tlom prilikom obrade ili sanacije.

Prema Stoops (2003) mikromorfološka analiza bazira se na dva principa: očuvanje strukture tla te analiza funkcionalnosti svih konstituenata tla unutar tla. Uzorkovanje predstavlja ključan korak u daljnjoj analizi zbog čega je potrebno prethodno iskustvo kako bi se uzorci uzeli što je preciznije moguće.

Kako bi se zadovoljio prvi princip uzorkovanje se obavlja uz pomoć Kübieninih kutija, aluminijskih kutija (ili galvanizirano željezo) oštih bridova, s dvostukim poklopcem kojim je uzorak u potpunosti sačuvan. Dimenzije kutija su: 75 x 55 x 40 mm.

Uzorkovanje se vrši *in situ* najčešće iz reprezentativnog, najčešće središnjeg dijela pojedinog horizonta, osim kada se posebna pažnja posvećuje granicama između horizonta te kontaktima s podlogom (Stoops, 2003) ili se želi dobiti bolji uvid u funkcionalnost tla na pojedinoj dubini (**Slika 4-2.**).

Tlo i regolit karakterizira vertikalna anizotropija, stoga orijentacija uzoraka mora biti naznačena. Kubične kutije se potom spremaju u plastične vrećice koje je potrebno dobro zatvoriti ljepljivom trakom kako bi se zadržala prirodna vlažnost neporemećenog uzorka do trenutka izrade mikroskopskog preparata (Durn, 1996) kako bi se izbjegle promjene mikrostrukture tla prilikom sušenja i pojave pukotina isušivanja. Također je neophodno očuvati neporemećenost uzoraka tijekom transporta do laboratorija (Murphy, 1986; Fox et al., 1993; Fox & Parent, 1993).

Uzorci tla u laboratoriju se impregniraju epoksidnom smolom indeksa loma bliskog indeksu loma kanada balzama ($n = 1,537$). Nakon impregnacije uzorak se lijepi na predmetno stakalce, reže te brusi do debljine 20 – 30 μm , odnosno dok preparat ne postane providan (Durn, 1996) prilikom čega se obavezno provjerava da preparat bude ravnomjerno izbrušen.

4.6.1. Definicija osnovnih pojmova u mikromorfologiji tla

Mikromorfološka analiza uzoraka ne bi bila moguća bez jasne, egzaktne i definirane terminologije. Iako je interpretacija preparata subjektivna u ovom je poglavlju pozornost obraćena na pregled **koncepta građe tla** (engl. *Concepts of fabric*) bez kojih bi razumijevanje interpretacije bilo otežano i možebitno krivo. Definicije osnovnih pojmova su preuzete iz Brewer (1964a), Bullock et al. (1985), Durn (1996) i Stoops (2003).

Grada tla (engl. *Soil fabric*) podrazumijeva sveukupnu organizaciju tla te predstavlja glavni interes mikromorfologije. Prema opisivanju građa tla predmnijeva opis dva tipa podataka: skalarne podatke (oblik i veličinu konstituenata, oblik granica, habitus minerala, homogenost ili heterogenost preparata) te vektorske (distribucija jedinica građe tla). U preparatu ove podatke razmatramo kroz genezu, funkcionalnost i konfiguraciju tla (Bullock et al., 1985).

Jedinica građe (engl. *Fabric unit*) je trodimenzionalna jedinica ograničena prirodnim granicama, ona djeluje homogeno na nivou zapažanja, a od drugih jedinica se razlikuje primjenom različitih metoda promatranja i povećanja (Stoops, 1978; Bullock et al., 1985).

U slučaju kada više jedinica građe ima jednake karakteristike primjenom određene metode promatranja i nivoa promatranja one se smatraju **djelomičnom građom tla** (engl. *Partial fabric*) (Stoops, 1978; Bullock et al., 1985).

Opis **elemenata građe tla** (engl. *Elements of fabric*) temelji se na opisu i definiciji prostornog rasporeda (engl. *Distribution pattern*) i orijentacije (engl. *Orientation pattern*) jedinica građe tla, njihovom veličinom (engl. *Size*) i sortiranjem (engl. *Sorting*) te oblikom (engl. *Shape*) i bojom (engl. *Color*). Boja nije dio građe, no također se smatra opisnim kriterijem.

Za opis mikromorfoloških preparata potrebno je razlučiti najjednostavnije jedinice građe koje se nazivaju **osnovni elementi tla** (engl. *Basic components*), to su pojedine čestice koje se daju razlučiti optičkim mikroskopom te sitni materijal koji je teško razlučiv od mase tla, prema tome, osnovni elementi tla dijele se na krupne mineralne komponente (engl. *Coarse mineral components*) (npr. mineralna zrna, pedorelikti, pedotvorenine), sitne mineralne komponente, (engl. *Fine mineral components*) (npr. glinovite čestice) te organski fragmenti (engl. *Organic components*).

Struktura tla (engl. *Soil structure*), a u mikropedologiji **mikrostruktura** (engl. *Microstructure*) je dio građe tla kojim opisujemo odnos krutih faza tla, odnosno **primarnih čestica** (engl. *Primary particles*) i **pore** (engl. *Voids*). Ukoliko je tlo neagregirano, opis mikrostrukture definiran je morfologijom i tipom pora, dok je u agregiranim tlima opis mikrostrukture definiran odnosom agregata i inter i intra – pedalnih praznina.

Najbitniji korak u analizi je identificirati osnovnu masu tla. **Osnovna masa tla** (engl. *Groundmass*) je općeniti pojam koji se koristi za materijal koji sačinjava bazni materijal tla u mikroskopskim preparatima (krupniji/sitniji materijal ili šupljine uvjetovane načinom slaganja). Osnovna masa tla daje informaciju o litologiji te stupnju trošenja ishodišnog materijala.

Kako bi se osnovna masa tla definirala moraju se opisati sljedeći pojmovi: granica između krupnih i sitnih čestica, odnos distribucije krupnih i sitnih čestica, opis krupnijih čestica te opis sitnijih čestica (mikromase).

Tlo je heterogena materija pa tako granica između krupne i sitne mineralne materije nije fiksna i razlikuje se od uzorka do uzorka. Odnos distribucije krupnih i sitnih čestica,

c/f distribucija (od engl. *Coarse / Fine*), je odnos pojedinih jedinica građe u odnosu na manje jedinice građe te asociirane pore (Stoops & Jongerius, 1975). Zbog raznovrsnosti materijala koji čine tlo granica između krupne i sitne materije određuje se uzevši u obzir moć razlučivanja mikroskopa, raspone veličina prisutnih čestica, vrstu materijala i granice korištene u laboratorijskim analizama te svrhu same analize. Odabrana granica krupne i sitne materije piše se uz indeks c/f odnosa (pr. c/f_{20 μ m}) (Stoops & Jongerius, 1975).

Opis krupnijeg materijala bazira se na opisu mineralnih zrna, pedotvorenina i pedorelikata.

Pedotvorenine (engl. *Pedofeatures*) su jedinice građe tla koje se razlikuju od okolnih prema razlici u koncentraciji granulometrijskih frakcija, organske materije, mineralnih komponenata ili kemijskih komponenata ili prema razlici u unutrašnjoj građi. Pedotvorenine daju informaciju od prošlim i sadašnjim pedološkim procesima. Stoops (1998) razlikuje **matriks pedotvorenine** (engl. *Matrix pedofeatures*) koje nastaju promjenom sastava osnovne mase tla: **impregnative**, **depletion** i **fabric** pedotvorenine od **intruzivnih pedotvorenina** (engl. *Intrusive pedofeatures*) koje nastaju unutar šupljina ili u osnovnoj masi tla potpunom zamjenom s drugim konstituentima, intruzivne pedotvorenine imaju oštre granice.

Pedorelikti su jedinice građe koje nisu nastale unutar tla u kojemu su nađene, nego su naslijeđene, kao i **litorelikti** te **sedimentarni** relikti (Brewer, 1964a).

Nodule su prema definiciji (Bullock et al., 1985, modificirano) manje - više ekvidimenzionalne pedotvorenine koje nisu vezane uz prirodne površine ili pore i nisu sačinjene od kristalne jedinice niti od „*crystal intergrowths*“. Prema Stoops (1998) nodule spadaju pod intruzivne pedotvorenine nepovezane sa površinama i porama. Za nodule se ne može uvijek ustvrditi jesu li one nastale pedogenetskim procesima (*in situ*) ili su naslijeđene pa su dio osnovne mase tla, stoga se prema Stoops (2003) dijela na anortične (naslijeđene) i ortične (*in situ*). Ukoliko su ortične nodule bile podvrgnute lokalnim translokacijama, npr. rotaciji nazivaju se disortične te imaju oštre rubove (Wieder & Yaalon, 1974).

Sitni materijal (amorfni ili kristaliziranih minerala glina često asociiranih s Fe – oksidima/hidroksidima, amorfnom organskom materijom, sericitom) naziva se

mikromasa (engl. *Micromass*), a opisuje se indirektno jer zbog rezolucije optičkog mikroskopa nije moguće direktno opisati oblik čestica te njihovu orijentaciju.

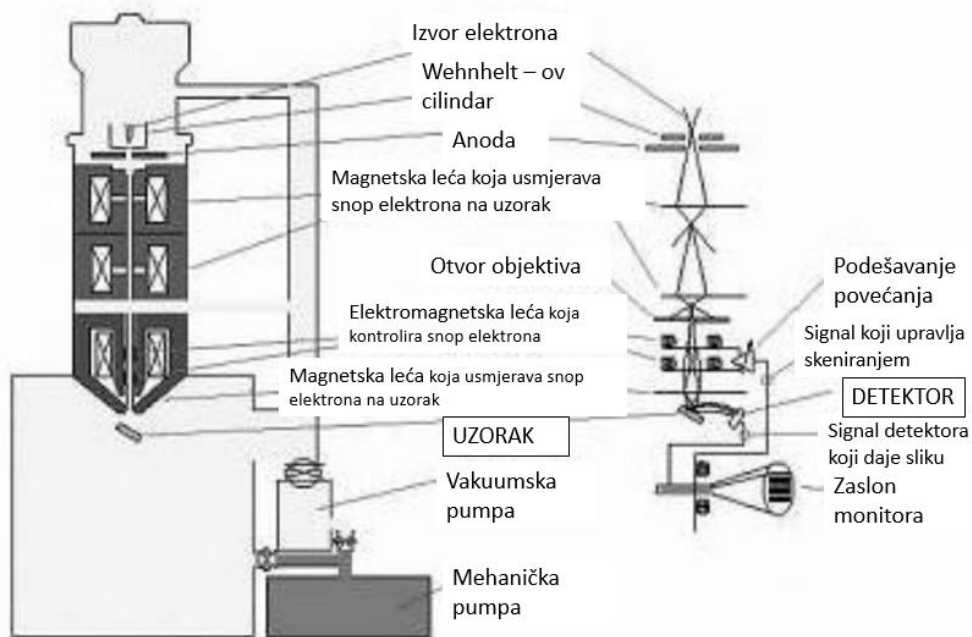
B – građa (engl. *Birefringence fabric, b - fabric*) je numerička vrijednost (FitzPatrick, 1989) koja opisuje podrijetlo i građu orijentacije i distribucije interferiranih boja u mikromasi (Bullock et al., 1985). Zone s paralelnom orijentacijom čestica glina polariziraju svjetlost gledano s ukriženim nikolima te je stoga indirektan opis moguć obraćajući pažnju na prisustvo i promjene u interferencijskoj boji.

4.8. ELEKTRONSKA MIKROSKOPIJA

Skenirajući elektronski mikroskop (**Slika 4 – 2.**) jedan je od dva postojeća elektronska mikroskopa (drugi je transmisijski elektronski mikroskop - TEM). SEM je u uporabi od 60 – ih godina 20. stoljeća te je zbog svojih prednosti vrlo brzo postao nezamjenjiv alat sa širokom primjenom u znanosti i tehnologiji.

Od najvećeg značaja svakako je rezolucija – sposobnost razlučivanja objekata, slijedi dubina polja – sposobnost da svi objekti različitih "visina" na uzorkovanoj površini ostanu u fokusu, te mikroanaliza – sposobnost da se analizira sastav uzorka. Prednost SEM – a je i jednostavnost uporabe, pod čime se podrazumijeva i minimalna priprema uzoraka te generiranje rezultata u digitalnom obliku.

Uz postavljenje uređaja u prostoriju u kojoj je nema električnog i magnetskog djelovanja i utjecaja vibracija te mali rizik od izlaganja radijaciji, glavni nedostatak je cijena uređaja. Regularan SEM uređaj ne može rukovati s uzorcima koji sadrže vodu zbog mikroskopske komore u kojoj vlada vakuum, iako postoje skuplji nekonvencionalni SEM uređaji koji podržavaju i uzorke s vodom. Dodatna manjkavost uređaja postoji ukoliko se ispituje materijal koji nije vodljiv, on se mora montirati na vodljivi uzorak i prevući tankim vodljivim filmom kao npr. Au, Pt, Pd.



Slika 4 – 2. Shematski prikaz dijelova skenirajućeg elektronskog mikroskopa (modificiran prikaz preuzet od Mršić, G., Žugaj, S. 2007; 3.7.2017)

Skenirajući elektronski mikroskop radi po principu skeniranja površine ispitivanog uzorka fokusiranim snopom elektrona.

Uzorak je fiksiran na nosač ljepljivom bakrenom trakom, bez prethodnih priprema i obrada te se može pomicati u smjeru 5 osi pa je tako kombinacijom rotacije i naginjanja uzorka, objekt moguće promatrati i analizirati iz različitih kutova promatranja.

Snop elektrona stvara se unutar komore elektronskog topa koja se nalazi na vrhu kolone. Elektrostatsko polje usmjerava elektrone koji se emitiraju iz vrlo malog dijela površine elektrode, kroz mali otvor na Wehnelt - ovom cilindru. U komori nakon toga elektronski top ubrzava elektrone niz kolonu prema uzorku s energijama koje se kreću u rasponu od nekoliko stotina do nekoliko desetaka tisuća volti.

Postoji nekoliko vrsta elektronskih topova – wolfram, LaB₆ (lantan heksaborid) i emisija kroz polje. Sve vrste elektronskih topova koriste različite elektrode različitih materijala te različite fizičke principe, no zajedničko im je stvaranje usmjerene stabilne zrake elektrona, dovoljno snažne pri najmanjoj mogućoj površini. Elektroni se emitiraju iz elektronskog topa kao divergentna zraka.

Skup magnetskih leća i otvora unutar kolone rekonvergiraju i fokusiraju snop u umanjenju sliku sjecišta zraka. Blizu samog dna kolone nalazi se set skenirajućih elektromagneta koji na specifičan način deflektiraju zraku prema zadnjoj leći, koja fokusira snop u što manju točku na površini uzorka.

Snop elektrona izlazi iz kolone u komoru s uzorcima. U komori se nalazi nosač (engl. *Stage*) koji omogućuje pomicanje uzorka, hermetički zabrtvljena vrata koja služe umetanju i uklanjanju uzorka te ulazni konektori za umetanje raznih detektora signala i ostalih dodatnih uređaja.

Kako elektroni iz snopa prodiru na uzorak, tako predaju energiju, koja se emitira iz uzorka na nekoliko načina. Svako emitiranje znači i potencijalni signal za detektore, koji iz njih mogu kreirati odgovarajuću sliku.

Različito od svjetlosti u optičkom mikroskopu, elektroni u SEM uređaju nikad ne formiraju stvarnu sliku uzorka. Umjesto toga, SEM konstruira virtualnu sliku iz signala koji su emitirani iz uzorka. Uređaj radi na način da elektronskim snopom skenira liniju po liniju preko kvadratnog predloška na površini uzorka. Oblik predloška skeniranja definira površinu koja će biti prikazana na slici.

U svakom trenutku procesa snop elektrona osvjetljava samo jednu točku na predlošku. Kako se snop elektrona pomiče od točke do točke, signali koji se stvaraju variraju snagom, reflektirajući na taj način različitosti u uzorku.

Izlazni signal je stoga periodički tok podataka. Moderni uređaji imaju mogućnost digitalne obrade, odnosno pretvaranje analognih signala iz detektora u skup numeričkih vrijednosti, s kojima se naknadno može manipulirati na željeni način.

Uobičajeno svi SEM uređaji koriste jednostavan prikaz slike temeljen na katodnoj cijevi (*Cathode Ray Tube* - CRT). CRT se sastoji od vakuumske cijevi koja na jednom kraju posjeduje fosforni premaz koji pobuđen elektronima emitira svjetlost, a na drugom kraju izvor elektrona i skup deflektirajućih elektromagneta. Slično kao u SEM uređaju, formira se snop elektrona i ubrzava se prema fosforu. Skup elektromagneta skeniraju snop prema rasterskom predlošku, a fosforni premaz, pobuđen elektronima pretvara energiju elektrona u vidljivu svjetlost. Intenzitet svjetla ovisi o intenzitetu snopa elektrona u katodnoj cijevi. Usklađivanjem CRT skeniranja i SEM skeniranja te moduliranjem CRT elektronskog snopa sa signalom slike, sustav prikazuje točku na CRT, prikazujući sliku skenirane točke na površini uzorka. (Mršić, G., Žugaj, S. 2007).

U sklopu ovog rada primjenom SEM-a snimljeni su strukturni agregati tla na lokacijama gdje su izuzeti uzorci korijenja:

- uzorak 5 (laboratorijski broj 5410) – lokacija Monte Coronichi, tlo: crvenica
- uzorak 6 (laboratorijski broj 5411) – lokacija Monte Coronichi, tlo: crvenica

Svrha je bila kod različitih povećanja utvrditi morfologiju agregata te njihovu građu.

4.9. MIKRO CT

Računalna tomografija (engl. *X – ray Computed Tomography*) je neinvazivna i nedestruktivna tehnika koja se koristi za 2D ili 3D prikaz unutarnje građe materije visoke rezolucije i bez potrebe za prethodnom pripremom uzorka, a temelji se na principu atenuacije rendgenskih zraka. Godfrey Hounsfield (1973) i Allan Cormack zaslužni su za razvoj X – ray CT tehnike za koji su dobili i Nobelovu nagradu 1979 iz područja medicine (Mooney et al., 2012).

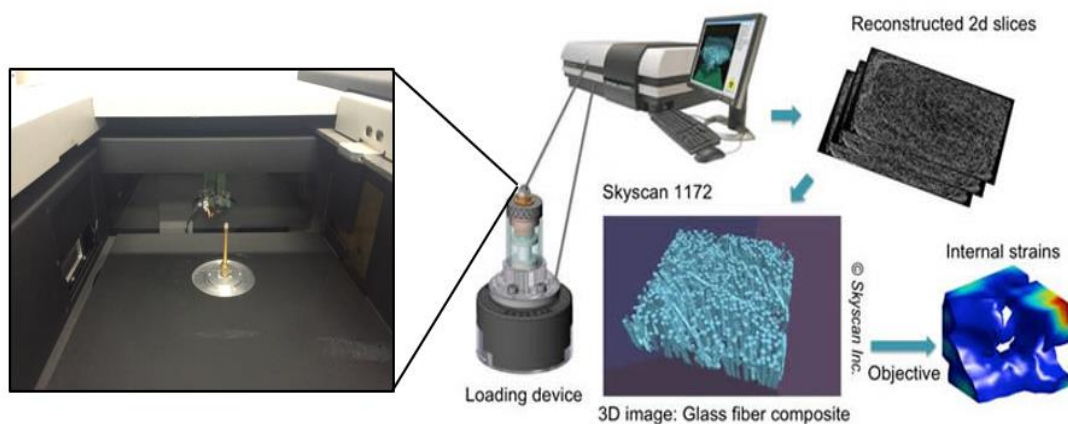
Princip rada računalne tomografije temelji se na atenuaciji rendgenskih zraka prolaskom kroz snimani dio materije. Do slabljenja rendgenskih zraka dolazi zbog apsorpcije rendgenskih zraka. Atenuacija se izražava koeficijentom apsorpcije, on je proporcionalan atomskom broju i gustoći elektrona u materiji i energiji rendgenskih zraka.

Rendgenske zrake nastaju unutar komore elektronskog topa s katodom i platinastom ili volframskom anodom. Veliki napon ubrzava elektrone koji proizvode rendgenske zrake kada se nađu na anodi. Nakon prolaska kroz snimanu materiju, sama materija postaje sekundarni izvor rendgenskog zračenja, a oslabljeno zračenje koje je prošlo kroz materiju pada na detektore koji ga pretvaraju u električne signale proporcionalne atenuaciji snimanog objekta te na taj način mjere razliku u intenzitetu zračenja. Iz niza takvih projekcija nastalih za vrijeme rotacije rendgenske cijevi i detektora, složenim matematičkim algoritmima uz pomoć računalnih programa rekonstruira se slika objekta te prikazuje na ekranu u obliku matrice sastavljene od *piksela*. Apsorpcijske vrijednosti prikazane su u sivim nijansama od bijele do crne boje na monitoru u rasponu određeneom rasponu Hounsfieldovih jedinica (engl. *Hounsfield units* (HU)) od – 1 000 do + 3 074 HU (Dulić, 1999). Apsorpcijske vrijednosti daju informaciju o gustoći materije i kalibrirane su na način da zrak ima vrijednosti – 1 000 HU, a voda 0 HU. Iz navedenog slijedi da svijetli *pikseli* odgovaraju visokoj atenuaciji rendgenskog zračenja zbog velike gustoće snimane materije, a dok tamniji *pikseli* upućuju na malu gustoću snimane materije (Mooney et al., 2012).

Mikro CT je učinkovita tehnika za prikaz i studiju sistema korijena, a od velike je važnosti i za studiju drugih bioloških tkiva i kompozitnih materijala.

U sklopu ovog rada primjenom mikro CT-a snimljeni su sljedeći uzorci:

- uzorak 1.(A i B) i 3. (stari trs) – lokacija Monte Coronichi, tlo: crvenica
- uzorak 4. (mladi trs) – lokacija Monte Coronichi, tlo: crvenica



Slika 4-3. Prikaz instrumenta Skyscan (model 1172) za Mikro CT analizu (modificiran prikaz preuzet s <http://www.polymtl.ca/lm2/en/recherche/Farhad.php>; 3.7.2017)

Korijen je vegetativni biljni organ koji ima više funkcija. Vinova loza ima jedan glavni korijen koji je najduži i najdeblji, a iz kojega se granaju znatno kraći i tanji bočni ogranci, ona je dvosupnica s aloriznim sustavom korijena. Korijen osim što učvršćuje biljku i skladišti hranjive tvari unutar primarne kore (engl. *cortex*), korijen crpi vodu s mineralnim tvarima iz okolnog tla te ju pomoću elemenata ksilema (slika) provodi do izdanka.

Primarnu koru (engl. *cortex*) čine, od periferije prema središtu korijena, egzoderma, parenhim primarne kore i jednoslojna endoderma. Parenhim primarne kore čini najveći dio primarnog korijena i aktivno sudjeluje u horizontalnom prijenosu vode s mineralnim tvarima od korijenovih dlačica do središnjeg provodnog cilindra. Ove parenhimske stanice nisu gusto zbijene, već se između njih nalazi dosta međustaničnog prostora. U njima se ponekad nalaze amiloplasti, plastidi u kojima je pohranjen škrob (spremišna uloga).

Središnji provodni cilindar (engl. *stela*) nalazi se u središnjem dijelu korijena i čine ga, od periferije prema središtu, perikambij, radijalna žila. Na poprečnom presjeku korijena, u njegovom središnjem dijelu, vidi se zvjezdasti ksilem u čijim se udubljenjima, između krakova, nalazi floem. Takav raspored floema i ksilema naziva se radijalna žila.

Ksilem je odrvenjeni dio - inkrustriran ligninom, a sastoji se od traheida, produženih mrtvih stanica ebez sadržaja s debelim ligningkim slojevima. Te stanice provode mineralne tvari i služe kao spremnici rezervnih hranjivih tvari. Susjedne stanice u međusobnoj su vezi te čine vertikalni niz, resorpcijom poprečnih stijenki dolazi do fuzije stanica i nastaju provodnih cijevi koje provode vodu. Stanice floema spremnici su hranjivih tvari, a vanjski rub floema čine produljene vretenaste stanice debelih celuloznih stijenki koje imaju mehaničku funkciju.

Voda iz tla ulazi u korijen kroz korijenove dlačice, odnosno kroz rizodermu i dalje horizontalno prolazi kroz parenhim primarne kore do endoderme. Kroz endodermu se obavlja kontrolirani, aktivni prijenos iona u provodni sustav centralnog cilindra. Nakon što voda s mineralnim tvarima prođe kroz endodermu, dalje se prenosi okomito kroz ksilemske elemente radijalne žile prema stabljici i listovima.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5.1. REZULTATI TERENSKIH ISTRAŽIVANJA

Popis terenskih oznaka uzoraka za granulometrijsku, kemijsku i mineralošku analizu s pripadajućim dubinama, laboratorijskim oznakama i horizontima tla te pripadajući oznakama mikromorfoloških preparata nalazi se u **Prilogu 4 - 1**.

Već na terenu se u grubo utvrdilo da prvi pedološki uzorak (MC1) predstavlja antropogeni horizont crvenice, dok preostali uzorci (MC2 do MC6) predstavljaju B horizonte antropogenizirane duboke crvenice odnosno, u paleopedološkom smislu **pedosetimentnog crveničnog kompleksa**.

Popis terenskih oznaka uzoraka za pedološku analizu s mikromorfološku analizu s pripadajućim dubinama, laboratorijskim oznakama i horizontima tla te pripadajući oznakama mikromorfoloških preparata nalazi se u **Prilogu 4 - 8**.

Popis mikromorfoloških preparata s pripadajućim dubinama nalazi se u **Tablici 5 - 11**.

5.2. REZULTATI LABORATORIJSKIH ISTRAŽIVANJA

5.2.1. Rezultati granulometrijske analize

Rezultati granulometrijske analize izvedene na University of Natural Resources and Applied Life Sciences u Beču, izraženi su u masenim postocima prikazani su u Tablici 5 - 1.

Tablica 5 – 1. Udjeli granulometrijskih frakcija izraženi u masenom % na uzorcima tla profila Monte Coronichi (C).

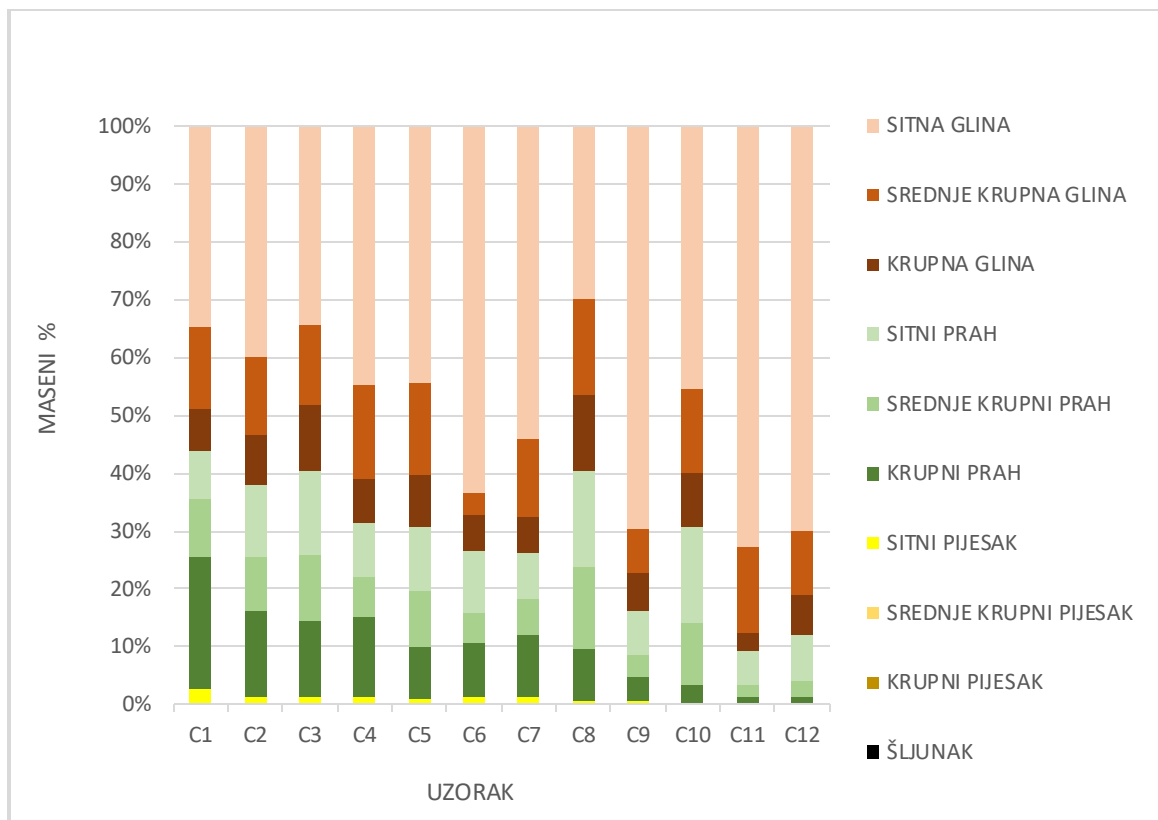
OZNAKA UZORKA	DUBINA (cm)	ŠLJUNAK	KRUPNI PIJESAK	SREDNJE KRUPNI PIJESAK	SITNI PIJESAK	KRUPNI PRAH	SREDNJE KRUPNI PRAH	SITNI PRAH	KRUPNA GLINA	SREDNJE KRUPNA GLINA	SITNA GLINA
		20 - 6,3 mm	2 - 0,63 mm	0,63 - 0,2 mm	0,2 - 0,063 mm	0,063 - 0,02 mm	0,02 - 0,0063 mm	0,0063 - 0,002 mm	2 - 0,63 μm	0,63 - 0,2 μm	< 0,2 μm
C1	0 - 30	0	0,1	0,1	2,5	23	9,8	8,3	7,5	14,3	34,6
C2	30 - 50	0	0,1	0,1	1,2	14,7	9,3	12,7	8,5	13,6	39,9
C3	50 - 70	0	0,1	0	1,1	13,4	11,2	14,7	11,2	13,8	34,5
C4	70 - 90	0	0	0,1	1,2	13,8	6,9	9,4	7,7	16,3	44,6
C5	90 - 110	0	0	0	0,8	9	9,9	10,8	9	16,2	44,2
C6	110 - 140	0,1	0,1	0,1	1	9,2	5,4	10,7	6,3	3,6	63,6
C7	140 - 170	0,3	0	0,1	0,9	10,8	6,2	8	6,2	13,3	54,2
C8	170 - 200	0	0	0	0,7	9	14	16,7	13	16,7	29,8
C9	200 - 230	0	0,1	0	0,4	4,2	3,8	7,6	6,7	7,6	69,5
C10	230 - 260	0	0	0	0,4	3,1	10,6	16,4	9,6	14,5	45,3
C11	260 - 280	0,1	0,1	0	0,1	1,1	2	5,9	3	14,8	73
C12	280 - 300	0	0	0,1	0,1	1	3	7,9	6,9	10,9	70,2

U analizirani uzorcima crvenice s profila Monte Coronichi (C) najzastupljenija je frakcija čestica sitne gline i kreće se u rasponu od 29,8 % u uzorku C8 do 70,2 % u najdubljem horizontu u uzorku C12.

Frakcija čestica sitnog praha ne prelazi 16,7% (uzorak C8), srednje krupnog praha 14% (uzorak C8), a krupnog praha čak 23 % u uzorku C1.

Frakcija čestica pijeska osjetno je manje zastupljena u uzorcima, s najvećim udjelima čestica sitnog pijeska do maksimalnih 2,5 % u uzorku C1, te zanemarivim udjelima od 0 – 0,1 % srednje krupno krupnog pijeska.

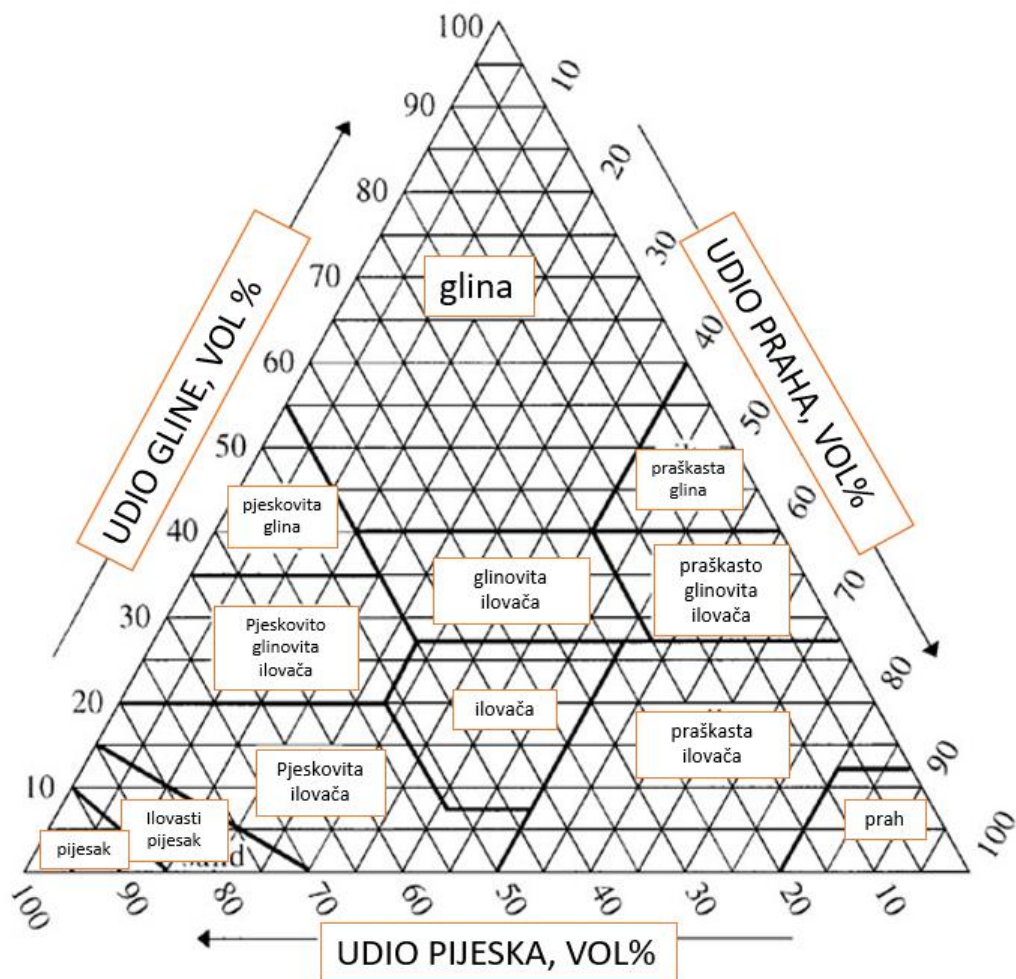
Frakcije čestica šljunka u uzorcima većinom nema osim u 3 uzorka (C6, C7 i C11), a najveća je u uzorku C7 gdje iznosi 0,3 %.



Slika 5-1. Grafički prikaz raspodjele veličine čestica na profilu Monte Coronichi

Na grafičkom prikazu (**Slika 5 – 1.**) jasno je uočljiv generalni trend povećavanja udjela čestica veličine gline s dubinom dok se udjeli ostalih frakcija proporcionalno tome smanjuju. Važno je istaknuti da je trend skokovit. Naime, jasno se mogu razlikovati tri ciklusa s generalnim trendom povećanja udjela čestica veličine gline i to: 1) C1 do C7; 2) C8 do C9 i 3) C10 do C12. Navedeno može indicirati da se radi o pedosedimentnom kompleksu o čemu će riječi biti u diskusiji rezultata.

Klasifikacija uzoraka tla s profila Monte Coronichi (C) prema USDA klasifikaciji (**Slika 5 - 2**) prikazana je u **Tablici 5 – 2**.



Slika 5 – 2. USDA (United States Department of Agriculture Soil) klasifikacija; (modificirana slika preuzeta s www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2_054167; 3.7.2017)

Tablica 5 – 2. Udjeli granulometrijskih frakcija izraženi u masenom % na sitnici tla profila Monte Coronichi (C) s pripadajućim nazivom prema USDA klasifikaciji.

OZNAKA UZORKA	DUBINA (cm)	PIJESAK MASENI %	PRAH MASENI %	GLINA MASENI %	USDA NAZIV
C1	0 - 30	2,7	41	56,3	praškasta glina
C2	30 - 50	1,4	36,7	61,9	glina
C3	50 - 70	1,2	39,3	59,5	glina
C4	70 - 90	1,4	30	68,6	glina
C5	90 - 110	0,9	29,7	69,4	glina
C6	110 - 140	1,2	25,6	74,1	glina
C7	140 - 170	1	25,1	73,9	glina
C8	170 - 200	0,8	39,7	59,5	glina
C9	200 - 230	0,5	15,6	83,8	glina
C10	230 - 260	0,5	30,1	69,4	glina
C11	260 - 280	0,2	9	90,8	glina
C12	280 - 300	0,1	11,9	88	glina

U analiziranoj sitnici tla (< 2mm) najzastupljenija je glinovita frakcija s udjelima od 56,3 % u površinskom uzorku (C1) do 90 % u uzorku C11.

Značajan je i udio praha koji je najveći u površinskom horizontu te iznosi 41 %. Površinski uzorka iz tog horizonta klasificiran je kao praškasta glina jer sadrži više od 40 % čestica veličine praha, dok su svi ostali uzorci prema USDA klasifikaciji određeni kao gline

Udio pijeska vrlo je malen s udjelima u rasponu od 0,1 % u najdubljem horizontu do 2,7 % u površinskom horizontu, a udio šljunka je zanemariv jer se on nalazi samo u 3 uzorka (C6, C7 i C11), a najveći je u uzorku C7 gdje iznosi 0,3 %. Pretpostavlja se da se radi o agregatima tla koji nisu do kraja dispergirani tijekom pripreme za granulometrijsku analizu.

5.2.3. Rezultati kemijske analize

Prikaz rezultata glavnih elemenata dan je u **Tablici 5 - 3.**, a elemenata u tragovima i elemenata rijetkih zemalja (REE) u **Tablici 5 - 4.**

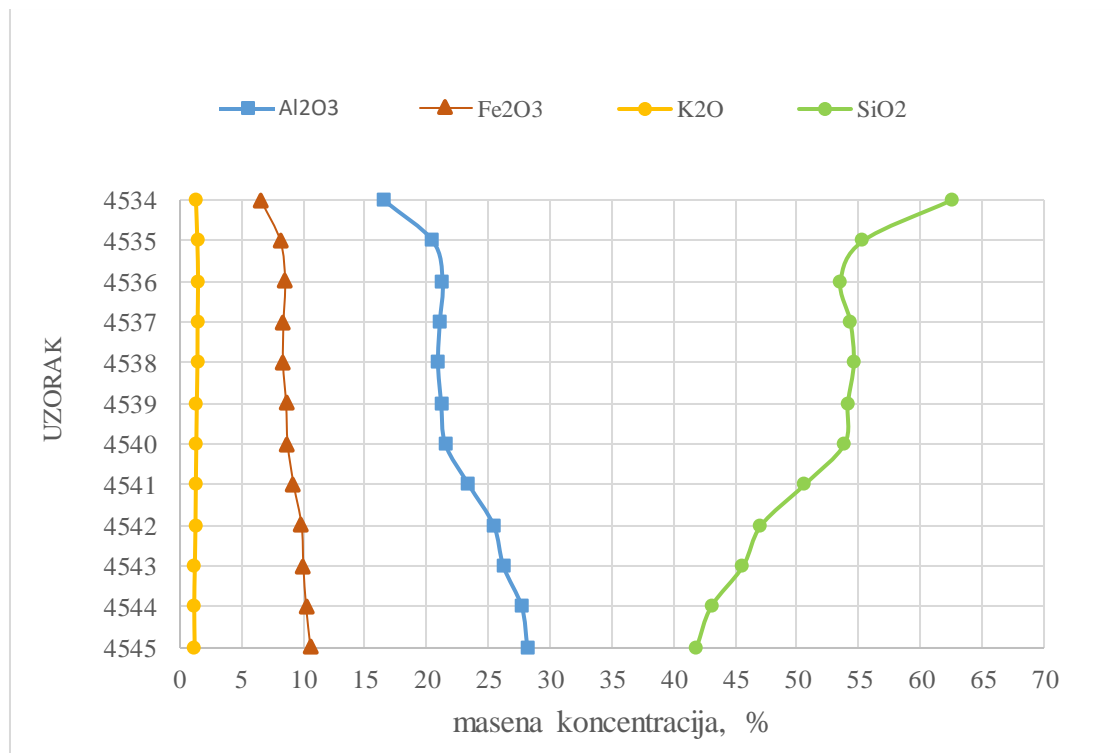
Uzorci su poredani po dubini od uzroka 4534 – 4545. Odgovaraju setu uzoraka C1 – C12, a u daljnjem tekstu, tablicama i slikama biti će korišteni laboratorijski brojevi (5434 – 45454) kao naziv za uzorke C1 – C12.

Koncentracije glavnih elemenata izražene su u masenim postocima oksida (mas%), dok su koncentracije elemenata u tragovima i elemenata rijetkih zemalja izražene u ppm-ima ili ppb-ima. Uz koncentracije glavnih elemenata prikazan je i podatak o gubitku žarenjem LOI.

Tablica 5 - 3. Distribucija glavnih elemenata izražena u masenim postocima (mas%) oksida i gubitak žarenjem (LOI) u analiziranim uzorcima s profila Monte Coronichi.

Oksid	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	Gž	Suma	
Jedinica	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
MDL	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	-5,10	0,01	
Uzorak	Dubina (cm)													
4534	0 - 30	62,52	16,55	6,59	0,55	0,32	0,51	1,33	1,21	0,14	0,20	0,032	9,80	99,77
4535	30 - 50	55,35	20,51	8,17	0,67	0,38	0,40	1,44	1,06	0,08	0,13	0,032	11,50	99,78
4536	50 - 70	53,53	21,31	8,55	0,73	0,40	0,38	1,50	1,05	0,08	0,12	0,035	12,10	99,78
4537	70 - 90	54,34	21,08	8,42	0,71	0,40	0,37	1,46	1,10	0,08	0,13	0,036	11,60	99,78
4538	90 - 110	54,61	20,93	8,38	0,70	0,39	0,36	1,45	1,14	0,10	0,13	0,036	11,50	99,77
4539	110 - 140	54,12	21,19	8,63	0,69	0,41	0,33	1,40	1,13	0,09	0,14	0,036	11,60	99,78
4540	140 - 170	53,85	21,53	8,76	0,67	0,39	0,29	1,36	1,12	0,10	0,14	0,039	11,50	99,78
4541	170 - 200	50,60	23,43	9,25	0,68	0,40	0,22	1,32	1,02	0,08	0,10	0,042	12,60	99,79
4542	200 - 230	47,09	25,45	9,89	0,70	0,43	0,17	1,29	0,90	0,08	0,09	0,044	13,60	99,79
4543	230 - 260	45,63	26,23	10,03	0,70	0,46	0,14	1,24	0,85	0,08	0,09	0,044	14,30	99,79
4544	260 - 280	43,05	27,72	10,25	0,71	0,52	0,11	1,19	0,76	0,08	0,07	0,047	15,30	99,79
4545	280 - 300	41,88	28,17	10,61	0,74	0,54	0,11	1,23	0,72	0,07	0,08	0,044	15,60	99,78

*MDL - granica detekcije



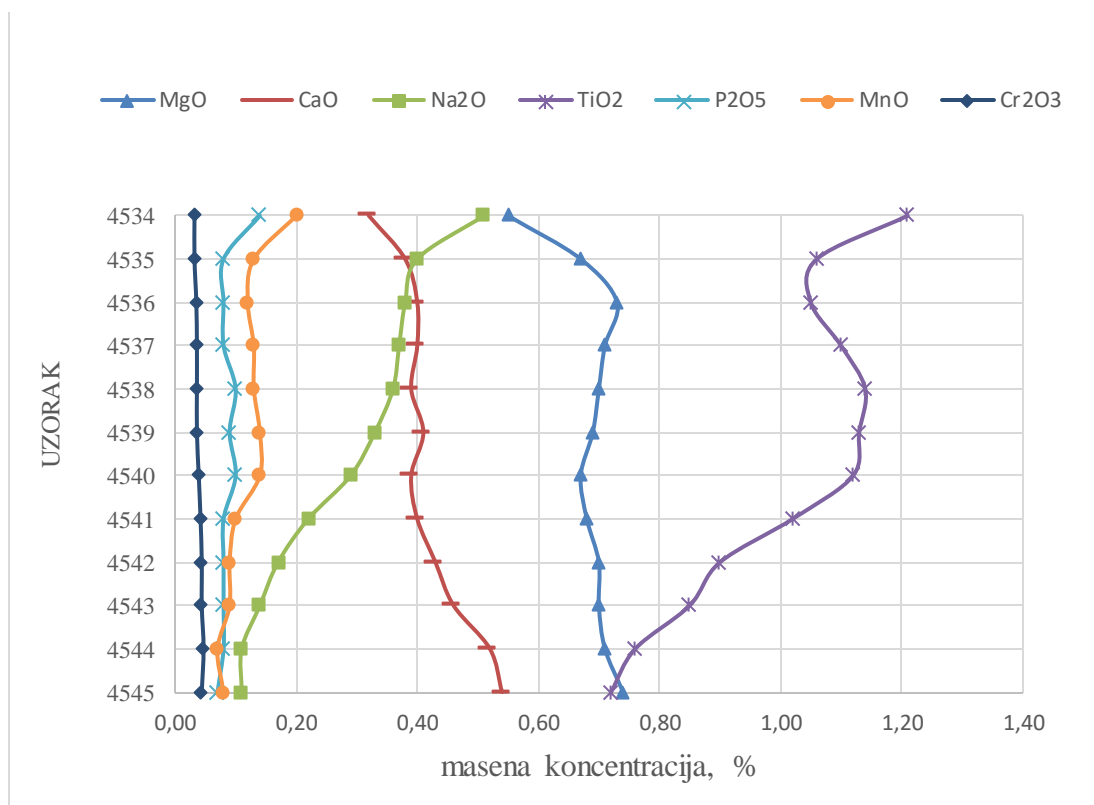
Slika 5-3. Graf glavnih oksida po profilu tla raspodjele

SiO₂ je najzastupljeniji oksid u svim uzorcima. Njegova koncentracija opada s dubinom, značajniji pad uočen je jedino na prijelazu iz površinskog horizonta u I(B) horizont, odnosno s uzorka 4534 (62,52 mas%) na uzorak 4535 (55,35 mas%). Blagi rast koncentracije (< 1 mas%) uočen je u uzorku 4537, nakon čega koncentracija SiO₂ ponovno raste; **Slika 5 – 3.**

SiO₂ slijedi Al₂O₃, koncentracija ovog oksida raste porastom dubine, vidljivo je znatno povećanje koncentracije s uzorka 4534 na uzorak 4535 sa 16,55 mas.% na 20,51 mas.%, što odgovara prijelazu iz površinskog u I(B) horizont te padu koncentracije SiO₂. Drugo vidljivo povećanje koncentracije je s uzorka 4540 (21,53 mas%) na uzorak 4541 (23,43 mas%) te nadalje na uzorak 4542 (25,45 mas%); **Slika 5 – 3.**

Fe₂O₃ koji pokazuje trend blagog porasta od najplićeg uzorka 4534 sa 6,59 mas% do najdubljeg uzorka 4545 sa 10,61 mas%. u raspodjeli ovog oksida po profilu uočljivije je samo jedno značajno povećanje koncentracije s uzorka 4534 (6,59 mas%) na uzorak 4535 (8,17 mas%), što odgovara prijelazu iz površinskog u I(B) horizont kao što je to slučaj i kod Al₂O₃; **Slika 5 – 3.**

Sljedeći oksid po zastupljenosti je K₂O. Vrijednosti ovog oksida ujednačeno rastu od uzorka 4534 (1,33 mas%) do uzorka 4536 (1,50 mas%) pa padaju do uzorka 4544 (1,19 mas%), dok su u najdubljem uzorku 4545 one nešto više (1,23 mas%); **Slika 5 – 3.**



Slika 5-4. Raspodjela preostalih oksida po profilu

Prema dijagramu na **Slici 5 – 4.** preostali oksidi mogu se podijeliti u dvije skupine, prvoj skupini pripadaju oksidi koji pokazuju trend generalnog pada koncentracije s dubinom, dok drugoj skupini pripadaju oksidi s uočenim trendom generalnog rasta koncentracije porastom dubine. Prvoj skupini pripada većina oksida: P_2O_5 , MnO, Na_2O , te TiO_2 , dok drugoj skupini pripadaju Cr_2O_3 , CaO te MgO.

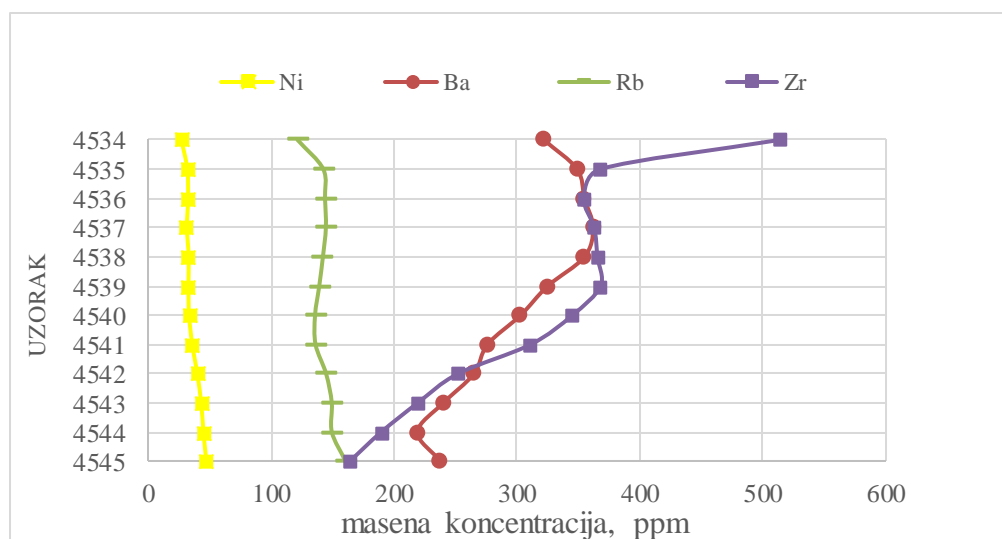
Oksidi prve skupine pokazuju uočljiviji pad koncentracija s najbližeg uzorka 4534 na uzorak 4535 te s uzorka 4540 na uzorak 4539. Usprkos više-manje ujednačenom rastu koncentracija oksida druge skupine CaO i MgO, u uzorku 4540 primijećen je blagi pad koncentracije ovih oksida.

U **Tablici 5 – 4.** Prikazani su rezultati raspodjele elemenata u tragovima i REE u analiziranim uzorcima.

Tablica 5 – 4. Prikaz raspodjele elemenata u tragovima i REE u analiziranim uzorcima

Uzorak		4534	4535	4536	4537	4538	4539	4540	4541	4542	4543	4544	4545	
Dubina (cm)		0 - 30	30 - 50	50 - 70	70 - 90	90 - 110	110 - 140	140 - 170	170 - 200	200 - 230	230 - 260	260 - 280	280 - 300	
	Jedinica	MDL												
Elementi u tragovima i REE														
Ag	ppm	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,20
As	ppm	0,5	16,70	20,00	19,80	19,10	21,20	21,70	21,90	24,20	26,60	28,30	29,10	27,20
Au	ppb	0,5	2,80	3,20	4,50	3,80	4,20	3,30	7,60	2,40	3,90	2,70	3,30	2,70
Ba	ppm	1,00	322,00	349,00	355,00	362,00	355,00	325,00	303,00	276,00	265,00	240,00	219,00	238,00
Be	ppm	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Bi	ppm	0,1	0,60	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00
Cd	ppm	0,1	0,40	0,30	0,20	0,30	0,30	0,40	0,40	0,50	0,90	1,10	1,20	1,40
Co	ppm	0,20	29,90	26,90	24,80	27,30	28,20	28,50	32,60	24,70	23,60	19,80	21,20	21,50
Cs	ppm	0,10	10,00	12,60	12,40	12,40	12,50	12,90	12,60	13,80	14,80	19,20	17,10	16,60
Cu	ppm	0,1	53,70	20,30	22,10	21,70	23,70	22,20	22,30	22,00	25,40	26,90	30,80	30,70
Dy	ppm	0,05	8,25	7,49	8,29	7,79	7,84	6,75	6,47	5,59	5,39	5,72	6,11	7,14
Er	ppm	0,03	4,55	4,30	4,36	4,48	4,23	3,94	3,80	3,01	3,12	3,25	3,31	3,97
Eu	ppm	0,02	1,91	1,83	2,01	1,95	1,97	1,73	1,61	1,33	1,41	1,56	1,79	2,04
Ga	ppm	0,50	19,60	23,30	25,00	24,70	25,50	24,60	24,60	27,10	28,90	29,90	30,00	31,40
Gd	ppm	0,05	9,41	8,64	9,52	8,99	8,93	7,76	7,41	5,95	6,20	6,46	6,96	8,04
Hf	ppm	0,1	13,40	10,00	9,10	9,10	9,50	9,70	9,40	7,90	6,60	5,70	4,90	4,20
Hg	ppm	0,01	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05
Ho	ppm	0,02	1,56	1,49	1,59	1,58	1,44	1,39	1,26	1,06	1,07	1,16	1,10	1,32
Lu	ppm	0,01	0,68	0,59	0,63	0,61	0,64	0,56	0,56	0,46	0,48	0,49	0,50	0,56
Mo	ppm	0,1	3,00	3,20	3,10	3,20	3,10	3,80	3,60	4,00	4,10	5,60	5,30	4,30
Nb	ppm	0,1	23,90	21,90	23,20	24,00	24,00	23,60	23,30	22,00	21,30	19,50	18,40	18,30
Ni	ppm	20,00	84,00	107,00	118,00	111,00	109,00	116,00	129,00	138,00	156,00	171,00	187,00	191,00
Ni	ppm	0,1	26,80	31,60	32,20	31,30	32,70	32,50	33,00	35,60	39,70	42,90	44,70	47,10
Pb	ppm	0,1	39,80	34,40	35,00	34,60	35,60	36,60	39,70	40,00	42,40	38,90	37,60	38,30
Pr	ppm	0,02	14,66	13,11	13,93	14,23	13,86	12,41	11,83	10,14	10,05	11,03	11,52	12,31
Rb	ppm	0,1	121,40	142,30	143,70	144,40	142,00	139,00	135,60	136,00	144,60	149,20	149,30	160,50
Sb	ppm	0,1	0,50	0,60	0,70	0,70	0,70	0,60	0,60	0,60	0,50	0,70	0,60	0,50
Sc	ppm	1,00	17,00	19,00	20,00	20,00	20,00	20,00	19,00	20,00	22,00	23,00	23,00	24,00
Se	ppm	0,50	1,00	0,60	<0,5	0,60	0,70	0,70	0,80	0,70	0,60	0,70	0,80	1,00
Sn	ppm	1	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Sr	ppm	0,5	61,40	57,70	58,60	66,50	59,50	60,00	53,90	50,20	45,60	42,30	39,60	39,00
Ta	ppm	0,1	1,80	1,60	1,80	1,60	1,60	1,70	2,00	1,60	1,50	1,50	1,40	1,40
Tb	ppm	0,01	1,42	1,32	1,43	1,43	1,33	1,21	1,11	0,95	0,92	1,00	1,05	1,27
Th	ppm	0,2	23,70	22,90	22,60	24,10	23,80	24,40	24,40	24,70	23,60	25,10	23,40	24,20
Ti	ppm	0,10	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60
Tm	ppm	0,01	0,66	0,63	0,65	0,65	0,65	0,59	0,54	0,47	0,50	0,49	0,55	0,60

Uzorak		4534	4535	4536	4537	4538	4539	4540	4541	4542	4543	4544	4545	
U	ppm	0,1	4,90	3,40	3,30	3,20	3,60	3,70	3,20	3,40	3,30	3,20	3,70	3,80
V	ppm	8	226	268	284	281	292	298	317	357	400	426	441	456
W	ppm	0,5	3,60	4,20	4,10	3,40	4,50	4,00	3,80	4,20	3,70	3,80	3,30	4,10
Y	ppm	0,1	51,30	45,40	48,20	49,20	48,20	43,00	39,80	33,00	32,00	34,50	36,00	39,60
Yb	ppm	0,05	4,40	4,12	4,28	4,18	4,10	3,80	3,66	3,11	3,11	3,31	3,35	3,70
Zn	ppm	1	33	36	36	35	39	37	37	41	44	45	50	48
Zr	ppm	0,01	513,70	367,80	354,50	362,90	365,50	368,10	345,10	311,10	252,00	219,20	189,40	163,80
Lantanidi														
La	ppm	0,1	69,5	61,9	67,2	68	66,5	59,2	58,6	53,3	53,2	53,4	56,5	57,1
Ce	ppm	0,1	151,4	136,8	139	140,8	145,1	140,1	143,6	129,3	123,8	125,3	102,7	118,2
Nd	ppm	0,3	55	49	53,9	53,5	52,1	46,2	43,2	38,7	36,6	40,8	44,8	48,8
Sm	ppm	0,05	10,18	9,37	10,55	10,2	9,37	8,7	8,08	6,84	6,98	7,77	8,34	9,5



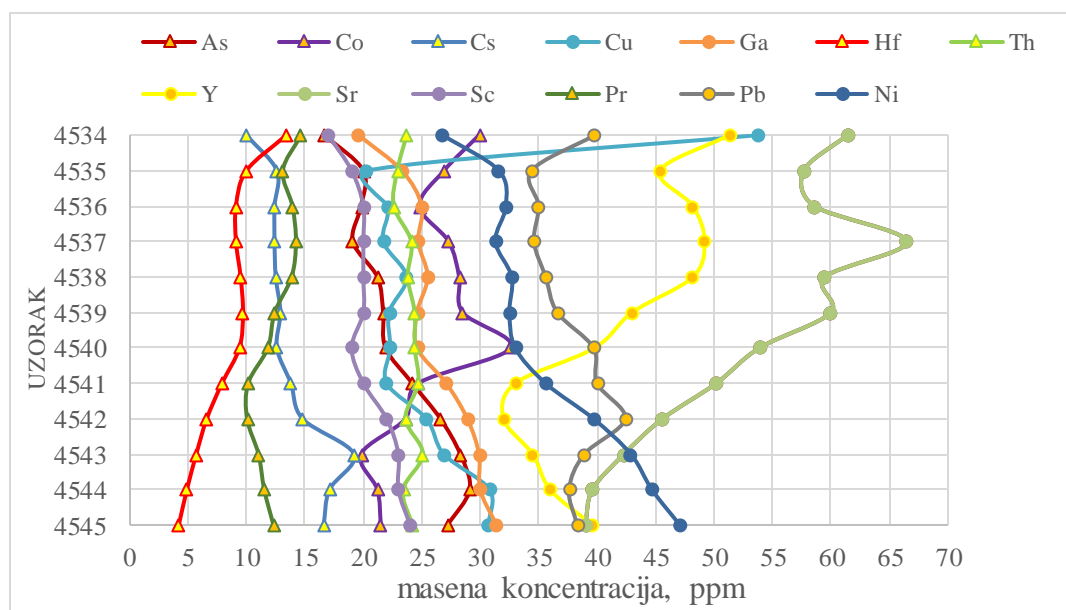
Slika 5-5. Raspodjela Ni, Ba, Rb i Zr po profilu tla

Cirkonij (Zr) je najzastupljeniji element u tragovima na profilu Monte Coronichi. Koncentracija cirkonija pokazuje trend generalnog pada s 513,70 ppm u površinskom uzorku 4534 do 163,80 u uzorku 4545, osim na prijelazu na uzorak 4537 gdje je koncentracija porasla za 17,40 ppm; **Tablica 5 – 4.**

Barij (Ba) drugi je element u tragovima na istraživanom profilu tla. Njegova koncentracija raste iz površinskog uzorka 4534 (322 ppm) do uzorka 4537 gdje iznosi 362 ppm, a potom pada na 355 ppm-a u uzorku 4538, ali nastavlja rasti do uzorka 4544 gdje koncentracija pada na 219 ppm nakon čega ponovno raste u uzorku 4545 na 238 ppm-a; **Tablica 5 – 4.**

Nikal (Ni) pokazuje manje – više kontinuirani rast od 20,00ppm u uzorku površinskog horizonta 4534 do uzorka 4545 (191,00 ppm) s blagim padom od 7ppm na prijelazu iz uzorka 4536 na uzorak 4537; **Tablica 5 – 4.**

Rubidij (Rb) karakterizira više-manje ujednačen rast koncentracije od 121,40 ppm u uzorku 4534 do 160,50 ppm u uzorku 4545, uz blagi pad koncentracije u uzorcima 4538, 4539 i 4540; **Tablica 5 – 4.**



Slika 5-6. Raspodjela As, Co, Cs, Cu, Ga, Hf, Th, Y, Sr, Sc, Pr, Pb, Ni po profilu tla

Prema dijagramu na **Slici 5 – 6** vidljiv je pad koncentracija pojedinih elemenata u tragovima i REE na prijelazu iz površinskog horizonta u I(B) horizont; Cu, Sr, Y, Pb, Co, Hf, Pr i Th.

Stroncij (Sr) pokazuje generalni trend pada dubinom profila tla, značajniji pad koncentracije uočen je na prijelazu iz površinskog horizonta - uzorak 4534 u I(B) horizont - uzorak 4535 (61,40 ppm na 57,70 ppm). Uzorak 4537 (66,50 ppm) pokazuje blagi rast koncentracije koja dalje po profilu pada (**Tablica 5 – 4.**).

Itrij (Y) također pokazuje generalni trend pada koncentracije s naglaskom na prijelazu iz uzorka 4534 na uzorak 4535 (51,30 ppm na 45,40 ppm). Rast koncentracija zabilježen je u uzorcima 4536, 4537, 4538 (48,20 ppm; 49,20 ppm; 48,20 ppm) nakon uzorka 4537 koncentracija ovog elementa ponovno opada (**Tablica 5 – 4.**).

Kobalt (Co) pokazuje neujednačen trend pada koncentracije. Naglašeni pad koncentracije je na prijelazu iz uzorka 5434 na 4535 (29,90 ppm - 26,90 ppm) te na prijelazu iz uzorka 4540 – uzorak koji ima najvišu koncentraciju kobalta (32,60 ppm) na

uzorak 4541 (24,70 ppm), do uzorka 4545, koncentracije 21,50% uočen je generalni pad koncentracije (**Tablica 5 – 4.**).

Olovo (Pb) također pokazuje značajniji pad koncentracije na prijelazu iz uzorka 5434 na 4535 (39,80 ppm - 34,40 ppm) nakon čega manje – više raste do uzorka 4543 nakon čega slijedi blagi pad pa rast do 38,30 ppm u uzorku 4545 (**Tablica 5 – 4.**).

Značajniji pad koncentracije bakra (Cu) na prijelazu iz uzorka 5434 na 4535 (53,70 ppm - 20,30 ppm) nakon čega koncentracija bakra manje – više ujednačeno raste. (**Tablica 5 – 4.**).

5.2.4. Rezultati mineraloške analize

Rezultati mineralnog sastava određeni rendgenskom difrakcijom na prahu prikazani su u **Tablici 5 – 5.** i **Tablica 5 – 6.** Analizirani su uzorci C1 – C12 s pripadajućim laboratorijskim brojevima po dubini (4534 – 4545). Mineralni sastav uzoraka određen je primjenom rendgenske difrakcije na prahu pomoću Philipsovog difraktometra s brojačem, CuK α zračenjem (U = 45kV, I = 40mA) na University of Natural Resources and Applied Life Sciences u Beču. Rezultati su preuzeti iz Tomašić (2013).

Udio minerala označen je na sljedeći način: *** - dominantan, ** - značajne količine, * prisutan, • - prisutan u tragovima

Tablica 5 – 5. Ukupni mineralni sastav uzoraka sa profila Monte Coronichi

OZNAKA UZORKA	DUBINA (cm)	14 Å	M	Kln	Phy	Qz	K-feld	Plag	Hem
C1	0 - 30	*	*	**	**	**	*	*	*
C2	30 - 50		*	**	**	*	•	*	*
C3	50 - 70	•	*	**	**	*	•	*	*
C4	70 - 90		*	**	**	*	•	•	*
C5	90 - 110	•	*	**	**	*		•	*
C6	110 - 140	•	*	**	**	*		•	*
C7	140 - 170	•	*	**	**	*		•	*
C8	170 - 200	•	*	**	**	*		•	*
C9	200 - 230	•	*	**	**	*		•	*
C10	230 - 260	•	*	**	**	*		•	*
C11	260 - 280		•	**	**	*			*
C12	280 - 300		•	**	**	*			*

Legenda kratica minerala u **Tablici 5 – 5.**: **Hem** – hematit; **K-feld** – alkalijski feldspati; **Kln** – kaolinit; **M** – tinjčasti materijal; **Phy** – filosilikati; **Plag** – plagioklasi; **Qz** – kvarc

Analizirani uzorci s profila Monte Coronichi u najvećoj mjeri sadrže minerale glina i kvarc, dok su u manjoj mjeri prisutni tinjci, K-feldspati, plagioklasi i hematit; **Tablica 5 – 5. i Tablica 5 – 6.** (Tomašić, 2013).

Tablica 5 – 6. Mineralni sastav frakcija čestica manjih od 2 μ m po profilu Monte Coronichi

OZNAKA UZORKA	DUBINA (cm)	Ill	Kln _d	Kln _s	MS
C1	0 - 30	*	*	**	*
C2	30 - 50	**	*	**	*
C3	50 - 70	*	*	**	*
C4	70 - 90	**	*	**	*
C5	90 - 110	*	*	**	*
C6	110 - 140	*	*	**	*
C7	140 - 170	*	*	**	*
C8	170 - 200	*	*	**	*
C9	200 - 230	*	*	**	*
C10	230 - 260	*	*	**	*
C11	260 - 280	*	*	**	*
C12	280 - 300	*	•	***	*

Legenda kratica minerala u **Tablici 5 – 6.**: **Ill** – ilitični materijal; **Kln_d** – dobro kristalizirani kaolinit; **Kln_s** – slabo kristalizirani kaolinit; **MS** – mješanoslojni minerali glina

Frakcija manja od 2 μ m, u najvećoj mjeri sadrži slabo kristalizirani kaolinit, a slijede ga ilitični materijal, dobro kristalizirani kaolinit te mješanoslojni minerali (**Tablica 5 – 6**). Značajne promjene po dubini nisu uočene, osim za feldspate, koji su u gornjem dijelu profila prisutni kao plagioklasi i u tragovima K-feldspati, a s dubinom K-feldspati nestaju, a plagioklasima se udio smanjuje (Tomašić, 2013).

5.2.2. Rezultati pedološke analize

Pedološka analiza obuhvaća određivanje fizikalno – kemijskih svojstava tla; fizikalne karakteristike tala: mehanički sastav i tekstura te osnovna pedofizikalna svojstva tala kao što su gustoća tla (volumna gustoća i gustoća čvrstih čestica), poroznost, kapacitet tla za vodu (Kv) i apsolutni kapacitet tla za zrak (Kz); te kemijske karakteristike tla: pedokemijska svojstva tla (određene su vrijednosti pH s H₂O, KCl i CaCl₂ te sadržaj humusa), hidrolitski aciditet te adsorpcijski kompleks tla po Kappenu, kapacitet adsorpcije kationa (CEC) te stupanj saturacije bazama (B).

Rezultati granulometrijske analize izvedene na Zavodu za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu izraženi u masenim postocima s pripadajućim teksturnim oznakama prikazani su u **Tablici 5 – 7**.

Tablica 5 – 7. Udjeli granulometrijskih frakcija izraženi u masenom % na uzorcima tla profila Monte Coronichi (MC).

OZNAKA UZORKA	Dubina (cm)	2 - 0,2 mm	0,2 - 0,063 mm	0,063 - 0,002 mm	< 0,002 mm	TEKSTURNA OZNAKA
MC1	0-30	0,1	1,5	51,3	47,1	Praškasta glina
MC2	30-48	0,1	1,4	35,3	63,2	Teška glina
MC3	48-100	0,1	1,6	32,4	65,9	Teška glina
MC4	100-150	0,2	1,5	31,5	66,8	Teška glina
MC5	150-200	0,4	1,3	28,7	69,6	Teška glina
MC6	200-300	0,1	0,7	13,1	86,1	Teška glina

Prema tablici analiziranim uzorcima crvenice s profila Monte Coronichi (MC) najzastupljenija je glinovita frakcija s udjelima od 47,1 – 86,1%. Porastom dubine udio glinovite frakcije kontinuirano raste.

Za razliku od udjela gline, udjel silta kontinuirano pada s dubinom i to od 51,3 % u površinskom horizontu do 13,1 % u najdonjem horizontu.

Udjel pijeska u uzorcima MC1 do MC2 je približno sličan (varira između 1,5 i 1,7%) dok je u uzorku MC6 niži i iznosi 0,8%.

Površinski uzorak možemo klasificirati kao praškastu glinu dok svi ostali uzorci spadaju u teške gline.

Generalno se može zaključiti da su rezultati provedene granulometrijske analize vrlo slični. Osnovna razlika je u tome što se u setu s više uzoraka (C1-C12) zamjećuju trendovi koji nisu niti mogli biti zapaženi u setu s manjim brojem uzoraka (MC1-MC6). Dakle, u oba seta površinski uzorak je praškasta glina a preostali uzorci su (teške) gline. Veća gustoća uzorkovanja jasno je pokazala da je uočeni trend porasta udjela gline s dubinom skokovit.

Rezultati osnovnih pedofizikalnih svojstava, gustoće, ukupnog sadržaja pora te kapaciteta tla za vodu i zrak prikazani su u **Tablici 5 – 8**.

Tablica 5 – 8. Rezultati osnovnih pedofizikalnih svojstava na uzorcima tla profila Monte Coronichi (MC).

OZNAKA UZORKA	DUBINA (cm)	POROZITET vol %	GUSTOĆA TLA (g/MC ³)		KAPACITET TLA ZA VODU vol %	APSOLUTNI KAPACITET TLA ZA ZRAC vol %
			VOLUMNA	ČVRSTIH ČESTICA		
MC1	0-30	44,06	1,46	2,62	33,66	10,4
MC2	30-48	47,24	1,41	2,67	39,71	7,53
MC3	48-100	45,7	1,45	2,67	39,16	6,54
MC4	100-150	46,33	1,45	2,7	41,04	5,29
MC5	150-200	48,31	1,42	2,74	43,06	5,25
MC6	200-300	49,83	1,33	2,65	47,28	2,55

Prema tablici uzorak površinskog horizonta, MC1 označen je kao malo porozan, dok su svi ostali uzorci označeni kao porozni prema **Tablici 4 - 1**.

Volumna gustoća čestica najveća je u uzorku MC1, dok je gustoća čvrstih čestica najveća u uzorcima MC4 i MC5, no odstupanja od srednje vrijednosti volumne gustoće i gustoće čvrstih čestica, koje iznose 1,42 g/cm³ i 2,68 g/cm³ nisu velika osim u uzorku MC6 gdje vrijednost volumne gustoće iznosi 1,33 g/cm³.

Vrijednosti retencijskog kapaciteta tla za vodu rastu s porastom dubine pa je tako retencijski kapacitet tla za vodu uzorka MC1 ocijenjen kao mali, uzoraka MC2 – MC5 kao srednji, a uzorka MC6 kao veliki prema **Tablica 4 - 2**.

Vrijednosti apsolutnog kapaciteta tla za zrak padaju porastom dubine pa je tako on najveći u uzorcima MC1 i MC2 koji su dobili oznaku srednjeg i iznose 10,4 % i 7,53 %. Uzorci MC3 – MC5 dobili su oznaku malog kapaciteta za zrak, a najdublji, uzorak MC6 sa svega 2,55 % dobio je oznaku vrlo malog kapaciteta tla za zrak prema **Tablica 4 - 23**.

Rezultati pedokemijskih svojstava tla prikazani su u **Tablici 5 – 9**.

Tablica 5 – 9. Rezultati osnovnih pedokemijskih svojstava na uzorcima tla profila Monte Coronichi (MC).

OZNAKA UZORKA	DUBINA (cm)	Humus %	pH (1:2,5)		
			H ₂ O	1M KCl	CaCl ₂
MC1	0-30	2	4,97	3,66	4,14
MC2	30-48	1,3	5,44	3,84	4,5
MC3	48-100	1	5,24	3,93	4,53
MC4	100-150	0,9	5,22	3,9	4,52
MC5	150-200	0,6	5,42	3,97	4,53
MC6	200-300	0,4	5,53	4,18	4,67

Prema tablici rezultati pedokemijskih analiza na plćim uzorcima MC1 – MC3 ukazuju na slabo humozno tlo prema vrijednostima koje proporcionalno s dubinom padaju od 2 u uzorku MC1 do 1 u uzorku MC3, dok su dublji uzorci MC4 – MC6 opisani kao vrlo slabo humozni s vrijednostima koje također padaju proporcionalno s dubinom od 0,9 u uzorku MC4 do 0,4 u uzorku MC6.

Obzirom da se mjerenja pH u 1MKCl i 0,01M CaCl₂ odnose na supstitucijski odnosno rezervni aciditet (H⁺ ioni vezani u adsorpcijskom kompleksu tla) komentirati će se samo pH u vodi (aktivni aciditet odnosno slobodni H⁺ ioni u otopini tla). pH reakcija tla u površinskom uzorku je vrlo jako kisela, a u preostalim uzorcima jako kisela (**Tablica 4 - 9**).

Rezultati hidrolitskog aciditeta i adsorpcijskog kompleksa tla prikazani su u **Tablici 5 – 10**.

Tablica 5 – 10. Rezultati hidrolitskog aciditeta i adsorpcijskog kompleksa tla na uzorcima tla profila Monte Coronichi (MC).

OZNAKA UZORKA	DUBIN A (cm)	HIDROLITSK I ACIDITET (ml)	ADSORPCIJSKI KAPACITET TLA			
			S*	T*	T – S*	V* vol %
			mmol /100 g tla			
MC1	0-30	25,5	9,4	26	16,6	36
MC2	30-48	16,3	13,9	24,5	10,6	56,7
MC3	48-100	15,3	13,1	23	9,9	57
MC4	100-150	14,8	15,8	25,4	9,6	62,2
MC5	150-200	10,8	15,9	22,9	7	69,4
MC6	200-300	11,5	18,9	26,4	7,5	71,6

*S-suma baza sposobnih za zamjenu; T-maksimalni adsorpcijski kapacitet tla za baze;
T-S - nezasićenost adsorpcijskog kompleksa tla bazama; V-stupanj zasićenosti tla bazama

Hidrolitski aciditet kontinuirano pada s dubinom, osim u uzorku MC6, stoga prema **Tablici 4 - 5.** za tlo do 30 cm (MC1) potrebna je visoka doza materijala za kalcifikaciju, od 30 – 48 cm (MC2) umjerena doza, a za tlo od 48 – 300 cm (MC3 – MC6) niske doze materijala za kalcifikaciju.

Prema **Tablici 4 – 7.** uzorci MC1 – MC5 imaju srednji udio apsorbiranih baza u odnosu na ukupni kapacitet adsorpcije, dok uzorke MC5 i MC6 karakterizira visoki udio apsorbiranih baza u odnosu na ukupni kapacitet adsorpcije.

Rezultati kapaciteta adsorpcije kationa i stupnja saturacije bazama prikazani su u **Tablici 5 – 11.**

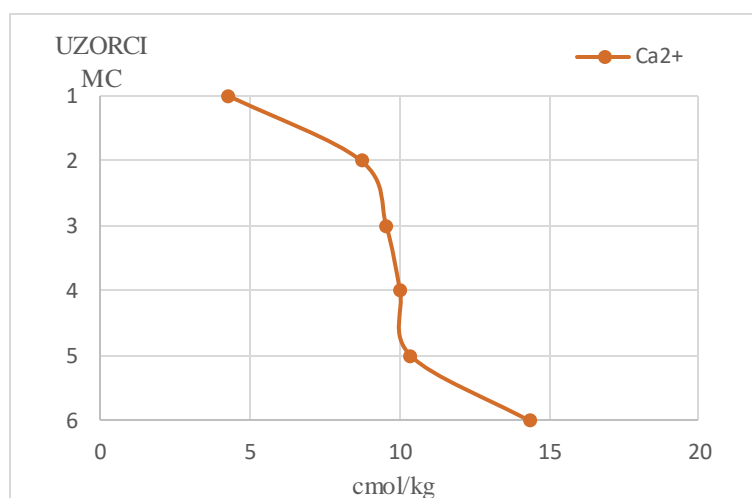
Tablica 5 – 11. Rezultati adsorpcije kationa i stupnja saturacije bazama na uzorcima tla profila Monte Coronichi (MC).

OZNAKA UZORKA	DUBINA (cm)	Izmjenjivi bazni kationi				Zbroj	CEC	STUPANJ SATURACIJE BAZAMA vol %
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	kationa		
		cmol/kg						
MC1	0-30	4,29	0,93	0,33	0,07	5,62	9,79	57,41
MC2	30-48	8,72	1,91	0,15	0,1	10,88	13,48	80,71
MC3	48-100	9,56	2,9	0,15	0,1	12,71	15,05	84,45
MC4	100-150	10,02	2,78	0,17	0,09	13,06	15,9	82,14
MC5	150-200	10,38	2,43	0,14	0,1	13,05	16,99	76,81
MC6	200-300	14,34	2,35	0,15	0,13	16,97	19,33	87,79

Dominantan kation cijelom dubinom profila Monte Coronichi (MC) je kalcij;

Tablica 5 – 11. i **Slika 5 – 7.**

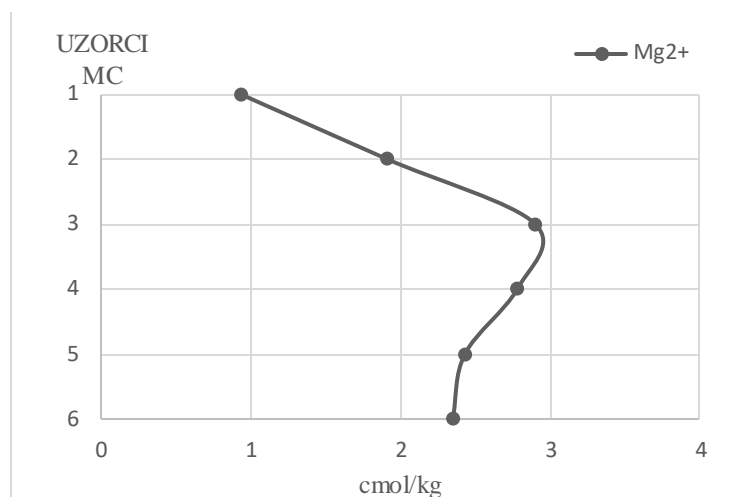
Vrijednosti ovog kationa rastu s porastom dubine profila, od 4,29 cmol/kg u površinskom horizontu do 14,34 cmol/kg u najdonjem horizontu.



Slika 5-7. Distribucija kationa Ca²⁺ po profilu tla izražena u cmol/kg

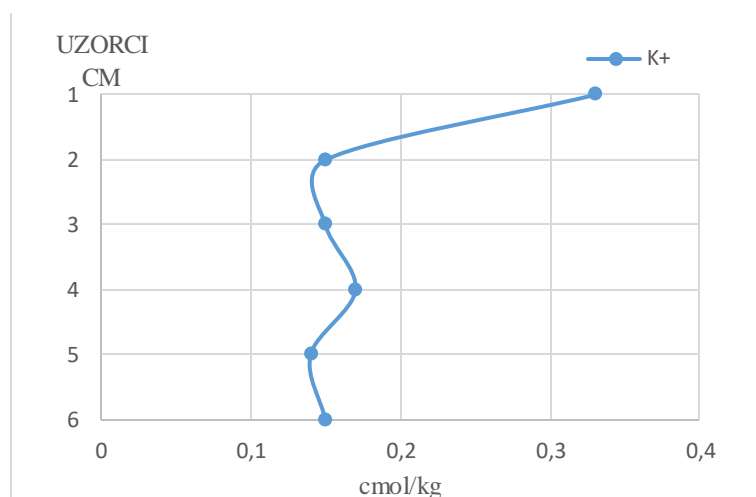
Vrijednosti kalcija slijedi magnezij čije vrijednosti rastu do vrijednosti od 2,9 cmol/kg (uzorak MC3) te potom padaju do vrijednosti od 2,35 cmol/kg (uzorak MC6);

Slika 5 – 8.



Slika 5-8. Distribucija kationa Mg²⁺ po profilu tla izražena u cmol/kg

Magnezij slijedi kalij čije su najveće vrijednosti kationa detektirane su u uzorku MC1 te iznose 0,33 cmol/kg; **Slika 5 – 9.**

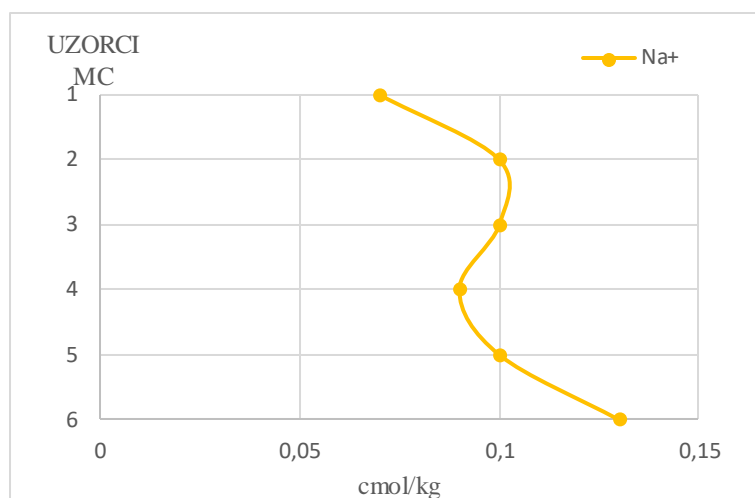


Slika 5-9. Distribucija kationa K⁺ po profilu tla izražena u cmol/kg

Još niže vrijednosti od kalija ima natrij ; **Tablica 5 – 11. i Slika 5 – 10.**

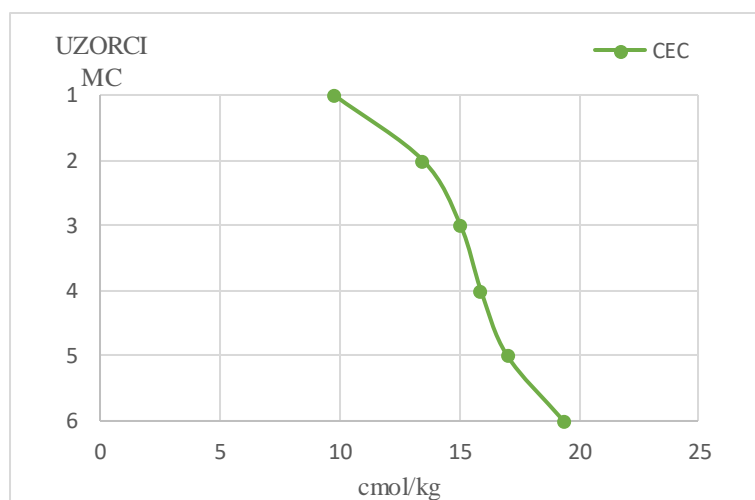
Uočeni su suprotni trendovi u distribuciji kationa kalija i natrija pa su tako vrijednosti natrija obrnuto proporcionalne vrijednostima kalija. Uzorku MC1 sa najvećom vrijednosti kalija pripada najniža vrijednost natrija koja iznosi 0,07 cmol/kg, a najnižim vrijednostima kalija koje nalazimo u uzorcima MC2; MC3; MC5; MC6 s vrijednostima redom: 0,15 cmol/kg; 0,15 cmol/kg; 0,14 cmol/kg; 0,15 cmol/kg odgovaraju najveće

vrijednosti natrija u istim uzorcima redom: 0,1 cmol/kg; 0,1 cmol/kg; 0,1 cmol/kg; 0,13 cmol/kg; **Slika 5 – 11.**



Slika 5-10. Distribucija kationa Na+ po profilu tla izražena u cmol/kg

Rezultati za vrijednosti CEC-a prikazani su u **Tablici 5 – 11.** i na **Slici 5 – 11.**



Slika 5-11. Distribucija vrijednosti CEC – a po profilu tla

Uočen je trend postupnog povećanja vrijednosti CEC-a porastom dubine profila od uzorka MC1 do uzorka MC6, od vrijednosti 9,79 cmol/kg do 19,33 cmol/kg. Navedeni trend prati istovjetan je s trendom porasta udjela frakcije čestica glina s dubinom profila ; **Tablica 5 – 2.**

5.2.5. Rezultati mikromorfološke analize

Na profilu Monte Coronichi prikupljeno je 8 uzoraka za mikromorfološku analizu u intervalu od 0 do 300 cm dubine (**Tablica 5 – 11.**). Korelacija uzoraka za mikromorfološku analizu s uzorcima na kojima su izvedene ostale analize prikazana je ne **Slici 4 - 1.**

Analiza mikromorfoloških preparata (**Slika 5 - 12.**) provedena je na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko – geološko – naftnog fakulteta u Zagrebu primjenom polarizacijskog mikroskopa Leica DMLP, na istom zavodu napravljene su i fotografije uzoraka kamerom Leica DFC280.

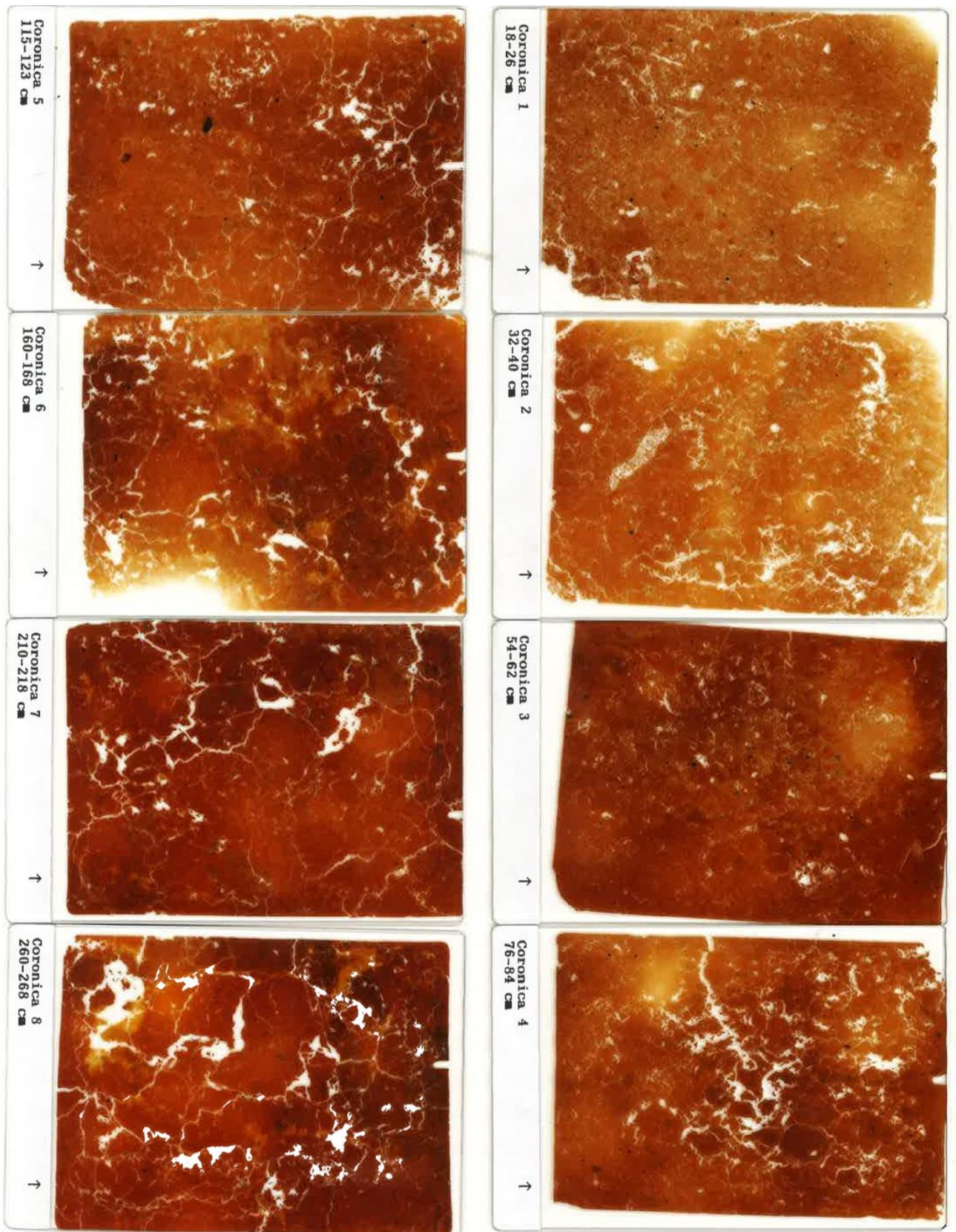
Fotografije označene sa (-) predstavljaju snimak bez analizatora, dok fotografije s oznakom (+) predstavljaju snimak s uključenim analizatorom. Interferencijska boja mikromase svih uzoraka, promatrana s uključenim analizatorom, crvene je boje jer je maskirana prisustvom željezovitih oksida.

Korišteni su postojeći rezultati granulometrijske analize prilikom odredbe c/f granice kako bi se navedena što točnije odredila.

Prilikom opisa i analize uzoraka korištena je terminologija prema Stoops (2003). Obzirom da za većinu termina koji se koriste u mikromorfologiji ne postoji adekvatni prijevod na hrvatski jezik, za termine za koje on ne postoji, kod prvog navođenja u zagradi je ostavljen originalni pojam na engleskom jeziku.

Tablica 5 - 11. *Popis mikromorfoloških preparata s pripadajućim dubinama.*

MIKROMORFOLOŠKI PREPARATI	DUBINA (cm)
CORONICA 1	18 – 26
CORONICA 2	32 – 40
CORONICA 3	54 – 62
CORONICA 4	76 – 84
CORONICA 5	115 – 123
CORONICA 6	160 – 168
CORONICA 7	210 – 218
CORONICA 8	260 – 268



Slika 5-2. Prikaz mikromorfoloških preparata Coronica

5.2.5.1. Preparat Coronica 1

Prilikom promatranja okom, preparat je narančasto crvene boje, a struktura je određena kao subpoliedrična blokovita (**Slika 5 – 12**).

Pod povećanjem od 25 – 50 puta od prisutnih pora uočeni su regularni i zvjezdasti *vugovi* (engl. *vughs*). Dio regularnih *vugova* najvjerojatnije čine vezikule jer je riječ o preparatu Coronica 1 koji je prikupljen iz P-horizonta gdje je tlo rahlije. U preparatu su uočeni i nepovezani i povezani *vugovi* (**Slika 5 – 13**) te nepravilne pukotine (**Slika 5 – 14.A**) koje pridonose srednje do dobro razvijenom pedalitetu. Mikrostruktura je stoga definirana kao spužvasto - *vugasta* s prisutnim pukotinama (**Slika 5 – 13** i **Slika 5 – 14.A**).

Pedalitet je srednje do dobro razvijen sa subpoliedričnim blokovitim agregatima koje je teško pratiti i mjeriti zbog relativno malog broja pukotina.

Prilikom odredbe c/f granice korišteni su postojeći rezultati granulometrijske analize kako bi se granica što točnije odredila. Obzirom da je udio prahovite i glinovite frakcije poznat, c/f granica postavljena je na 6 μ m kako bi se prilikom određivanja c/f (6 μ m) omjera jasno razlikovao sitni prah i glina od srednjeg i krupnog praha te pijeska. Uzevši u obzir spomenutu granicu c/f (6 μ m) omjer u ovom preparatu je 1:2 (\approx 67% sitne frakcije i \approx 33 % krupne frakcije).

Osnovne mineralne komponente su mineralni klasti i litoklasti. Mineralni klasti čine većinu mineralnih komponenti ovog preparata, iako litoklasti nisu zanemarivi. Glavninu mineralnih klasta u preparatu čine većinom uglata do blago zaobljena zrna kvarca nepravilnih formi i slabije naglašenih granica zrna (**Slika 5 – 15.**), blago alterirani listićasti tinjci (**Slika 5 – 15.**) te podređeno uglati i alterirani alkalijski feldspati prizmatskih formi, ali i nepravilna blago uglata zrna alkalijskih feldspata (**Slika 5 – 15.**) te stupičasti plagioklasi. Kao rijetke mineralne faze javljaju se nepravilni cirkoni, koji ponekad imaju pravilne tetragonske forme, prepoznatljivi po visokom reljefu i živim interferencijskim bojama, coisit, prepoznatljiv po visokom reljefu te plavkasto lavandulastom interferencijskom bojom, a koji se u preparatu razlikuje od kianita (distena) po blagom stupnju kosog potamnjenja. U preparatu su prisutni i opaki minerali, hematit i goethit u vidu prevalaka na mineralnim zrnima. Glavni litoklasti su fragmenti stijena, kvarcita i fragmenti rožnjaka (**Slika 5 – 15.**), a ostatak preparata čini mikromasa, pedotvorenine i pedorelikti (oko 10%).

Mikromasom u ovom preparatu smatraju se jedinice građe tla manje od 6 μ m. c/f distribucija mikromase određena je kao dvostruko - razmaknuta (engl. *double-spaced*)

porfirna. Boja mikromase je crvena ukoliko promatramo preparat bez i tamnocrvena sa analizatorom.

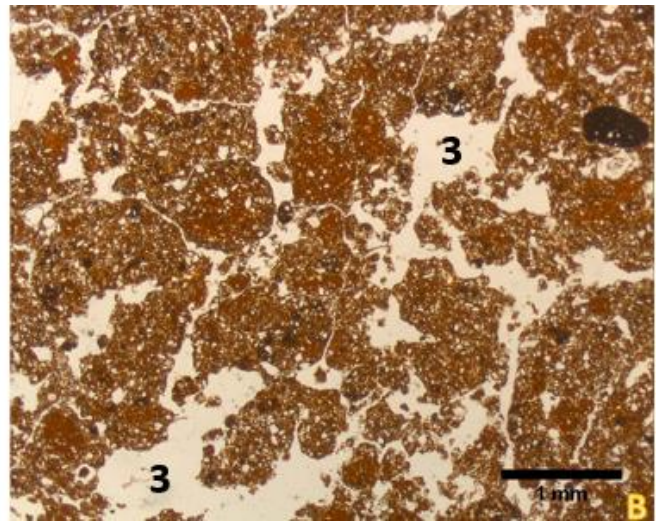
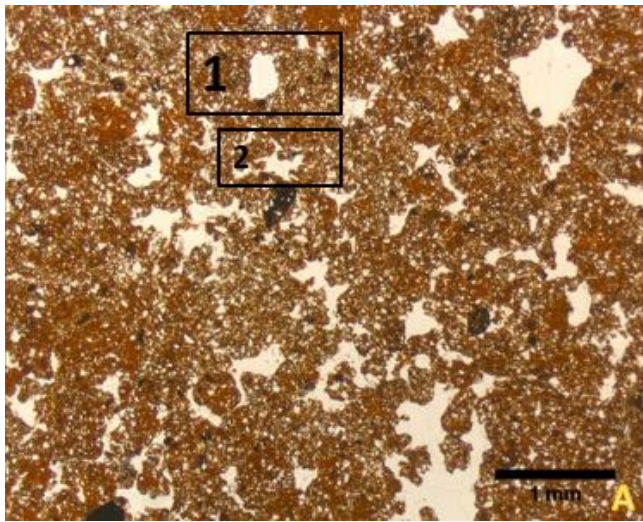
Preparatom dominira točkasto - pjegasti (engl. *stipple - speckled*) tip građe mikromase, odnosno b-građe.

Uočen je i granostrijasti (engl. *granostriated*) tip b-građe kao ovoj oko pojedinih intruzivnih pedotvorevina (nodula) (**Slika 5 – 16.**).

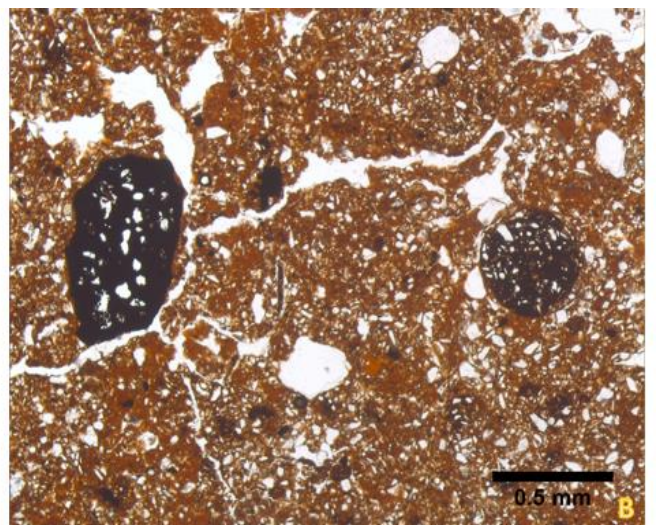
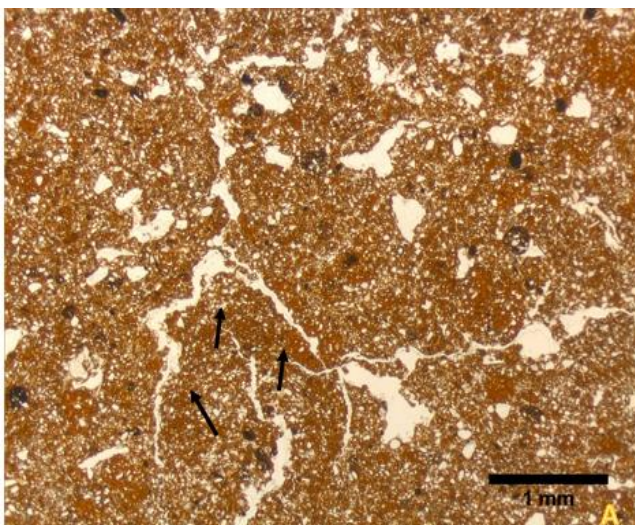
Od pedotvorevina u ovom preparatu najzastupljenije su one intruzivne – nodule. Promatranjem preparata bez analizatora uočeni su dijelovi s intenzivnijom crvenom bojom mikromase, riječ je o ortičnim nodulama koje se nalaze u svim dijelovima preparata, a njihov promjer može varirati od oko 0,4 do 2 mm (**Slika 5 – 17.A**). Većinu nodula čine impregnativne nodule; ortične impregnativne nodule (**Slika 5 – 18.**), disortične impregnativne nodule (**Slika 5 – 17.B**), anortične impregnativne nodule (**Slika 5 – 14.B**). Uočene su i disortične koncentrične impregnativne nodule u kojima se promatranjem bez analizatora jasno uočavaju generacije rasta.

Manji dio nodula (oko 20%) pripada tipičnim nodulama (**Slika 5 – 18.A**), koje su značajno manjih dimenzija od ostalih, s izuzetkom nodule na **Slici 5 – 17.B**. Uočene su i matriks pedotvorevine – glinovite prevlake, no one nisu značajne za preparat Coronica 1 kao što su nodule, a nalaze se u većinom u sklopu ortičnih impregnativnih nodula kao mikrolaminacije te oko disortičnih koncentričnih impregnativnih nodula kao tanki ovoj tipičnih glinovitih prevlaka (**Slika 5 - 16.**). Pore u pravilu nisu zapunjenje glinovitim prevlakama, iznimno se mogu naći kao tipične ili srpaste (engl. *crescent*), ali samo mjestimice opsegom pore.

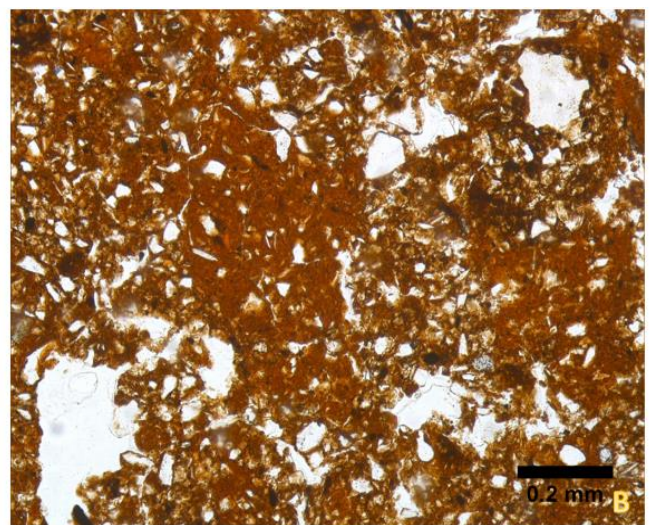
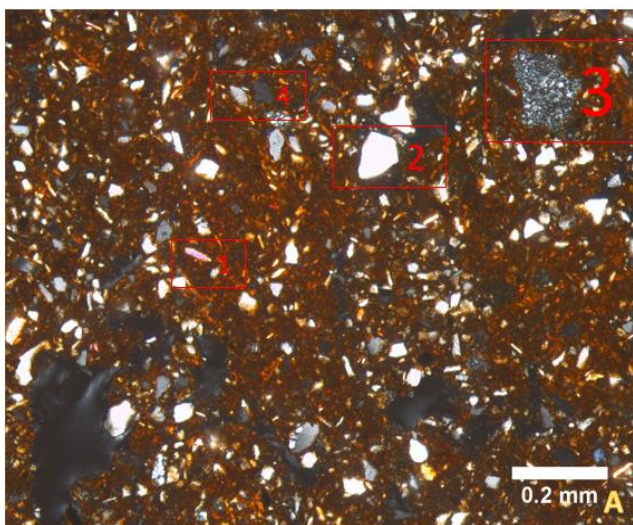
Značajne za ovaj preparat su i impregnativne matriks pedotvorevine. U preparatu su uočeni i litorelikti, fragmenti boksita i fragmenti rožnjaka. Osnovne organske komponente čine biljni ostaci tkiva (**Slika 5 – 19.**).



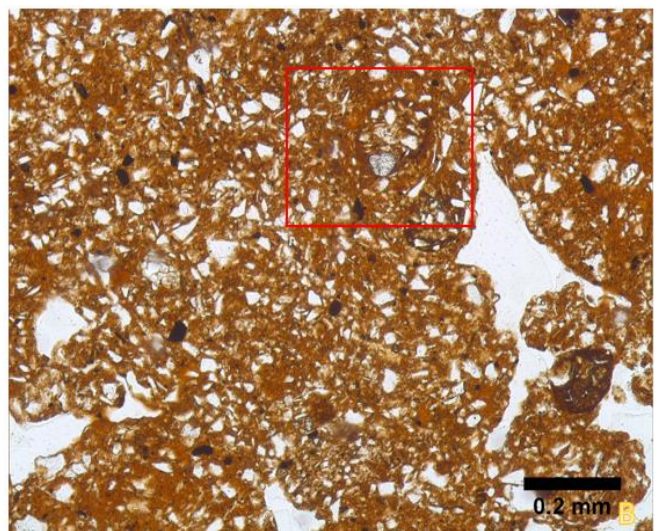
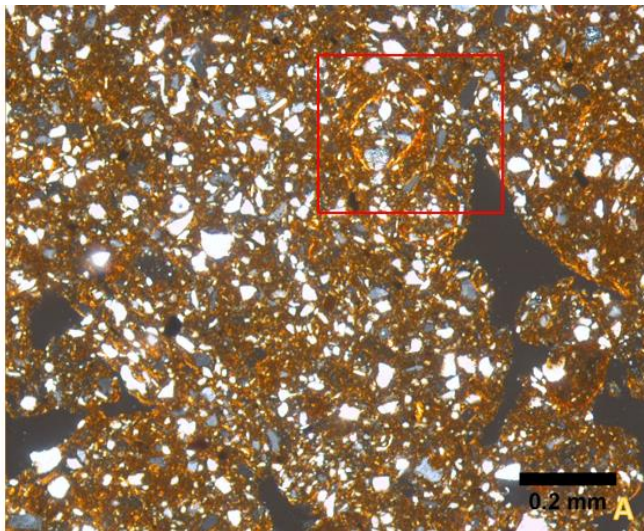
Slika 5 – 13. Pore u preparatu 1; A (-): regularni vug (1), zvjezdasti vug; B(-): povezani vugovi (3)



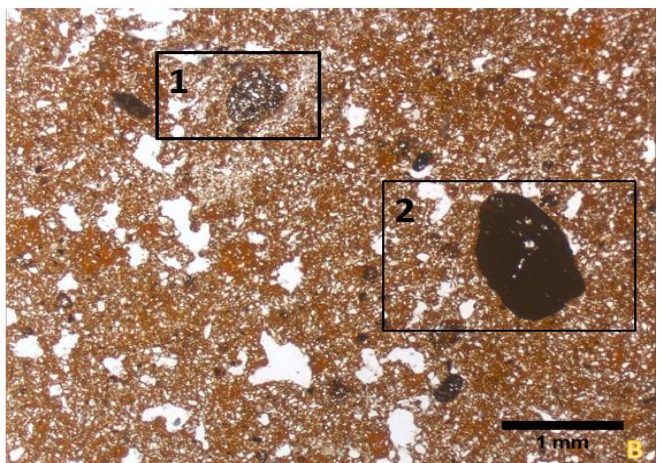
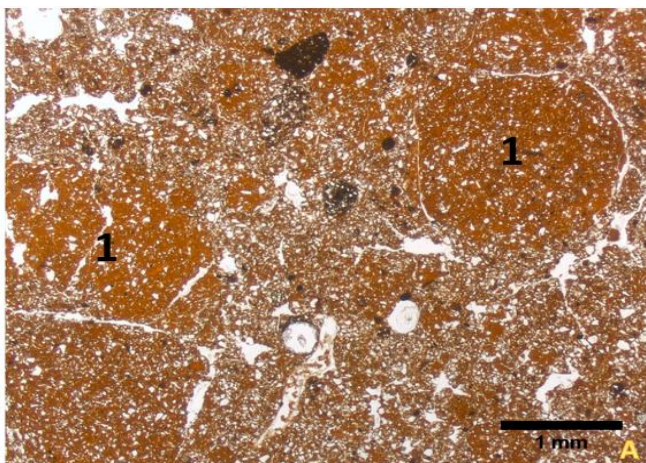
Slika 5 – 14. A(-):strelicama naznačena nepravilna pukotina; B:(-):intruzivne pedotvorenine – tipične impregnirane anortične nodule



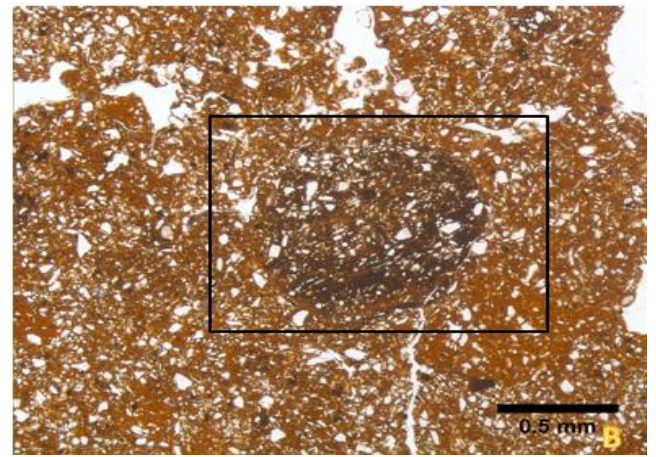
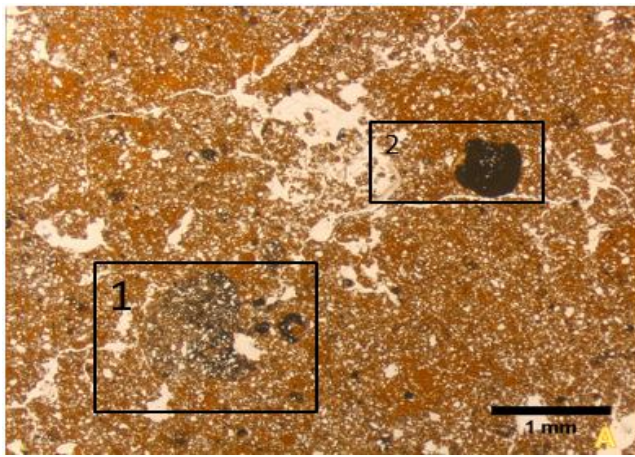
Slika 5 – 15. Mineralne komponente preparata 1; A(+): listić tinjca (1), zrno feldspata (2), fragment rožnjaka (3), nepravilna kvarcna zrna (4)



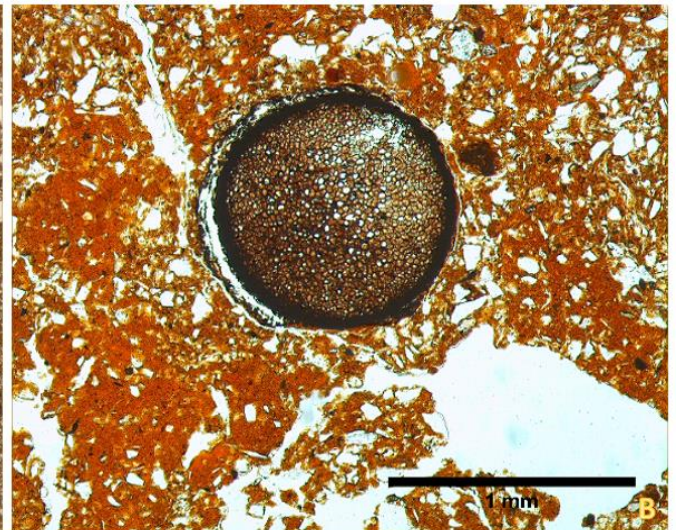
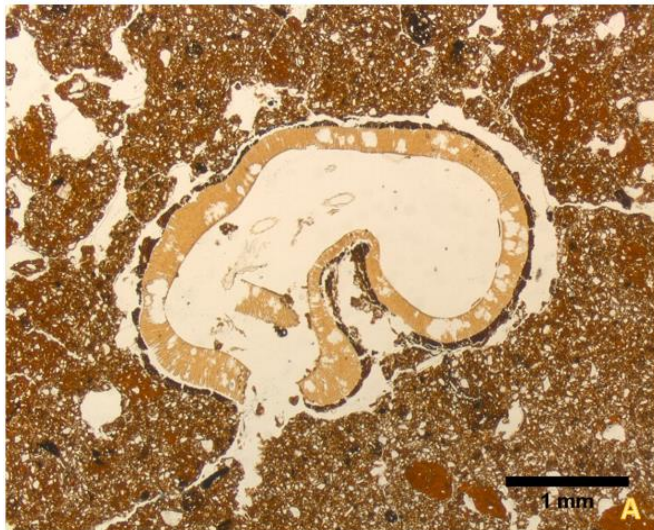
Slika 5 – 16. B-građa preparata 1; A (+) i B (-): matriks pedotvorenina (impregnirana disortična nodula) i granostrijasta b-građa (tanki ovoj tipičnih glinovitih prevlaka) oko nodule



Slika 5 – 17. Pedotvorenine preparata 1; A(-): matriks pedotvorenine – ortične nodule (1); B(-): intruzivna pedotvorenina – disortična nodula (1), intruzivna pedotvorenina – trošena tipična anortična nodula (2)



Slika 5 – 18. Pedotvorevine preparata 1; A(-): matriks pedotvorevina – srednje impregnativna ortična nodula (1); intruzivna pedotvorevina – tipična anortična nodula (2); B(-): matriks



Slika 5 – 19. Organske komponente preparata 1; A(-) i B(-): označen je očuvani poprečni presjek korijena

5.2.5.2. Preparat Coronica 2

Preparat je narančasto crvene boje prilikom promatranja golim okom, boja je manje-više ujednačenog intenziteta, a struktura je određena kao granularna do subpoliedrično blokovita. Granule su prosjeku promjera 5 mm, no ima manjih, promjera od oko 0,5 mm. U ostalim dijelovima preparata prisutni su jasno vidljivi subpoliedrični blokovi (**Slika 5 – 12.**).

Subpoliedrični blokovi preparata Coronica 2 odvojeni su nepravilnim pukotinama iz kojih ponekad nastaju šupljine. Unutar subpoliedričnih blokova nalaze se nepovezani *vugovi*, zvjezdasti i regularni. Povezani *vugovi* nalaze se mjestimično, no na mjestima gdje se pojavljuju čine najznačajnije pore ovog preparata (**Slika 5 – 20.**). U preparatu je uočen i značajan broj vezikula.

Mikrostruktura je stoga definirana kao spužvasto - vugi s brojnim pukotinama (**Slika 5 – 20.**).

Pedalitet je jako razvijen, prisutni su subpoliedrični agregati, a na pojedinim dijelovima preparata (**Slika 5 – 21.B**) veliki broj granula dimenzija od oko 0,2 – 0,5 mm u promjeru.

Prilikom odredbe c/f granice korišteni su postojeći rezultati granulometrijske analize kako bi se granica što točnije odredila. Obzirom da je udio prahovite i glinovite frakcije poznat, c/f granica postavljena je na $6\mu\text{m}$ kako bi se prilikom određivanja c/f ($6\mu\text{m}$) omjera jasno razlikovao sitni prah i glina od srednjeg i krupnog praha te pijeska. Uzevši u obzir spomenutu granicu c/f ($6\mu\text{m}$) omjer ovog preparata je 1:3 (75% sitne frakcije i 25% krupne frakcije).

Preparatom od osnovnih mineralnih komponenata dominiraju mineralna zrna nad litoklastima. Uočena su uglata do blago zaobljena raspucana zrna kvarca nepravilnih formi, blago trošenih, difuznih rubova (**Slika 5 – 23.**) te podređeno uglati i alterirani alkalijski feldspati prizmatskih formi (**Slika 5 – 23.**), ali i nepravilna zrna alkalijskih feldspata te stupićasti plagioklasi s uočenim polisintetskim sraslacima. U preparatu se kao dominantni pojavljuju i veći, svježiji listićasti klasti tinjaca koji interferiraju bijelo (**Slika 5 – 23.**) te manji listićasti klasti tinjaca umjerenog intenziteta trošenja žute interferencijske boje. Kao rijetke mineralne faze i u ovom preparatu se javljaju cirkoni ponekad pravilnih formi te coisit i kianit (disten) te opaki minerali, hematit i goethit kao prevlake na drugim mineralnim fazama. U preparatu su od litoklasta zastupljeni fragmenti kvarcita, rožnjaka i boksita, a ostatak preparat čine mikromasa, pedotvorenine te pedorelikti.

Mikromasom u ovom preparatu smatraju se jedinice građe tla manje od 6 μm . C/f distribucija mikromase određena je kao dvostruko – razmaknuta porfima.

Boja mikromase je crvena ukoliko se promatra preparat bez i tamnocrvena sa analizatorom. Intenzitet crvene boje kroz preparat se mijenja, a uzrok tomu je nejednaka debljina tla preparata.

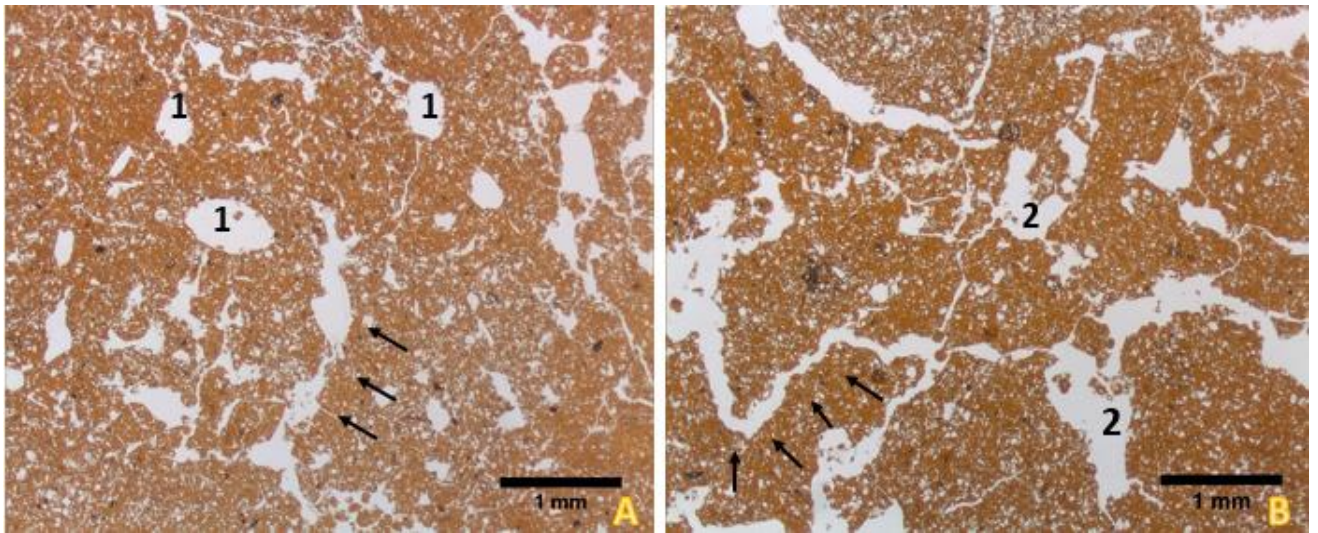
Mikromasa ovog preparat ujednačenija je od prethodnog i sljedećeg, ali je ipak uočen manji broj dijelova preparata koji se razlikuju po zastupljenosti osnovnih mineralnih komponenta, riječ je o impregnativnim matriks pedotvorevinama (**Slika 5 – 22.**) za koje se može reći da ih karakterizira otvorena porfima c/f distribucija mikromase za razliku od ostatka preparata.

U preparatu postoji nekoliko vrsta b-građe, domene orijentirane gline najvećim dijelom karakterizira nasumičan raspored i orijentacija, dakle većinu b-građe čini pjegasti tip građe (**Slika 5 – 24.**). Pukotine su mjestimice zapunjene glinovitim materijalom, u većoj ili manjoj mjeri, ovisno o dijelu preparata, obično su u vršnom dijelu preparata pukotine nezapunjene ili slabo zapunjene glinovitim materijalom, dok je u donjem dijelu preparata zapunjenost pukotina glinovitim prevlakama češća pojava, tu tome je slučaju prisutan je porostrijasti (engl. *porostrited*) tip b-građe (**Slika 5 – 24.**). Unakrnostrijasti (engl. *cross – striated*) tip b-građe nazire se u par dijelova preparata, riječ je o isprekidanim nitastim tvorbama koje se teže uočavaju na fotografiji (**Slika 5 – 25.**). Uz navedena tri tipa građe mikromase javlja se i granostrijasti tip b-građe, a očituje se kao tanka opna oko pojedinih impregnativnih nodula te monostrijasti (engl. *monostriated*) tip b-građe mikromase (**Slika 5 – 25.**).

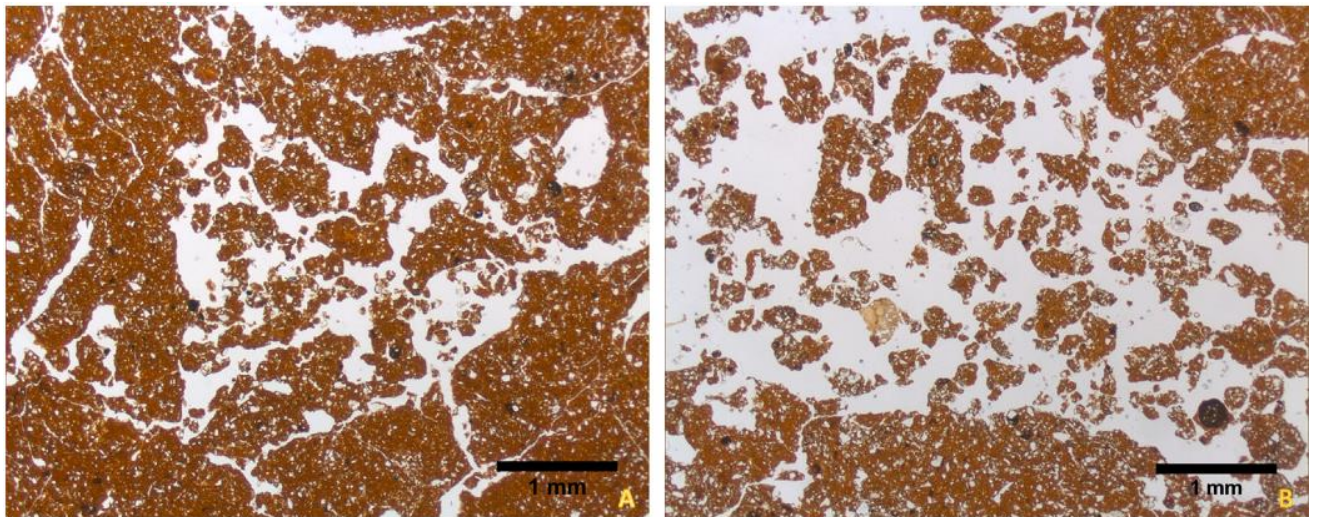
Najzastupljenije pedotvorevine preparata Coronica 2 su matriks impregnativne pedotvorevine koje se mjestimice pojavljuju, a vidljive su i pod povećanjem od 25 puta. Uočeni su kao dijelovi unutar osnovne mase tla koji su bogatiji krupnijom mineralnom frackijom, ali sadrže manje osnovnih mineralnih komponentata i više mikromase.

Od intuzivnih pedotvorevina najznačajnije su nodule. Preparat 2 sadrži znatno manje nodula od prethodnog. Najčešće su impregnirane disortične nodule, slijede tipične anortične te koncentrične disortične nodule.

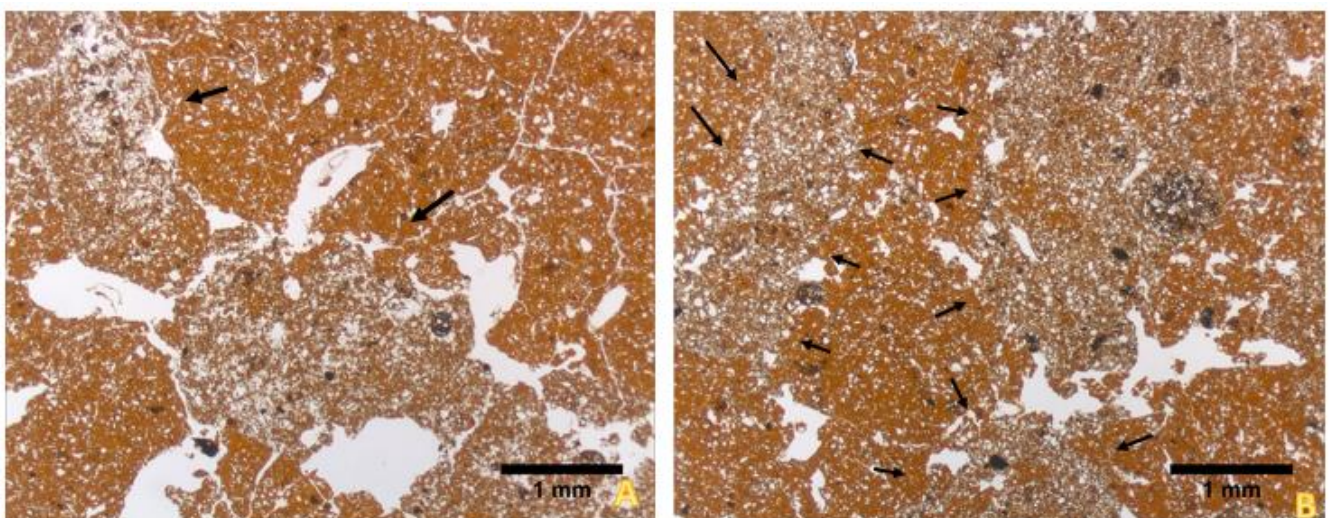
U preparatu se nalaze i dijelovi organskih ostataka biljaka koji su relativno dobro očuvani (**Slika 5 – 26.**).



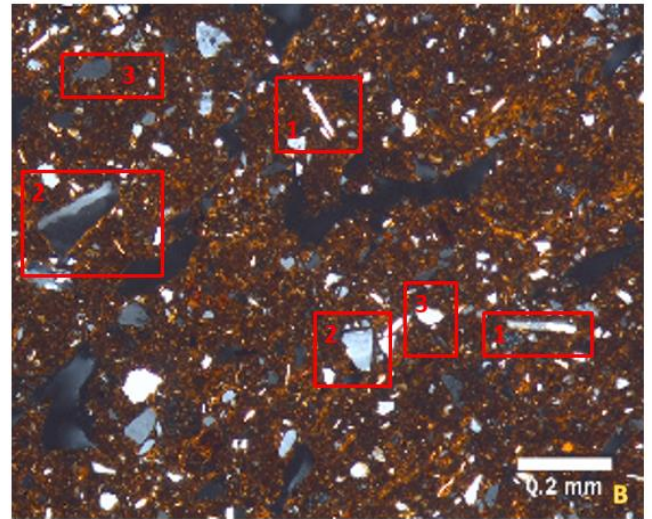
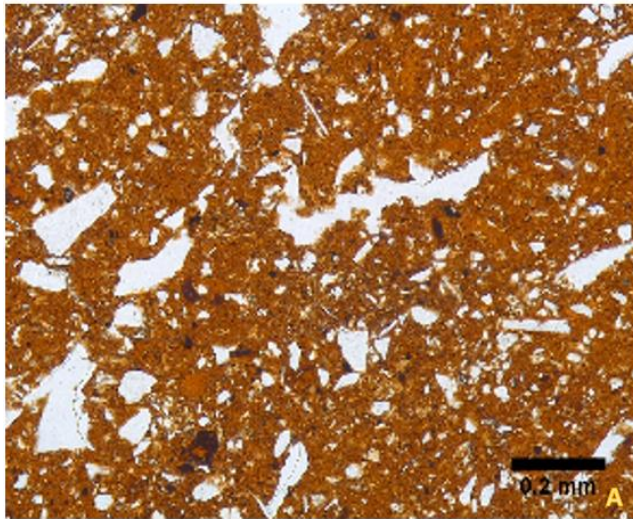
Slika 5 – 20. Pore i mikrostrukture u preparatu; A(-): regularni nepovezani vugovi (1) i povezani vugovi označeni strelicama; B(-): povezani vugovi (2) i pukotine označene strelicama



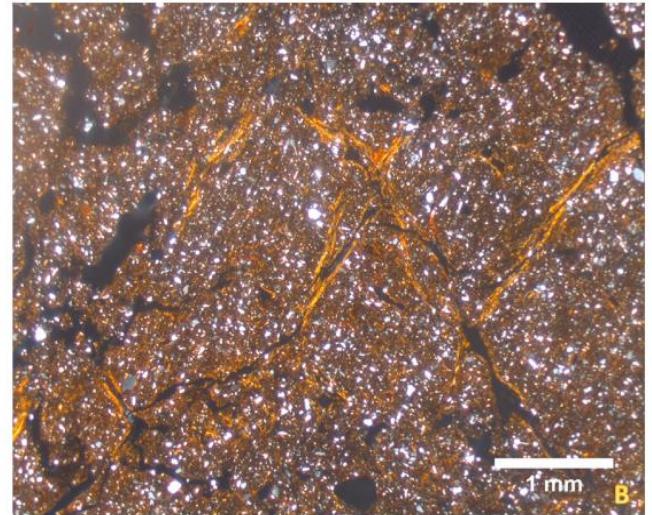
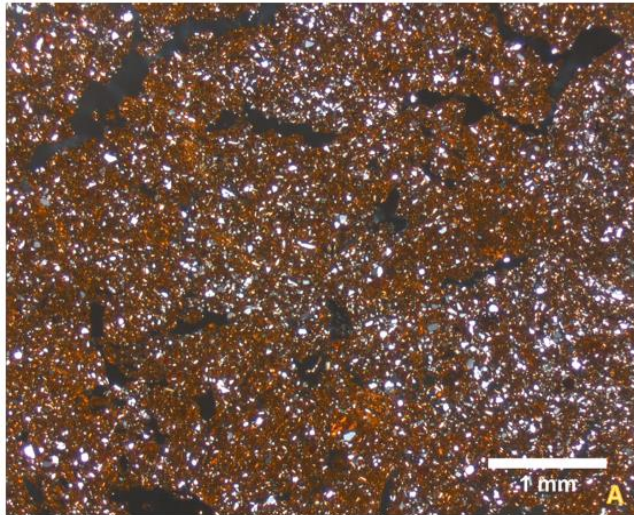
Slika 5 – 21. Pedalitet preparat 2: A(-) i B(+): dijelovi preparata 2 s poliedričnim granulama kao agregatima



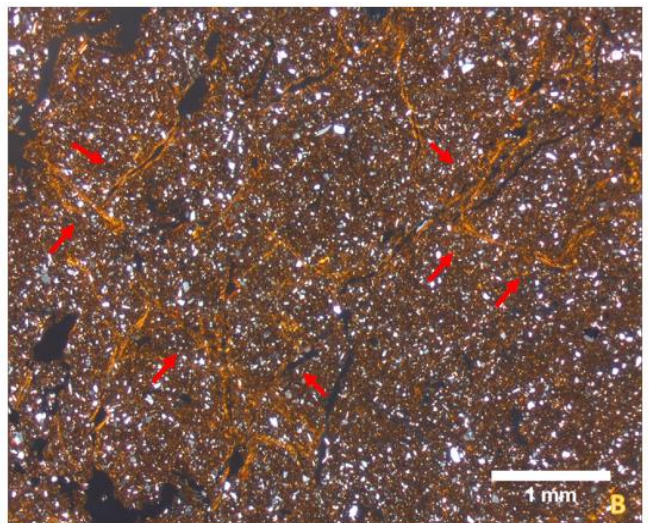
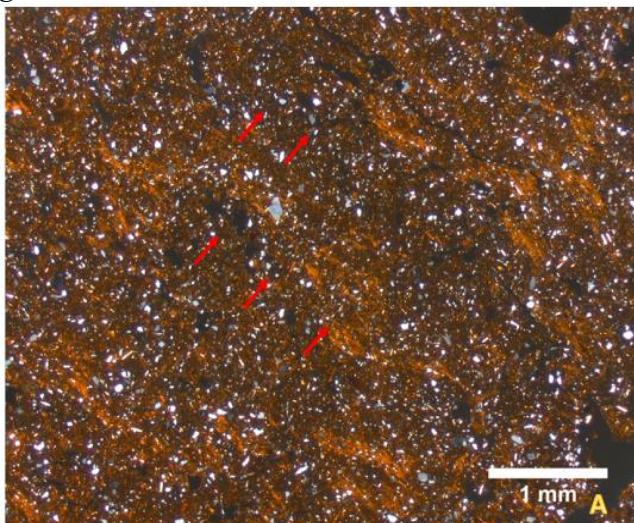
Slika 5 – 22. A(-) i B(-): strelicama označene matriks pedotvoreine



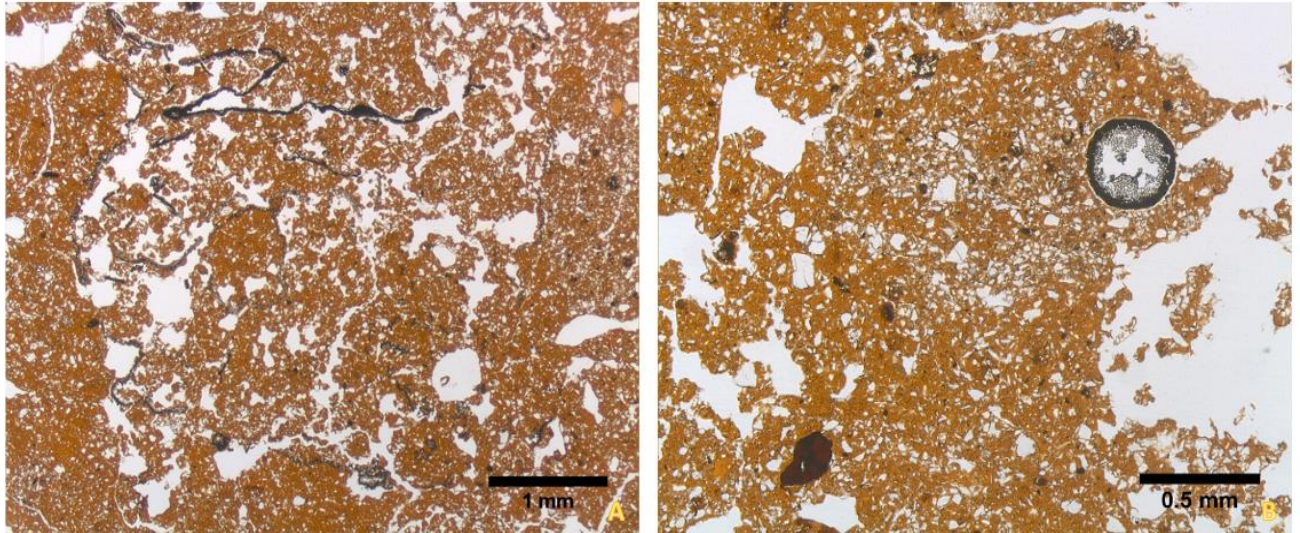
Slika 5 – 23. Mineralne komponente preparata 2; A(-) i B(+): listići tinjaca (1), zrna feldspata (2), nepravilna kvarcna zrna (3)



Slika 5 – 24. Građa mikromase; A(+): pjegasto - točkasti tip b-građe; B(+): porostrijasti tip b-građe



Slika 5 – 25. Građa mikromase; A(+): monostrijasti tip b-građe; B(+): unakrnostrijasti tip b-građe



Slika 5 – 26. Organske komponente preparata A(-) i B(-)

5.2.5.3. Preparat *Coronica 3*

Boja preparata uočena golim okom ujednačena je i intenzivno crvena. Struktura je određena kao subpoliedrična blokovita promatranjem preparata golim okom; **Slika 5 – 12.**

Prilikom mikroskopske analize pod povećanjima od 25 – 100 puta mjestimice su uočeni su nepovezani *vugovi* koji čine najveći dio pora ovog preparata (**Slika 5 – 27.A**). Nepovezani *vugovi* ponekad prelaze u povezane *vugove* (**Slika 5 – 27.**). U preparatu je također prisutan i malen broj nepravilnih pukotina (**Slika 5 – 28.**) i tek pokoji kanal. Ovaj preparat je kompaktniji nego što su to prethodna dva.

Mikrostruktura je stoga definirana kao spužvasto - *vugi* s prisutnim pukotinama (**Slika 5 – 27. i Slika 5 – 28.**).

Pedalitet je srednje razvijen te su prisutni subpoliedrični do poliedrični blokovi dimenzija od 1 mm do 5 mm u promjeru (**Slika 5 – 34.A**).

Obzirom da je udio prahovite i glinovite frakcije poznat, c/f granica postravljena je na $6\mu\text{m}$ kako bi se prilikom određivanja c/f ($6\mu\text{m}$) omjera jasno razlikovao sitni prah i glina od srednjeg i krupnog praha te pijeska. Uzevši u obzir spomenutu granicu c/f ($6\mu\text{m}$) omjer ovog preparata je 1:3 (75% sitne frakcije i 25% krupne frakcije). U preparatu pojavljuju i dijelovi unutar osnovne mase tla koji su bogatiji krupnijom frakcijom (tekturalne pedotvorevine), vidljive i pod povećanjem od 25 puta (**Slika 5 – 34.B**) koje će biti detaljnije opisane u sklopu pedotvorevina.

Osnovne mineralne komponente preparata su mineralni klasti i litoklasti. Mineralni klasti prevladavaju, a čine ih trošena kvarcna zrna nepravilnog oblika, ali i nepravilna uglata zrna kvarca (**Slika 5 – 29.**). Broj kvarcnih zrna razlikuje se u pojedinim dijelovima preparata, unutar teksturalnih pedotvorevina, nalazi se više zrna kvarca, ali i feldspata, dok se unutar ostatka osnovne mase tla javljaju manji broj kvarcnih zrna.

Većina zrna tinjaca (najvjerojatnije muskovita) izuzetno su trošena (**Slika 5 – 29.**), tek ona krupnija i duža od 50 μm pokazuju žive interferencijske boje, dok su ostala zrna umjerenog intenziteta trošenja koji se očituje kao žuta interferencijska boja. Podređeno se u preparatu nalaze zrna alkalijskih feldspata od kojih su neka zadržala prizmatsku formu (**Slika 5 – 29.**) dok su druga nepravilna. Vanjski su rubovi, a ponekad i cijelo zrno zahvaćeni alteracijom u minerale glina, manja zrna, od 40 μm naniže zahvaćena su snažnom alteracijom. Zrna plagioklasa pravilnih formi, a vidljivi su i polisintetski spaslaci. Kao rijetke mineralne faze javljaju se cirkoni (**Slika 5 – 29.**), coisit, kianit (disten) te opaki minerali, hematit i goethit u vidu prevlaka na drugim mineralnim fazama. U preparatu se javljaju i fragmenti stijena kvarcita (**Slika 5 – 29.**) i rožnjaka te boksiti, a ostatak preparata čini mikromasa, pedotvorevine i pedorelikti.

Mikromasom u ovom preparatu smatraju se jedinice građe tla manje od 6 μm . C/f distribucija mikromase određena je kao dvostruko - razmaknuta porforna. Boja mikromase je intenzivno crvena ukoliko se promatra preparat bez i tamnocrvena sa analizatorom.

U preparatu postoji nekoliko građa mikromase (b-građa), domene orijentirane gline najvećim dijelom karakterizira nasumičan raspored i orijentacija, dakle većinu b-građe čini točkasto - pjegasti tip građe. Ponekad su pore i pukotine zapunjene glinovitim materijalom, ali ne nužno cijelim svojim opsegom, u tom slučaju, kao na slici prisutan je porostrijasti tip b-građe (**Slika 5 – 33.**). U ovom je preparatu porostrijasti tip građe mikromase lako zamijeniti s unaknostrijastim (**Slika 5 – 32.**) tipom građe ukoliko se preparat gleda isključivo analizatorom. Za svaki dio mikromase za koji se smatra da ima unaknostrijasti tip građe potrebno je provjeriti postoje li prisutne pukotine vidljive bez analizatora kako bi se izbjegle greške u interpretaciji. Uz navedena tri tipa građe mikromase ponekad se javlja i granostrijasti tip b-građe, a očituje se kao ovoj oko ponekih nodula ili mineralnih zrna te monostrijasti (**Slika 5 – 31.**).

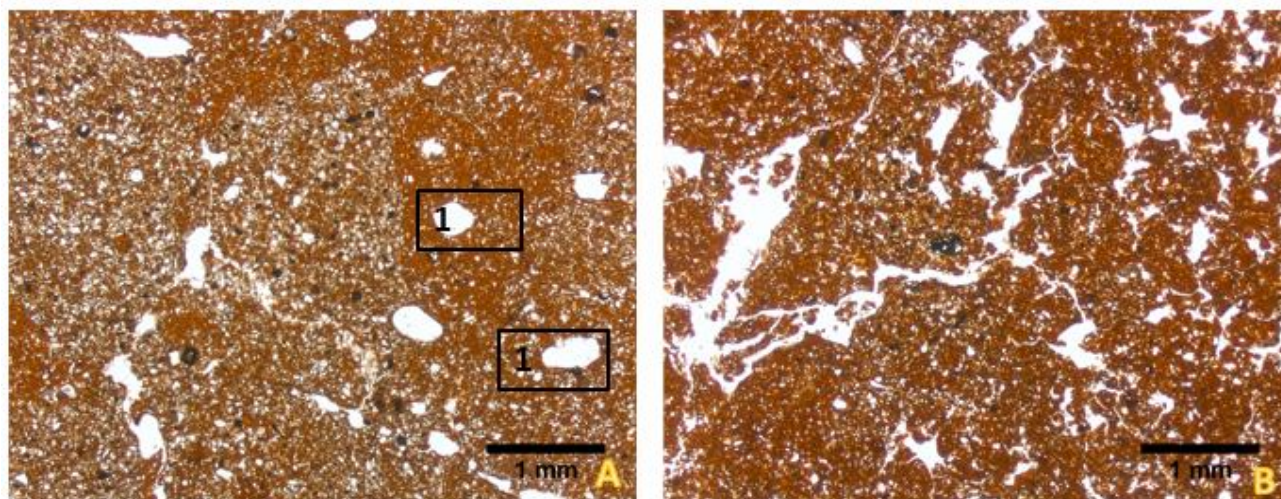
Najzastupljenije pedotvorevine su intruzivne pedotvorevine, nodule kojih u ovom preparatu više nego u prethodnom. Razlikujemo sljedeće tipove nodula: najčešće anortične tipične nodule koje su u većini slučajeva impregnirane (**Slika 5 – 35.**), disortične snažno

impregnirane nodule i ortične snažno impregnirane nodule, dok su koncentrične snažno impregnirane disortične nodule i geodic anortične nodule iznimno rijetke.

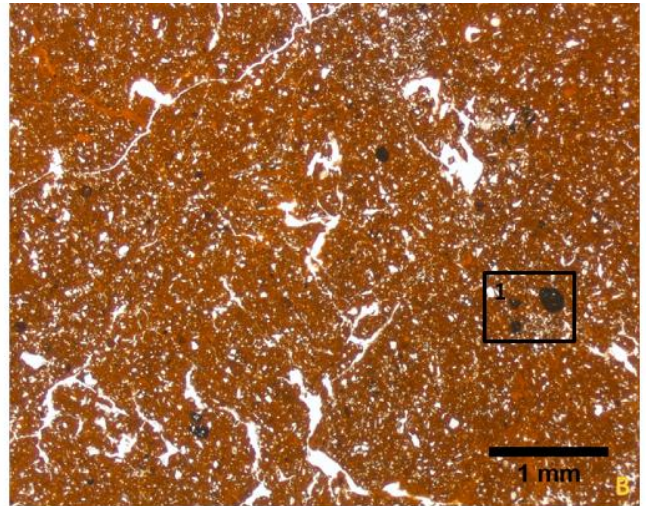
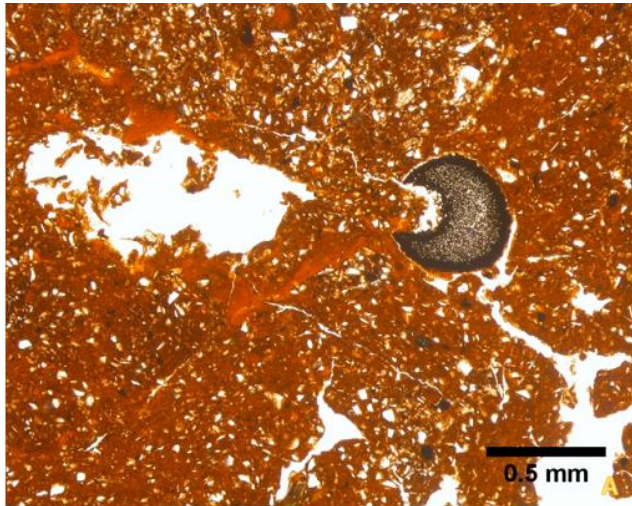
U preparatu se pojavljuju i matriks pedotvorenine, glinovite prevlake koje su u preparatu 3 učestalije nego u preparatima 1 i 2, najvjerojatnije je riječ o kaolinu, koje zapunjavaju prostor šupljina i pukotina, gdje se javljaju kao tipične prevlake i srpaste prevlake. Glinovite prevlake oko nodula najčešće se javljaju u formi tipičnih prevlaka. Velika većina glinovitih prevlaka nastala je *in situ*. U preparatu su prisutne i glinovite prevlake koje se pojavljuju u obliku klasta, nekadašnjih laminiranih i mikrolaminiranih srpastih prevlaka, koje predstavljaju intruzivne pedotvorenine prema Stoops (1998), odnosno pedorelikte prema Brewer (1964a).

U sklopu matriks pedotvorenina (**Slika 5 – 35.**) promatraju se i dijelovi osnovne mase tla bogatiji krupnijom frakcijom, (engl. *fabric*) pedotvorenine koje se javljaju kao posljedica zapunjavanja šupljina nastalih najvjerojatnije bioturbacijom ili antropogenim utjecajem s materijalom iz gornjeg horizonta i/ili impregnativne pedotvorenine koje se pojavljuju kao rezultat impregnacije mikromase ili alteracija. Dimenzije mineralnih zrna takovih dijelova nisu manje od 20 μm u promjeru. Unutar teksturnih i/ili impregnativnih pedotvorenina nalaze se i mineralna zrna najvećih promjera, oko 100 μm .

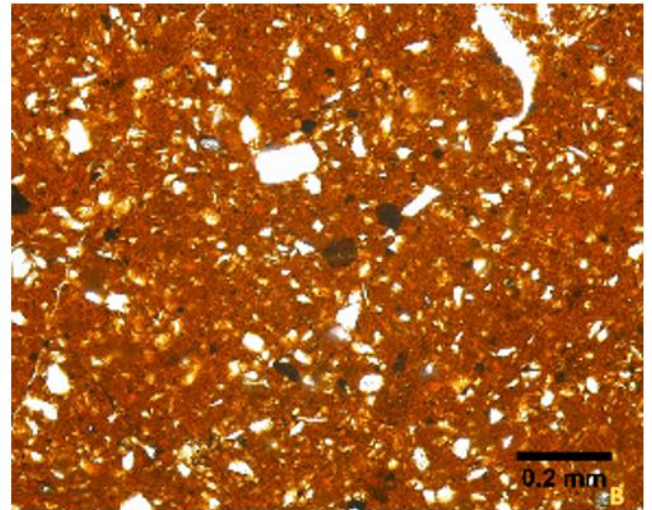
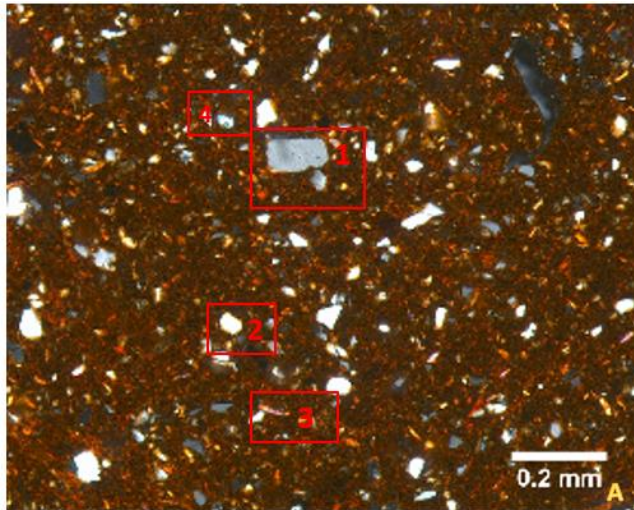
Osnovne organske komponente čine biljni ostaci tkiva. Na **Slici 5 – 28.A** vidljiva je očuvana stanična struktura u poprečnom presjeku.



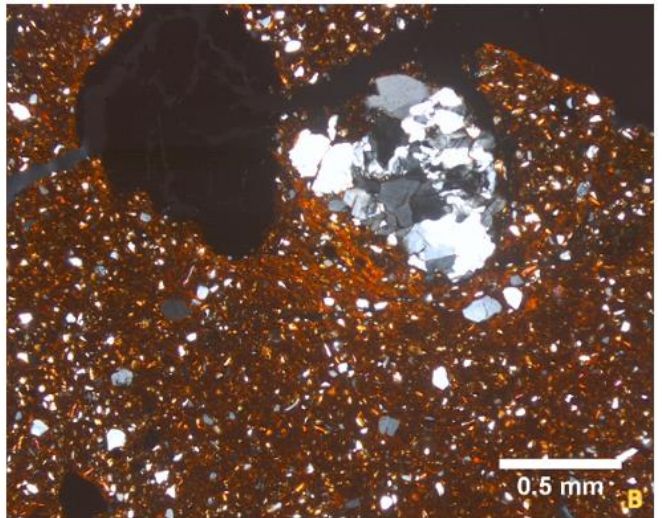
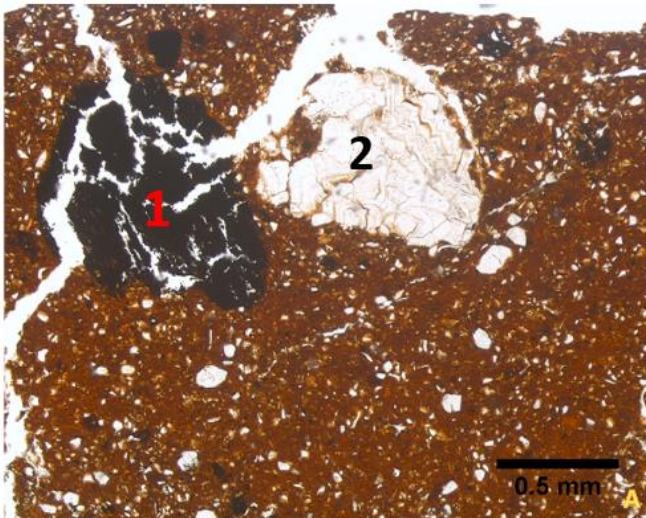
Slika 5 – 27. Pukotinasto – spužvasto – vuggy struktura preparata; A(-): nepovezani vugovi (1); B(-): povezani vugovi i nepravilna pukotina



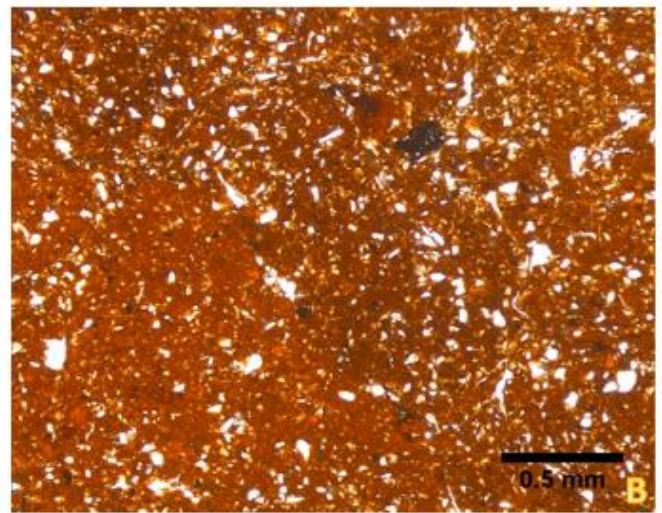
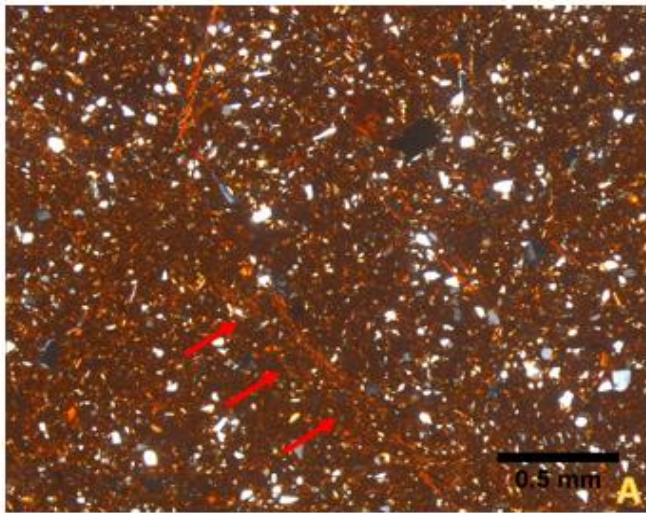
Slika 5 – 28. A(-):povezani vug i fragment organske tvari u poprečnom presjeku s očuvanom staničnom strukturom B(-): povezani vugovi, nepravilne pukotine i tipične anortične nodule (1)



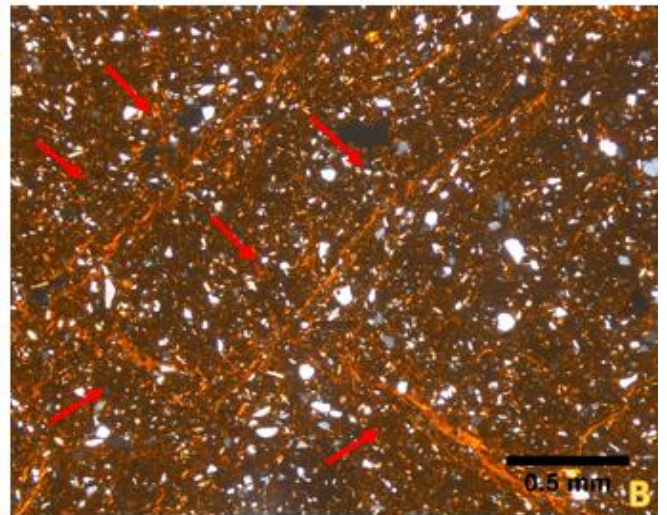
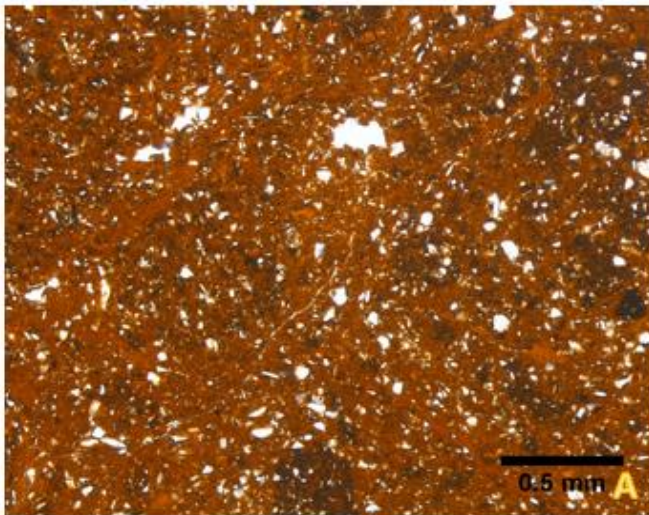
Slika 5 – 29. Mineralne komponente preparata 3; A(+) i B(-):zrna feldspata (1), kvarcna zrna (2),listići tinjca (3), zrno trošenog cirkona (4)



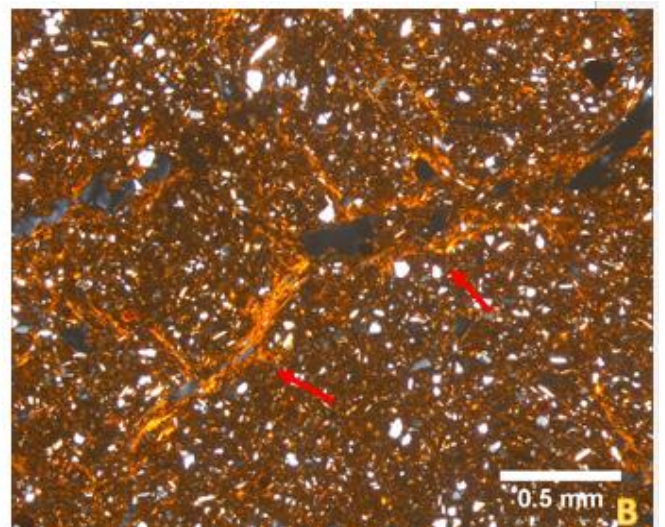
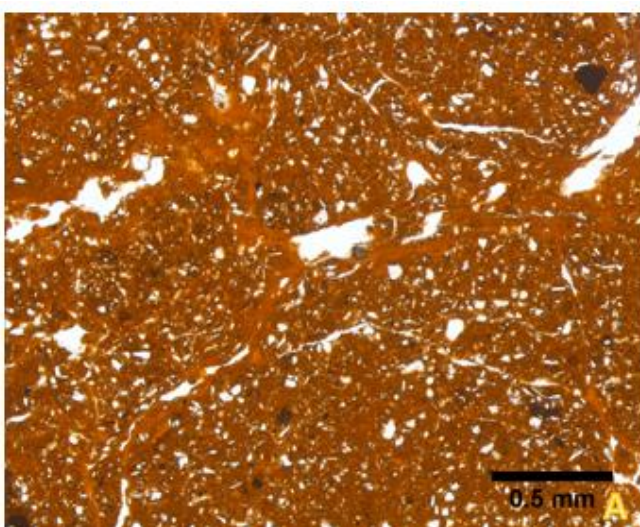
Slika 5 – 30. A(-) i B(+): trošena anortična nodula (1); litofragment kvarcita (2)



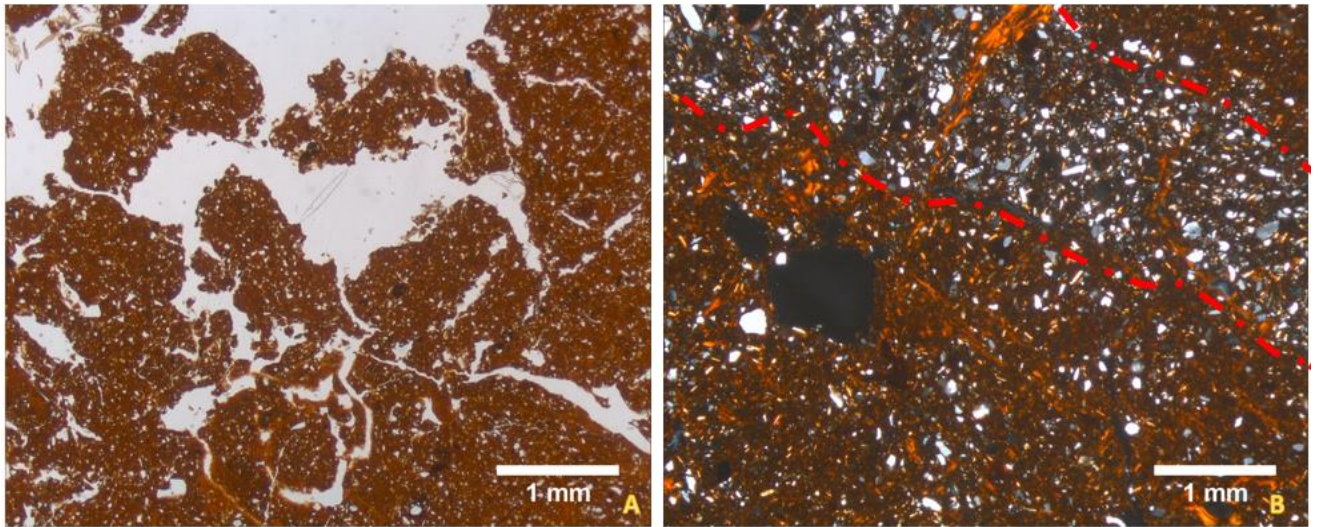
Slika 5 – 31. Građa mikromase preparata 3; A(+) i B(-): monostrijasti b-građa



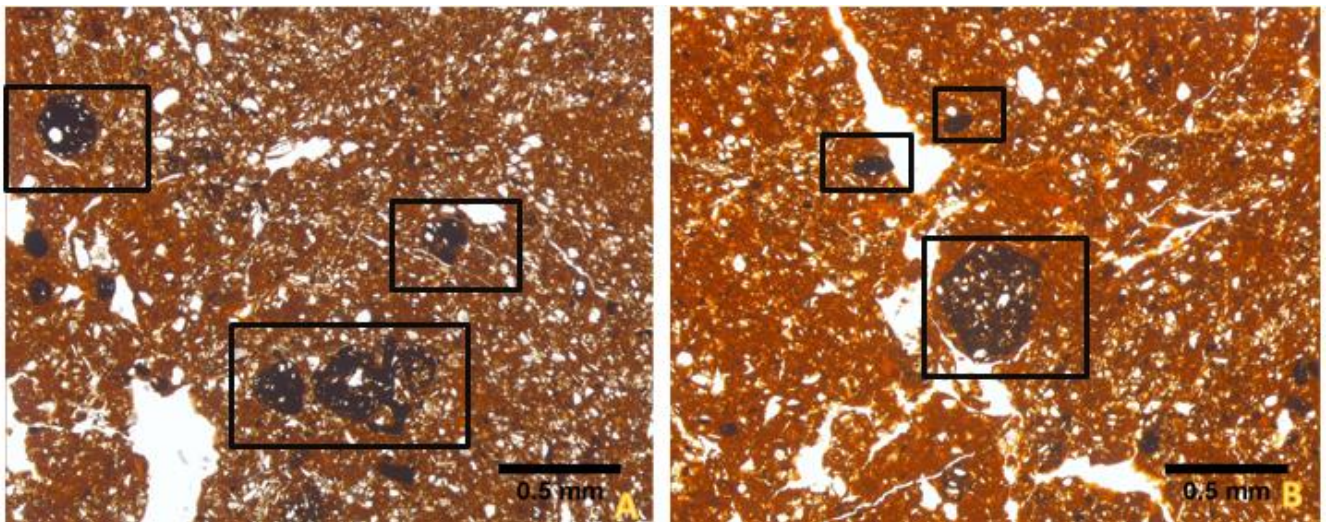
Slika 5 – 32. Građa mikromase preparata 3; A(-) i B(+): unakrnostrijasta b-građa



Slika 5 – 33. Građa mikromase preparata 3; A(-) i B(+): porostrijasta b-građa



Slika 5 – 34. A(-): pedalitet preparata 3: subpoliedrični do poliedrični agregati; B(+): crvenom isprekidanom linijom označena je matriks pedotvorenina s krupnijim mineralnim zrnima od ostatka osnovne mase tla



Slika 5 – 35. A(-) i B(-): intruzivne pedotvorenine: anortične impregnativne nodule različitih dimenzija

5.2.5.4. Preparat Coronica 4

Boja preparata uočena golim oko intenzivno je crvena, iako postoji dio preparata narančaste boja kojoj je uzrok manja debljina preparata nastala uslijed izrade. Prilikom promatranja preparata golim okom, struktura je određena kao poliedrična do subpoliedrična blokovita (**Slika 5 – 12.**)

Glavninu pora čini razgranat sustav nepravilnih pukotina, osim u dijelovima gdje pukotine nisu prisutne, ili su prisutne u manjoj mjeri, gdje prevladavaju nepovezani regularni i zvezdasti *vagovi* (slika) ili nepovezani *vagovi* koji se spajaju u povezane *vaghove*, šupljine, a ponekad i u pukotine.

Mikrostruktura je određena kao *vagi* – šupljikasto - pukotinasta (**Slika 5 – 36.**).

Pedalitet je jako razvijen. U dijelovima preparata uz glavni kanal pukotine prevladavaju subpoliedrični agregati, dok poliedrični agregati prate pukotine i prevladavaju u ostalim dijelovima preparata.

Prilikom odredbe c/f granice korišteni su postojeći rezultati granulometrijske analize kako bi se granica što točnije odredila. Obzirom da je udio prahovite i glinovite frakcije poznat, c/f granica postravljena je na $6\mu\text{m}$ kako bi se prilikom određivanja c/f ($6\mu\text{m}$) omjera jasno razlikovao sitni prah i glina od srednjeg i krupnog praha te pijeska. Uzevši u obzir spomenutu granicu c/f ($6\mu\text{m}$) omjer ovog preparata je 7:2 ($\approx 78\%$ sitne frakcije i $\approx 22\%$ krupne frakcije).

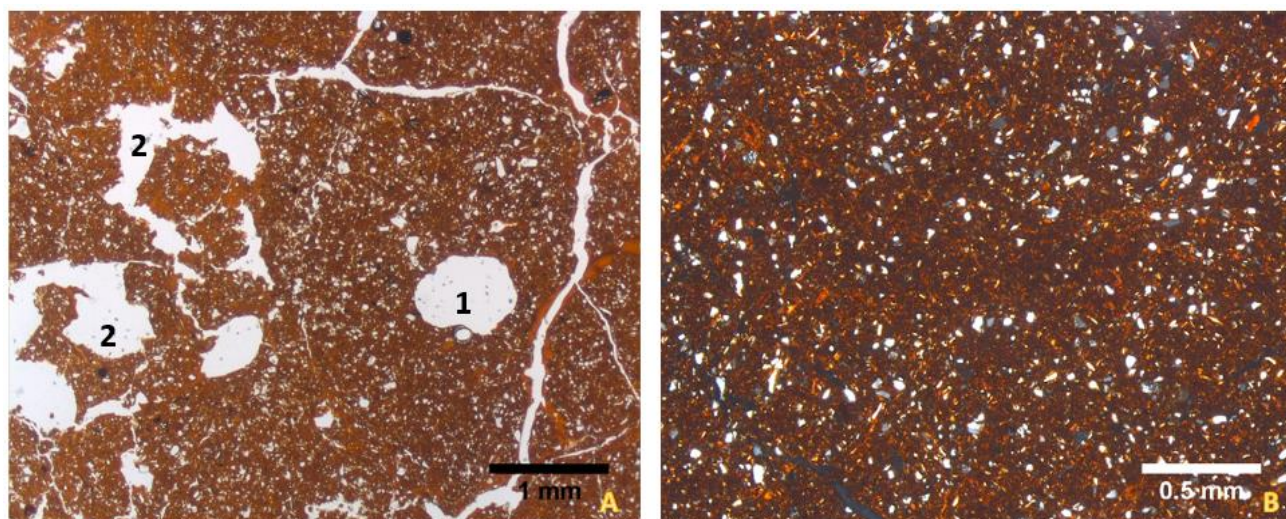
Veći dio osnovnih mineralnih komponenata preparata čine mineralna zrna (**Slika 5 – 37.**), dok ostatak osnovnih mineralnih komponenata preparata čine litoklasti, od kojih su najučestaliji litoklasti rožnjaka. Uočena su nepravilna uglata zrna kvarca nepravilnih formi te ona trošenih, difuznih rubova, trošeni listićasti tinjaca te podređeno uglati, alkalijski feldspati pravilnih prizmatskih formi presječeni pukotinama i zahvaćeni trošenjem, ali i nepravilna alterirana zrna alkalijskih feldspata. Kao rijetke mineralne faze i u ovom preparatu se javljaju, kao i u prethodnima cirkoni (**Slika 5 – 37.**) te coisit i disten te opaki minerali, hematit i goethit u vidu prevlaka na drugim mineralnim fazama. Mineralna zrna rijetkih mineralnih faza nepravilna su i jako trošena. Od litoklasta u preparatu, najzastupljeni su fragmenti rožnjaka te podređeno boksita, a ostatak preparata čini mikromasa, pedotvorenine te pedorelikti (**Slika 5 – 42.**).

Mikromasom u ovom preparatu smatraju se jedinice građe tla manje od $6\mu\text{m}$. C/f distribucija mikromase određena je kao otvorena porfirna. Boja mikromase je intenzivno crvena ukoliko promatramo preparat bez i tamnocrvena sa analizatorom, nešto višeg intenziteta nego kod prethodnog preparata Coronica 3. U dijelovima preparata koji nije

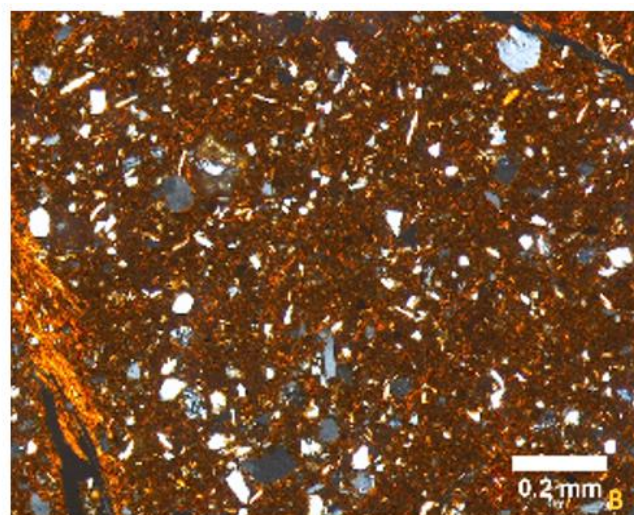
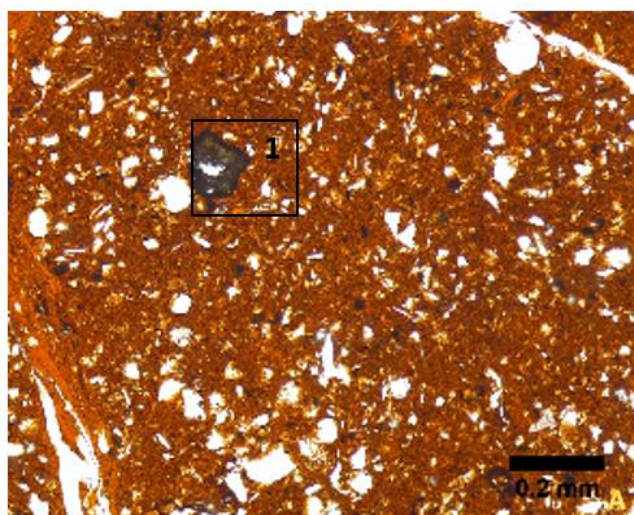
ispresijecan pukotinama prevladava točkasto - pjegasti tip mikromase , no najveći dio pora preparata čine pukotine unutar kojih postoje glinovite prevlake koje čine porostrijasti tip b-građe (Slika 5 – 38. i Slika 5 – 39.). Kroz preparat je moguće pratiti ovisnost distribucije glinovitih prevlaka po rubovima pukotina i dimenzija pukotina, u smislu da pukotine manjih dimenzija ovog preparata sadrže količinom, ali i raznolikošću više glinovitih prevlaka. U manjim pukotinama prisutne su hipo i kvazi glinovite prevlake. Oko većih pedofragmenata i pedorelikata uočljiv je granostrijasti tip b-građe (Slika 5 – 38. i Slika 5 – 42.B). Mjestimice se u preparatu nalazi i unakrnostrijasti tip b-građe mikromase.

Matriks pedotvorenine – glinovite prevlake najčešće su pedotvorenine (Slika 5 – 41.C). Nalazimo ih unutar pukotina koje su prisutne unutar svih dijelova preparata, lijepo su razvijene srpaste glinovite prevlake kao na Slici 5 – 41.A i B. Intruzivne pedotvorenine – glinoviti klasti (Slika 5 – 41.C) također su prisutni u preparat 4. Intruzivne pedotvorenine - nodule nisu učestale kao u preparatu 3. Karakteristične nodule ovog preparata su: tipične anortične nodule, tipične ortične nodule, koncentrične anortične nodule (Slika 5 – 38. i Slika 5 – 40.), impregnirane disortične (Slika 5 – 40.).

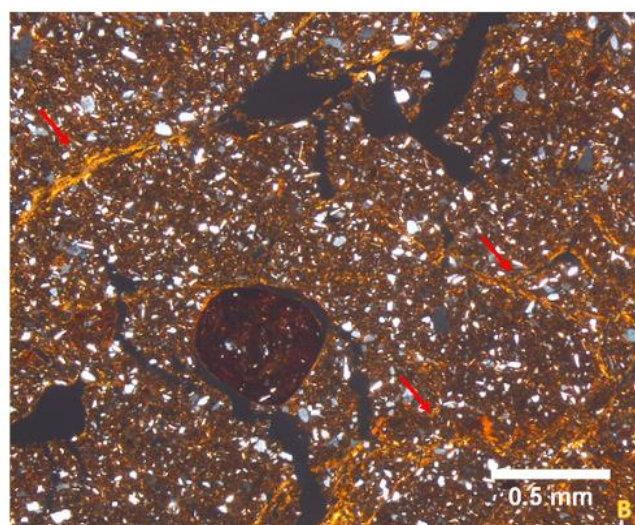
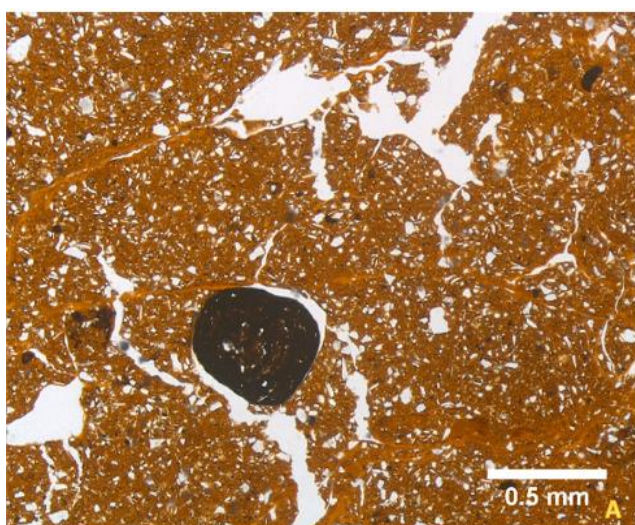
Fragmenti organskih ostataka prvi put u slijedu mikromorfoloških preparata nisu uočeni.



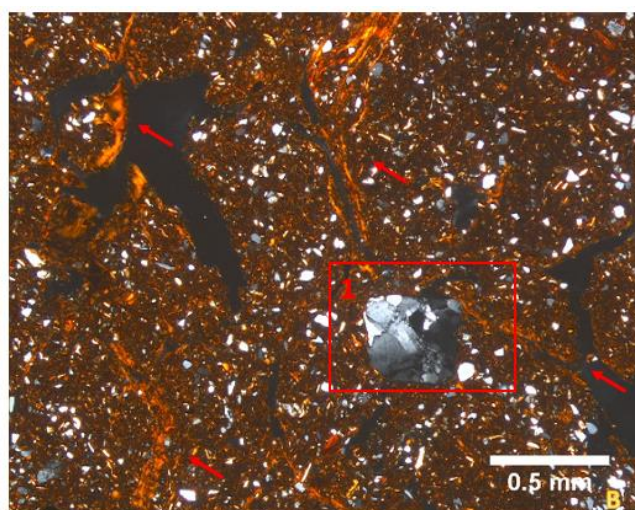
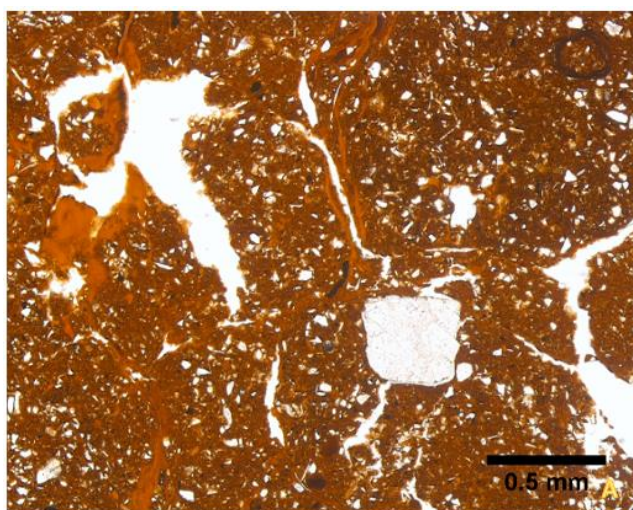
Slika 5 – 36. A(-): vagi– šupljikasto - pukotinasta mikrostruktura preparata 3; nepovezani vag (1), povezani vag (2) te pukotina na desnoj strani preparata; B(+): pjegasto - točkasti tip b-građe mikromase



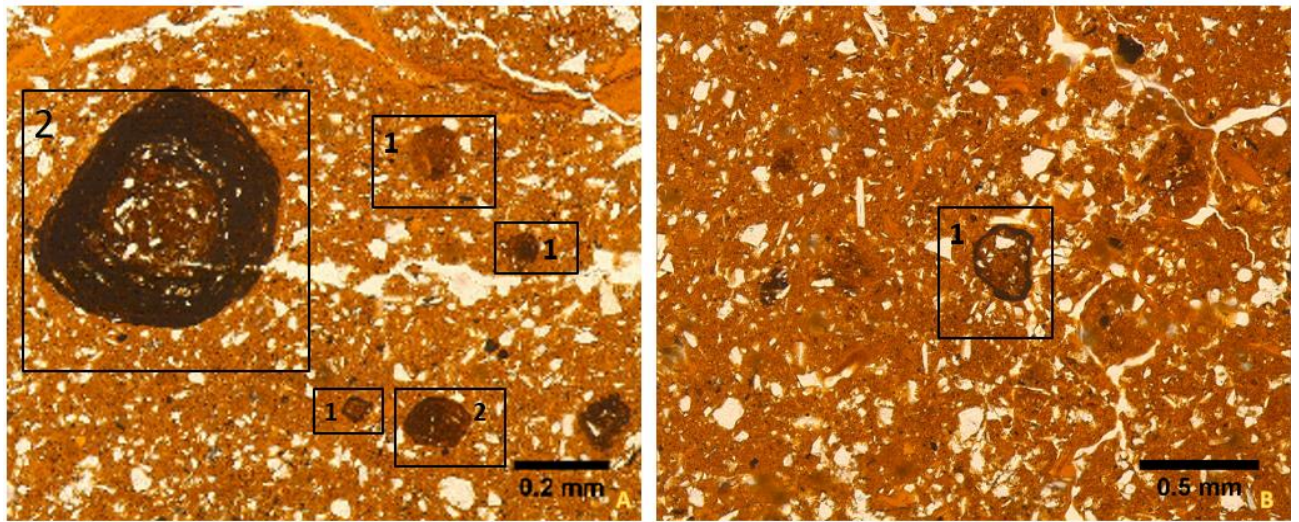
Slika 5 – 37. Mineralne komponente preparata A(-) i B(+): cirkon (1)



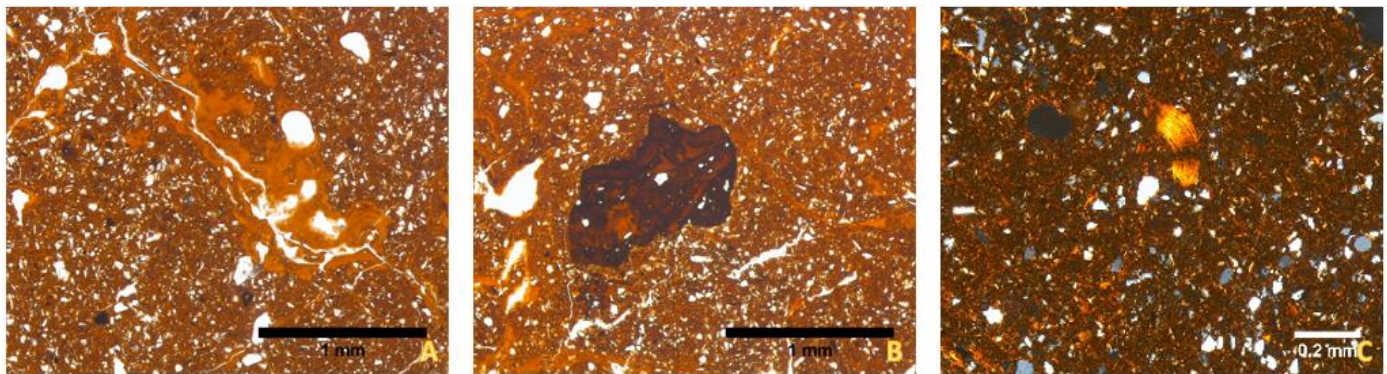
Slika 5 – 38. A(-): intruzivna pedotvorenina - koncentrična anortična nodula; B(+): prikaz granostrijaste b-građe oko nodule i strelicama označena porostrijasta b-građa



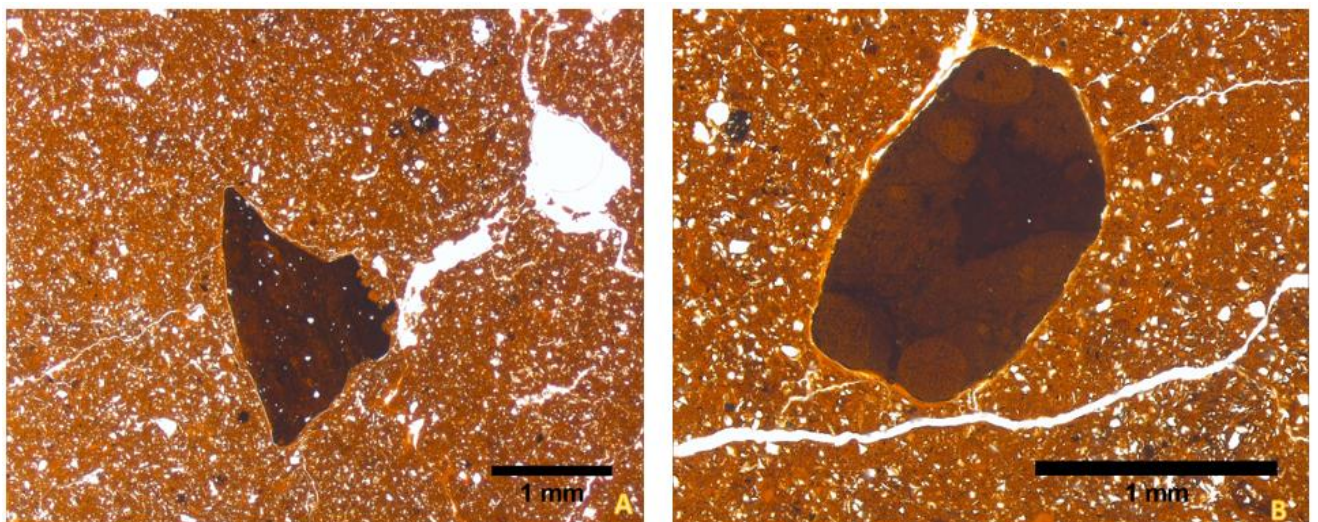
Slika 5 – 39. A(-) i B(+): plagioklas s očuvanom prizmatском strukturom (1) i strelicama označena porostrijasta b-građe



Slika 5 – 40. Intruzivne pedotvorenine; A(-): srednje do jako impregnirane disortične nodule (1) i koncentrične anortične nodule (2); B(-): jako impregnirane disortične nodule s vidljivim obrubom



Slika 5 – 41. Matriks pedotvorenine A(-): glinovite prevlake; intruzivne pedotvorenine: B(-): glinoviti klast, C(+): glinoviti klast nastao iz srpaste glinovite prevlake tipa



Slika 5 – 42. intruzivne pedotvorenine; A(-): pedorelikt nepravilnog oblika, B(-): litorelikt (boksit) s vidljivim obrubom glinovitih prevlaka

5.2.5.5. Preparat Coronica 5

Preparat Coronica 5 ujednačene je crvenkaste boje karakteristične za crvenicu. Struktura preparata, promatrana golim okom određena je kao subpoliedrična do poliedrična blokovita (**Slika 5 – 12.**)

Preparat je ispresijecan nepravilnim sustavom pukotina koje čine najznačajnije pore ovog preparata uz prisustvo velikog broja šupljina te nepovezanih i povezanih *vagova*.

Mikrostruktura je određena kao *vagi* – šupljikasto – pukotinasta (**Slika 5 – 43.**)

Pedalitet je jako razvijen čemu doprinosi veliki broj uzdužnih i poprečnih nepravilnih pukotina, prisutni su većinom poliedrični agregati uz manji broj subpoliedričnih agregata i granula na mjestima gdje je sustav pukotina i šupljina razvijeniji te je sukladno tome trošenje poliedričnih pedova bilo prisutno u većoj mjeri (**Slika 5 – 44.**)

Obzirom da je udio prahovite i glinovite frakcije poznat, c/f granica postravljena je na $6\mu\text{m}$ kako bi se prilikom određivanja c/f ($6\mu\text{m}$) omjera jasno razlikovao sitni prah i glina od srednjeg i krupnog praha te pijeska. Uzevši u obzir spomenutu granicu c/f ($6\mu\text{m}$) omjer ovog preparata je 10:2 ($\approx 83\%$ sitne frakcije i $\approx 17\%$ krupne frakcije).

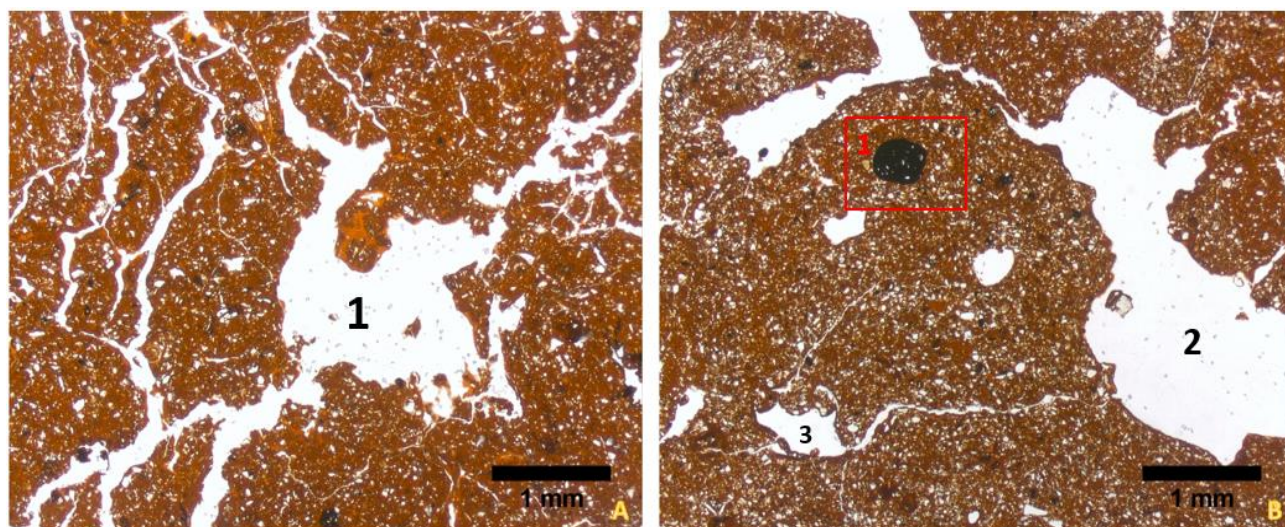
Osnovne mineralne komponente ovog preparata su mineralni klasti te podređeno litoklasti - uklopci rožnjaka i boksita te zaobljeni klasti minerala glina. U uzorku su dominantna nepravilna zrna kvarca velikog intenziteta trošenja (**Slika 5 – 48.**), uz pokoju iznimku nepravilnih zrna oštih rubova. Trošeni i očuvani listićasti tinjci (**Slika 5 – 48.**) te podređeno alterirani alkalijski feldspati pravilnih i nepravilnih formi. Kao rijetke mineralne faze u preparatu se javljaju cirkoni, coisit i disten (**Slika 5 – 48.**) te opaki minerali, hematit i goethit u vidu prevlaka na drugim mineralnim fazama. Mineralna zrna rijetkih mineralnih faza nepravilna su i jakog intenziteta trošenja. Ostatak preparata čini mikromasa, pedotvorenine te pedorelikti.

Mikromasom u ovom preparatu smatraju se jedinice građe tla manje od $6\mu\text{m}$. C/f distribucija mikromase određena je kao otvorena porfirna. Boja mikromase je ujednačena, intenzivno crvena ukoliko se promatra preparat bez i tamnocrvena sa analizatorom. Prostrijasti tip b-građe učestao je u ovom preparatu zbog iznimno velikog broja pukotina kojim je protkan cijeli preparat, paralelno strijasti (engl. *parallel striated*) tip b-građe asociran je s porostrijastim tipom vezanom uz pukotine, moguće je da su starije generacije pukotina, iz kojih su se razvile nešto mlađe u kojima je prisutan porostrijasti tip, zapunjene glinovitim materijalom što se u preparatu očituje kao paralelno strijasti tip b-građe. U dijelovima preparata koji nije ispresijecan pukotinama prevladava točkasto - pjegasti tip

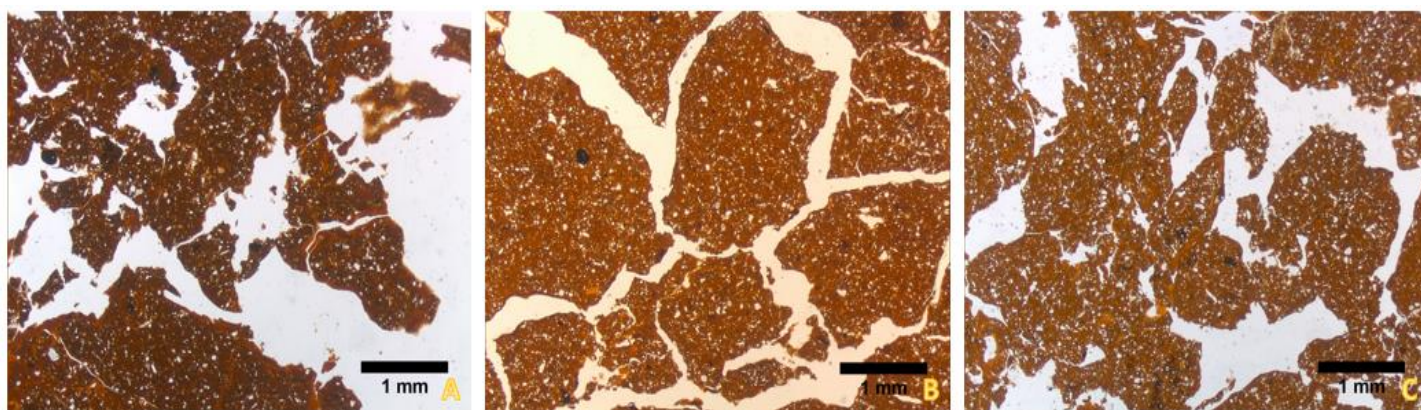
mikromase, granostrijasti i unakrnostrijasti (Slika 5 – 45.) tipovi b-građe također su prisutni, ali u manjoj mjeri.

Od pedotvorenina najznačajnije su matriks pedotvorenine – glinovite prevlake i srpaste glinovite prevlake (Slika 5 – 47.C i D) prisutne su i impregnativne pedotvorenine i deplecijske pedotvorenine nastale procesom ožučivanja (engl. *yellowing*)(Slika 5 – 46.). Takve pedotvorenine prvi put se javljaju unutar obrađivanih mikromorfoloških preparata. Intruzivne pedotvorenine također su prisutne u ovom preparatu, a najčešće su anortične tipične nodule i anortične impregnirane tipične nodule kao na Slici 5 – 47.A i B.

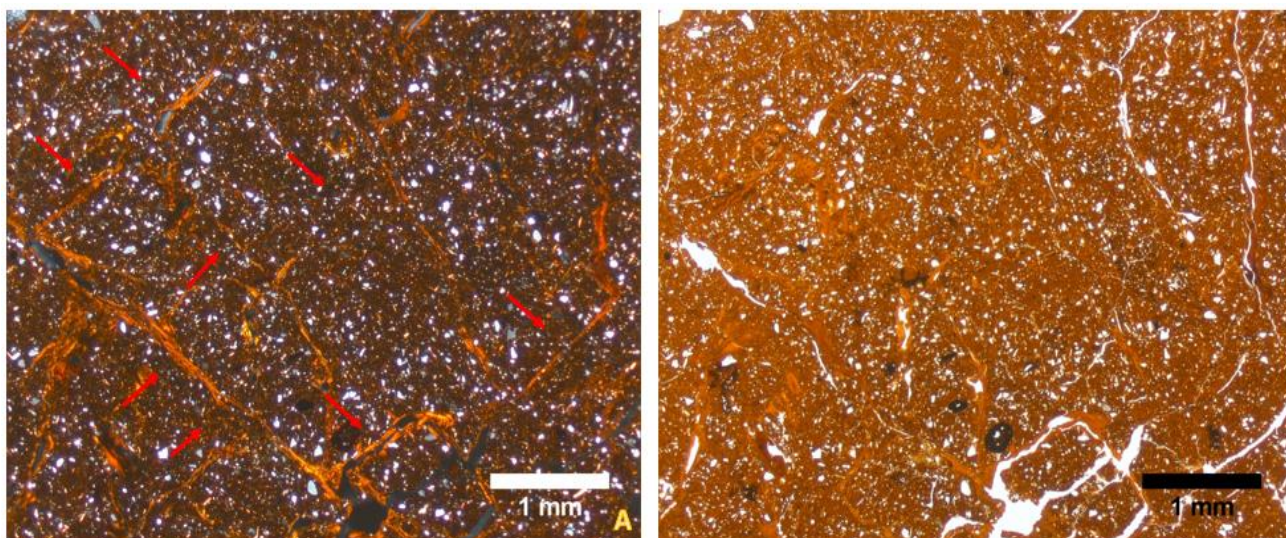
Fragmenti organskih ostataka nisu uočeni.



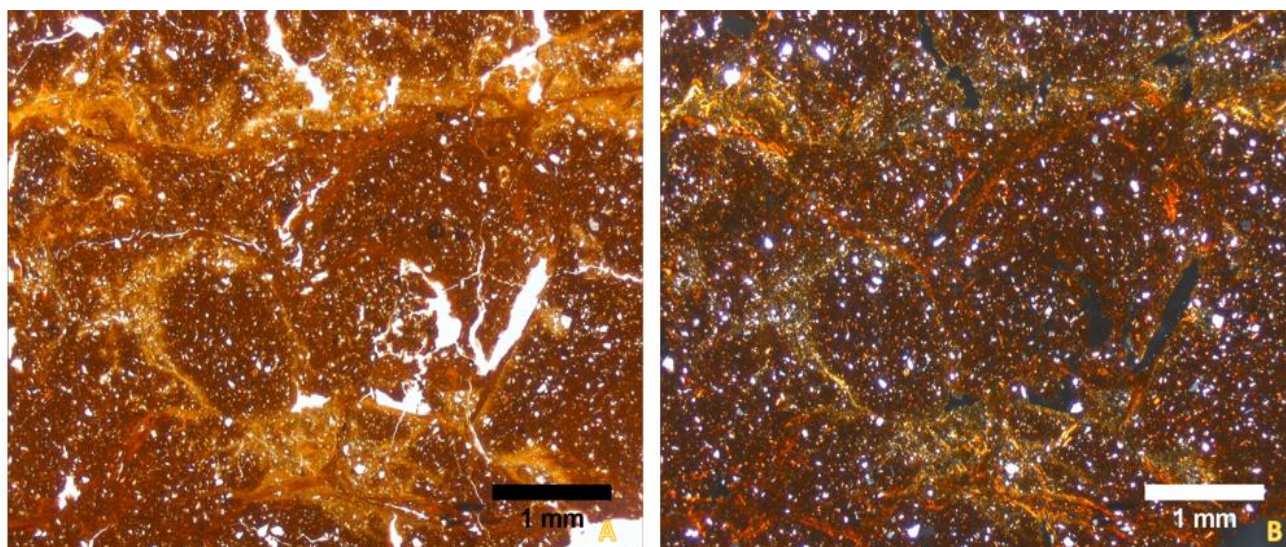
Slika 5 – 43. Mikrostruktura preparata 5; A(-): šupljina (1) i nepravilne pukotine; B(-): šupljina (2) i anortična tipična nodula



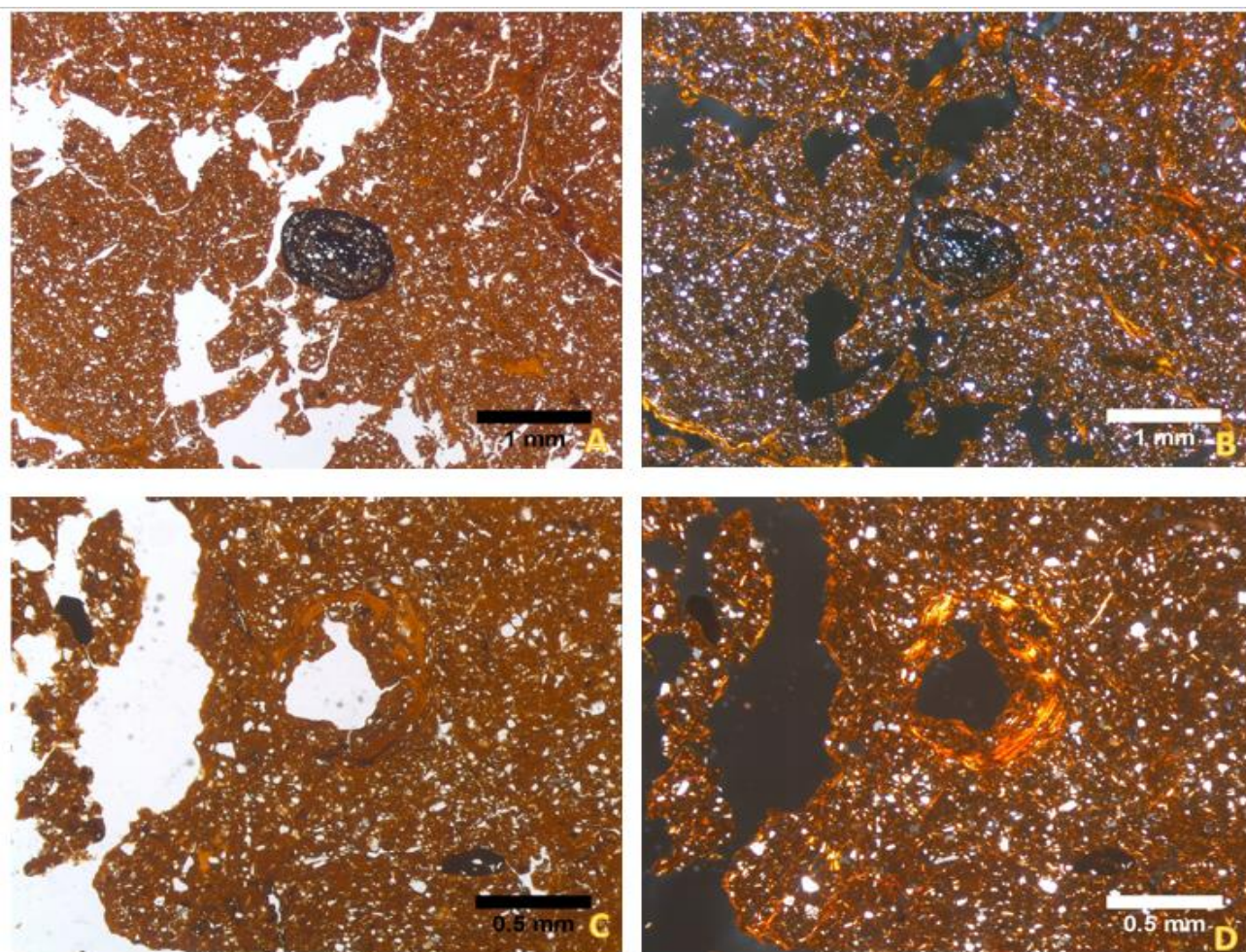
Slika 5 – 44. Pedalitet preparat 5: A(-) i B(-): poliedrični agregati; C(-):subpoliedrični agregati



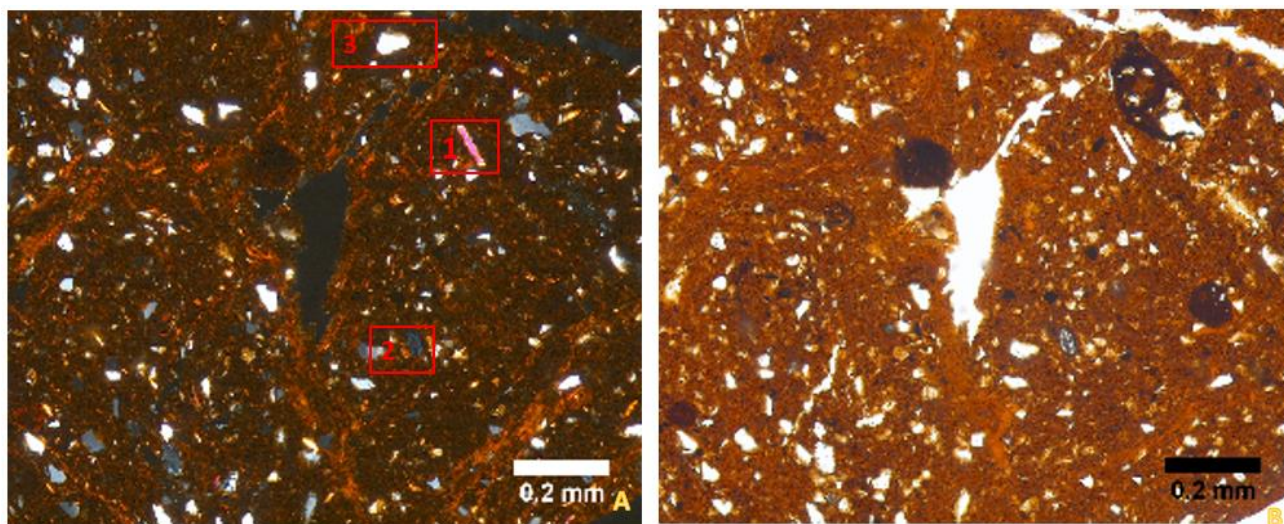
Slika 5 – 45. Tip građe mikromase preparat 5: A(+) i B(-):unakrnostrijasti tip b-građe mikromase



Slika 5 – 46. Matriks pedotvorenine – A(-) i B(+) dio preparata zahvaćen procesom ožučivanja



Slika 5 – 47. Intruzivne pedotvorenine – A(-) i B(+): anortična impregnirana nodula; matriks pedotvorenine – C(-) i D(+): trošene srpaste glinovite prevlake



Slika 5 – 48. Osnovne mineralne komponente: A(+) i B(-): zaobljeno kvarcno zrno (3), listić tinjca (1), trošeno zrno distena (2)

5.2.5.6. Preparat Coronica 6

Boja preparata Coronica 6 nije ujednačena, razlog tomu u donjem desnom kutu je nejednaka debljina preparata, dok je u središnjem i donjem lijevom dijelu preparata uzrok narančasto – žute boje pedogenetske prirode. Promatrajući preparat golim okom, struktura je određena kao poliedrična do subpoliedrična blokovita (**Slika 5 – 12.**)

Glavninu preparata čine nepravilne pukotine i šupljine koje se dimenzijama i širinom razlikuju u pojedinim dijelovima preparata. Osim pukotina i šupljina porni prostor sačinjavaju i nepovezani te povezani regularni *vagovi* (**Slika 5 – 49.**)

Mikrostruktura je određena kao pukotinasto – šupljikasta uz pojavu *vagova*.

Pedalitet je jako razvijen, ovisno o stupnju trošenja, odnosno prisustvu učestalih glinovitih prevlaka pa su tako u preparatu prisutni poliedrični do subpoliedrični pedovi (**Slika 5 – 50. i Slika 5 – 51.**)

Obzirom da je udio prahovite i glinovite frakcije poznat, c/f granica postravljena je na 6 μ m kako bi se prilikom određivanja c/f ($_{6\mu m}$) omjera jasno razlikovao sitni prah i glina od srednjeg i krupnog praha te pijeska. Uzevši u obzir spomenutu granicu c/f ($_{6\mu m}$) omjer ovog preparata je 9:2 (\approx 82% sitne frakcije i \approx 18% krupne frakcije).

U preparatu dominiraju mineralni klasti nad litoklastima, a dominantni mineralni klasti su trošena te uglata kvarcna zrna nepravilnih formi (**Slika 5 – 53.**), trošeni listićasti tinjci (**Slika 5 – 53.**) te svježi tinjci (**Slika 5 – 53.**). Od litoklasta su u velikom broju prisutni fragmenti rožnjaka (**Slika 5 – 53.**) te zaobljenih glinovitih klasta koji upućuju na trošenje glinovitih prevlaka iz drugih horizonata te transport ili bioturbaciju kojom su deponirani na dubinu od 160 – 168 cm preparata broj 6. u kojemu su nađeni . U preparatu su prisutni i uglati, nepravilni i trošeni alkalijski feldspati. Od rijetkih mineralnih faza u preparatu se nalazi sitni trošeni i nepravilni klasti cirkona (**Slika 5 – 53.**) te opaki minerali, hematit i goethit u vidu prevlaka na drugim mineralnim fazama.

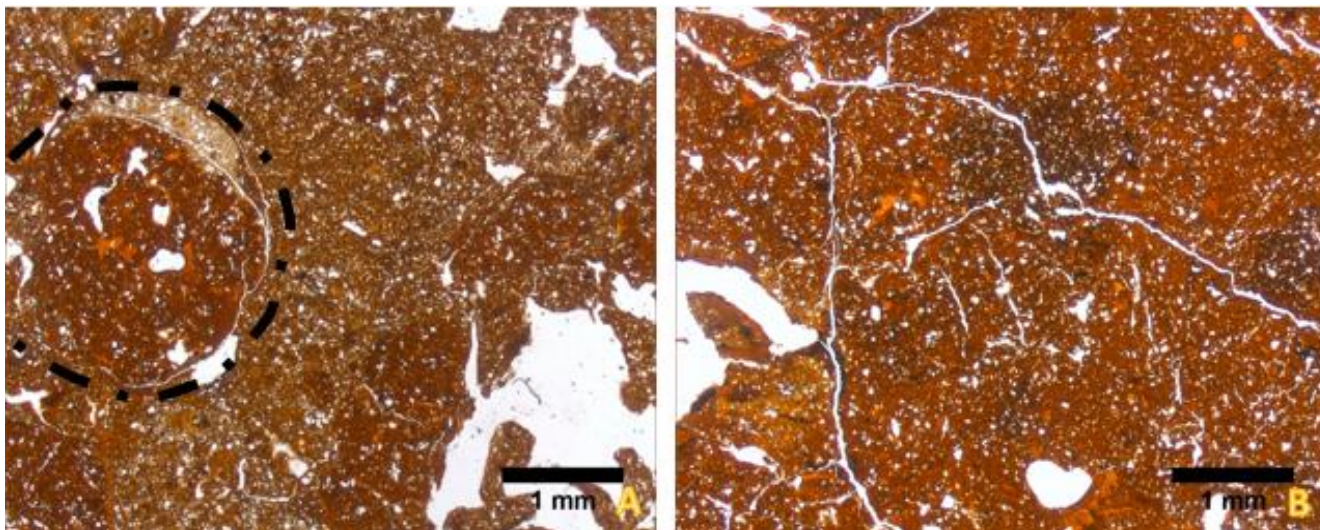
Mikromasom u ovom preparatu smatraju se jedinice građe tla manje od 6 μ m. c/f distribucija mikromase određena je kao otvorena porfirna. Boja mikromase nije ujednačena, intenzivno crvena ukoliko se promatra preparat bez nalizatora uz prisustvo tamnije (crveno - smeđih) i svijetlije (narančasto – žutih) obojenih dijelova preparata i tamnocrvena do smeđa sa analizatorom. Tamnije obojeni dijelovi preparata predstavljaju bioturbirane dijelove naslijeđene iz gornjih horizonata, dok svjetliji dijelovi predstavljaju dijelove zahvaćene procesom ožučivanja ili nejednakom debljinom preparata kao što je to slučaj u donjem desnom kutu preparata.

Mikromasa ima točkasto - pjegasti građu mikromase (**Slika 5 – 52.**), no na dijelovima preparata gdje postoje pukotine, šupljine i *vagovi* prisutna je porostrijasta b-građa (**Slika 5 – 52.**). Nisu sve pukotine preparata zapunjene glinovitim prevlakama, postoje različite generacije pukotina koje je moguće pratiti zahvaljujući mikrolaminama minerala glina koje se nalaze kao prevlake u njima. Granostrijasti tip b-građe nalazi se oko manjih i većih nodula i pedorelikata. U ovom preparatu za javlja se i srpastostrijasti tip b-građe u obliku lijepo razvijenih mikrolamina kaolinita (**Slika 5 – 52.**). Mjestimice je u preparatu prisutna i unakrnostrijasta b-građa.

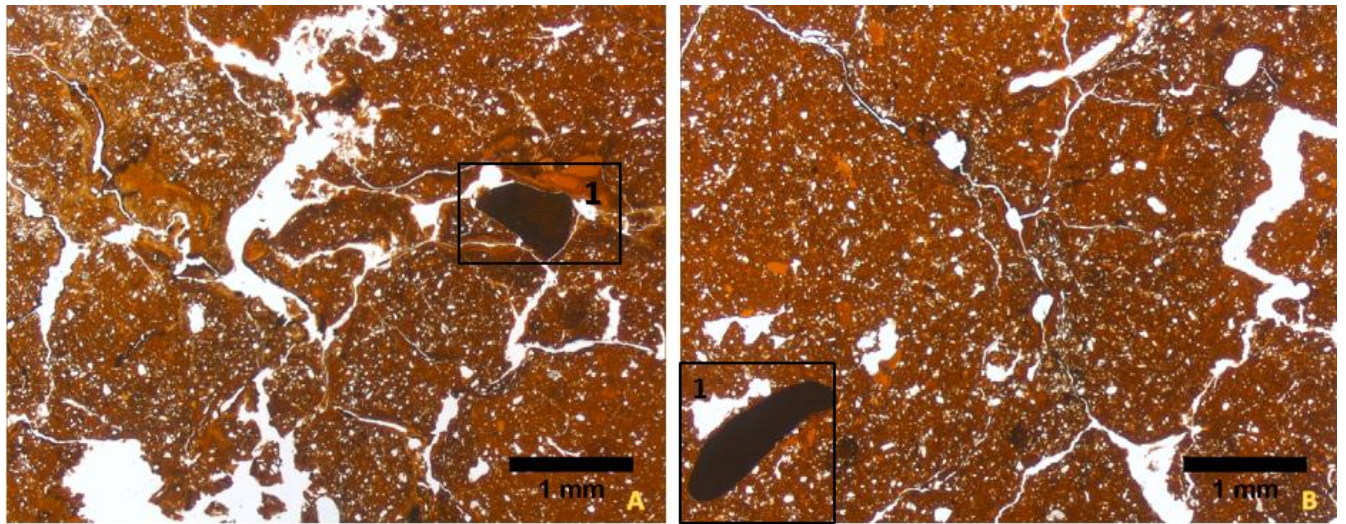
U preparatu su najznačajnije matriks pedotvorenine, razlikuju se impregnativne – glinovite prevlake koje su uobičajne u ovom preparatu, česte su srpaste glinovite prevlake koje mjestimice zapunjavaju *vagove* te dijelovi matriksa koji se razlikuju od ostatka, uglavnom bojom (intenzivnije obojeni) ili sadrže krupniju ili sitniju mineralnu frakciju (**Slika 5 – 49.** i **Slika 5 – 52.**) te deplecijske koje podrazumijevaju dijelove zahvaćene procesom ožučivanja (**Slika 5 – 52.**).

Pedorelikti su također prisutni u preparatu 6, a nalaze se u vidu klastičnih glinovitih prevlaka (**Slika 5 – 52.**).

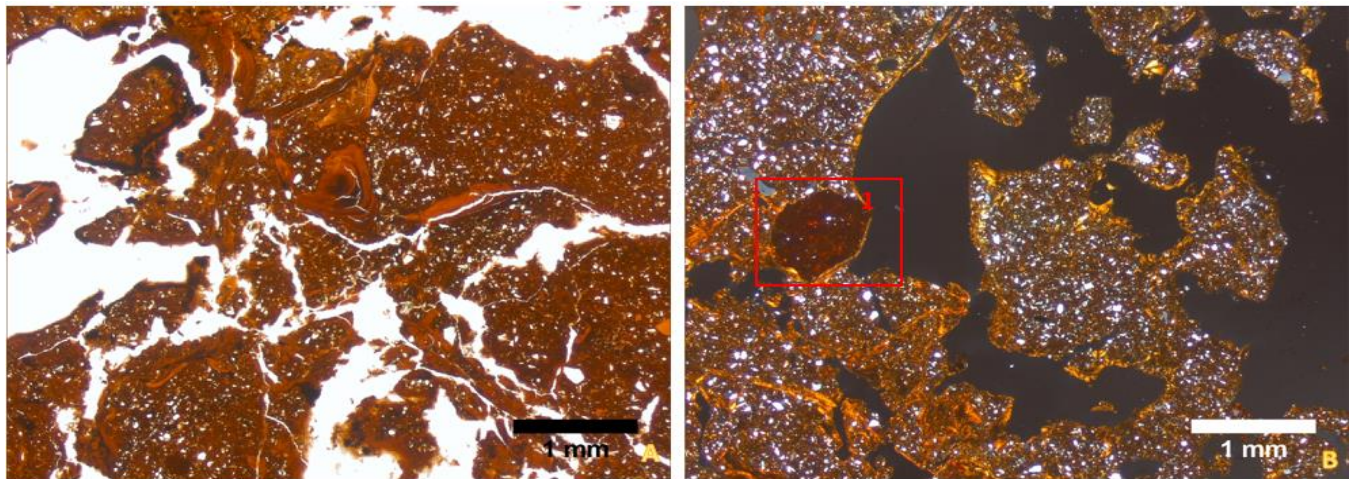
Fragmenti organske tvari nisu uočeni unutar preparata.



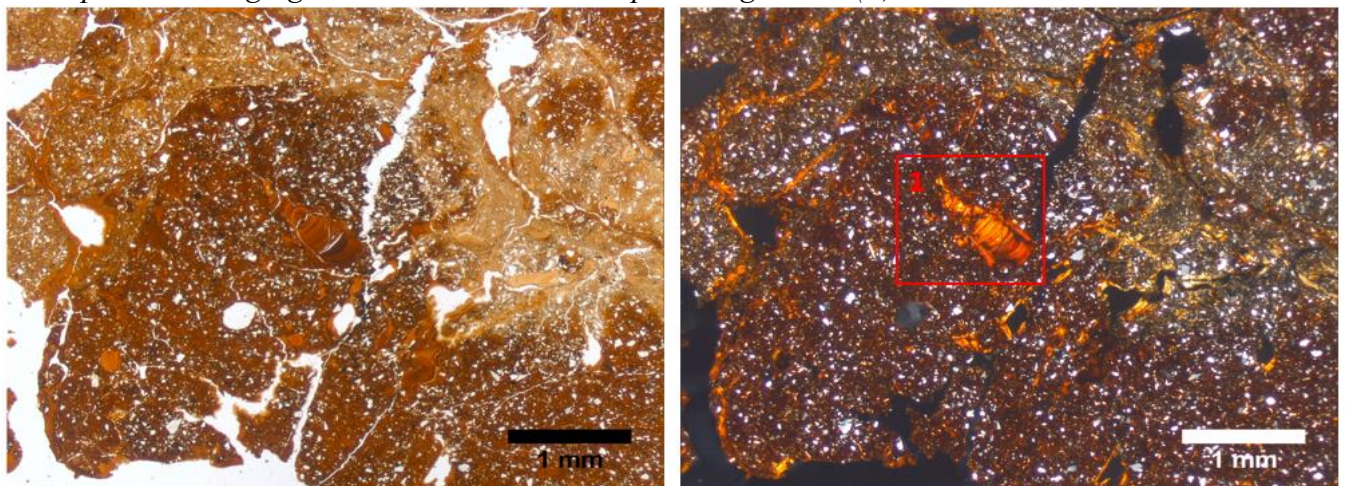
Slika 5 – 49. Matriks pedotvorenine; A(-): impregnativne pedotvorenine označene crnom isprekidanom linijom i B(-): impregnativne pedotvorenine presječene nepravilnom pukotinom;



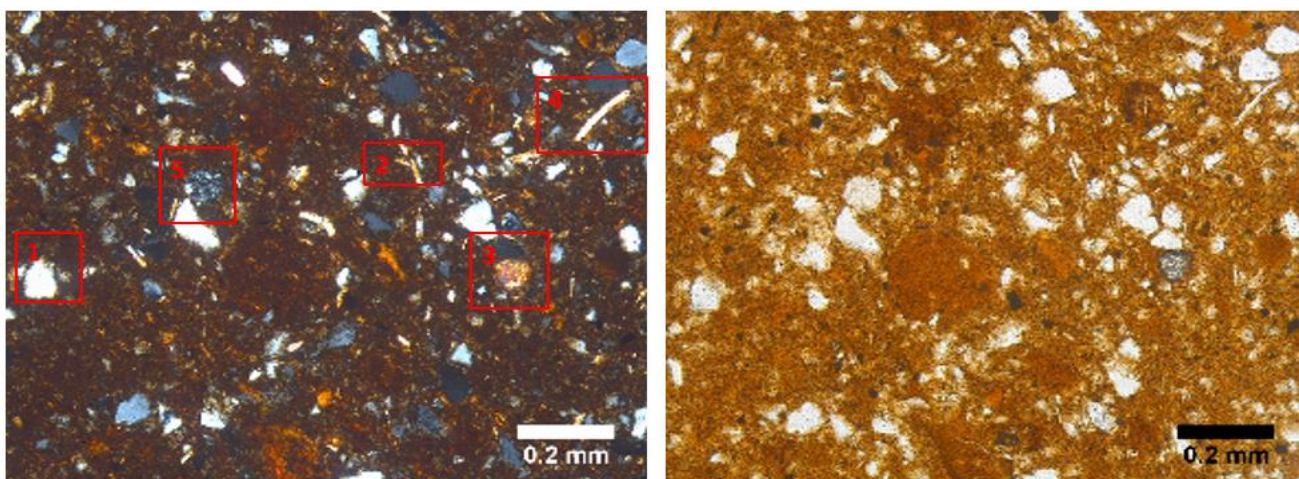
*Slika 5 – 50. A(+): poliedrični do subpoliedrični agregatii i anortična nodula nepravilnog oblika (1)
B(-): intruzivna pedotvorevina – anortična tipična nodula (1)*



Slika 5 – 51. Pedalitet preparata 6; A(-): poliedrični do subpoliedrični agregati; B(-): poliedrični do subpoliedrični agregatii i anortična nodula nepravilnog oblika (1)



Slika 5 – 52. Matriks pedotvorevine A(-): dio preparata zahvaćen procesom ožučivanja, narančasto – žute boje i klastične glinovite prevlaka u donjem lijevom dijelu preparata; B(+): točkasto - pjegasti i porostrijasti tip b – građe; srpasta glinovita prevlaka nastala unutar vagova (1)



Slika 5 – 53. Osnovne mineralne komponente preparat 6: A(+) i B(-): trošeno zrno kvarca (1), trošeni listići tinjca (2), zrno cirkona (3), veći listić tinjca (4), litofragment rožnjaka (5)

5.2.5.7. Preparat Coronica 7

Već je golim okom vidljivo kako boja preparata Coronica 7 nije ujednačena, dijelom zbog nejednake debljine preparata, a dijelom zbog pedogenetskih procesa koji će biti obrađeni u daljnjem opisu. Struktura je određena kao poliedrična do subpoliedrična prilikom promatranja preparata golim okom (**Slika 5 – 12.**)

Najbitnije pore ovog preparata su pukotine i šupljine te podređeno nepovezani i povezani *vagovi*. U preparatu je zbog velikog broja glinovitih prevlaka moguće praćenje generacija pukotina te puteva kroz koje se odvijala precipitacija minerala glina.

Mikrostruktura preparata određena je kao šupljikasto – pukotinasta (**Slika 5 – 54.**).

Pedalitet je jako razvijen, a čine ga uglavnom poliedrični pedovi (**Slika 5 – 55.**).

Obzirom da je udio prahovite i glinovite frakcije poznat, c/f granica postravljena je na $6\mu\text{m}$ kako bi se prilikom određivanja c/f ($6\mu\text{m}$) omjera jasno razlikovao sitni prah i glina od srednjeg i krupnog praha te pijeska. Uzevši u obzir spomenutu granicu c/f ($6\mu\text{m}$) omjer ovog preparata je 10:1 ($\approx 90\%$ sitne frakcije i $\approx 10\%$ krupne frakcije).

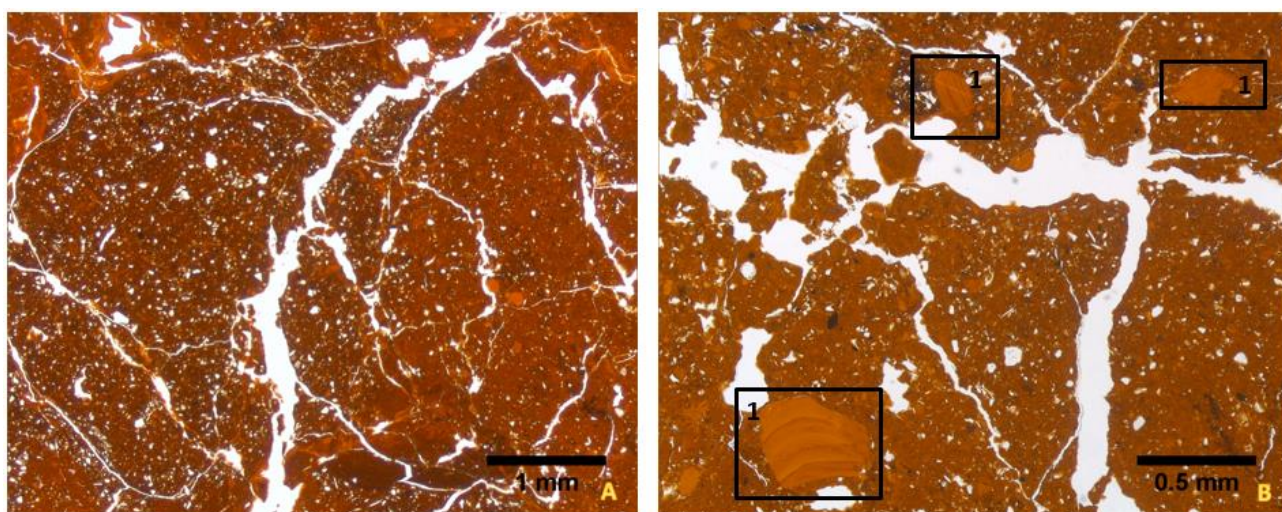
Osnovne mineralne komponente čine mineralni klasti i litoklasti. Od mineralnih klasta dominiraju nepravilna kvarcna zrna (**Slika 5 – 56.**), dok od litoklasta dominiraju fragmenti rožnjaka. U preparatu je uočeno značajno manje zrna alkalijskih feldspata nego u prethodnim preparatima (**Slika 5 – 56.**). Preparat sadrži teksturalne pedotvorevine, dijelove s izraženim komponentama tla iz viših horizonata koje su obogaćenije mineralnim komponentama u odnosu na ostatak preparata. U preparatu je također uočena značajna

količina lističastih klasta tinjaca, nekolicina nepravilnih malih klasta cirkona i distena (Slika 5 – 56.).

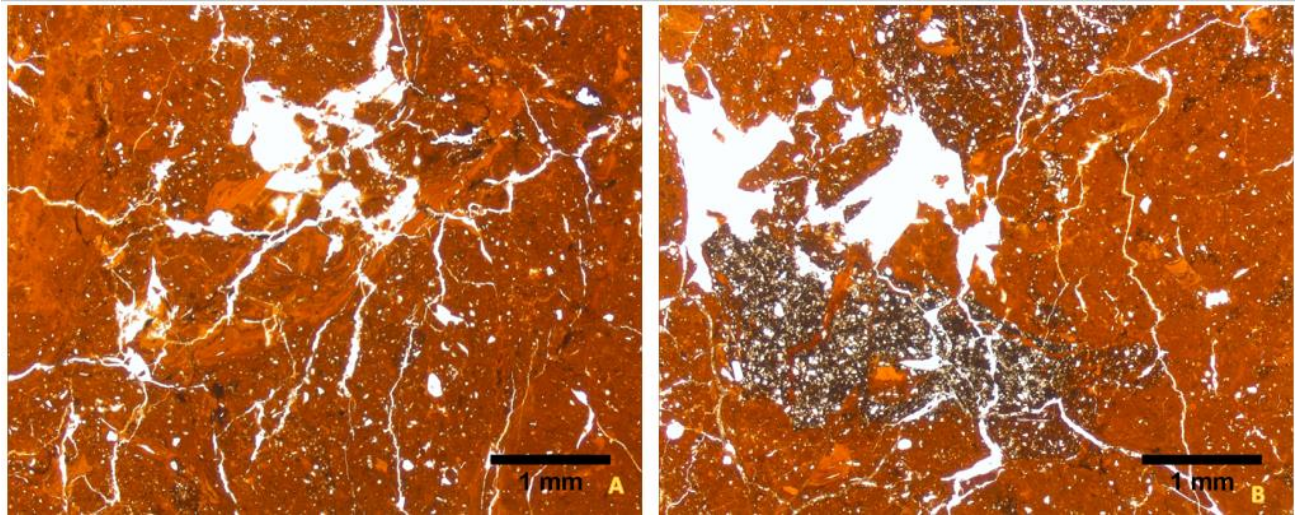
Mikromasom u ovom preparatu smatraju se jedinice građe tla manje od 6 μm . C/f distribucija mikromase određena je kao otvorena porfirna. Boja mikromase intenzivno je crvena promatrajući preparat bez analizatora te intenzivno do tamno crvena s analizatorom, uz postojanje narančasto – žutih dijelova uz pukotine. Kanali pukotina manjeg promjera te dijelovi kanala pukotina većeg promjera zapunjeni su mikrolaminiranim glinovitim prevlakama tvoreći tako porostrijasti tip b-građe. U dijelovima preparata koji nisu ispresijecani pukotinama prevladava točkasto - pjegasti tip mikromase (Slika 5 – 59.), uz mjestimični unakrnostrijasti tip b-građe. Granostrijasti i srpastostrijasti tip b-građe (Slika 5 – 59.) prisutan je i u ovom preparatu.

Od pedotvorevina u preparatu 7 prevladavaju matriks pedotvorevine – tipične glinovite prevlake u pukotinama i šupljinama preparata i srpaste glinovite prevlake (Slika 5 – 59.) najčešće unutar *vagova*. U manjoj su mjeri prisutne intruzivne pedotvorevine – uglavnom tipične i impregnirane nodule (Slika 5 – 59.).

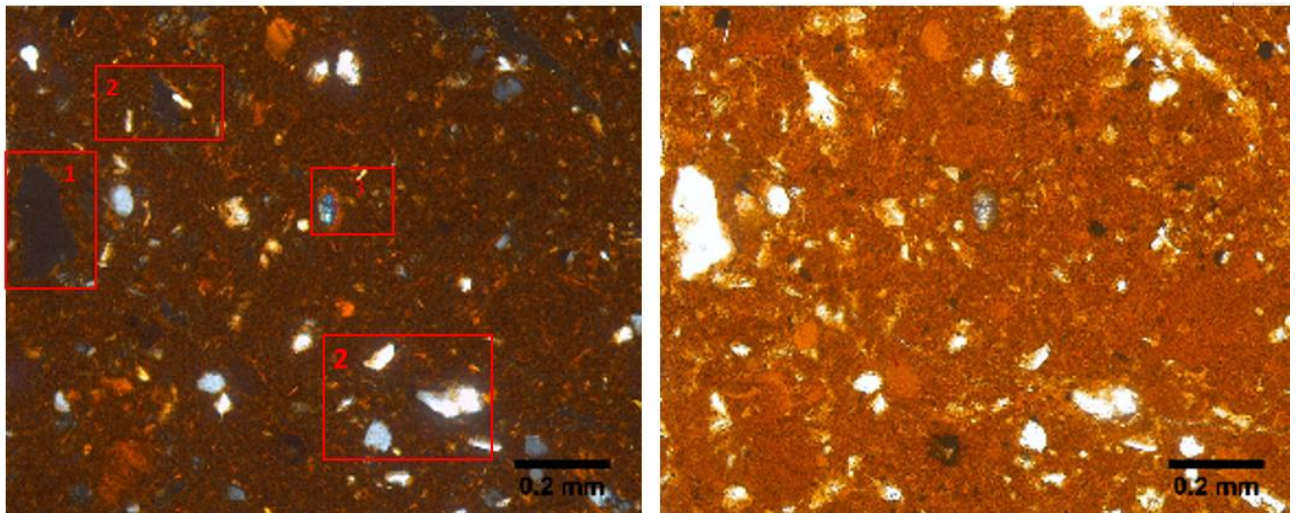
U preratu su prisutni i pedorelikti – klastične glinovite prevlake.



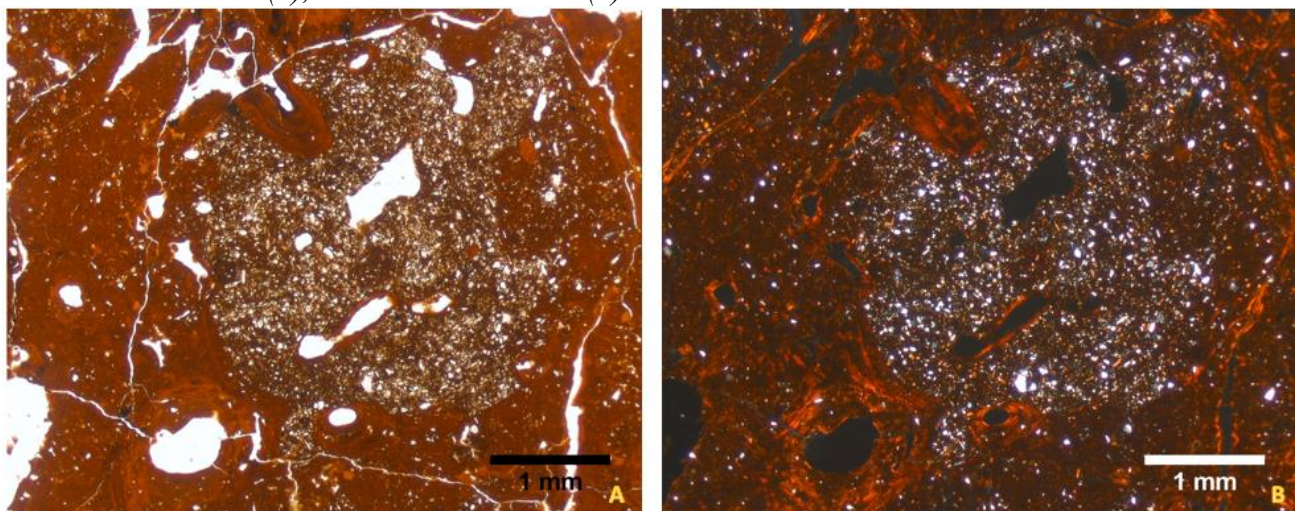
Slika 5 – 54. Mikrostruktura preparata 7; A(-): nepravilne pukotine; B(-): nepravilne pukotine, poliedrični do subpoliedrični pedovi i glinoviti klasti (1)



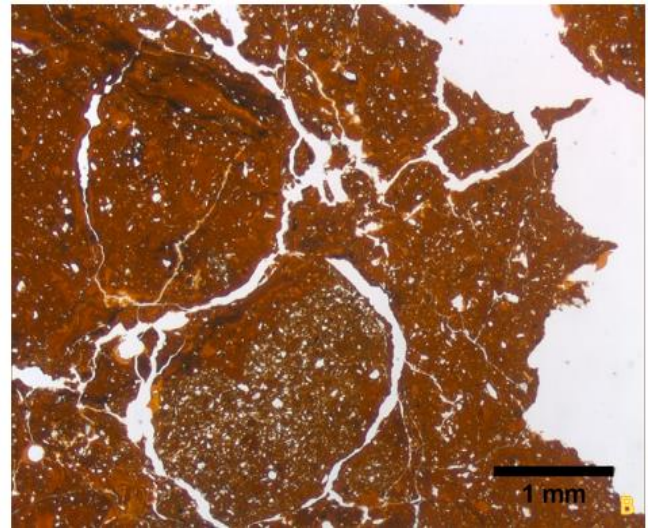
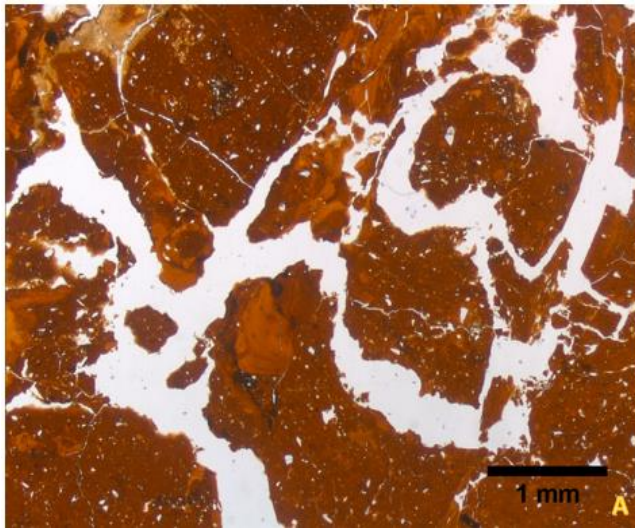
Slika 5 – 55. A(-): nepravilne pukotine i šupljine; B(-):nepravilne pukotine i šupljine poliedrični pedovi



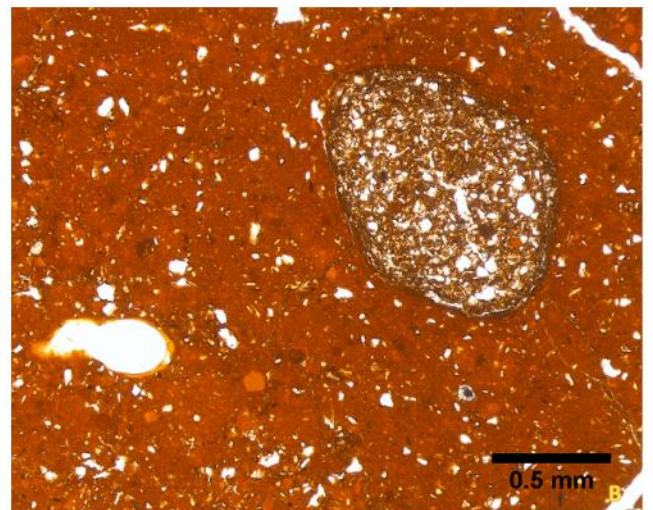
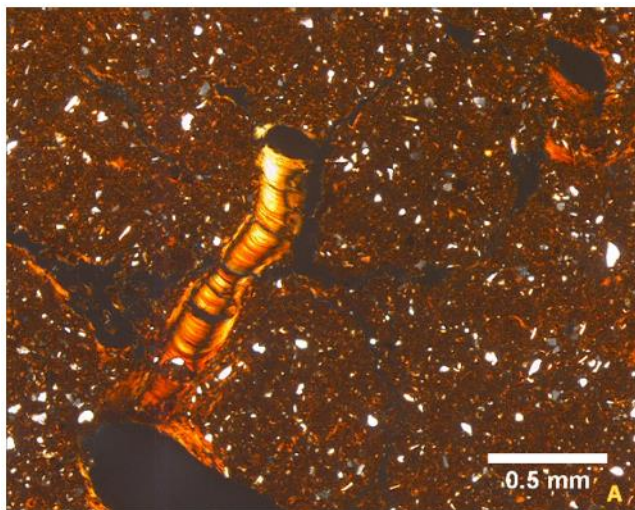
Slika 5 – 56. Osnovne mineralne komponente; A(+) i B(-): trošeno zrno feldspata (1), trošena zrna kvarca (2), trošeno zrno distena (3)



Slika 5 – 57. Matriks pedotvorenina; A(-): impregnativna pedotvorenina; B(+): krupnozrnatija mineralna frakcija unurat impregnativne pedotvorenina za razliku od ostatka matriksa



Slika 5 – 58. Pedalitet preparata 7; A(-); B(-): subpoliedrični pedovi



Slika 5 – 59. A(-): matiks pedotvorenina (impregnativna pedotvorenina) – srpasta glinovita prevlaka i srpastostrijasti tip građe mikromase, oko kojega se nalazi točkasto - pjegasti tip b-građe i otvorena porfirna c/f distribucija; B(-): inrtuzivna pedotvorenina – anortična impregnirana nodula

5.2.5.8. preparat Coronica 8

Prilikom promatranja golim okom, preparat Coronica 8 neujednačene je boje. Intenzivno crvena boje mjestimice prelazi u žućkasto – narančastu boju kojoj je uzrok fluktuacija vodnog lica i pedogenetski procesi. Struktura preparata promatrana golim okom određena je kao poliedrična do subpoliedrična blokovita (**Slika 5 – 12.**).

Glavninu pora u preparatu čine pukotine i šupljine, također su u manjoj mjeri prisutni nepovezanih i povezanih *vagova*. Mikrostruktura je određena kao šupljikasto – pukotinasta.

Pedalitet je jako dobro razvijen, a glavninu pedova preparat čine poliedrični (**Slika 5 – 60. i Slika 5 – 65.**) do subpoliedrični pedovi (**Slika 5 – 63. i Slika 5 – 65.**). Mjestimice se javljaju granule, oštrih i zaobljenih rubova (posljedica intenziteta trošenja), razvijene unutar većih šupljina.

Obzirom da je udio prahovite i glinovite frakcije poznat, c/f granica postravljena je na 6 μ m kako bi se prilikom određivanja c/f (6 μ m) omjera jasno razlikovao sitni prah i glina od srednjeg i krupnog praha te pijeska. Uzevši u obzir spomenutu granicu c/f (6 μ m) omjer ovog preparata je 32:1

(\approx 97% sitne frakcije i \approx 3% krupne frakcije).

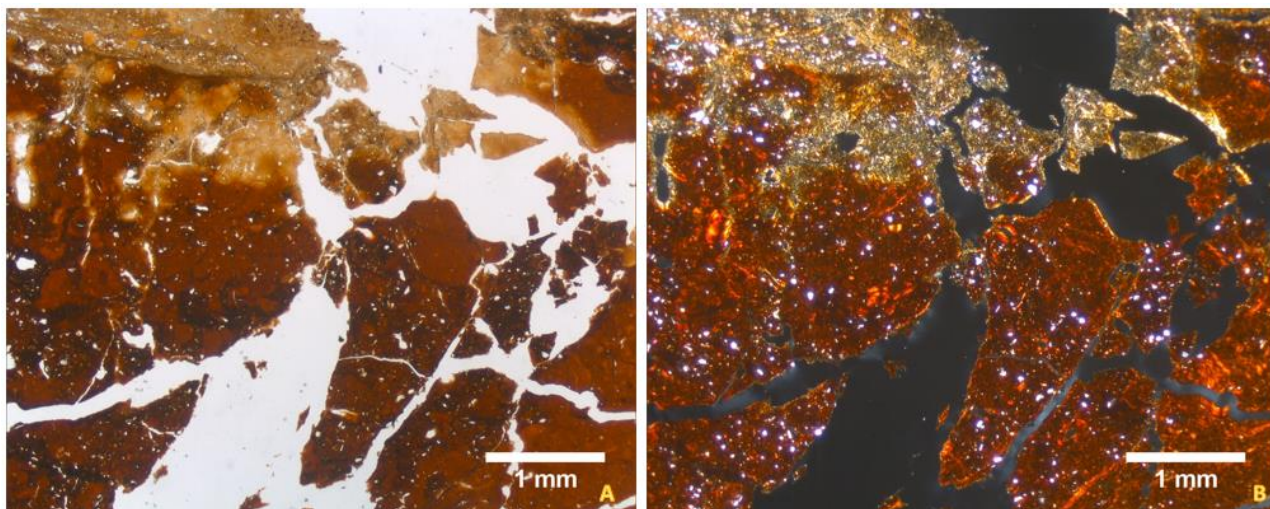
Osnovne mineralne komponente preparata broj 8 su mineralni klasti i litoklasti, iako su mineralni klasti kao i do sada u preparatima dominantni, litoklasti (zaobljeni klasti sačinjeni od fragmenata minerala glina) upućuju na procese bioturbacije i pedogeneze. Od mineralnih klasta u preparatu su prisutna zrna trošenog kvarca i tinjaca, značajno manja količina feldspata nego li je to u plićim uzorcima, uočeno je i pokoje zrno trošenoga stupičastog plagioklasa s vidljivim polisintetskim sraslacima. Općenito je u ovom preparatu osjetno manje silikata te coisita te distena kao rijetkih mineralnih faza, a više sitnozrnatije frakcije (minerala glina) te hematita i getita u vidu prevlaka na drugim mineralnim fazama, čemu svjedoči i žarko crvena boja preparata.

Mikromasom u ovom preparatu smatraju se jedinice građe tla manje od 6 μ m. C/f distribucija mikromase određena je kao otvorena porfirna. Boja mikromase intenzivno je crvena promatrajući preparat bez analizatora te intenzivno do tamno crvena s analizatorom te narančasto – žuta vezana uz pukotinske sustave koji su rašireniji u ovom preparatu nego u prethodnom pa je tako i svijetlije obojenih dijelova više. Kanali pukotina manjeg promjera i djelomice kanali pukotina većeg promjera zapunjeni su mikrolaminiranim glinovitim prevlakama tvoreći tako porostrijasti tip b-građe (**Slika 5 – 63 i Slika 5 – 64.**). U dijelovima preparata koji nisu ispresijecani pukotinama prevladava točkasto - pjegasti

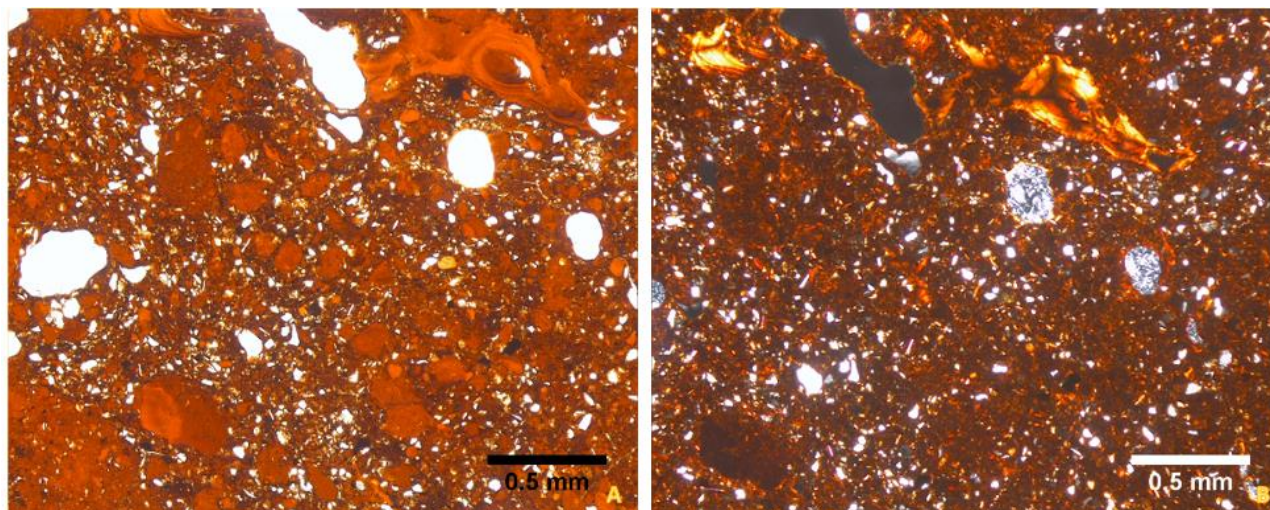
tip mikromase te povremeno unaknostrijasti tip b-građe (**Slika 5 – 64.**). Granostrijasti (**Slika 5 – 63.**) i srpastostrijasti tip b-građe prisutan je i u ovom preparatu.

Najzastupljenije pedotvorenine u preparatu su matriks pedotvorenine - glinovite prevalake, najvjerojatnije je riječ o kaolinitu kojim prema mineraloškom sastavu (**Tablica 5 – 61.**) obiluje i ovaj preparat. Glinovite prevlake zapunjavaju kanale pukotina manjeg promjera te djelomično kanale većih pukotina, kao i nekadašnje kanale pukotina koji su u preparatu teško uočljivi i neprepoznatljivi promatrajući preparat bez analizatora zbog potpune zapunjenosti glinovitim tipičnim prevalakama i srpastim prevlakama (**Slika 5 – 61., Slika 5 – 63., Slika 5 – 64.**). Minerali glina takvih dijelova najčešće se očituju kao porostrijasti tip b-građe. Oko pojedinih *vagova*, nodula (**Slika 5 – 63.**) i pedorelikata oformljen je rub mikrolaminiranih vanjskih i unutarnjih hipoprevlaka. U preparatu su intruzivne pedotvorenine učestala pojava, javljaju se u obliku klastičnih glinovitih prevlaka (**Slika 5 – 61.**)

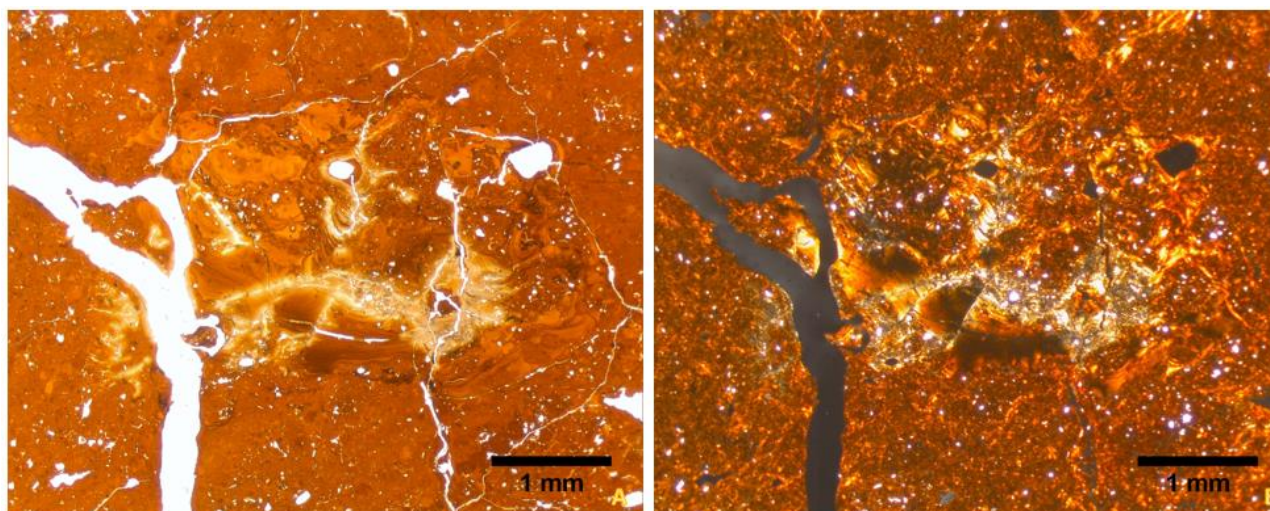
U preparatu 8 učestale su i deplecijske matriks pedotvorenine. To su dijelovi matriksa zahvaćeni procesom ožučivanja (**Slika 5 – 60., Slika 5 – 62. i Slika 5 – 65.**). Preparat 8 predstavlja izuzetno složen sustav gdje su impregnativne matriks pedotvorenine, unutar kojih se nalaze i intruzivne pedotvorenine – nodule, često zahvaćene procesom ožučivanja.



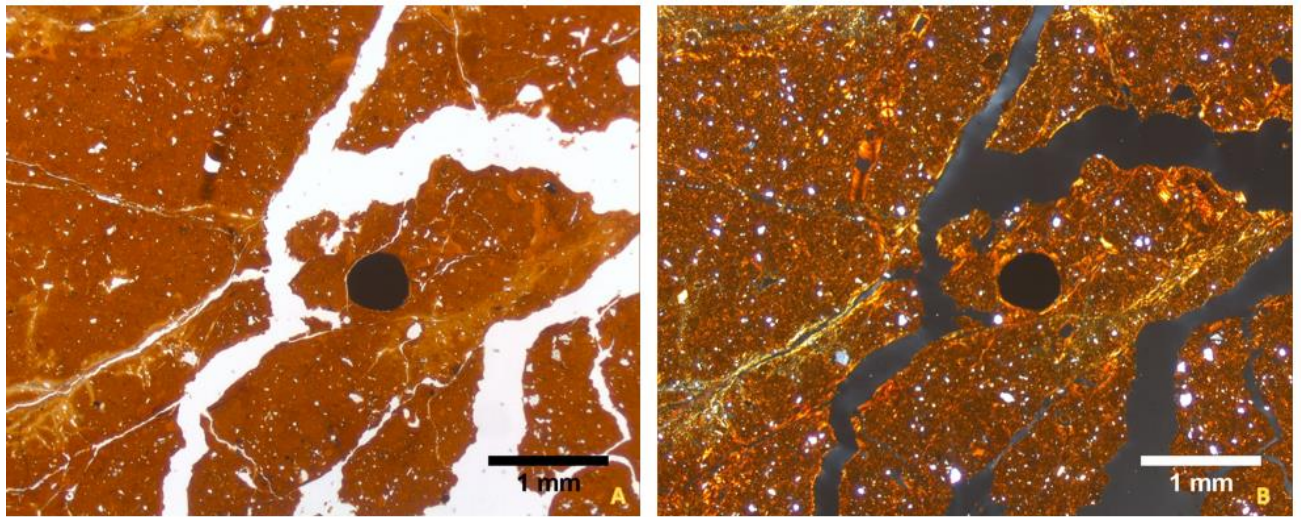
Slika 5 – 60. Pedalitet preparata 8; A(-) i B(+): angular pedovi, gornji dio slike zahvaćen je procesom ožučivanja



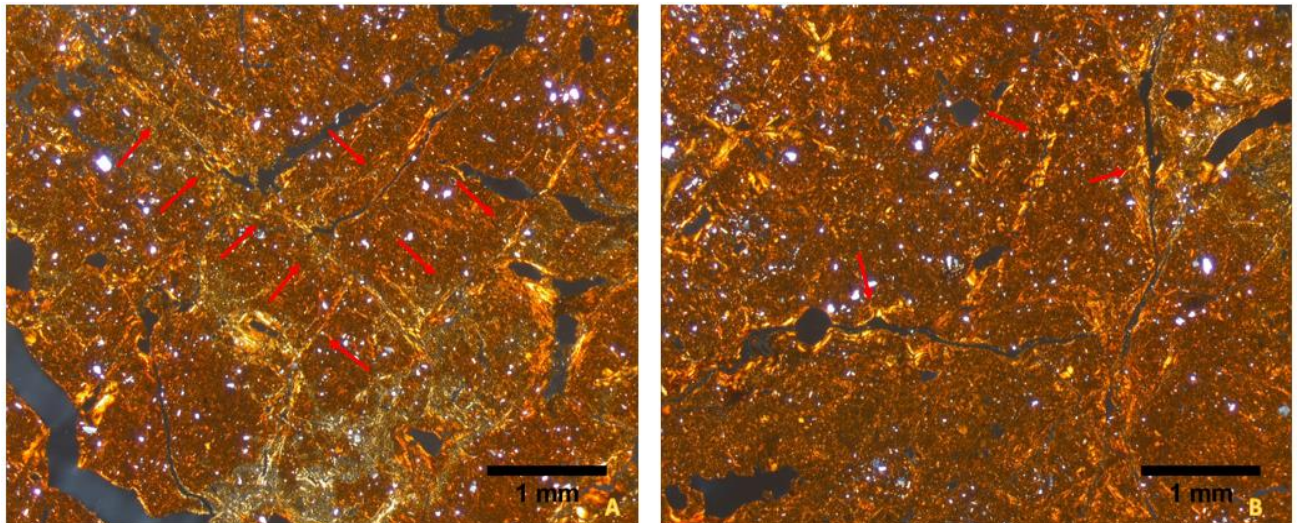
Slika 5 – 61. A(-) i B(+): matriks pedotvorenine – srpaste glinovite prevlake i pedorelikti – klastične glinovite prevlake



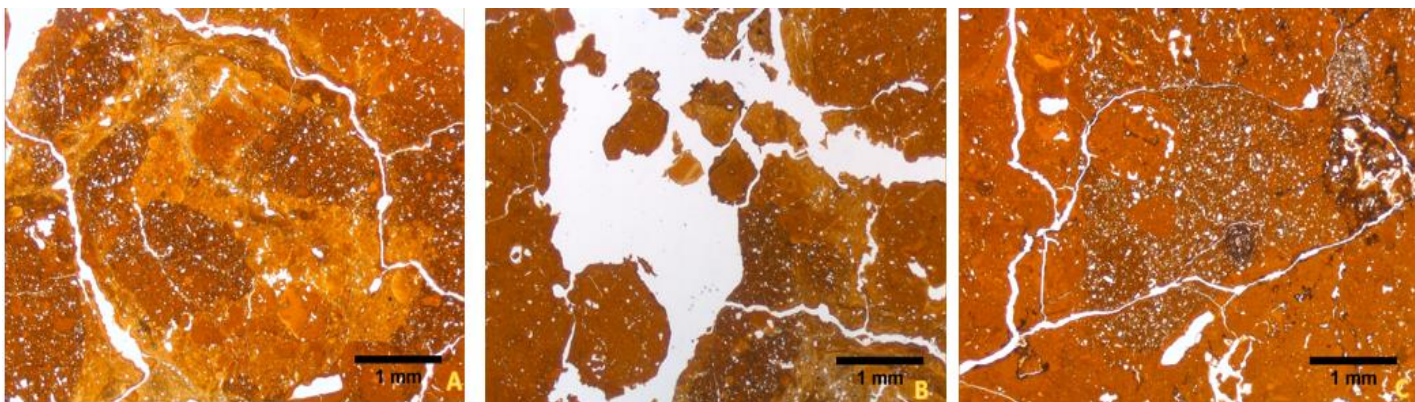
Slika 5 – 62. A(-) i B(-) Nakupina glinovitih tipičnih i srpaste glinovitih prevlaka u preparatu, pojedini dijelovi svijetlije su obojeni jer su zahvaćeni procesom ožučivanja



Slika 5 – 63. Pedalitet preparata 8; A(-) i B(+): subpoliedrični ped s intuzivnom pedotvorevinom – tipičnom anortičnom nodulom i tipičnim glinovitim prevlakama na njenom rubu



Slika 5 – 64. Građa mikromase; A(+): strelicama je naznačena unakrnostrijasta b-građa mikromase; B(+): strelicama je naznačena porostrijasta b-građa mikromase

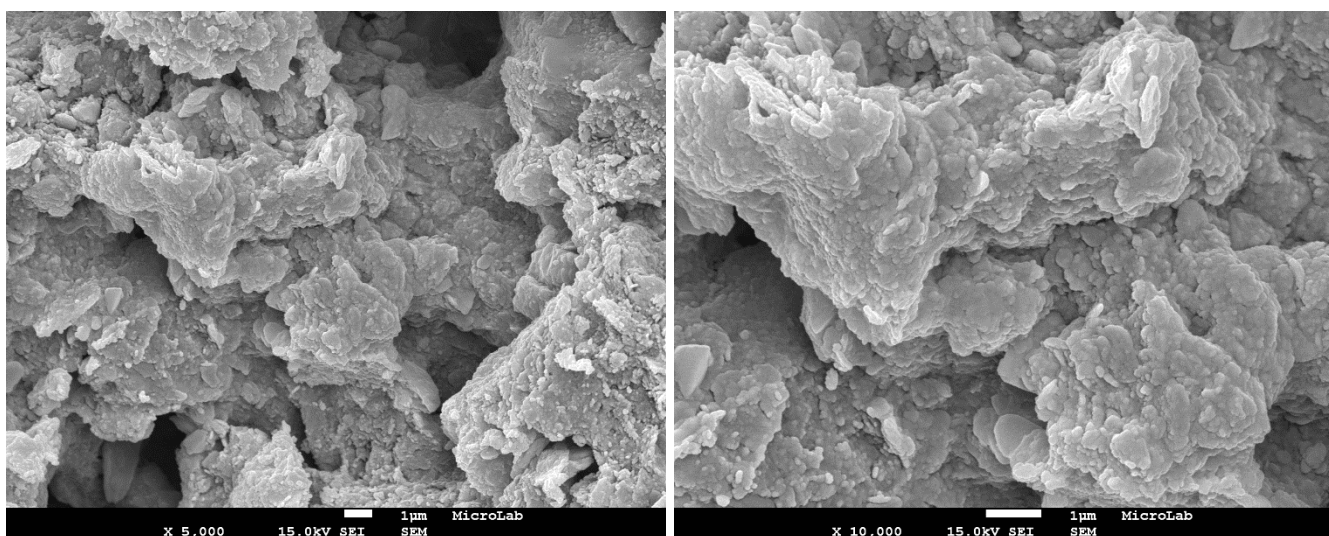


Slika 5 – 65. A(-): nepravilne pukotine i svijetlije obojeni dijelovi zahvaćeni procesom ožučivanja; B(-): poliedrični do subpoliedrični pedovi; C(-): nepravilne pukotine i dijelovi mikromase bogatiji krupnijom mineralnom frakcijom

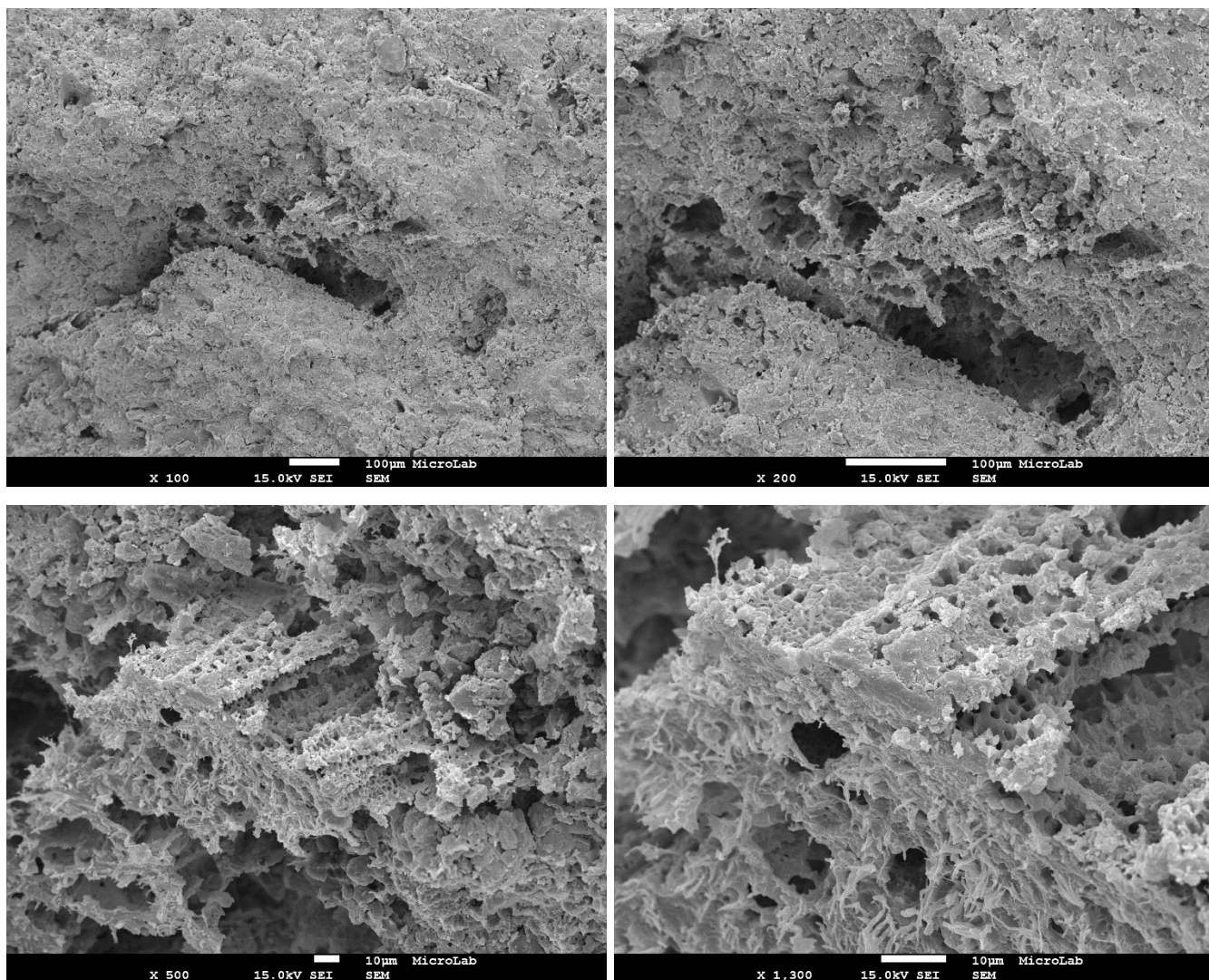
5.2.6. Rezultati elektronske mikroskopije, SEM

Rezultate elektronske mikroskopije čine SEM fotografije napravljene u centru CeFEMA (Center of Physics and Engineering of Advanced Materials) Instituta Superior Técnico u Lisabonu s uređajem Hitachi 8100 (200 kV, LaB).

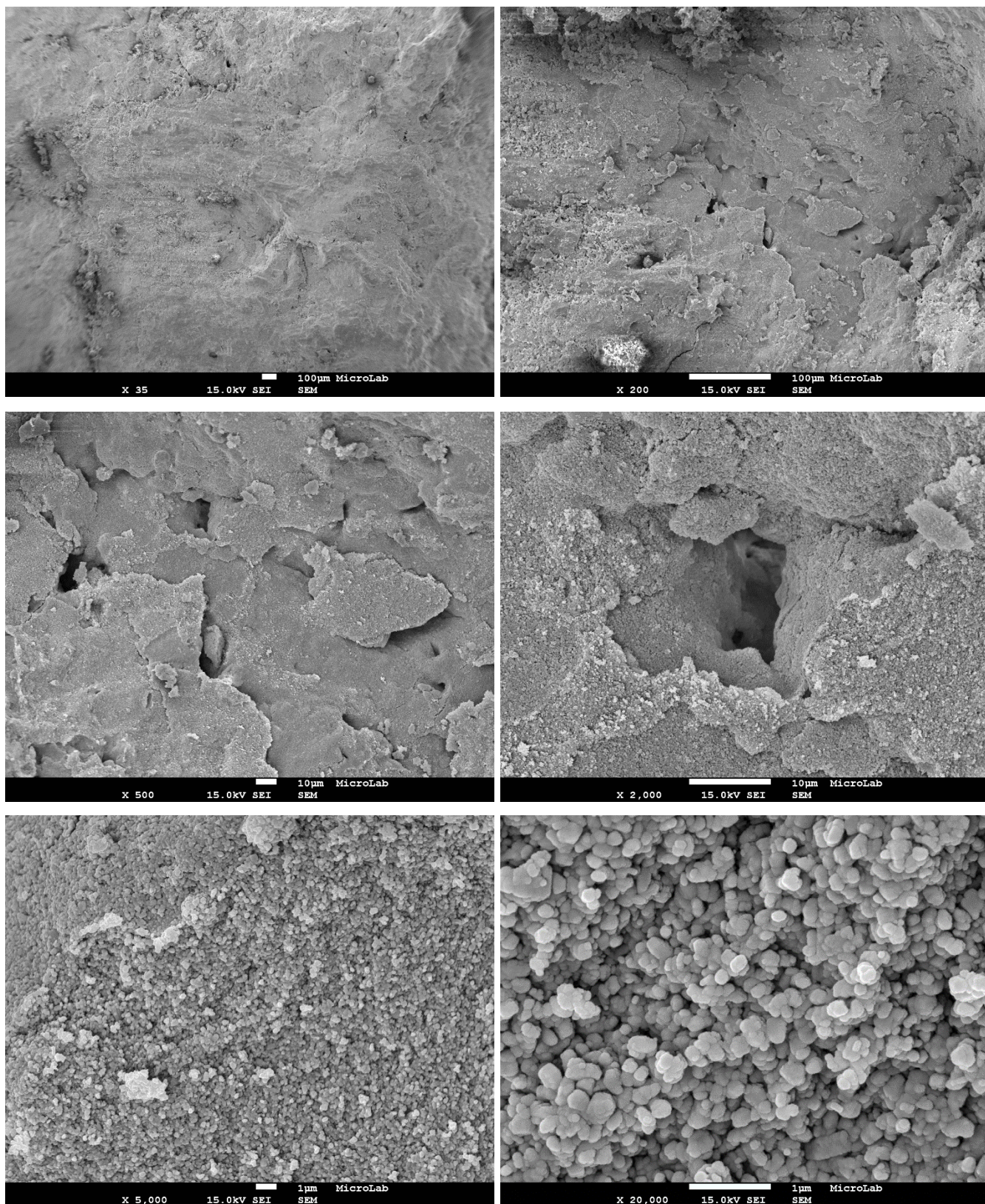
Na **Slici 5 – 66.** prikazani su mikroagregati crvenice izuzete iz starog vinograda na lokaciji Monte Coronichi. Razvidno je da su dominantno izgrađeni od slijepljenih čestica gline. Na **Slici 5 – 67.** prikazan je organski fragment (najvjerojatnije dio korijena) unutar nakupina glinovitih čestica s iste lokacije. Na **Slici 5 – 69.** prikazan je makroagregat koji je izgrađen iz sitnijih mikroagregata koji su jasno nanostrukturirani. Naime, kod povećanja od 20 000x razvidno je da su mikroagregati izgrađeni i od čestica nano dimenzija (<100 nm). Najsitnije mineralne faze najvjerojatno predstavljaju pedogenetski kaolinit, koji je i najzastupljenija mineralna faza u frakciji čestica gline u profilu Monte Choronichi (**Tablica 5 - 11**).



Slika 5 – 66. SEM fotografija uzorka 5; Nakupine listićavih glinovitih čestica u mikroagregatima pod povećanjima od 5 000 i 10 000 puta.



Slika 5 – 67. SEM fotografija uzorka 5;Organski fragment (najvjerojatnije dio korijena) unutar nakupina glinovitih čestica pod povećanjima od 100, 200, 500 i 1 300 puta.

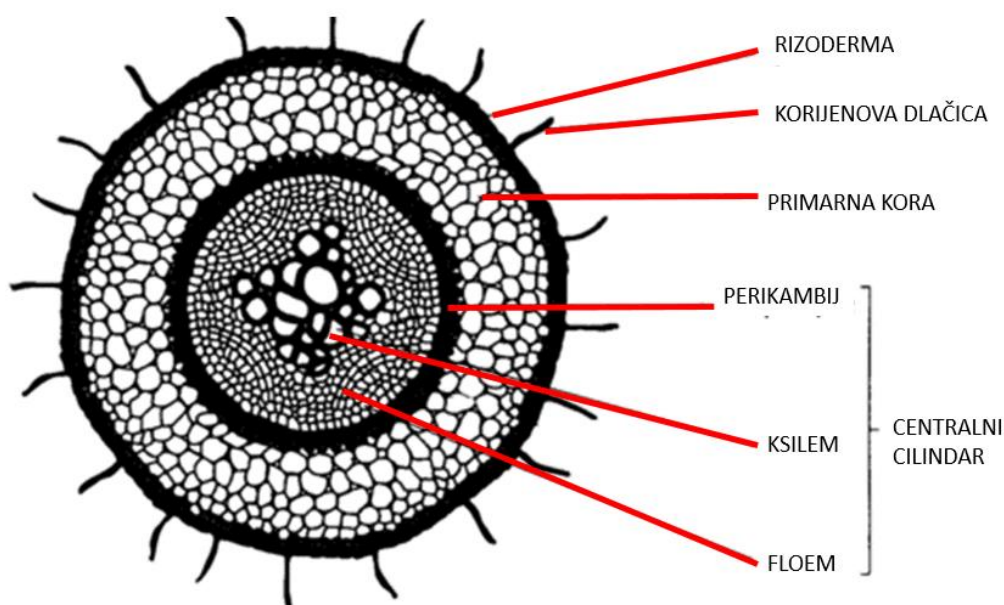


Slika 5 – 68. SEM fotografija uzorka 6; Nakupine listićavih glinovitih čestica u mikroagregatima pod povećanjima od 35, 200, 500, 2 000, 5 000 i 20 000 puta.

5.2.7. Rezultati Mikro CT analize

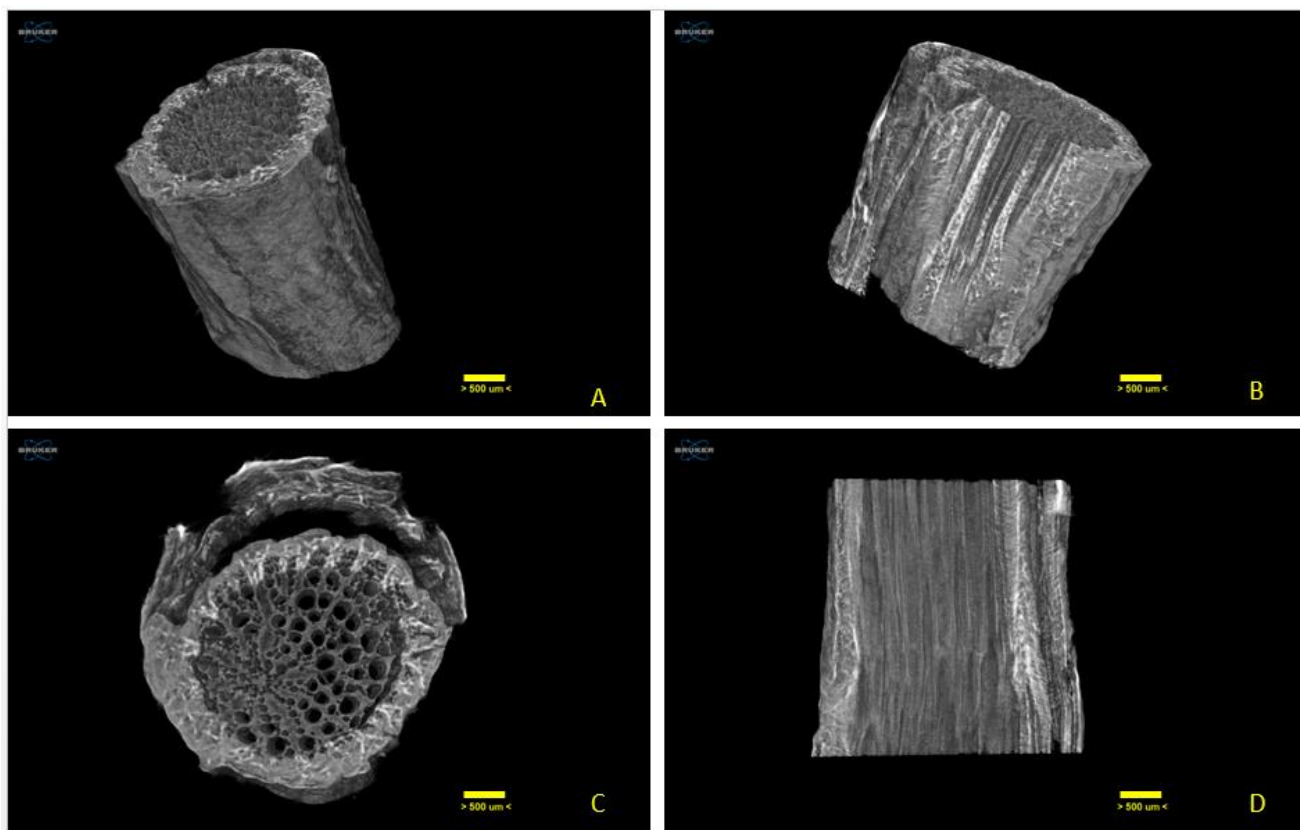
Rezultate Mikro CT analize čine fotografije napravljene na LAMPG (Laboratorio de Mineralogia, Petrologia e Geoquímica) Instituta Superior Técnico u Lisabonu. Uređajem Skyscan (model 1172) **Slika 4-3.** dobiveni su podaci koji su rekonstruirani programom NRecon. Uzorci su vizualizirani pomoću programa CTVox.

Na uzdužnim i poprečnim presjecima slika prikazan je dio korijena koji pripada zoni elongacije, gdje se stanice više ne dijele, već rastu u dužinu gurajući pritom korijen kroz tlo. Na slikama je uočljiva i građa korijena, daju se razlučiti tkiva korijena prema **Slici 5 – 69.**

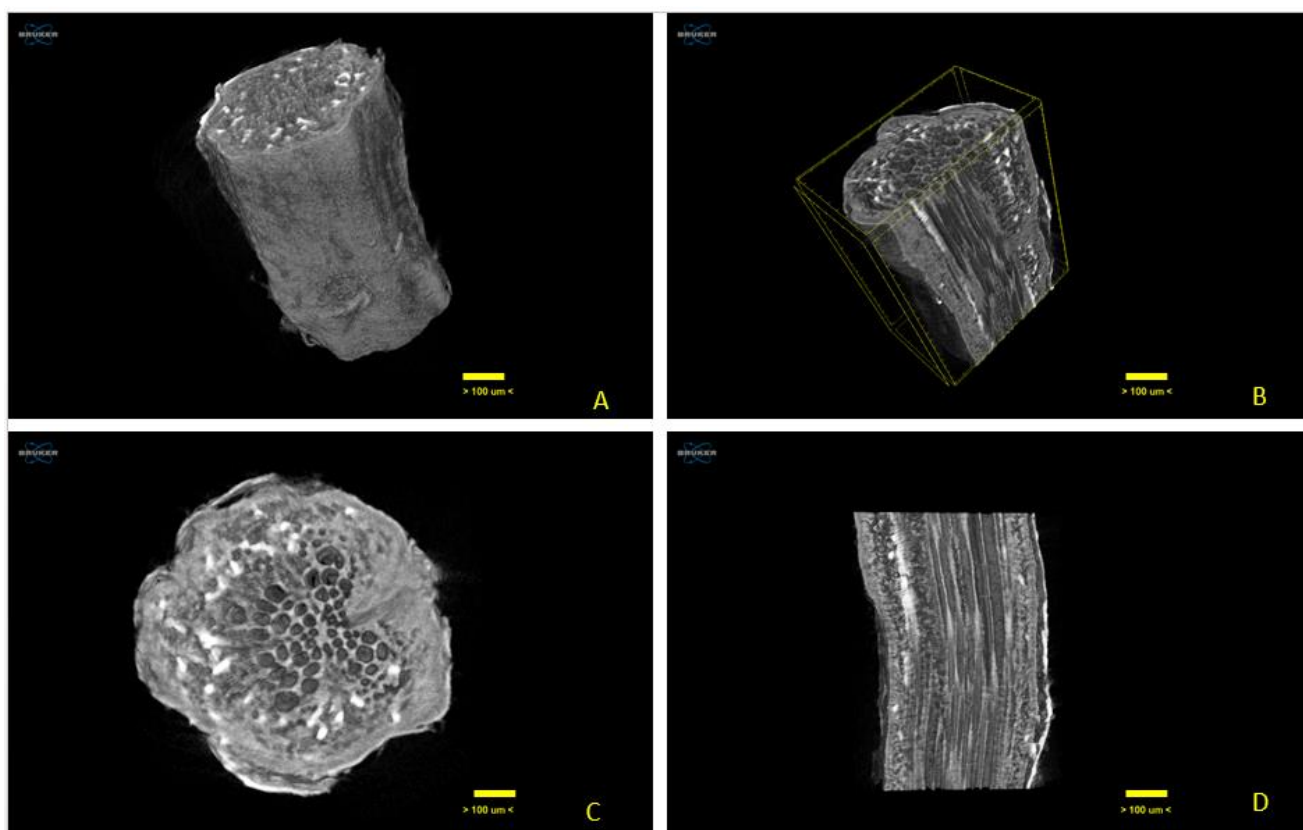


*Slika 5 – 69. Prikaz strukturne građe korijena u poprečnom presjeku
(modificiran prikaz preuzet s*

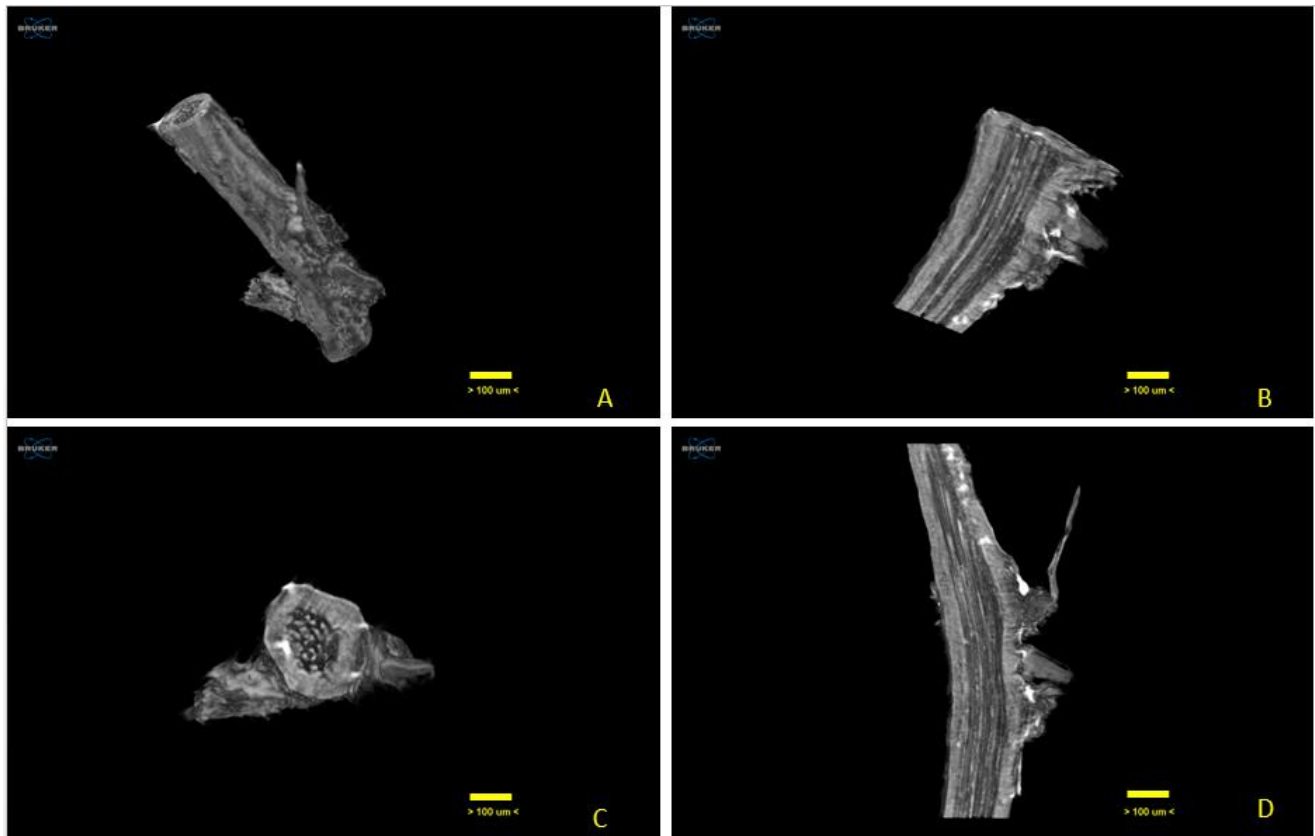
<https://m.everythingmaths.co.za/science/lifesciences/grade-10/05-support-and-transport-systems-in-plants/05-support-and-transport-systems-in-plants-02.cnxmlplus>; 3.7.2017.)



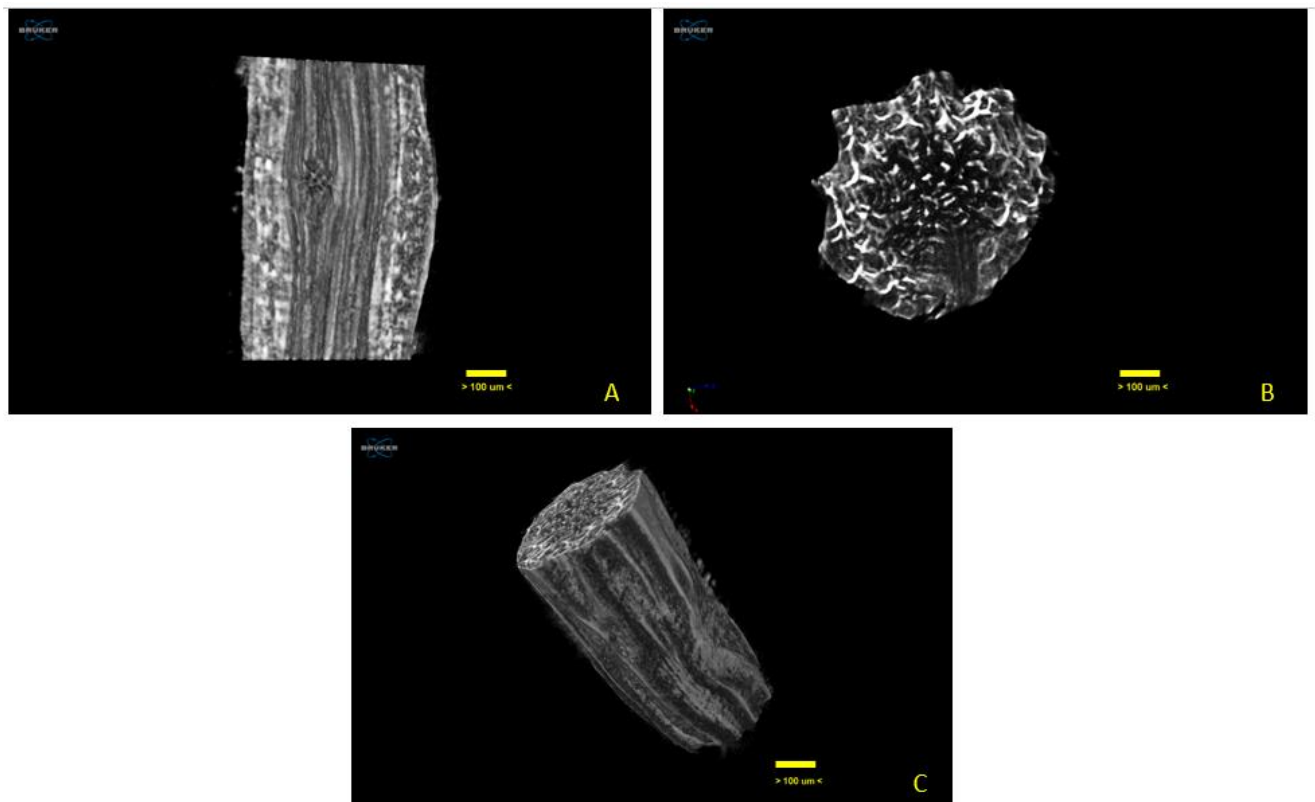
Slika 5 – 70.. Uzorak 1A; Mikro CT fotografija: C – poprečni presjek,D – uzdužni presjek



Slika 5 – 71. Uzorak 1B; Mikro CT fotografija: C – poprečni presjek,D – uzdužni presjek



Slika 5 – 72. Uzorak 3; Mikro CT fotografija: C – poprečni presjek, D – uzdužni presjek



Slika 5 – 73. Uzorak 4; Mikro CT fotografija: A – uzdužni presjek, B - poprečni presjek

6. DISKUSIJA

Terenskim istraživanjima u sklopu projekta "Usporedba terroira Istre, Beča i Wachaua" utvrđeno je da se profil Monte Coronichi predstavlja pedosedimentni crveni kompleks debljine nešto veće od 3 m. Terenska odredba pokazala je da je površinski horizont antropogeni (P), a da s dubinom svi analizirani horizonti predstavljaju B-horizonte. Obzirom da je na terenu procijenjeno (što je kasnija analiza i potvrdila) da s dubinom generalno raste udio glinovite frakcije, horizonti ispod P horizonta označeni su kao B(I), B(II), B(III), B(IV) i B(V) (**Prilog 4 - 9**). Ovim istraživanjem utvrđeno je da svi analizirani B horizonti zapravo predstavljaju fosilne iluvijalne horizonte i da ih se može označiti kao B_{bt} horizonte.

Tomašić (2013) je utvrdila da odnos DCB topivog željeza i ukupnog željeza od 0,95 u profilu Monte Coronichi ukazuje na vrlo visok stupanj trošenja, odnosno da je 95% željeza iz uzoraka u formi oksida i hidroksida, a samo 5% u nekim drugim fazama. Također je utvrdila da je frakcija čestica glina dominantna granulometrijska frakcija duž cijelog profila na lokaciji Monte Coronichi (u svim uzorcima premašuje 50%) te da svi uzorci osim površinskog spadaju u gline prema USDA klasifikaciji (**Slika 5 – 2. i Tablica 5 – 1.**). Osim gline u značajnijoj je mjeri prisutan još samo prah. Ovim istraživanjem utvrđeno je da se mogu razlikovati tri ciklusa s generalnim trendom povećanja udjela čestica gline s dubinom i to: 1) C1 do C7; 2) C8 do C9 i 3) C10 do C12 (**Slika 5 – 1.**). Ovi ciklusi jasno upućuju na postojanje pedosedimentnog kompleksa. Naime, na području Sjenokoše, Durn (1996) je istraživao sličan kompleks i utvrdio da je nastao kao produkt različitih taložnih, erozijskih i pedogenih procesa koji su opetovano slijedili jedan za drugim kroz dugo vremensko razdoblje.

Mineralni sastav određen rendgenskom difrakcijom na prahu predstavljen je kvarcom i mineralima glina, dok je u manjoj mjeri prisutan tinjčasti materijal, K-feldspati, plagioklasi i hematit (Tomašić, 2013). Dominantne mineralne faze u glinovitoj frakciji su slabo kristalizirani kaolinit, dominantan u uzorku C12, a slijede ga ilitični materijal, dobro kristalizirani kaolinit te miješanoslojni minerali. U uzorku C1 prisutni su i 14 Å minerali glina (**Tablica 5 – 5. i Tablica 5 – 6.**).

Analiza primjenom SEM - a pokazala je da su mikroagregati crvenice izuzete iz starog vinograda na lokaciji Monte Coronichi dominantno izgrađeni od slijepljenih čestica gline (**Slika 5 - 66**). Kod većeg povećanja razvidno je da su makroagregati izgrađeni iz sitnijih mikroagregata koji su nanostrukturirani (**Slika 5 – 67.**). Naime, kod povećanja od

20 000x razvidno je da su mikroagregati izgrađeni i od čestica nano dimenzija (<100 nm). Najsitnije mineralne faze najvjerojatno predstavljaju pedogenetski kaolinit, koji je i najzastupljenija mineralna faza u frakciji čestica gline u profilu Monte Coronichi (**Tablica 5 – 11.**).

Najzastupljeniji oksid u svim uzorcima je SiO₂, i njegova koncentracija opada s dubinom. Za razliku od njega, koncentracije Al₂O₃ i Fe₂O₃ rastu s povećanjem dubine. (**Slika 5 – 3.**). Oksidi P₂O₅, MnO, Na₂O, te TiO₂ pokazuju uočljiviji pad koncentracija s najplićeg uzorka C1 na uzorak C2. Usprkos više-manje ujednačenog rasta koncentracija CaO i MgO, u uzorku C7 primijećen je blagi pad koncentracije ovih oksida (**Slika 5 – 9.**). Cirkonij (Zr) je najzastupljeniji element u tragovima na profilu Monte Coronichi, iako njegova koncentracija pokazuje generalni trend pada s dubinom. Po zastupljenosti slijede barij (Ba) (generalni trend rasta), nikal (Ni) (kontinuirani trend rasta) i rubidij (Rb) (manje – više ujednačen rast koncentracije) (**Slika 5 – 5.**). Prema dijagramu na **Slici 5 – 6.** vidljiv je pad koncentracija pojedinih elemenata u tragovima i REE na prijelazu iz površinskog horizonta u I(B) horizont; Cu, Sr, Y, Pb, Co, Hf, Pr i Th.

Rezultatima pedološke analize (na uzorcima MC1 – MC6) utvrđeno je da je uzorak površinskog horizonta malo porozan, dok su svi ostali uzorci označeni kao porozni (**Tablica 4 - 1.**). Volumna gustoća čestica najveća je u uzorku MC1, dok je gustoća čvrstih čestica najveća u uzorcima MC4 i MC5. Vrijednosti retencijskog kapaciteta tla za vodu rastu s porastom dubine pa je tako retencijski kapacitet tla za vodu uzorka MC1 ocijenjen kao mali, uzorka MC2 – MC5 kao srednji, a uzorka MC6 kao veliki (**Tablica 4 - 2.**). Vrijednosti apsolutnog kapaciteta tla za zrak padaju s porastom dubine pa je tako on najveći u uzorcima MC1 i MC2, a najniži u uzorku MC6 (**Tablica 4 - 23.**).

Rezultati pedoloških - pedokemijskih analiza na plićim uzorcima MC1 – MC3 ukazuju na slabo humozno tlo dok su dublji uzorci MC4 – MC6 opisani kao vrlo slabo humozni (**Tablica 4 -6.**). Omjer koncentracija iona u tlu se mijenja i različit je za pojedina tla, ili horizonte u profilu istog tla, a može i varirati tijekom sezone (Škorić, 1991). pH reakcija tla u vodi u površinskom uzorku je vrlo jako kisela, a u preostalim uzorcima jako kisela (**Tablica 4 - 4.**). Navedeno ukazuje da su uzorci izuzetno trošni i da odudaraju od većine crvenica u Mediteranu koje imaju blago bazičnu i neutralnu reakciju (Durn, 2003).

Hidrolitski aciditet kontinuirano pada s dubinom, osim u uzorku MC6. Za uzorak MC2 potrebna je umjerena doza materijala za kalcifikaciju, dok su za uzorke MC3 – MC6 potrebne niske doze (**Tablica 4 -5.**). Dominantan kation cijelom dubinom profila Monte Coronichi je kalcij, te je njegova koncentracija u stalnom porastu. Vrijednosti kalcija slijedi

magnezij čije vrijednosti rastu do uzorka MC3 pa padaju do uzorka MC6. Vrijednosti kalija padaju, osim u uzorku MC4, dok vrijednosti natrija rastu, osim u uzorku MC4. Durn (2003) također navodi da su glavni kationi u baznom kompleksu kalcij i magnezij.

Vrijednosti CEC-a rastu proporcionalno s dubinom profila, taj je trend istovjetan s trendom porasta udjela frakcije čestica glina s dubinom profila. Topla i vlažna klima koja je vladala u vrijeme nastanka crvenice poticala je brzo otapanje i izluživanje trošnih minerala te je zato tlo bogato kaolinskim glinama i oksihidroksidima koji imaju naboje ovisne o pH. Zato i CEC crvenica ovisi o pH na kojem je određivan CEC, ionskoj jakosti, dielektričnoj konstanti i valenciji iona u upotrebnoj otopini (Tessens and Shamshuddin, 1982).

Mikromorfološkom analizom omogućena je usporedba rezultata mineraloških i kemijskih analiza, kao i uvid u pedološke procese. U svrhu mikromorfološke analize istraživanog pedosedimentnog kompleksa, izuzeto je 8 uzoraka tla u intervalu od 0 do 300 cm upotrebom Kubieninih kutija. Iz njih je napravljeno 8 mikromorfoloških preparata. Popis mikromorfoloških preparata s pripadajućim dubinama uzorkovanja prikazan je u **Tablici 5 – 12.**, a prema **Slici 5 - 12.**, moguća je korelacija istih s preostala dva seta uzoraka, C1-C12 i MC1-MC6.

Struktura preparata promatrana golim okom određena je kao poliedrična, subpoliedrična ili kombinacije poliedrične, a prisutna je i granularna mikrostruktura. Pedalitet je razvijen u preparatima 1 - 3, dok je od 4 - 8 je jako razvijen. Pedalitet čine poliedrični, subpoliedrični agregata ili njihove kombinacije, a to ovisi o količini, dimenzijama, trošenju i zapunjenosti kanala pukotina. Preparat broj 2 karakteriziraju i granularni agregati.

Mikrostruktura preparata 1 – 3 relativno je slična, čine je uglavnom nepovezani i povezani *vagovi*, podređeno se nalaze vezikule (uglavnom preparat 1), nepravilne pukotine (uglavnom preparat 2) i tek pokoja šupljina. Mikrostruktura je stoga određena kao spužvasto – *vaghy* s prisutnim pukotinama. Preparate 4 – 8 karakterizira relativno slična mikrostruktura. U ovim preparatima uglavnom prevladavaju nepravilni pukotinski sustavi s većim brojem šupljina (za preparat 6 je ustvrđeno da šupljine prevladavaju nad pukotinama) i manjim brojem povezanih i nepovezanih vughova (karakteristično samo za preparate 4 i 5). Mikrostruktura je stoga određena uglavnom kao šupljikasto – pukotinasta.

Od osnovnih mineralnih komponenata u većini preparata (1 - 6) prevladavaju mineralni klasti u odnosu na litoklaste koji su zastupljeniji u preparatima 7 i 8. Generalno se dimenzije mineralnih zrna smanjuju proporcionalno porastom dubine kao i udio silikata.

Kvarc i tinjci (najvjerojatnije muskovit) javljaju se unutar svih preparata s više – manje jednakim udjelom. Njihove dimenzije i zaobljenost variraju u uzorcima, s dubinom se dimenzije zrna smanjuju te postaju zaobljenija, što odgovara procesima trošenja i transporta materijala. Iznimno se u dubljim preparatima mogu naći veća zrna i/ili nakupine većih zrna koje su tamo dospjele najvjerojatnije pedoturbacijom.

Alkalijski feldspati zastupljeniji su u preparatima od plagioklasa, što potvrđuju i rezultati mineraloške analize (**Tablica 5 – 5**). Iako prema rezultatima rendgenske difrakcije na prahu (**Tablica 5 – 5**) alkalijski feldspat nije detektiran od uzorka C5 – C12 (preparat 5 – 8), a plagioklas u uzorcima C11 i C12 (preparat 8) zrna alkalijskih feldspata i plagioklasa nađena su unutar svih preparata, ali s značajnim smanjenjem udjela i dimenzija zrna po profilu. Mineralna zrna alkalijskih feldspata i plagioklasa često su trošna i alterirana iako su pravilne forme najčešće zadržane.

Litoklasti su zastupljeni u svim preparatima, posebice u preparatima 7 i 8, gdje njihov udio prevladava nad mineralnim klastima. Litoklaste čine fragmenti rožnjaka, boksita i kvarcita (poredani po zastupljenosti). Kvarciti uz disten upućuju na metamorfne stijene kao ishodišni materijal za nastanak istraživanog pedosedimentnog kompleksa.

Mikromasom u ovom preparatu smatraju se jedinice građe tla manje od 6 μm . Prema omjeru c/f distribucija, mikromasa je određena kao dvostruko - razmaknuta porfirna za preparate 1 – 3 te kao otvorena porfirna za preparate 4 – 8. Karakteristika svih uzoraka je manje – više neujednačen omjer c/f kroz preparate, zbog učestalog pojavljivanja impregniranih matriks pedotvorevina koje se pojavljuju kao posljedica antropogenog utjecaja (npr. obrađivanje površinskog horizonta tla) i pedoloških procesa (npr. bioturbacija). Točkasto - pjegasti tip građe mikromase prisutan je u svim preparatima. U preparatima 1 – 3 točkasto – pjegasti tip b-građe prevladava, a sve učestalijom pojavom glinovitih prevlaka (značajnom za preparate 4 – 8) javlja se porostrijasti tip građe mikromase kao dominantan u dijelovima preparata koji su ispresijecani pukotinama u kojima se nalaze značajne količine glinovitih prevlaka. Pukotine imaju velik značaj u preparatima jer su medij za nastanak srpastostrijaste b-građe u preparatima 6 – 8 te za nastanak unakrsnostrijastog te ponekad monostrijastog i paralelnostrijastog tipa b-građe ukoliko se radi o pukotinama u potpunosti ispunjenim glinovitim prevalama koje su neprepoznatljive promatranjem preparata bez analizatora. U takvim se starijim generacijama pukotina ponekad javljaju navedeni tipovi građe mikromase.

U preparatima 1 i 3 prevladavaju intruzivne pedotvorevine – nodule. Nodule su prisutne u svim preparatima duž profila. Većina nodula pripada tipičnim anortičnim,

tipičnim i koncentričnim disortičnim te tipičnim ortičnim nodulama. Dimenzije nodula variraju i unutar različitih tipova nodula i unutar preparata. Od intruzivnih pedotvorevina unutar preparata zastupljeni su i litorelikti – fragmenti rožnjaka te boksita i kvarcita u tragovima. Glinoviti klasti nalaze se kao intruzivne pedotvorevine unutar preparata 6, 7 i 8 (velike količine), 4 i 5 (manje količine) te 1, 2 i 3 (u tragovima). Glinoviti klasti nastali su trošenjem srpastih glinovitih prevlaka te dužim transportom na što upućuje zaobljenost takvih klasta.

Za preparat 2 i slijed preparat 4 – 8 značajnije su matriks pedotvorevine. Impregnativne matriks pedotvorevine prisutne su u svim preparatima, a u preparatima 2, 4 i 5 su najučestalije. To su dijelovi unutar osnovne mase tla koji su obogaćeni koloidalnim Fe oksihidroksidima koji su zaslužni za razliku u nijansi boje impregnativnih matriks pedotvorevina od ostatka osnovne mase tla. Bitna karakteristika je i razlika u udjelu krupnije mineralne frakcije o ostatka osnovne mase tla. Ova vrsta pedotvorevina nastala je antropogenim utjecajem u vršnim dijelovima profila te bioturbacijom u dubljim dijelovima profila.

Teksturne pedotvorevine čine nakupine glinovitih prevlaka uzrokovane bioturbacijom ili rasjedanjem tla te zapunjavanjem slobodnog pornog prostora mineralima glina, one su značajne za preparate 6, 7 i 8.

Deplecijske pedotvorevine prvi se puta pojavljuju u preparatu 5 te se kontinuirano javljaju do preparata 8 za koji su takve pedotvorevine najvažnije. Deplecijske pedotvorevine nastale su procesom ožučivanja koji prodrazumijeva fluktuaciju vodnog lica. Takovi svijetliji, narančasto – žuti dijelovi unutar preparata nepravilnog su oblika, mogu biti uklopljeni unutar impregnativnih matriks pedotvorevina, u većini slučajeva struktura je iznimno neujednačena te je teško tvrditi jesu li dijelovi zahvaćeni fluktuacijom nastali *in situ*.

Fragmente organskih ostataka većinom su dijelovi korijena s očuvanom staničnom strukturom koji se nalaze u preparatima 1 – 4.

Na slikama 5 - 66 do 5 - 73. prikazane su fotografije snimljene SEM – om. Na slikama su vidljivi nanostrukturirani mikroagregati minerala glina.

Najsitnije mineralne faze najvjerojatno predstavljaju pedogenetski kaolinit, koji je i najzastupljenija mineralna faza u frakciji čestica gline u profilu Monte Choronichi

Na Mikro CT fotografijama korijenja uočeni su iznimno svijetli dijelovi velike gustoće unutar primarne kore, postoji mogućnost da je riječ o dijelovima parenhima obogaćenim na Al i/ili Fe koji se nalazi u staničnom međuprostoru.

7. ZAKLJUČAK

U sklopu ovoga rada objedinjene su mineraloške, geokemijske, mikromorfološke i agroekološke karakteristike pedosedimentnog kompleksa na lokaciji Monte Coronichi u Istri na kojemu se uzgaja autohtona sorta vina, Malvazija Istraska. Tip formiranog tla je crvenica, a profil pedosedimentnog crveničnog kompleksa Monte Coronichi razvijen je na karbonatnoj podlozi te se sastoji od površinskog horizonta (P) te B(I), B(II), B(III), B(IV) i B(V) za koje je ustanovljeno da predstavljaju fosilne iluvijalne horizonte te da se mogu označiti kao B_{bt} horizonte.

Prema Tomašić (2013) uzorci crvenice spadaju u gline (USDA klasifikacija), a jasno se uočavaju tri ciklusa s generalnim trendom povećanja udjela čestica glina koji upućuju na niz taložnih i erozijskih procesa kojima je nastao pedosedimentni kompleks Monte Coronichi. Mineralni sastav crvenice predstavljen je mineralima glina i kvarcom, te tinjcima, K - feldspatima, plagioklasima i hematitom. U glinovitoj fazi, tlo sadrži dominantno slabo kristalizirani kolinit, illitični materijal, dobro kristalizirani kaolinit te miješanoslojne minerale (Tomašić, 2013).

Mikromorfološkom analizom utvrđeno je da svi preparati imaju razvijen pedalitet, prevladavaju subpoliedrični do poliedrični agregati. Mikrostruktura preparata 1 - 3 određena je kao spužvasto - *vagi*, a preparata 4 - 8 kao šupljikasto - pukotinasta. Od osnovnih mineralnih komponenata preparati sadrže kvarc, tinjce, alkalijske feldspate, plagioklase te rijetke mineralne faze, cirkon i kijanit (disten). Glavni litoklasti su fragmenti kvarcita, rožnjaka i boksita. U preparatima 1 - 3 c/f distribucija mikromase je dvostruka - razmaknuta, dok je u preparatima 4 - 8 otvorena porfirna. Glavni tipovi b-građe u preparatima su točkasto - pjegasti, porostrijasti i granostrijasti, a uočen je srpastostrijasti, unakrsnostrijasti, monostrijasti te paralelnostrijasti tip b-građe mikromase. Preparatima dominiraju intruzivne pedotvorevine (nodule, litorelikti i glinoviti klasti) te impregnativne matriks pedotvorevine, a uočene su i teksturne te deplecijske pedotvorevine u pojedinim preparatima. Mikromorfološkom analizom pronađeni su i brojni organski fragmenti biljnog materijala kao i prisustvo matriks impregnativnih pedotvorevina koji upućuju na intenzivnu bioturbaciju. Rezultati mikromorfološke i kemijske analize pokazali su kako se udio ovog oksida smanjuje s dubinom, dok se udio minerala glina povećava što se u preparatima očituje kao prisustvo sve većeg broja glinovitih prevlaka unutar mikromase te klastičnih glinovitih prevlaka kao dominantnih intruzivnih pedotvorevina dubljih preparata.

Od elemenata u tragovima najzastupljeniji je cirkonij, iako s dubinom njegova koncentracija pada. Mikromorfološkom analizom preparata trošeni cirkon je determiniran kao dominantan element u tragovima uz trošeni kyanit (disten) čime su potvrđeni rezultati kemijske analize. Iz navedenih navoda da se zaključiti da su kisela magmatska i metamorfna stijena facijsa plavog škrljavca bile jedne od ishodišnih stijena za nastanak pedosedimentnog kompleksa Monte Coronichi.

Rezultati dobiveni analizom primjenom SEM – a potvrdili su veliki udio glinovite mineralne frakcije. Mineralni agregati koji formiraju tlo sastoje se od slijepljenih čestica glina, glinovitih mikroagregata, a pri većim povećanjima uočeni su nanostrukturirani mikroagregati.

U sklopu ovog rada prikazane su i fotografije na izuzetim uzorcima korijenja na lokaciji Monte Coronichi snimljene mikroCT – om.

8. LITERATURA

- AGENCIJA ZA ZAŠTITU OKOLIŠA, 2006. Priručnik za trajno motrenje tala Hrvatske, prvo izdanje
- ALTAY, I., 1997. Res Mediterranean soils in some karstic regions of Taurus mountains, Turkey. *Catena* 28, 247-260 p.
- AYDINALY, C., & FITZPATRICK, E. A., 2009. Pedogenesis and characteristics of the Terra Rossas developed on different physiographic position and their classification. *Agrociencia* 43: 98.
- AYDINALP, C., 1996. Characterization of the Main Soil Types in the Bursa Province, Turkey. PhD Thesis, The University of Aberdeen, Aberdeen, UK. 144-145 p.
- BALAGH, T. M., AND RUNGE, E. C. A., 1970. Clay rich horizons over limestone, iluvial or residual. *Soil. Sci. Am. Proc.* 34, 534-535 p.
- BENAC, Č., 1994. Inženjerskogeološke osobitosti obalnog pojasa i podmarja riječkog zaljeva. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 152 p.
- BERKOWITZ, M., 1996. "World's Earliest Wine", vol. 49 Number 5
- BOERO, V., & SCHWERTMANN, U., 1989. Iron oxide mineralogy of Terra Rossa and it's genetic implications. *Geoderma*. 44, 319-327 p.
- BREWER, R., 1964. Fabric and mineral analysis of soils. John Wiley & Sons, New York.
- BROGNER, A., ENSLING, J., GUTLICH, P., SPIERING, H., 1983. Rubification of terrae rossae in slovakia: a Mosbauer effect study. *Clays and Clay Minerals* 31, 269-276.
- BRONGER, A., BRUHN-LOBIN, N., 1997. Paleopedology of Terrae rossae-Rhodoxeralfs from Quaternary calcarenites in NW Marocco. *Catena* 28, 279-295 p.
- BUEDEL, J., 1977. Climatic Geomorphology. Princetown University press, Princetown, 320 p.
- BULLOCK, P., FEDOROFF, N., JORGENIUS, A., STOOPS, G., TURSINA, T., BABEL. U. 1985. Handbook for soil thin section description. Waine Research Publications, Wolverhampton, UK.
- CREMASCHI, M., 1987. Paleosols and vetusols in central Po plain, a study in Quaternary Geology and Soli Development. Edizioni Unicopli, Milano, 306 p.
- ĆIRIĆ, M., ALEKSANDROVIĆ, D., 1959. A view on the genesis of terra rossa. *Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta* 7, 1 – 12.

- DANIN, A., GERSON, R., CARTY, J., 1983. Weathering patterns on hardlimestone and dolomite by endolithic lichens and cyanobacteria: Supporting evidence for eolian contribution to Terra Rossa. *Soil Sci.* 136, 213-217 p.
- DELGADO, R., MARTÍN-GARCIA, J.M., OYONARTE, C., DELGADO, G. 2003., Genesis of the terra rossae of the Sierra Gádor (Andalusia, Spain). *European Journal of Soil Science* 54, 1-16 p.
- DOKUČAJEV, V.V., 1883. *Ruski čmnozem*, Sankt Petersburg
- DUCHAUFOR, P., 1982. *Pedology: pedogenesis and Classification*. Allen and Unwin, London, 448 p.
- DULIU, O.G., 1999. Computer axial tomography in geosciences: an overview. *Earth Sci Rev* 48:265–281
- DURN, G., 2003. Terra Rossa in the Mediterranean Region: Parent Materials, Composition and Origin. *Geologia Croatica* 65/1, 83-100 p.
- DURN, G., OTTNER, F., SLOVENEK, D., 1999. Mineralogical and geochemical indicators of the polygenetic nature of terra rossa in Istria, Croatia. *Geoderma* 91, 125-150 p.
- DURN, G., & ALJINOVIĆ, D., 1995. Heavy minerals assemblage in Terra rossa from the peninsula of Istria, Croatia. 1st Croatian Geological Congress, Abstracts, Opatija, Croatia. 31 p.
- DURN, G., SLOVENEK, D., SINKOVEC, B., 1992. Eolian influence in Terra Rossa in Istria. 7th International Congress of ICSOBA, Abstract Balatonalmadi, Hungary. 89 p.
- DURN, G., ALJINOVIĆ, D., CRNJAKOVIĆ, M., LUGOVIĆ, B., 2007. Heavy and light mineral fractions indicate polygenesis of extensive terra rossa soils in Istria, Croatia. In: Mange, M. & Wright, D. (eds.): *Heavy Minerals in Use, Developments in Sedimentology*, 58, 701–737, Amsterdam (Elsevier)
- FITZPATRICK, E. A., 1989. The use of the term Birefringence in soil micromorphology. *Soil Sci.* 147:357-360.
- FOX, C.A., GUERTIN, R. K., DICKSON, E., SWEENEY, S., PROTZ, R., MERMUT, A. R., 1993. Micromorphological methodology for inorganic soils. p. 683-709. In M.R. CARVER (ed.) *Soil sampling and methods of analysis*. Lewis Publ., Boca Raton, FL.

- FOX, C.A., PARENT, L.E., 1993. Micromorphological methodology for inorganic soils. p. 473-485. U: M.R. CARVER (ed.) Soil sampling and methods of analysis. Lewis Publ., Boca Raton, FL.
- FREZZOTTI, M., NARCISI, B., 1996. Late Quaternary tephra-derived paleosols in central Italy's carbonate Apennine range: stratigraphical and paleoclimatological implications. *Quaternary International* 34-36, 147-153 p.
- FRITZ, F., 1979. Hidrološka rajonizacija priobalnog krša Hrvatske u svjetlu novih saznanja. *Geol.vjesnik*, 31, 327-336.
- GOGALA, M., 1975. Sledi iz davnine na jugu Istre. *Proteus*, 37, 229-232 p, Ljubljana.
- GRAČANIN, M., 1946, 1947 & 1951: Pedologija (Tloznanstvo) I, II i III dio.- Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb.
- HOTZ, R. L., 2011. „Perhaps a Red, 4,100 B.C.“ *Wall Street Journal*
<https://www.wsj.com/articles/SB10001424052748704458204576074141252276326> (17.4.2017)
- HOUNSFIELD, G.N., 1973. Computed transverse axial scanning (tomography). Part I. Description of system. *Brit J Radiol* 46:1016–1022c
- HUSNJAK, S., 2014. Sistematika Tala Hrvatske, udžbenik (u tisku) Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 285 str.
- JACKSON, M. L., CLAYTON, R. N., VIOLANTE, A., VIOLANTE, P., 1982. Eolian influence on terra rossa soils of Italy traced by oxygen isotopic ratio. In: van Olphen, H., Veniale, F. (Eds.), 7th International Clay Conference, Pavia, Italy, 293-301p.
- JONGERIUS, A., 1957: Morfologiske onderzoekingen over de bodemstructuur. (Holl.; Morphologische Untersuchungen der Bodenstruktur.) Mededelingen van de stichting voor bodemkartering. Wageningen 1957, Bodemkundige studies 2.
- KIŠPATIĆ, M., 1912. Bauxites des Kroatischen Karstes und ihre Entstehung: *Neues Jahrbuch. Mineralogie, Geologie, Paläontologie*. 34, 513 – 552.
- KREBS, N., 1907. Die Halbinsel Istrien: Landeskundliche Studie, Kessinger Publishing, 2010, 186 str.
- KURBIĚNA, W.L., 1953. The soils of Europe. Thomas Murby & Co., London, 317 p.
- KURBIĚNA, W.L., 1970. Micromorphological features in soil geography. Rutgers University Press, New Brunswick, 240 p.
- MAGAŠ, N., 1973. Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač za list Cres. Institut za geološka istraživanja Zagreb, (1965), Savezni geološki zavod, Beograd, 42p.

- MANCINI, F., 1962. La variiazioni climatiche in Italia dalla fine del Riss all' Oceneone.-
Bull. Soc. Geol. It, V 81/1, 3-36 p, cit. U (CREMASCHI 1987).
- MARIĆ, L., 1964. Terra rossa in the karst of Jugoslavia (in Croatian). Acta Geologica
JAZU 4, 19 – 72.
- MARINČIĆ, S. & MATIČEC, D., 1991. Tektonika i kinematika deformacija na primjeru
Istre. Geol. vjesnik, 44, 247–268 p, Zagreb.
- MCLEOD, D. A., 1980. The origin of the red Mediterranean soils in Epirus, Greece. J.
Soil. Sci. 31: 125-136 p.
- MUHS, D.R., BUDHAN, J.R., PROSPERO, J.K., SKIPP, G. & HERWITZ, S.R., 2012.
Soil genesis on the island of Bermuda in Quaternary: The Importance of African
Dust Transport and Deposition. J. Geophys. Res., 117, F03 025, doi :
10.1029/2012 JF 002366.
- MUNSELL COLOUR COMPANY, 1994. Munsell Soil Colour Charts (revised edition).-
Macbeth Division of Kollmorgen, Baltimore, MD, USA, 29 p.
- MURPHY, C.P., 1986. Thin section preparation of soils and sediments. A B Academic
Publ, Berkhamsted, England.
- MOONEY, S.J., PRIDMORE, T.P., HELLIWELL, J., 2012. Developing X-ray Computed
Tomography on non-invasively image 3-D root systems architecture in soil. Plant
Soil, 352: 1 – 22 str.
- MORESI, M., MONGELLI, G., 1998. The relationbetween the terra rossa and the
carbonate – free residue of the underlying limestones and dolostones in Apulia,
Italy. Clay Minerals 23, 439 – 446.
- MRŠIĆ, G., ŽUGAJ, S., 2007. Analiza GSR čestica upotrebom elektronskog mikroskopa
(SEM/EDX), Polic. sigur. (Zagreb), godina 16. (2007), broj 3-4, 179-200 str.
- LIPPI-BONCAMPPI, C., MACKENZIE, R.C., MITCHEEL, W.A., 1995. The minaralogy
of some soils from Central Italy. Clay Mineral Bulletin 2, 281-288 p.
- OLSON, C.G., RUHE, R.V., MAUSBACH, M.J., 1980. The Terra Rossa limestone contact
phenomena in karst, southern Indiana. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 1075-1079.
- PATEKAR, M., 2015. Mineraloške, geokemijske i pedofizikalne značajke poligenetskog
tla razvijenog na kasno glacijalnom lesu (OIS 2) otoka Suska. Diplomski rad,
Sveučilište u Zagrebu, 86 p.
- PERŠURIĆ, Đ et al., 2009. Pregled istraživanja šest sorata vinove loze u Istri, Agronomski
glasnik 4/2009, 316 p.

- PLASTER, R.W., SHERWOOD, W.C., 1971. bedrock weathering and residua soil formation in Central Virginia. Geological Society of America Bulletin 82, 2813 – 2826.
- PLENIČAR, M., POLŠAK, A. & ŠIKIĆ, D., 1973. Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač za list Trst. Institut za geološka istraživanja Zagreb, (1965), Savezni geološki zavod, Beograd, 68 p.
- POLŠAK, A., 1965. Geologija južne Istre s osobitim obzirom na biostratigrafiju krednih naslaga. Geološki vjesnik, 18/2, 415-510, Zagreb.
- POLŠAK, A., 1970. Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač za list Pula. Institut za geološka istraživanja Zagreb, (1963). Savezni geološki zavod, Beograd, 44p.
- POLŠAK, A. & ŠIKIĆ, D., 1973. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Rovinj. Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1963). Savezni geološki zavod, Beograd, 51 p.
- PRELOGOVIĆ, E., BLAŠKOVIĆ, I., CVIJANOVIĆ, D., SKOKO, D., & ALJINOVIĆ, B., 1981. Seizmotektonske značajke vinodolskog područja. Geološki vjesnik, 33, 75-93.
- PUCKETTE, M., 2015. Looking for Good Wine? Start With The Appellation, Wine Folly <http://winefolly.com/review/looking-for-good-wine-start-with-the-appellation/> (5.5.2017.)
- RACZ, Z., et al. , 1992. Soil degradation and potential pollutants on Croatian coast in surrounding mountains. Valencia.
- RIDANOVIĆ, J., ROGIĆ, V., ROGLIĆ, J., ŠEGOTA, T., 1975. Geografija SR Hrvatske Sjeverno Hrvatsko primorje. Institut za geografiju Sveučilišta u Zagrebu i Školska knjiga, Zagreb.
- ROGLIĆ, J., 1981. Geografski aspekt za prirodnu podlogu Istre U: EKL, V (Ed.): Liburnijske Teme, Knjiga 4, Opatija, 25-33 p.
- SEGUIN, M.G., 1972. Répartition dans l'espace du système racinaire de la vigne. C.R. Acad. Sci. 274:2178- 2180
- SELEKOVIĆ, Z., KATUŠIN, Z., 1992. Klima Hrvatske, U: Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, Zagreb.
- SPECIFIKACIJA PROIZVODA sukladno Uredbi 1308/2013, članak 94. za zaštitu oznake izvornosti sukladno članku 93 <http://www.mps.hr/UserDocsImages/VINO/ZOI/Hrvatska%20Istra.pdf>

- STOOPS, G., 1998. Key to the ISSS "Handbook for Soil Thin Section Description".
Natuurwet. Tijdschr. 78, 193-203 p.
- STOOPS, G., JONGERIUS, A., 1975. Proposal for a micromorphological classification of soil materials. I.A. classification of the related distributions of fine and coarse particles. Geoderma 13, 189-199 p.
- STOOPS, G., 2003. Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA, 184 p.
- SUC, J.P., 1984. Origin and evolution of the mediterranean vegetation and climate in Europe. Nature, 307, 429-432 p.
- ŠEGOTA, T., FILIPČIĆ, A., 2003. Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje, Geoadria, Volumen 8/1, 17-37 p, Zadar.
- ŠIKIĆ, D. & PLENIČAR, M., 1975. Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač za list Ilirska Bistrica. Institut za geološka istraživanja Zagreb, 1967. Savezni geološki zavod, Beograd, 51p.
- ŠIKIĆ, D. & POLŠAK, A., 1973. Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač za list Labin. Institut za geološka istraživanja Zagreb, 1965. Savezni geološki zavod, Beograd, 55 p.
- ŠKORIĆ, A., 1979. Two layer soil profile on the area of terra rossa in Istria(in Croatian) Zemljište i Biljka 28, 111 – 131-
- ŠKORIĆ, A., 1985. Priručnik za pedološka istraživanja. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zavod za Pedologiju.
- ŠKORIĆ, A., 1987. Pedosfera Istre. Projektni Savjet Pedološke Karte Hrvatske, Posebna izdanja, knjiga 2, Zagreb, 192 p.
- ŠKORIĆ, A., FILIPOVSKI, G., ČIRIĆ, M., 1985. Klasifikacija tala Jugoslavije, Sarajevo. Cit. u (ŠKORIĆ 1986).
- ŠKORIĆ, A., 1990. Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih djelatnosti sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 172.
- ŠKORIĆ, A., 1991. Sastav i svojstva tla.- Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 136 p.
- ŠKREB.S., LETNIK, J., 1942. Klimatski značaj i klimatska razdioba Hrvatske, U: S. Škreb et al. Klima Hrvatske.
- ŠKVORC. Ž., ČOSIĆ, T. SEVER, K., 2014. Ishrana bilja – interna skripta. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 89 p.

- ŠORŠA, A., 2014. Urbana geokemija potencijalno toksičnih elemenata u tlima grada Siska i njegove okolice / doktorska disertacija. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 308p.
- ŠUŠNJARA, A., ŠČAVNIČAR, B., GABRIĆ, A., 1994. The occurrence of vitric tuff in the Quaternary deposit of Gljev in Dalmatia (Southern Croatia). *Geologica Croatica* 47/2, 193-198 p.
- TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., MATIČEC, D., VELIĆ, I., 1995. Platformni facijesi od gornjeg titona do gornjeg alba u zapadnoj Istri i prijelaz u tempestitne, kliniformne i rudistne biolititne facijese donjeg cenomana u južnoj Istri (ekskurzija B) – U: VLAHOVIĆ, I. & VELIĆ, I. (ed): Vodič ekskurzija, 1. Hrvatski geološki kongres, 31-66 p, Zagreb.
- TOMIĆ, A., 1981. Problem opskrbe vodom prostora Istre. U: EKL, V. (Ed.): Liburnijske teme, Knjiga 4, Opatija, 78-89.
- TOMAŠIĆ, E., 2003. Tlo kao jedna od značajki istarskog „terroira“, 71 str, Zagreb
- TUĆAN, F., 1912. Terra Rossa, deren Natur und Entstehung. *Neues Jahrbuch Mineralogie, Geologie, Paleontologie* 34, 401 – 430.
- VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, I. (ed): Vodič ekskurzija, 1. Hrvatski geološki kongres, 67-110 p, Zagreb.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., 1987. Biostratografske i sedimentološke značajke donje krede otoka Veli Brijun i usporedba s odgovarajućim naslagama jugozapadne Istre. *Geološki vjesnik*, 40, 149-168 p, Zagreb.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., 1988. Litostratografske jedinice u dogeru i malmu zapadne Istre. *Geološki vjesnik*, 41, 25-49 p, Zagreb.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., MATIČEC, D., VLAHOVIĆ, I., 1995a. Opći prikaz geološke građe Istre. U: VLAHOVIĆ, I. & VELIĆ, I. (ed): Vodič ekskurzija, 1. Hrvatski geološki kongres, 530 p, Zagreb.
- VELIĆ, I., MATIČEC, D., VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., 1995b. Stratigrafski slijed jurskih i donjokrednih karbonata (bat–gornji alb) u zapadnoj Istri (ekskurzija A). U:
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., MATIČEC, D., BERGANT, S., 2003. Evolution of Istrian Part of Adriatic Carbonate Platform from the Middle Jurassic to the Santonian and formation of the Flysch Basin during of the Eocene: Main Events and Regional. Field Trip Guidebook. 22nd IAS Meeting of Sedimentology. Opatija 2003.

- VERHEYE, W. & STOOPS, G., 1973. Micromorphological evidences for the identification of fan argilic horizon in terra rossa. Proceedings of the Fourth International working meeting on soil micromorphology, Kingston, Ontario, Canada, 817-831 p.
- VLAHOVIĆ, I. & VELIĆ, I. (ed): Vodič ekskurzija, 1. Hrvatski geološki kongres, Zagreb, 67 - 110.
- VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., MATIČEC, D., 2005. Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology, 200, 3-4, 333-360 p.
- VUKADINOVIĆ, V., VUKADINOVIĆ, VESNA, 2011. Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- WEIDER, M. & YAALON, D.H., 1974. Effect of matrix composition of carbonate nodule crystalization. Geoderma 11:95 – 121.
- WONG, WINNIE, 2008. Cultures of The World Georgia.128 str.
- ZANINOVIĆ, K., GAJIĆ-ČAPKA, M., PERČEC TADIĆ, M., VUČETIĆ, M., MILKOVIĆ, J., BAJIĆ, A., CINDRIĆ, K., CVITAN, L., KATUŠIN, Z., KAUČIĆ, D., LIKSO, T., LONČAR, E., LONČAR, Ž., MIHAJLOVIĆ, D., PANDŽIĆ, K., PATARČIĆ, M., SRNEC, L., VUČETIĆ, V., 2008. Klimatski atlas Hrvatske/Climate atlas of Croatia 1961-1990., 1971.- 2000. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb.
- YAALON, D.H., 1997. Soils in Mediterranean region: what makes them different? Catena, 28, 157-169 p.
- YAALON, D.H., GANOR, E., 1973. The influence of dust soils during the Quarternary. Soil Science 116, 233-251 p.

PRILOZI

Prilog 4 - 2. Popis terenskih oznaka uzoraka za granulometrijsku, kemijsku i mineralošku analizu s pripadajućim dubinama, laboratorijskim oznakama i horizontima tla te pripadajući oznakama mikromorfoloških preparata

PROFIL MONTE CORONICHI (oznaka C)				
OZNAKA UZORKA	DUBINA (cm)	LABORATORIJSKA OZNAKA UZORKA	HORIZONT	MIKROMORFOLOŠKI PREPARATI
C1	0 - 30	4534	A	CORONICA 1
C2	30 - 50	4535	Bt	CORONICA 2
C3	50 - 70	4536	Bt	CORONICA 3
C4	70 - 90	4537	Bt	CORONICA 4
C5	90 - 110	4538		CORONICA 4 i 5
C6	110 - 140	4539		CORONICA 5 i 4
C7	140 - 170	4540		CORONICA 6 i 5
C8	170 - 200	4541		CORONICA 6
C9	200 - 230	4542		CORONICA 7
C10	230 - 260	4543		CORONICA 7
C11	260 - 280	4544		CORONICA 8
C12	280 - 300	4545		CORONICA 8

Prilog 4 - 10. Popis terenskih oznaka uzoraka za pedološku analizu s mikromorfološku analizu s pripadajućim dubinama, laboratorijskim oznakama i horizontima tla te pripadajući oznakama mikromorfoloških preparata

PROFIL MONTE CORONICHI (oznaka MC)				
OZNAKA UZORKA	DUBINA (cm)	LABORATORIJSKA OZNAKA UZORKA	HORIZONT	MIKROMORFOLOŠKI PREPARAT
MC1	0 - 30	1	P	CORONICA 1
MC2	30 - 50	2	B (I)	CORONICA 2
MC3	50 - 100	3	B (II)	CORONICA 3 i 4
MC4	100 - 150	4	B (III)	CORONICA 5
MC5	150 - 200	5	B (IV)	CORONICA 6
MC6	200 - 300	6	B (V)	CORONICA 7 i 8

Prilog 4 – 3. internacionalna skala (ISO standard 14688-1;2002)

FRAKCIJA		PROMJER
šljunak	krupni	20 – 63 mm
	srednji	6,3 – 20 mm
	sitni	2 - 6,3 mm
pijesak	krupni	0,63 - 2 mm
	srednji	0,2 - 0,63 mm
	sitni	0,063 - 0,2 mm
prah	krupni	0,02 - 0,063 mm
	srednji	0,0063 - 0,02 mm
	sitni	0,002 - 0,0063 mm
glina	krupna	0,63 - 2 μ m
	srednja	0,2 - 0,63 μ m
	sitna	< 0,2 μ m