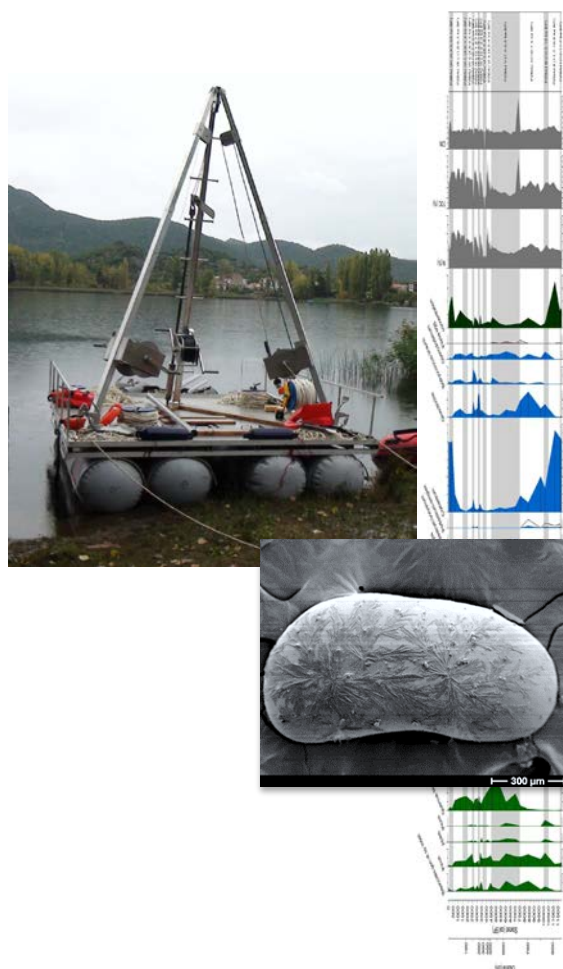




HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT  
CROATIAN GEOLOGICAL SURVEY

## Hidrogeološka i paleolimnološka istraživanja Baćinskih jezera



### Knjiga II Paleolimnološka istraživanja

Zagreb, 2015. godine



**HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT**  
**CROATIAN GEOLOGICAL SURVEY**

**Hidrogeološka i paleolimnološka istraživanja**  
**Baćinskih jezera**

**Knjiga II**  
**Paleolimnološka istraživanja**

Broj: \_\_\_\_\_/15

RAVNATELJ:

Dr. sc. JOSIP HALAMIĆ, dipl. ing. geol.

**Zagreb, 2015. godine**



**Studija:** **Hidrogeološka i paleolimnološka istraživanja  
Baćinskih jezera**

**Naručitelj:** HRVATSKE VODE  
Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

**Ugovor:** Evid. broj ugovora: 10-045/13; Pozicija plana:  
A.04.02.03.; klasa: 325-01/13-10/0000186; ur. broj: 374-  
1-03-13-8, od 25. 09. 2013.

**Voditelj studije:** Dr. sc. SLOBODAN MIKO, dipl. ing. geol.

**Autori studije:** Dr. sc. SLOBODAN MIKO, dipl. ing. geol.  
Dr. sc. NIKOLINA ILIJANIĆ, dipl.ing.geol.  
Dr. sc. TAMARA MARKOVIĆ, dipl. ing. geol.  
Mr. sc. OZREN HASAN, dipl. ing. geol.  
Dr. sc. VALENTINA HAJEK TADESSE, dipl. ing. Geol  
(Analiza ostrakoda)  
Dr. sc. KORALJKA BAKRAČ, dipl. ing. geol.  
(Palinološka analiza)  
Dr. sc. INES GALOVIĆ, dipl. ing. geol. (Analiza  
dijatomeja)  
Dr. sc. KATARINA CAPUT MIHALIĆ, dipl. ing. biol.  
(Zavod za molekularnu biol., Biološki odsjek, PMF  
analiza dijatomeja)  
Dr. sc. SAŠA MESIĆ, dipl. ing. geol.

**Laboratorijske analize:** Mr. sc. OZREN HASAN, dipl. ing. geol.  
Dr. sc. NIKOLINA ILIJANIĆ, dipl.ing.geol.  
Mr. sc. MARTINA ŠPARICA MIKO, dipl. ing. kem.  
HELENA ČUČUZOVIĆ, dipl. ing. kem.

**Istražna bušenja:** Slobodan Miko, Ozren Hasan, Nikolina Ilijanić, Koraljka  
Bakrač, Hrvoje Burić, Edin Badnjević, Ivan Razum



**Kontakt:** Slobodan Miko, Nikolina Ilijanić

Hrvatski geološki institut, Sachsova 2, HR10000, Zagreb

e-mail: [slobodan.miko@hgi-cgs.hr](mailto:slobodan.miko@hgi-cgs.hr); [nikolina.ilijanic@hgi-cgs.hr](mailto:nikolina.ilijanic@hgi-cgs.hr)

## Sadržaj

1.	Uvod .....	1
1.1.	Paleolimnologija .....	4
1.2.	Obilježja kasnog pleistocena i holocena istočno jadranske obale .....	9
2.	Područje istraživanja .....	17
2.1.	Geografski smještaj, klima i vegetacija .....	18
2.2.	Geologija .....	22
2.3.	Hidrološka obilježja .....	25
3.	Metode istraživanja .....	28
3.1.	Terenske metode .....	28
3.1.1.	Uzorkovanje jezerske vode .....	29
3.1.2.	Izrada batimetrijske karte Baćinskih jezera .....	31
3.1.3.	Uzorkovanje kratkih jezgri sedimenata (gravitacijski korer) .....	34
3.1.4.	Bušenje dugačkih jezgri (klipni korer) .....	36
3.1.5.	Bušenje profila tla i sedimenata u slivu .....	39
3.2.	Laboratorijske metode .....	42
3.2.1.	Spektralna analiza boje i određivanje boje prema Munsellu .....	45
3.2.2.	Analiza magnetskog susceptibiliteta .....	45
3.2.3.	Mikrofiziografija rastresitih sedimenata .....	47
3.2.4.	Skenirajući elektronski mikroskop .....	48
3.2.5.	Datiranje radioaktivnim ugljikom $^{14}\text{C}$ AMS .....	50
3.2.5.1.	Tefrokronologija .....	53
3.2.6.	Palinološke analize .....	54
3.2.7.	Analiza ostrakodne faune .....	58
3.2.8.	Analiza diatomeja .....	58
3.2.9.	Granulometrijske analize .....	59
3.2.10.	Mineraloške analize .....	60
3.2.10.1.	Priprema uzoraka i identifikacija minerala glina .....	61
3.2.11.	Kemijske analize .....	65

3.2.11.1.	Analiza glavnih elemenata i elemenata u tragovima.....	65
3.2.11.2.	Analize dušika i ugljika .....	66
3.2.11.3.	Analiza izotopa olova .....	67
3.2.11.4.	Analiza poliaromatskih ugljikovodika (PAH i PCB) u sedimentima .....	69
3.2.11.5.	Hidrokemijske analize jezerske vode .....	70
3.3.	Matematičko-statističke metode.....	71
3.4.	GIS projekt.....	73
4.	Rezultati .....	78
4.1.	Rezultati karakterizacije jezerske vode .....	78
4.2.	Rezultati karakterizacije površinskih sedimenata (kratke jezgre).....	130
4.2.1.	Rezultati mikrofiziografske analize rastresitih sedimenata .....	131
4.2.2.	Rezultati granulometrijske analize.....	134
4.2.3.	Rezultati mineraloških analiza .....	139
4.2.4.	Rezultati kemijskih analiza.....	143
4.2.4.4.	Rezultati analize policikličkih aromatskih ugljikovodika .....	181
4.3.	Rezultati paleolimnoških istraživanja (dugačke jezgre).....	188
4.3.1.	Opis jezgre i analiza razmazanih preparata.....	188
4.3.2.	Rezultati spektralne analize boje.....	195
4.3.3.	Rezultati analize magnetskog susceptibiliteta .....	199
4.3.4.	Rezultati granulometrijskih analiza .....	204
4.3.5.	Rezultati mineraloških analiza .....	211
4.3.6.	Rezultati geokemijskih analiza.....	227
4.3.7.	Rezultati datiranja radioaktivnim ugljikom <sup>14</sup> C .....	244
4.3.8.	Rezultati palinoloških analiza.....	250
4.3.9.	Rezultati analize ostrakodne faune.....	267
4.3.10.	Rezultati analize dijatomeja .....	276
5.	Diskusija .....	283
5.1.	Antropogeni utjecaj na ekoliški status vode i sedimenta.....	288
5.1.1.	Hranjive tvari u jezerskim vodama.....	288

5.1.2.	Hranjive i onečišćujuće tvari u površinskim jezerskim sedimentima .....	291
5.1.3.	Izračunavanje faktora obogaćenja te antropogenih i litogenih doprinosa pojedinih elemenata.....	297
5.2.	Razvoj istraživanih jezera i porijeklo sedimenata kroz kasni pleistocen i holocen.....	301
5.3.	Rekonstrukcija paleookolišnih uvjeta u Baćinskim jezerima na temelju paleontoloških analiza .....	336
5.3.1.	Paleookoliš na temelju analize ostrakoda .....	336
5.3.2.	Paleookoliš na temelju palinološke analize.....	343
5.3.3.	Paleookoliš na temelju analize dijatomeja.....	346
5.4.	Usporedba istraživanih jezera s jezerima šireg jadranskog područja .....	350
6.	Sinteza, prijedlozi za buduća istraživanja i zaključci.....	354
7.	Literatura.....	364
8.	Prilozi.....	392
8.1.	Fotodokumentirani dijelovi dugih jezgri .....	392
8.1.1.	BAJ-1 (Podgora).....	392
8.1.2.	BAJ-5 (Sladinac) .....	399
8.1.3.	BAJ-7 Crniševo).....	404
8.2.	Rezultati analize organskog ugljika i dušika za duge jezgre .....	412
8.2.1.	BAJ-1 (Podgora).....	412
8.2.2.	BAJ-5 (Sladinac) .....	415
8.2.3.	BAJ-7 (Crniševo).....	417
8.3.	Rezultati analize organskog ugljika i dušika za kratke jezgre .....	420
8.3.1.	BJ-1 (Podgora) .....	420
8.3.2.	BJ-2 (Podgora) .....	420
8.3.3.	BJ-3 (Podgora) .....	420
8.3.4.	BJ-4 (Podgora) .....	420
8.3.5.	BJ-6 (Očuša) .....	421
8.3.6.	BJ-7 (Očuša) .....	421
8.3.7.	BJ-9A (Crniševo).....	421
8.3.8.	BJ-9B (Crniševo).....	421
8.3.9.	BJ-11 (Crniševo) .....	421

8.3.10.	BJ-12 (Sladinac).....	422
8.3.11.	BJ-14 (Sladinac).....	422
8.3.12.	BJ-15 (Sladinac).....	422
8.3.13.	BJ-16 (Očuša).....	422
8.3.14.	BJ-17 (Očuša).....	423
8.3.15.	BJ-19 (Očuša).....	423
8.3.16.	BJ-20 (Očuša).....	423
8.3.17.	BJ-51 (Šipak).....	423
8.3.18.	BJ-52 (Crniševo, rupa).....	424
8.3.19.	BJ-54 (Crniševo).....	424
8.3.20.	BJ-Klokun (Plitko).....	424
8.4.	Rezultati geokemijskih analiza (duge jezgre).....	425
8.4.1.	BAJ-1 (Podgora).....	425
8.4.2.	BAJ-5 (Sladinac).....	431
8.4.3.	BAJ-7 (Crniševo).....	437
8.5.	Rezultati geokemijskih analiza zlatotopkom i izotopa olova prvog metra (duge jezgre).....	449
8.5.1.	BAJ-1 (Podgora).....	449
8.5.2.	BAJ-5 (Sladinac).....	452
8.6.	Rezultati geokemijskih analiza zlatotopkom i izotopa olova prvog metra (kratke jezgre).....	455
8.6.1.	BJ-1 (Podgora).....	455
5.1.1.	BJ-2 (Podgora).....	456
8.6.2.	BJ-3 (Podgora).....	457
8.6.3.	BJ-4 (Podgora).....	458
8.6.4.	BJ-6 (Očuša).....	459
8.6.5.	BJ-7 (Očuša).....	460
8.6.6.	BJ-9B (Crniševo).....	461
5.1.1.	BJ-11 (Crniševo).....	462

---

5.1.2.	BJ-12 (Sladinac).....	463
5.1.3.	BJ-14 (Sladinac).....	464
5.1.4.	BJ-15 (Sladinac).....	465
5.1.5.	BJ-16 (Očuša).....	466
5.1.6.	BJ-17 (Očuša).....	467
5.1.7.	BJ-19 (Očuša).....	468
5.1.8.	BJ-20 (Očuša).....	469
5.1.9.	BJ-51 (Šipak).....	470
5.1.10.	BJ-54 (Crniševo).....	471
5.1.11.	BJ-94 (Podgora).....	472
5.1.12.	BJ-Klokun (Plitko).....	473
5.2.	Rezultati granulometrijskih analiza (duge jezgre).....	474
5.2.1.	BAJ-1 (Podgora).....	474
5.2.2.	BAJ-5 (Sladinac).....	479
5.2.3.	BAJ-7 (Crniševo).....	483

## Popis slika u tekstu

Slika 1-1 Baćinska jezera (Crniševo).....	2
Slika 1-2 Položaj Baćinskih jezera na istočno jadranskoj obali.....	3
Slika 1-3 Krivulja razina Jadranskog mora od posljednjeg ledenog maksimuma (LGM-a) do danas (modificirano prema Correggiari et al., 2006). Starost je označena u tisuću godina prije sadašnjosti (ka BP), YD označava mlađi drijas, MWP1A i B razdoblja naglog porasta morske razine i donosa slatke vode otapanjem ledenjaka („ <i>meltwater pulse</i> “). .....	11
Slika 1-4 Usporedba paleoklimatskih uvjeta tijekom preboreala (PBO) u Europi. Crne točke: vlažno; otvoreni krugovi: suho; isprekidane podebljane linije: sjeverne i južne granice umjerenih širina karakteriziranih vlažnijim klimatskih uvjetima; isprekidane linije-pružanje ostataka ledenog pokrova u ranom holocenu. Na desnoj strani prikazana je usporedba s paleoklimatskim uvjetima za „8,2 događaj“. A-jezero Accesa; B-De Borchert; Du-Middle Durance dolina; F-Folgefonna; G-jezero Gosciarz; J-jurska jezera; Sp-Švicarski plato; K-Krageholmsjon; MH-jezera Meerfelder i Holzmaar; PB-Pariški bazen; Qs-Quintanar de la Sierra; T-jezero Torreberga; WC-jezero Wielkie Gacno. Preuzeto iz Magny et al. (2007b)...	13
Slika 1-5 Rekonstrukcija temperature od 20 ka BP do danas, prema grenlandskoj ledenoj jezgri GISP2 (Alley, 2000). .....	14
Slika 1-6 Köppen-ova klimatska klasifikacija u Mediteranskoj regiji: suptropska stepska klima (Bsh), stepska klima umjerenih širina (BSk), suptropska pustinja klima (BWh), pustinja klima umjerenih širina (BWk), mediteranska klima s vrućim/toplim ljetima (Csa/b), vlažna suptropska klima bez suhog ljeta (Cfa), umjerena morska klima (Cfb), vlažna kontinentalna klima s vrućim/toplim ljetima (Dfa/b), kontinentalna klima sa suhim vrućim/toplim ljetima (Dsa/b) i klima tundre (ET). Preuzeto iz Lionello (2012). .....	15
Slika 2-1 Područje sjeverno od Ploča, s Baćinskim jezerima i poljima ispunjenim jezerskim sedimentom, 1) Baćinska jezera, 2) Vrgoračko polje, 3) polje Rastoka, 4) polje Jezerce. ....	17
Slika 2-2 Baćinska jezera i položaj tunela koji ih spajaju s morem i Vrgoračkim poljem.....	18
Slika 2-3 Pogled na Plitko jezero s južne strane. ....	19
Slika 2-4 Pedološka karta slivnog područja Baćinskih jezera (Bogunović et al., 1996). Površinski sliv određen je pomoću ArcGIS-a (ESRI, 1999-2009) i označen je tamno plavom linijom. Legenda: 5) Aluvijalno tlo (fluvisol), aluvijalno livadno i plavljeno tlo; 31) Antropogena tla na flišu i kršu, rendzina na flišu; 34) Kolvij s klastima, kamenjar, rendzina, kalkokambisol, kalkomelanosol; 39) Halomorfna tla, pseudoglej, ritska crnica, močvarno glejno tlo; 57) Kalkokambisol, terra rossa, kalkomelanosol; 61) Kalkomelanosol, kalkokambisol; 888) Vodene površine; 999) Veća naselja.....	21
Slika 2-5 Geološka karta Baćinskih jezera i južnog dijela Vrgoračkog polja (Marinčić et al., 1978; Magaš et al., 1979). Površinski sliv određen je pomoću ArcGIS-a (ESRI, 1999-2009) i označen je tamno plavom linijom. Legenda: 1) Geološka granica; 2) Pretpostavljena geološka granica; 3) Erozijsko-diskordantna granica; 4) Pretpostavljena erozijsko-diskordantna granica; 5) Rasjed; 6) Pretpostavljeni rasjed; 7) Reveresni rasjed, 8) Pretpostavljeni reversni rasjed, 9) Transgresija; 10) Pretpostavljena transgresija; 11) j Jezerski sed.; 12) ad Sedimenti delte; 13) E <sub>1,2</sub> Foraminiferski vapnenci; 14) <sup>2</sup> E <sub>2,3</sub> Klastične naslage fliša; 15) Pc, E Liburnijske naslage; 16) K <sub>1</sub> Vapnenci i breče; 17) K <sub>2</sub> <sup>1</sup> Vapnenci s lećama breča; 18) K <sub>2</sub> <sup>2</sup> 19) K <sub>2</sub> <sup>3</sup> Vapnenci; 20) <sup>1</sup> J <sub>1</sub> Dolomiti; 21) J <sub>2</sub> Vapnenci s lećama breča; 22) <sup>2</sup> J <sub>1</sub> Vapnenci i breče; 23) J <sub>3</sub> <sup>1,2</sup> Vapnenci s lećama breča; 24) J <sub>3</sub> <sup>2,3</sup> Vapnenci s lećama dolomita i breča; 25) T <sub>3</sub> Dolomiti. ....	22

Slika 2-6 Površinski sliv Baćinskih jezera označen tamno plavom linijom (prikazan u DOF5, Državna geodetska uprava). Određen je pomoću ArcGIS-a (ESRI, 1999-2009). Izvori su prikazani plavim krugovima, a tuneli točkastim linijama. ....	25
Slika 2-7 Baćinska jezera danas i na Austrougarskim kartama (izmjera Dalmacije 1851.-1854. g), prikazana je razina jezera prije prokopa tunela koji je spojio Baćinska jezera s morem, kad je obala bila oko 9 m viša nego danas, jezero Vrbnik spojeno sa Crniševom, a priobalna močvara Blato bilo je izdvojeno jezero. ....	26
Slika 3-1 Lokacije uzorkovanja dugih, kratkih jezgara i lokacije profila uzorkovanja jezerske vode. ....	28
Slika 3-2 Uzorkovanje uzoraka vode iz jezera a) Bailer pribor za uzimanje uzoraka vode; b) uzimanje uzoraka. ....	29
Slika 3-3 Mjerenje "in situ" parametara multiparametarskim sondama a) WTW b) SEBA KLL-Q. ....	30
Slika 3-4 Uzorak sedimenta i jezerske vode. ....	30
Slika 3-5 Ultrazvučni dubinomjer sa jednom zrakom i panoramskim dubinomjeom firme Hummingbird model 999ci HD SI Combo pomoću kojeg je načinjena batimetrijska karta Baćinskih jezera. ....	31
Slika 3-6 Rezultati mjerenja ultrazvučnim dubinomjerom dobiveni su diskretni podaci, tj. pojedinačne dubine, u nizu - profilu. Snimljeno je ukupno 50 tak profila. ....	32
Slika 3-7 Primjer batimetrijskog profila firme GEOKON na temelju kojih se napravila korekcija dubinadobivenih ultrazvučnim dubinomjerom. ....	32
Slika 3-8 Batimetrijska karta Baćinskih jezera dobivena snimanjem ultrazvučnim dubinomjerom. ....	33
Slika 3-9 Lokacije uzorkovanja kratkih jezgara u Baćinskim jezerima. ....	34
Slika 3-10 a) Laminirani sedimenti u gravitacijskom koreru uzetog iz jezera Crniševo; b) princip rada gravitacijskog korera Uwitec (Austrija) i c) gravitacijski korer s vitlom i digitalnim brojačem dužine rezolucije 1 cm. ....	35
Slika 3-11 Istraživačka platforma HGI-a „Q2“. ....	36
Slika 3-12 Funkcioniranje klipnog korera: A) spuštanje klipnog korera do dna jezera, krilo na šipki s utegom služi za stabilizaciju; B) bušenje sedimenta nakon što se klip zakoči, stvara se podtlak i korer sa cijevi se puni sedimentom, C) bušenje traje dok se cijev potpuno ne ispunji sedimentom, D) izvlačenje klipnog korera na površinu pomoću sajle klipnog korera. Modificirano prema Glew et al. (2001). ....	37
Slika 3-13 Lokacije uzorkovanja dugačkih jezgri sedimentata u Baćinskim jezerima pomoću klipnog korera. ....	38
Slika 3-14 Topografska karta Baćinskih jezera (TK25, DGU), s granicama sliva i lokacija bušenja u jezeru Crniševo te uzorkovanja u okolici. ....	39
Slika 3-15 Uzorkovanje uz jezero Crniševo (Baćinska jezera) pomoću udarne bušilice i prikaz dijela profila (BAJ-10), dublji dio s crvenicom. ....	40
Slika 3-16 Uzorkovani JI dio Vrgoračkog polja, a) ponorna zona i detaljniji prikaz, b) profil VP-3: jezerski sediment do 3 m i crvenica u dubljem dijelu. ....	40
Slika 3-17 a) Fotografirana jezgra s paletom za kalibraciju <i>X-Rite ColorChecker Passport</i> ; b) Uzorkovanje polovice jezgre. ....	42
Slika 3-18 Uređaj za sušenje uzoraka zamrzavanjem – liofilizator ( <i>freeze dryer</i> ). ....	43
Slika 3-19 Shema pripreme jezgre za analize, detalji su opisani u tekstu. ....	44



Slika 3-20 a) Xrite uređaj za spektralno određivanje boje i kalibracijski standard bijeli opal; b) Bartingtonov uređaj za mjerenje magnetskog susceptibiliteta, s detektorom za površinska mjerenja (MS2E).....	47
Slika 3-21 Izrada „smear slide“ preparata za mikroskopsku analizu nekonsolidiranih uzoraka, pomoću UV lampe i interpretacija podataka uz pomoć TMI baze. ....	48
Slika 3-22 a) Skenirajući elektronski mikroskop Jeol; b) uređaj za napanje uzorka. ....	49
Slika 3-23 Materijali korišteni za datiranje metodom radioaktivnog ugljika <sup>14</sup> C AMS: a) ugljen, b) ljuštura, c) biljni materijal, c) drvo. ....	53
Slika 3-24 Prikaz baze podataka sa pripadajućim Feature Dataset-ovima i rasterima. ....	74
Slika 3-25 Prošireni prikaz baze podataka sa pripadajućim Feature Dataset-ovima, Feature Class-ama unutar Dataset-ova i rasterima. ....	75
Slika 3-26 Karta s prikazanim plavim putanjama i točkama mjerenja batimetrije jezera. Tamnija nijansa plave boje predstavlja veću izmjerenu dubinu. ....	76
Slika 3-27 Prikaz metadata podataka za sloj C/N interval 0-1 cm. ....	77
Slika 4-1 Shematski prikaz klasifikacije stanja površinskih voda (preuzeto iz Uredbe).....	78
Slika 4-2 Raspodjela koncentracija a) nitrata i b) nitrita u vodi jezera Crniševo po dubini profila.....	82
Slika 4-3 Raspodjela koncentracija a) amonija i b) ortofosfata u vodi jezera Crniševo po dubini profila.....	83
Slika 4-4 Raspodjela koncentracija otopljenog kisika u vodi jezera Crniševo.....	84
Slika 4-5 Raspodjela koncentracija nitrita, ortofosfata, amonija i nitrata u vodi iznad sedimenta jezera Crniševo.....	86
Slika 4-6 Raspodjela koncentracija a) nitrata i b) nitrita u vodi jezera Očuša po dubini profila. ....	90
Slika 4-7 Raspodjela koncentracija a) amonija i b) ortofosfata u vodi jezera Očuša po dubini profila. ....	91
Slika 4-8 Raspodjela otopljenog kisika u vodi jezera Očuša. ....	92
Slika 4-9 Raspodjela koncentracija nitrita, ortofosfata, amonija i nitrata u vodi iznad sedimenta u jezeru Očuša. ....	93
Slika 4-10 Raspodjela koncentracija a) nitrata i b) nitrita u vodi jezera Podgora po dubini profila.....	96
Slika 4-11 Raspodjela koncentracija a) amonija i b) ortofosfata u vodi jezera Podgora po dubini profila. ....	97
Slika 4-12 Raspodjela otopljenog kisika u vodi jezera Podgora.....	98
Slika 4-13 Raspodjela koncentracija nitrata u vodi jezera Plitko po dubini profila. ....	99
Slika 4-14 Raspodjela koncentracija a) nitrita i b) amonija i ortofosfata u vodi jezera Plitko po dubini profila. ....	100
Slika 4-15 Raspodjela otopljenog kisika u vodi Plitkog jezera.....	101
Slika 4-16 Raspodjela koncentracija a) nitrata i b) nitrita u vodi jezera Sladinac po dubini..	103
Slika 4-17 Raspodjela koncentracija a) amonija i b) ortofosfata u vodi jezera Sladinac po dubini. ....	104
Slika 4-18 Raspodjela koncentracija arsena, bakra, cinka i mangana u uzorcima vode neposredno iznad sedimenta.....	112
Slika 4-19 Piperov dijagram voda iz jezera Crniševo. ....	113
Slika 4-20 Piperov dijagram voda iz jezera Očuša.....	114
Slika 4-21 Piperov dijagram voda iz jezera Podgora. ....	114

Slika 4-22 Piperov dijagram voda iz Plitkog jezera. ....	115
Slika 4-23 Piperov dijagram voda iz jezera Sladinac. ....	115
Slika 4-24 Raspodjela omjera $Mg^{2+}/Ca^{2+}$ u vodi jezera Crniševa po dubini. ....	116
Slika 4-25 Raspodjela omjera $Mg^{2+}/Ca^{2+}$ u vodi jezera Očuša po dubini. ....	117
Slika 4-26 Odnos koncentracija $Na^+/Cl^-$ u vodama jezera Crniševa po dubini. ....	117
Slika 4-27 Odnos koncentracija $Na^+/Mg^{2+}$ u vodama jezera Crniševa po dubini. ....	118
Slika 4-28 Indeksi zasićenosti kalcita i dolomita te parcijalni tlak $CO_2$ u vodi jezera Crniševa. ....	120
Slika 4-29 Indeksi zasićenosti kalcita i dolomita te parcijalni tlak $CO_2$ u vodi jezera Očuša. ....	120
Slika 4-30 Indeksi zasićenosti kalcita i dolomita te parcijalni tlak $CO_2$ u vodi jezera Podgora. ....	121
Slika 4-31 Indeksi zasićenosti kalcita i dolomita te parcijalni tlak $CO_2$ u vodi jezera Plitko. ....	121
Slika 4-32 Indeksi zasićenosti kalcita i dolomita te parcijalni tlak $CO_2$ u vodi jezera Sladinac. ....	122
Slika 4-33 Zavisnost pH o količini otopljenog plina $CO_2$ u vodi. ....	123
Slika 4-34 Raspodjela temperature u jezerskim vodama Crniševa i Očuše. ....	124
Slika 4-35 Raspodjela temperature u jezerskim vodama Podgore i Plitkog jezera. ....	125
Slika 4-36 Raspodjela temperature u jezerskim vodama Sladinca. ....	126
Slika 4-37 Raspodjela silicija po profilu u jezeru Crniševa. ....	127
Slika 4-38 Raspodjela sulfata u motrenim jezerskim vodama a) Crniševa i b) Očuše. ....	128
Slika 4-39 Raspodjela sulfata u motrenim jezerskim vodama Sladinca. ....	129
Slika 4-40 Točke uzorkovanja analiziranih kratkih jezgri iz Baćinskih jezera. ....	130
Slika 4-41 Preparati odabranih uzoraka iz BJ-10_10-15 mm: gornji red l-d: 2 - mnogobrojni kristalići kalcita različitih oblika; 1 - dijatomeje uz mnogo organske tvari; donji red l-d: 16 - nepoznati organizam među kristalićima kalcita; 7 – nakupina kristala kalcita. ....	131
Slika 4-42 Stvrđnuta jezgra laminiranih sedimenata iz Crniševa. ....	132
Slika 4-43 Prikaz laminiranih sedimenata iz jezera Crniševa, skenirane lamine, mikroskopski izbrusak snimljen lupom te opis pojave svjetlih i tamnih lamina tijekom godine (crtež modificiran prema Zolitschka, 2007). ....	133
Slika 4-44 SEM snimke laminiranih sedimenata iz jezgre BJ-54 iz Crniševa - endogeni kalcit i dijatomeje. ....	133
Slika 4-45 Raspodjela analiziranih frakcija u odabranim uzorcima duž jezgre BJ-10. ....	135
Slika 4-46 Raspodjela frakcija pijeska u odabranim uzorcima duž jezgre BJ-10. ....	135
Slika 4-47 Raspodjela frakcija silta u odabranim uzorcima duž jezgre BJ-10. ....	135
Slika 4-48 Granulometrijski dijagrami s krivuljama raspodjele u uzorcima 10-15_0-4, 10-15_4-11, i 45-55 mm s najstarijim varvama prikazani uz fotografiranu jezgru. ....	136
Slika 4-49 Granulometrijski dijagrami s krivuljama raspodjele u uzorcima 10-15_11-18, 45-55 bez varvi, i 105-115 mm prikazani uz fotografiranu jezgru. ....	137
Slika 4-50 Krivulja raspodjele veličine čestica u jezgri BJ-10. ....	138
Slika 4-51 Rendgenogrami uzoraka 0-5mm i 25-35 mm, i njihovo odgovarajuće mjesto označeno na fotografiji jezgre. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, HI-halit. ....	140
Slika 4-52 Rendgenogrami odabranih uzoraka iz presjeka jezgre na 10-15 mm, i njihovo odgovarajuće mjesto označeno na fotografiji presjeka jezgre. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Mg-kal-Mg-kalcit, Qtz-kvarc, HI-halit. ....	141

Slika 4-53 Rendgenogrami uzoraka 45-55 mm sa najstarijim varvama i 105-115 mm, i njihovo odgovarajuće mjesto označeno na fotografiji jezgre. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Mg-kal-Mg-kalcit, Qtz-kvarc, Hl-halit, Py-pirit, Ms/l-muskovit/ilit.....	142
Slika 4-54 Distribucija ukupnog dušika i organskog ugljika, u analizirnim kratkim jezgrama (0-35 cm) Baćinskih jezera. ....	144
Slika 4-55 Karta distribucije organskog ugljika u analizirnim kratkim jezgrama (0-15 cm) Baćinskih jezera.....	145
Slika 4-56 Karta distribucije ukupnog dušika u analizirnim kratkim jezgrama (0-15 cm) Baćinskih jezera.....	146
Slika 4-57 Kompozitni dijagrami distribucije ukupnog dušika, organskog ugljika, P i S te Mn/Fe kao indikatora redoks uvjeta u jezerima (N=91) na temelju analizirnih kratkih jezgri sedimenata. ....	147
Slika 4-58 Grafički prikaz omjera C/N u odabranim uzorcima u jezgri BJ-10. ....	148
Slika 4-59 Grafički prikaz ukupnog organskog ugljika (TOC) u odabranim uzorcima u jezgri BJ-10. ....	149
Slika 4-60 Odnos fosfora i dušika u analiziranim kratkim jezgrama koji ukazuje na dva različita procesa koja upravljaju akumulacijom dušika i fosfora u jezeru Crniševo i Šipak (donji pravac) i ostalih jezera (gornji pravac). ....	149
Slika 4-61 Distribucija odabranih teških metala u analizirnim kratkim jezgrama (0-35 cm) Baćinskih jezera.....	156
Slika 4-62 Distribucija odabranih litogenih elemenata u analizirnim kratkim jezgrama (0-35 cm) Baćinskih jezera.....	157
Slika 4-63 Distribucija odabranih teških elemenata normaliziranih na litogenih element Al u analizirnim kratkim jezgrama Baćinskih jezera u kompozitnom profilu. ....	158
Slika 4-64 Dijagrami raspršenja koji pokazuju međuovisnost različitih elementa, te ukazuju na različite faktore koji utječu na biogeokemiju pojedinih elemenata u različitim jezerima. Posebno se izdvaja Crniševo gdje je vidljivo da organska tvar ima značajnu ulogu u kontroli geokemije teških metala dok u ostalim jezerima značajniju ulogu imaju siliciklastične čestice (Al).....	159
Slika 4-65 Koncentracija Al u površinskim uzorcima Baćinskih jezera. ....	160
Slika 4-66 Koncentracija As u površinskim uzorcima Baćinskih jezera. ....	161
Slika 4-67 Koncentracija Cd u površinskim uzorcima Baćinskih jezera.....	162
Slika 4-68 Koncentracija Cu u površinskim uzorcima Baćinskih jezera.....	163
Slika 4-69 Koncentracija Hg u površinskim uzorcima Baćinskih jezera.....	164
Slika 4-70 Koncentracija Mn u površinskim uzorcima Baćinskih jezera. ....	165
Slika 4-71 Koncentracija Mo u površinskim uzorcima Baćinskih jezera. ....	166
Slika 4-72 Koncentracija S u površinskim uzorcima Baćinskih jezera. ....	167
Slika 4-73 Koncentracija P u površinskim uzorcima Baćinskih jezera. ....	168
Slika 4-74 Odnos olova i izotopa olova u analiziranim kratkim jezgrama, u jezero Crniševo uočava se jasna distribucija koja ukazuje na antropogeni utjecaj (crveni krug). ....	171
Slika 4-75 Raspodjela $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ po dubinama od 0-1cm do 20-21 cm. ....	172
Slika 4-76 Raspodjela ukupnog olova u mg/kg po dubinama od 0-1cm do 15-16 cm.....	173
Slika 4-77 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-1, BJ-2, BJ-3 po dubinama. ....	174
Slika 4-78 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-4, BJ-6, i BJ-7 po dubinama. ....	175

Slika 4-79 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-9B, BJ-11 i BJ-12 po dubinama. ....	176
Slika 4-80 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-14, BJ-15 i BJ-16 po dubinama. ....	177
Slika 4-81 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-17, BJ-19 i BJ-20 po dubinama. ....	178
Slika 4-82 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-51 i BJ-54 po dubinama. ....	179
Slika 4-83 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-94 i BJ-Klokun (Plitko jezero) po dubinama. ....	180
Slika 4-84 Lokacije uzoraka sedimenata na kojima su analizirani policiklički aromatski ugljikovodici (PAH) i PCB. ....	182
Slika 4-85 Fotodokumentirani dijelovi jezgre sedimenata iz jezera Podgora: 20-35 cm – svjetliji sediment; 250-266 cm – nehomogen svjetliji sediment s ljušturicama; 410-430 cm – kompaktan tamniji sediment; 500-523 cm – prijelaz iz kompaktnog u nehomogen, rastresitiji sediment; 580-600 cm – tamniji sloj u sedimentu, djelomično poremećen. ....	188
Slika 4-86 Razmazani preparati ( <i>smear slideovi</i> ) odabranih uzoraka iz jezgre sedimenata Podgore (BAJ-1): 120-121 cm (gore) – spikule spužvi i više vrsti dijatomeja; 10-11 cm sitnozrnati kalciti; 473-474 cm – krupnija zrna kalcita; 120-121 cm (dolje) – kristal vivijanita; 587-588 cm – vulkanska stakla. ....	189
Slika 4-87 Fotodokumentirani dijelovi jezgre sedimenata iz jezera Sladinac: 20-40 cm – tamniji sediment; 210-230 cm – svjetliji pjeskovitiji interval; 250-270 cm – tamni sloj tefre na 261. cm.; 360-380 cm – homogen, kompaktni sediment; 420-439 cm – prijeleaz u pjeskoviti interval od 433. cm. ....	190
Slika 4-88 Razmazani preparati ( <i>smear slideovi</i> ) odabranih uzoraka iz jezgre sedimenata Sladinac (BAJ-5): 0-2 cm – spikule spužvi; 20-21 cm sitnozrnati kalciti; 430-431 cm – odlomci ljuštua i krupnija zrna kalcita; 150-151 i 261-262 cm – više vrsti dijatomeja; 261-261 cm – kristal vivijanita i vulkansko staklo. ....	191
Slika 4-89 Fotodokumentirani dijelovi jezgre BAJ-7: 130-150 cm – pjeskoviti interval u siltnom sedimentu; 352-383 cm – valovite svjetlije i tamnije lamine, s organskom tvari; 388-403 cm – pjeskoviti sediment do 4 m, ispod čega prelazi u glinovitiji tamniji sediment, na kontaktu je drvo koje je upotrijebljeno za datiranje; 496-513 cm – na 504-506 cm je uočen tamniji sloj, za koji se kemijskim analizama pretpostavlja da je sloj tefre; 756-773 cm – crni proslojci u glinovitom sedimentu. ....	193
Slika 4-90 Razmazani preparati ( <i>smear slideovi</i> ) odabranih uzoraka iz BAJ-7: 98-99 cm – piriti u dijatomeji u karbonatnom matriksu., 423-424 cm – spikula spužve, 455-456 cm – dijatomeja, 456-457 cm – vulkanska stakla s kristalitima. ....	194
Slika 4-91 Spektralna analiza boje (CIE L*a*b*) jezgre sedimenata iz Podgore, s fotografijama jezgre. ....	195
Slika 4-92 Spektralna analiza boje (CIE L*a*b*) jezgre sedimenata iz Sladinca, s fotografijama jezgre. ....	196
Slika 4-93 Spektralna analiza boje (CIE L*a*b*) jezgre sedimenata iz Crniševa, s fotografijama jezgre. ....	198
Slika 4-94 Magnetski susceptibilitet MS2E (crna linija) jezgre iz Podgore, u usporedbi sa spektralnom analizom boje (CIE L*a*b*). ....	199
Slika 4-95 Magnetski susceptibilitet MS2E (crna linija) jezgre iz Sladinca, u usporedbi sa spektralnom analizom boje (CIE L*a*b*). ....	200

Slika 4-96 Spektralna analiza boje (CIE L*a*b*) i magnetski susceptibilitet MS2C (crvena linija) i MS2E (crna linija) jezgre iz Crniševa. ....	202
Slika 4-97 Rezultati granulometrijske analize i raspodjele analiziranih frakcija jezgre sedimenata iz Podgore. ....	204
Slika 4-98 Rezultati raspodjele glavnih frakcija (pijesak, silt i glina) i usporedba s ostalim parametrima granulometrijske analize jezgre sedimenata Podgora. ....	205
Slika 4-99 Rezultati granulometrijske analize i raspodjele analiziranih frakcija jezgre sedimenata Sladinca. ....	206
Slika 4-100 Rezultati raspodjele glavnih frakcija (pijesak, silt i glina) i usporedba s ostalim parametrima granulometrijske analize jezgre sedimenata Sladinca. ....	207
Slika 4-101 Rezultati granulometrijske analize i raspodjele analiziranih frakcija jezgre sedimenata Crniševa. ....	208
Slika 4-102 Udio ukupnog pijeska, silta i gline po dubini jezgre BAJ-7, s krivuljama učestalosti pojedinih veličina zrna u analiziranim uzorcima, grupiranim u metarskim intervalima. ....	210
Slika 4-103 Rendgenogrami odabranih uzoraka iz jezgre Podgore. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Ms/l-muskovit/illit, Kln-kaolinit, Py-pirit. ....	212
Slika 4-104 Rendgenogrami odabranih uzoraka iz jezgre Sladinac. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Ms/l-muskovit/illit, Gy-gips. ....	214
Slika 4-105 Rendgenogrami odabranih uzoraka iz jezgre BAJ-7, reprezentativnih za izdvojena zone-podzone. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Gy-gips, Kfs-kalijski feldspat, Pl-plagioklas. ....	216
Slika 4-106 Rendgenogrami uzoraka iz sliva Baćinskih jezera (BAJ-10 i BAJ-11) i Vrgoračkog polja (VP-3). Oznake minerala (Kretz, 1983): Qtz-kvarc, Cal-kalcit, Ms/l-muskovit/illit, Kln-kaolinit, Sm-smektit, Kfs-kalijski feldspat, Pl-plagioklas. ....	218
Slika 4-107 Rendgenogrami orijentiranih preparata iz jezgre Podgore. Oznake: AD-sušen na zraku, EG- tretiran s etilen glikolom, Sm-smektit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit. ....	220
Slika 4-108 Rendgenogrami orijentiranih preparata iz Sladinca. Oznake: AD-sušen na zraku, EG- tretiran s etilen glikolom, Sm-smektit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit. ....	222
Slika 4-109 Rendgenogrami orijentiranih preparata iz jezgre BAJ-7, s više minerala glina, 0-10 cm i 795-805 cm. nake: AD-sušen na zraku, EG- tretiran s etilen glikolom, G- tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, Kln <sub>D</sub> -uređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Chl <sub>S</sub> -sekundarni klorit. ....	224
Slika 4-110 Rendgenogrami orijentiranih uzoraka iz sliva Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja. AD-sušen na zraku, EG- tretiran s etilen glikolom, G- tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, Kln <sub>D</sub> -uređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Chl <sub>S</sub> -sekundarni klorit, Sm-smektit, V-vermikulit, Qtz-kvarc. ....	226
Slika 4-111 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru Podgore, distribucija makro elemenata (%). ....	227
Slika 4-112 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru Podgore, distribucija mikro elemenata (mg/kg) po dubini. ....	228
Slika 4-113 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru Sladinca, distribucija makro elemenata (%) po dubini. ....	230
Slika 4-114 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru Sladinca, distribucija mikro elemenata (mg/kg) po dubini. ....	231



Slika 4-115 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru BAJ-7. Prikazana je distribucija makro elemenata (%) po dubini, te mineralne zone (MIN-A, B, C, D1, D2, D3 i E) i 3 kemijske grupe (prema aluminiju) kao različite boje u pozadini (bijela - 1. grupa, siva - 2. grupa, tamnosiva – 3. grupa).....	234
Slika 4-116 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru BAJ-7. Prikazana je distribucija mikro elemenata (mg/kg) po dubini, te mineralne zone (MIN-A, B, C, D1, D2, D3 i E) i 3 kemijske grupe (prema aluminiju) kao različite boje u pozadini (bijela - 1. grupa, siva - 2. grupa, tamnosiva – 3. grupa).....	235
Slika 4-117 Kemijski sastav uzoraka iz sliva Baćinskih jezera (BAJ-10; gore) i Vrgoračkog polja (dolje).....	239
Slika 4-118 Udio ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC) te omjer organskog ugljika i dušika (C/N) jezgre Podgore.....	240
Slika 4-119 Udio ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC) te omjer organskog ugljika i dušika (C/N) jezgre Sladinca.....	241
Slika 4-120 Udio ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC) te omjer organskog ugljika i dušika (C/N) jezgre Crniševa.....	242
Slika 4-121 Model dubina/starost jezgre sedimenata BAJ-1 iz jezera Podgora, starost je izražena u cal BP (kalendarskim godinama BP) ovisno o dubini jezgre.....	245
Slika 4-122 Model dubina/starost jezgre sedimenata BAJ-5 iz jezera Sladinca, starost je izražena u cal BP (kalendarskim godinama BP) ovisno o dubini jezgre.....	247
Slika 4-123 Model dubina/starost jezgre sedimenata BAJ-7 iz jezera Crniševo, starost je izražena u cal BP (kalendarskim godinama BP) ovisno o dubini jezgre.....	249
Slika 4-124 Palinodijagram iz jezgre BAJ-7.....	251
Slika 4-125 Dijagram rasprostranjenosti ostrakodnih vrsta po dubinama jezgre BAJ-1 i prikazom ostrakodnih zona (I,II,III) i podzona (IIIA, IIIB).....	269
Slika 4-126 Dijagram rasprostranjenosti ostrakodnih vrsta po dubinama jezgre BAJ-5 i prikazom ostrakodnih zona (I,II).....	271
Slika 4-127 Dijagram rasprostranjenosti ostrakodnih vrsta po dubinama jezgre BAJ-7 i prikazom ostrakodnih zona (I,II, III) i podzona (IIA, IIB, IIC).....	273
Slika 4-128 Najčešće ostrakodne vrste u istraživanim uzorcima Baćinskih jezera. a) <i>Candona ex gr. neglecta</i> BAJ-7 20-25cm; b) <i>Cypria ophtalmica</i> BAJ-7 177-179 cm; c) <i>Candona ex gr. neglecta</i> BAJ-7 764-766 cm; d) <i>Candona sp.</i> BAJ-5 14-16 cm; e) <i>Candona cf. ovalis</i> BAJ-716-17 cm; f) <i>Candona cf. ovalis</i> BAJ 5 430-432cm; g) <i>Ilyocypris bradyi</i> BAJ-1 4-6 cm; h) <i>Pseudocandona compressa</i> BAJ-7 255-257cm; i) <i>Pseudocandona compressa</i> BAJ-1 606-608 cm; j) <i>Candona paionica</i> BAJ-5 430-432 cm; k) <i>Candona meridionalis</i> BAJ-5 24-26 cm; l) <i>Candona cf. goricensis</i> BAJ-1 626-628 cm; m) <i>Candona paionica</i> BAJ-5 160-162 cm; n) <i>Candona paionica</i> BAJ-1 522-524 cm; o) <i>Candona paionica</i> BAJ-1 508-510 cm. ....	275
Slika 4-129 Prikaz učestalosti dominantnih, bentoskih, planktonskih i fakultativno planktonskih taksona sa danim zonama u bušotini BAJ-7 jezera Crniševo.....	280
Slika 4-130 Učestalost dominantnih dijatomeja, obzirom na afinitet prema količini nutrienata u okolišu, po uzorcima u bušotini BAJ-7 jezera Crniševo (O-oligotrofne, E-eutrofne).....	281
Slika 4-131 Dominantne dijatomeje u bušotini BAJ-7 jezera Crniševo: 1- <i>Cyclotella comensis</i> 2- <i>Cyclotella ocellata</i> 3- <i>Cyclotella distinguenda</i> 4- <i>Amphora inariensis</i> 5- <i>Nitzschia amphibioides</i> 6- <i>Amphora pediculus</i> 7- <i>Achnantheidium subatomus</i> 8- <i>Cavinula scutelooides</i> 9- <i>Gyrosigma attenuatum</i> 10- <i>Cymbella laevis</i> 11- <i>Gomphonema pumilum</i> 12- <i>Mastogloia lacustris</i> 13- <i>Pseudostaurosira brevistriata</i> 14- <i>Amphora copulata</i> 15- <i>Staurosira construens</i> .....	282

Slika 5-1 Povijesna kartografija druge i treće vojne izmjere austrougarske monarhije ( <a href="http://mapire.eu/en/map/collection/thirdsurvey/?zoom=15&amp;lat=43.07288&amp;lon=17.42407">http://mapire.eu/en/map/collection/thirdsurvey/?zoom=15&amp;lat=43.07288&amp;lon=17.42407</a> ). Dalmacija je kartirana u razdoblju od 1851. do 1854. G. što daje vrlo precizno razdoblje razine jezera na navedoj karti. Morfološkom analizom i usporedbom sa suvremenim kartama moguće je odrediti da je razina Bačinskih jezera bila između +8 i 8,5 m iznad razine mora.	285
Slika 5-2 Razine jezera danas i prostiranje Bačinskih jezera prije izgradnje tunela 1912. godine maksimalna razina jezera je na +13 m.	286
Slika 5-3 Položaj potopljene ponorne zone u jezeru Crniševo na dubini od -39 m, zaravnjeni dio jezerskog dna je na -25m. Promjer ponorne zone je 25 m privrhu. Snimak panoramskim dubinomjerom,	287
Slika 5-4 Eutrofikacija a) prirodna b) pod utjecajem ljudske aktivnosti (preuzeto s <a href="http://imglop.com/eutrophication-definition.asp">http://imglop.com/eutrophication-definition.asp</a> )	288
Slika 5-5 Povezanost elemenata (R-klaster analiza) u površinskim uzorcima sedimenata.	293
Slika 5-6 Dijagram rotiranih faktorskih opterećenja, za faktore 1, 2 i 3.	295
Slika 5-7 Odnosi elemenata antropogenog opterećenja, vidljivo je da siliciklastična komponenta (Al) kontrolira distribucije elementa dok organska tvar (OC%) kontrolira distribuciju Cu u Crniševu.	296
Slika 5-8 Distribucija faktora obogaćenja EF za Cu i Hg u dijelovima jezgre sedimenata do dubine 1m u jezeru Sladinac i Podgora.	299
Slika 5-9 Distribucija koncentracija odabranih elemenata u dijelovima jezgre sedimenata do dubine 1m u jezeru Sladinac i Podgora.	300
Slika 5-10 Skica položaja najzapadnijeg jezera Crniševo u odnosu na Jadransko more, te njegova povezanost s jezerom Oćuša. Istraživana jezgra bušena je na 26 m dubine u Crniševu. Oznake: K <sub>1</sub> -vapnenci i breče, J <sub>1,2,3</sub> -vapnenci s lećama dolomita i breča, T <sub>3</sub> -dolomiti.	301
Slika 5-11 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-1 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali.	302
Slika 5-12 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-1 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali.	303
Slika 5-13 Promjena mineralnog sastava (ukupni i minerali glina) kroz jezgru BAJ-1, prikazan uz elemente Al, Ca i S. Žutom bojom označene su zone kroz cijelu jezgru, s istim tipovima minerala glina: HIV, Ill, Kln. Crveni pravokutnici su analizirani intervali minerala glina kroz jezgru (10 cm intervali). Oznake: Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Py-pirit, Sm-smektit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit.	304
Slika 5-14 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-1 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali.	306
Slika 5-15 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-1 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali.	307
Slika 5-16 Promjena mineralnog sastava (ukupni i minerali glina) kroz jezgru BAJ-5, prikazan uz elemente Al, Ca i S. Žutom bojom označene su zone kroz cijelu jezgru, s istim tipovima minerala glina: HIV ili Ch <sub>l</sub> s, Ill, Kln. Crveni pravokutnici su analizirani intervali minerala glina kroz jezgru (10 cm intervali). Oznake: Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Gy-gips, Sm-smektit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit.	308
Slika 5-17 SEM snimka vulkansskog stakla iz 261. cm jezgre iz Sladinca, te erupcija kojoj bi mogla pripadati prema morfologiji zrna.	309

Slika 5-18 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-7 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali. ....	310
Slika 5-19 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-7 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali. ....	311
Slika 5-20 Promjena mineralnog sastava (ukupni i minerali glina) kroz jezgru BAJ-7, prikazan uz elemente Al i Ca. Žutom bojom označene su zone kroz cijelu jezgru, s istim tipovima minerala glina: HIV ili $Chl_S$ , Ill, Kln, $Kln_D$ . Crveni pravokutnici su analizirani intervali minerala glina kroz jezgru (10 cm intervali). Oznake: Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Gy-gips, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, $Chl_S$ -klorit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, $Kln_D$ -uređen kaolinit. ..	313
Slika 5-21 Odnosi između parametra boje $L^*$ i Ca, te $L^*$ i TOC-a u sedimentima jezgre BAJ-7. Označeni su pravci korelacije. ....	314
Slika 5-22 Odnosi između parametra boje $a^*$ i Fe, te parametra boje $b^*$ i Mo. ....	314
Slika 5-23 Odnosi između magnetskog susceptibiliteta i Fe i glinovite frakcije. Označena su 2 pravca korelacije. ....	315
Slika 5-24 Odnosi između Ca i pijeska, te gline i Al, Na, TOC. Označeni su pravci korelacije. ....	316
Slika 5-25 Odnos analiziranih elemenata Fe, Zr, K, Na, Ca, Mg, Zn i Pb, s Al u jezgri BAJ-7. ....	317
Slika 5-26 Klaster analiza dobivenih rezultata jezgre BAJ-7 (Ward-ova metoda hijerarhijskog grupiranja pomoću Pearsonovih koeficijenata korelacije), pomoću koje su izdvojena 2 klastera – karbonatni i siliciklastični. ....	320
Slika 5-27 Pojedini elementi normalizirani prema Al u sedimentima jezgre BAJ-7 (Fe/Al, Mg/Al, Ca/Al, Pb/Al), te Mg/Ca i Al, Fe, Mn/Fe, Mo i TOC za interpretaciju paleo-redoks uvjeta. ....	321
Slika 5-28 Elementi K i Na, te omjeri Mg/Ca i Sr/Ca, koji su indikatori morskog utjecaja na sedimente u jezgri BAJ-7. ....	322
Slika 5-29 Utvrđena starost na dubini 36 cm u jezgri BAJ-7 Baćinskih jezera, prema modelu dubina/starost (program Clam). ....	323
Slika 5-30 Utvrđena starost na dubinama 456 i 505 cm u jezgri BAJ-7, prema modelu dubina/starost (program Clam). ....	323
Slika 5-31 Položaj Flegrejskih polja i oblak vulkanskog pepela. Crne točke su jezgre u Jadranskom moru i Skadarskom jezeru u Albaniji u kojima su identificirane tefre Astroni Agnans MS grupe (modificirano prema Sulpizio et al., 2009). ....	324
Slika 5-32 Omjer Zr/Al i Ni/Al u sedimentima iz jezgre BAJ-7 i slivnog područja te uzoraka tla iz okolnog područja. Označen je krug u kojem se nalaze grupirani sedimenti. ....	325
Slika 5-33 Omjer Cr/Al i Ni/Al u sedimentima iz jezgri BAJ-1, BAJ-5, BAJ-7 i slivnog područja Baćinskih jezera (BAJ-10) i Vrgoračkog polja. Označen je krug i pravac u kojem se nalaze grupirani sedimenti, sliva Baćinskih jezera i signature Vrgoračkog polja. ....	326
Slika 5-34 Odabrane analize pomoću kojih su se rekonstruirali paleookolišni uvjeti Baćinskom jezeru Crniševo (BAJ-7). Temperatura je prema grenlandskoj ledenoj jezgri GISP2 (Alley, 2000). Sivo su osjenčane izdvojene zone u jezgri BAJ-7, dok su žutom bojom označeni karakteristični klimatski događaji kroz holocen. Prikazana je i pretpostavljena dinamika Baćinskih jezera od kasnog pleistocena do danas. ....	331
Slika 5-35 Usporedba ukupnog dušika i organskog ugljika u sedimentima Baćinskih jezera tijekom holocena. ....	333
Slika 5-36 Usporedba ukupnog dušika i organskog ugljika u sedimentima Baćinskih jezera tijekom holocena. ....	334



---

Slika 5-37 Usporedba udjela kalcija i aluminija te magnetskog susceptibiliteta u sedimentima Baćinskih jezera tijekom holocena.....	335
Slika 5-38 a) Oogoniji <i>Chara</i> BAJ-7 255-257cm; b) Fauna molusaka u uzorku BAJ- 5B 430-432 cm.....	338
Slika 5-39 Minerali gipsa u uzorcima a) BAJ-7 133-135 cm; b) BAJ-5B 400-402 cm. ....	339
Slika 5-40 Ostrakodna zajednici u jezeru Podgora, u vremenskoj skali. ....	340
Slika 5-41 Ostrakodna zajednici u jezeru Sladinac, u vremenskoj skali. ....	341
Slika 5-42 Ostrakodna zajednica u jezeru Crniševo, u vremenskoj skali s geokemijskim parametrima. ....	342
Slika 5-43 Palinološka analiza u jezeru Crniševo, koja se vrlo dobro korelira s geokemijskim parametrima. ....	345
Slika 5-44 Dijatomska zajednica u jezeru Crniševo, u vremenskoj skali s geokemijskim parametrima. ....	349
Slika 5-45 Jezera u širem jadranskom području (u Italiji, Makedoniji i Albaniji) s kojima su se usporedile jezgre u ovom radu. ....	350

## Popis tablica u tekstu

Tablica 3-1 Popis analiziranih kratkih jezgara sa analiziranim intervalima u cm (u zagradi)..	35
Tablica 3-2 Popis dugačkih jezgri sedimenata iz Baćinskih jezera. ....	38
Tablica 3-3 Popis prikupljenih uzoraka iz slivnog područja Baćinskih jezera i iz Vrgoračkog polja. ....	41
Tablica 3-4 Identifikacija minerala glina pomoću XRD analize, na temelju promjena d001 nakon dijagnostičkih postupaka na orijentiranim uzorcima (sušen na zraku AD, interkalacije s etilen glikolom EG, glicerolom G i dimetil sulfoksidom DMSO, K-saturirani, Mg-saturirani, žareni na 400, 550 i 350 °C); te d060 očitano na nasumično orijentiranim preparatima. MLM miješanoslojni minerali I-S (illit-smektit). ....	63
Tablica 4-1 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda uzetih u jezeru Crniševo tijekom zimskih mjeseci. ....	80
Tablica 4-2 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda uzetih u jezeru Crniševo tijekom ljetnih mjeseci. ....	81
Tablica 4-3 Redoks potencijal i procesi u vodama Baćinskih jezera. ....	84
Tablica 4-4 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda iznad sedimenta Baćinskih jezera. ....	87
Tablica 4-5 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda uzetih u jezeru Očuša tijekom zimskih i ljetnih mjeseci. ....	89
Tablica 4-6 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda uzetih u jezerima Podgora i Plitko jezero, tijekom zimskih i ljetnih mjeseci. ....	95
Tablica 4-7 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda uzetih u jezeru Sladinac, tijekom ljetnih i zimskih mjeseci. ....	102
Tablica 4-8 Rezultati kemijskih analiza u uzorcima voda uzetih u jezeru Crniševo. ....	105
Tablica 4-9 Rezultati kemijskih analiza u uzorcima voda uzetih u jezeru Očuša. ....	107
Tablica 4-10 Rezultati kemijskih analiza u uzorcima voda uzetih u jezerima Podgora, Plitko i Sladinac. ....	109
Tablica 4-11 Rezultati kemijskih analiza u uzorcima voda iznad sedimenta Baćinskih jezera. ....	111
Tablica 4-12 Udjeli analiziranih frakcija u jezgri BJ-10 izraženi u postocima. ....	134
Tablica 4-13 Mineralne faze u uzorcima utvrđene XRD analizom. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Hl-halit, Qtz-kvarc, Mg-cal-Mg-kalcit, Ms/l-muskovit/ilit, Py-pirit. ....	139
Tablica 4-14 Udjeli ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC) u analiziranim jezerima. ....	143
Tablica 4-15 Udjeli ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC), te omjer organskog ugljika i dušika (C/N). ....	148
Tablica 4-16 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata u kratkim jezgrama. ....	150
Tablica 4-17 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata u kratkim jezgrama po jezeru, označene su srednje vrijednosti koje statistički značajno ostupaju od srednje vrijednosti (crveno-više/zeleno niže). ....	151
Tablica 4-18 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata u kratkim jezgrama po jezeru i po dubinskim intervalima 0-1 cm, 5-6 cm, 10-11, cm. ....	152
Tablica 4-19 Osnovni statistički parametri za sedimente i tla iz „Geokemijskog atlasa Europe“ (SALMINEN et al., 2005) unutar koje se nalaze i podaci za Hrvatsku. ....	153

Tablica 4-20 Granične vrijednosti za koncentracije potencijalno toksičnih elemenata u sedimentima gdje ERL predstavljaju koncentracije kod kojih su zapažene veze između navedenih koncentracija elemenata i toksičnosti u manje od 10% slučajeva (<ERL) dok ERM predstavljaju vrijednosti kod kojih su zapaženi toksični efekti u većoj mjeri (više od 70%) analiziranih uzoraka (Prema Sediment Quality Guidelines developed for the National Status and Trends Program 1999, NOAA, Tueros et al., 2009).....	154
Tablica 4-21 Prosječne koncentracije kadmija (Cs) i analiziranim sedimentima Baćinskih jezera.....	154
Tablica 4-22 Prosječne koncentracije kadmija (Cs) i analiziranim sedimentima Baćinskih jezera.....	155
Tablica 4-23 Kolrelacijska matrica za analizirane kratke jezgre.....	158
Tablica 4-24 Osnovni statistički parametri za izotopni sastav Pb u analiziranim uzorcima (kratke jezgre) i faktor obogaćenja (EF).....	170
Tablica 4-25 Koncentracije 16 PAH izmjerene u pripovršinskim uzorcima sedimenata iz Baćinskih jezera.....	184
Tablica 4-26 Koncentracije PCB-a izmjerene u pripovršinskim uzorcima sedimenata iz Baćinskih jezera, svi uzorci ispod granice detekcije < od 0,018 mg/kg. ....	185
Tablica 4-27 Izračunati karakteristični indeksi za diskriminaciju porijela PAH-ova .....	185
Tablica 4-28 Vrijednosti karakteristični indeksa za diskriminaciju porijela PAH-ova.....	185
Tablica 4-29 Kemijske i ekotoksiološke granice za CCT test za ocjenu kvalitete marinskih sedimenta u Nizozemskoj. ....	185
Tablica 4-30 Granične koncentracije organskih onečišćujućih tvari sa zanemarivim ekotoksikološkim rizikom u tlima ( <i>mg/kg s.t.</i> ).....	186
Tablica 4-31 Standardni kriteriji za onečišćenje sedimenata PAH-ovima (ng/g).....	187
Tablica 4-32 Rezultati mjerenja magnetskog susceptibiliteta u uzorcima PP Vrana sliv, pomoću MS2G senzora.....	203
Tablica 4-33 Mineralni sastav sedimenata iz Podgore i izdvojene zone (MIN-A, B i C). Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Kln-kaolinit, Py-pirit. ....	211
Tablica 4-34 Mineralni sastav sedimenata iz Sladinca i izdvojene zone (MIN-A, B, C i D). Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Gy-gips. ....	213
Tablica 4-35 Mineralni sastav sedimenata iz jezgre BAJ-7 i izdvojene zone (A-E)-podzone (1-3). Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Gy-gips, Kfs-kalijski feldspat, Pl-plagioklas. ....	215
Tablica 4-36 Mineralni sastav sliva Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja. Oznake minerala (Kretz, 1983): Qtz-kvarc, Cal-kalcit, Ms/l-muskovit/illit, Kln-kaolinit, Sm-smektit, V-vermikulit, Kfs-kalijski feldspat, Pl-plagioklas, Ant-anatas.....	217
Tablica 4-37 Analizirani uzorci kroz jezgru iz Podgore i dijagnostički postupci kojim su podvrgnuti, te utvrđeni minerali glina. Oznake: AD-sušen na zraku, EG-tretiran s etilen glikolom, G-tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, Sm-smektit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit.....	219
Tablica 4-38 Analizirani uzorci kroz jezgru iz Sladinca i dijagnostički postupci kojim su podvrgnuti, te utvrđeni minerali glina. Oznake: AD-sušen na zraku, EG-tretiran s etilen glikolom, G-tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, Sm-smektit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit.....	221
Tablica 4-39 Analizirani uzorci kroz jezgru BAJ-7 i dijagnostički postupci kojim su podvrgnuti, te utvrđeni minerali glina. Oznake: AD-sušen na zraku, EG-tretiran s etilen glikolom, G-	

tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, Kln <sub>D</sub> -uređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Chl <sub>S</sub> -sekundarni klorit. ....	223
Tablica 4-40 Popis analiziranih uzoraka iz slivnog područja Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja i dijagnostički postupci kojim su podvrgnuti pojedini uzorci, te utvrđeni minerali glina. Oznake: AD-sušen na zraku, EG- tretiran s etilen glikolom, G- tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, Ill-illit, Kln-kaolinit, Kln <sub>D</sub> -kaolinit koji stvara kompleks s DMSO, V-vermikulit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Chl-klorit, Sm-smektit. ....	225
Tablica 4-41 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata jezgre sedimenata iz Podgore.....	229
Tablica 4-42 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata jezgre sedimenata iz Sladinca. ....	232
Tablica 4-43 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata unutar grupe 1 (prema AI) za jezgru BAJ-7.....	236
Tablica 4-44 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata unutar grupe 2 (prema AI) za jezgru BAJ-7.....	237
Tablica 4-45 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata unutar grupe 3 (prema AI) za jezgru BAJ-7.....	238
Tablica 4-46 Udio ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC) te omjer organskog ugljika i dušika (C/N) iz sliva Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja. Također je prikazan omjer organskog ugljika i dušika (C/N). ....	243
Tablica 4-47 Rezultati datiranja metodom AMS <sup>14</sup> C 4 uzorka iz jezgre sedimenata iz Podgore (BAJ-1). Prikazani su mjereni <sup>14</sup> C datumi, omjeri izotopa <sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C, konvencionalni <sup>14</sup> C datumi i kalendarski kalibrirana starost (2σ kalibracija). Lab. br.-laboratorijski broj.....	244
Tablica 4-48 Rezultati datiranja metodom AMS <sup>14</sup> C 2 uzorka iz jezgre sedimenata iz Sladinca (BAJ-5). Prikazani su mjereni <sup>14</sup> C datumi, omjeri izotopa <sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C, konvencionalni <sup>14</sup> C datumi i kalendarski kalibrirana starost (2σ kalibracija). Lab. br.-laboratorijski broj.....	246
Tablica 4-49 Rezultati datiranja metodom AMS <sup>14</sup> C 3 uzorka iz jezgre BAJ-7. Prikazani su mjereni <sup>14</sup> C datumi, omjeri izotopa <sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C, konvencionalni <sup>14</sup> C datumi i kalendarski kalibrirana starost (2σ kalibracija). Crvenom bojom je istaknut rezultat koji se smatra pogrešnim. Lab. br.-laboratorijski broj.....	248
Tablica 5-1 Limnološki i paleolimnološki indikatori koji su korišteni u Baćinskih jezera.....	284
Tablica 5-2 Rotirana faktorska opterećenja površinskih uzoraka jezerskih sedimenata.....	294
Tablica 5-3 Srednje vrijednosti analiziranih elemenata u jezgrama BAJ-1 (Podgora) i BAJ-5 (Sladinac) do dubine od 1 m u intervalima od 5 cm.....	299
Tablica 5-4 Korelacijska matrica odabranih analiziranih parametara u jezgri BAJ-7, koji uključuju spektralnu analizu boje (L*a*b*), magnetski susceptibilitet (MS), granulometrijske i geokemijske analize (na sljedećoj stranici). ....	318

## 1. Uvod

Rekonstrukcije paleorazina jezera koriste metode istraživanja koje obuhvaća multidisciplinarnе metode opisane kao paleolimnologija. U ovom radu prikazni su rezultati paleolimnoloških istraživanja Bačinskih jezera. Paleolimnologija je znanstvena disciplina koja proučava uvjete i procese koji su se dogodili u jezerskim bazenima u prošlosti i interpretira povijest tih sistema. Paleolimnologija koristi fizičke, kemijske i biološke parametre u jezerskim sedimentima, kako bi se utvrdile paleookolišne karakteristike. Takvo multidisciplinarno istraživanje jezera, može dati odgovore na mnoga pitanja, kao što su: da li je bilo i kakve su promjene u jezeru? U kojem obujmu su te promjene utjecale na jezero? Što je uzrokovalo promjene? Jezerski sedimenti sadrže zapis okolišnih uvjeta, uključujući mineraloške i geokemijske markere, paleontološke indikatore, kao što su pelud, ostrakodi i dijatomeje. Jezerski sedimenti su jedni od najboljih medija za arhiviranje paleookolišnih informacija.

Bačinska jezera su skup jezera kod mjesta Bačina, sjeverno od grada Ploče u južnoj Dalmaciji. Sastoje se od šest međusobno povezanih (Oćuša, Crniševo, Podgora, Sladinac, Šipak i Plitko jezero) i jednog odvojenog jezera (Vrbnik), ukupne površine 1,4 km<sup>2</sup>. Jezera su kriptodepresije. Nepravilnih su i različitih oblika te predstavljaju zanimljivu pojavu u kršu (slika 1-1). Najveće je jezero Oćuša (Voćuša) površine oko 0,55 km<sup>2</sup> i dužine preko 1,2 km i dubine 19,6 m. Jezero Sladinac ima maksimalnu dubinu od 16,4 m, Podgora 10,1 m, dok je Plitko jezero (Podkušinac) duboko do 5,5 m. Najdublje jezero je Crniševo, s najvećom dubinom od 39 m (depresija konusnog oblika promjera 15-tak metara, ponor), koje je smješteno najzapadnije i drugo je po veličini s površinom od 0,43 km<sup>2</sup> i dužinom od 1,1 km. Crniševo pripada dubokim krškim jezerima, slatkovodno je do slabo brakično, zaslanjuje se podvodnim slanim izvorom Mindel. Po produktivnosti pripada mezotrofnom tipu jezera, a po termalnoj stratifikaciji, ono je polimikitično jezero. Sedimenti jezera Crniševo, Podgora i Sladinac prikazani su u ovoj studiji za karakterizaciju jezerskih sedimenata u Bačinskim jezerima. U nedavnoj prošlosti dvije intervencije su bitno promijenile ekosustav Bačinskih jezera. Povezivanje Bačinska jezera sa morem preko tunela 1912. godine koji se nalazi u jezeru Sladinac (dug oko 120 m, ulazi u kanal koji je spojen s morem), ova intervencija snizila je razinu Bačinskih jezera za najviše 12 m. Drugi tunel koji spaja Bačinska jezera (Podgoru) s Vrgoračkim poljem dug je oko 2 km i izgrađen je 1938. godine. Taj sustav tunela napravljen je radi odvodnje viška vode iz Vrgoračkog polja (Jl dio) i kako bi se spriječile poplave i dreniralo Vrgoračko polje.

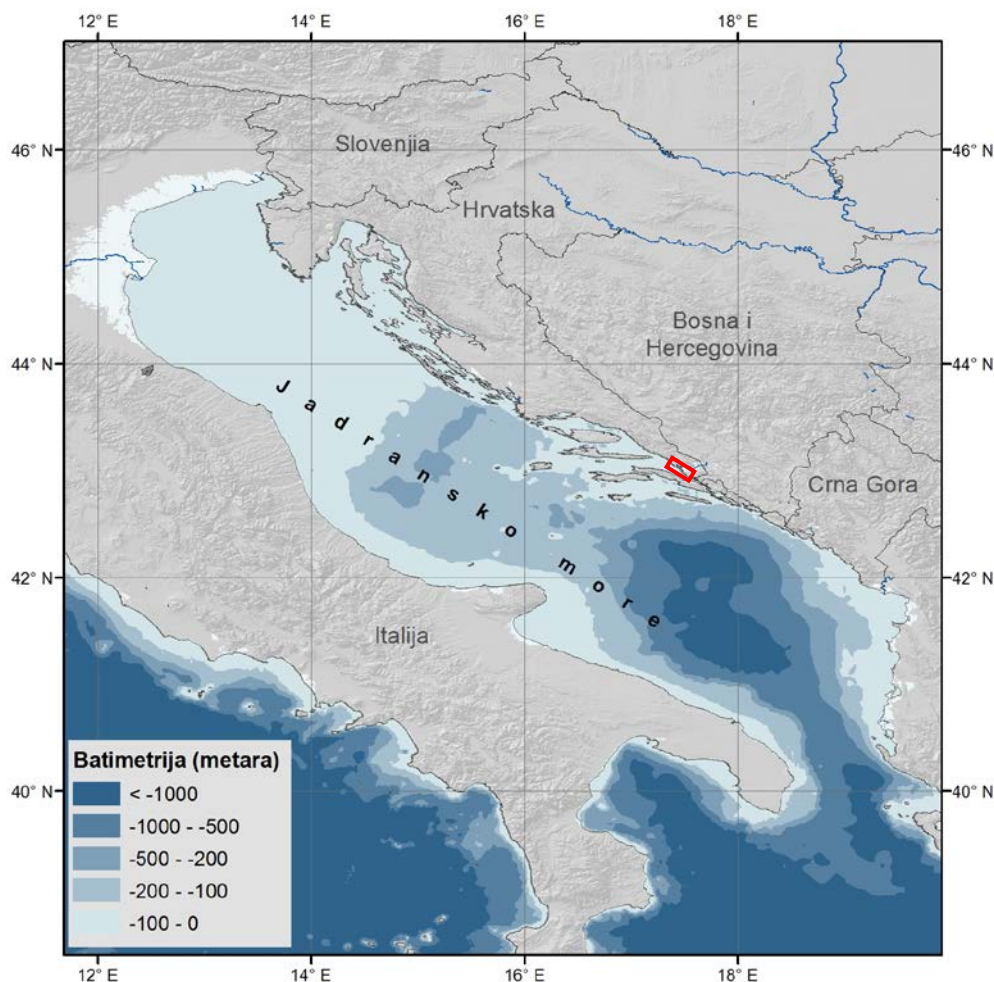




Slika 1-1 Baćinska jezera (Crniševo).

Paleookolišne rekonstrukcije tijekom holocena napravljene su na temelju istraživanja sedimenata na velikom broju talijanskih jezera, zapadnom dijelu Jadranskog mora i u Sredozemnom moru, za razliku od istočno jadranske obale gdje nije bilo dosad takvih istraživanja (slika 1-2). Takve se studije temelje na multidisciplinarnim istraživanjima (geokemijskim, sedimentološkim, biološkim, tefrokronološkim analizama) i prezentirane su u radovima sljedećih autora: u jezeru Ledro, sjeverna Italija (Magny et al., 2009; Joannin et al., 2013; Vanniere et al., 2013); jezeru Accesa, sjeverna Italija (Drescher-Schneider et al., 2007; Magny et al., 2007a; Peyron et al., 2011); jezeru Albano, srednja Italija (Lucchini et al., 2003), jezeru Grande di Monticchio, južna Italija (Allen & Huntley, 2009); na Siciliji u jezeru Pergusa (Sadori et al., 2013) i jezeru Preola (Magny et al., 2011); rijeci Piave, SI Italija (Carton et al., 2009); delti Po (Curzi et al., 2006); Tršćanskom zaljevu (Covelli et al., 2006); bazenu rijeke Else, središnja Italija (Costantini et al., 2009); Gargano delti, Jadranski šelf (Cattaneo et al., 2003); pregled jezera u Italiji (Giraudi et al., 2011); jezeru Bled, Slovenija (Lane et al., 2011); jezeru Balaton, Mađarska (Korponai et al., 2011); Jadranskom moru (Oldfield et al., 2003; Trincardi et al., 2004; Piva et al., 2008; Vigliotti et al., 2008; Combourieu-Nebout et al., 2013); središnjem Jadranskom moru, Italija (Parlagreco et al., 2013); južnom Jadranskom moru, Italija (Favaretto et al., 2008; Siani et al., 2013); tefrostratigrafija Sredozemnog mora (Zanchetta et al., 2011); mediteranskim jezerima

(Roberts et al., 2008, 2012); istočnom Mediteranu (Jones & Roberts, 2008; Finne et al., 2011; Roberts et al., 2011); središnjem Mediteranu (Dormoy et al., 2009; Antonioli et al., 2007, 2012; Vanniore et al., 2011); Thessaloniki ravnici, Grčka (Ghilardi et al., 2008); obali Albanije (Fouache et al., 2010a); Skadarskom jezeru, Albanija/Crna Gora (Sulpizio et al., 2009; Zanchetta et al., 2012); Ohridskom jezeru, Albanija/Makedonija (Wagner et al., 2009; Belmecheri et al., 2010; Lezine et al., 2010; Vogel et al., 2010); Prespanskom jezeru, Albanija/Makedonija/Grčka (Aufgebauer et al., 2012; Wagner et al., 2012; Panagiotopoulos et al., 2013, Leng et al., 2013); Dojranskom jezeru, Makedonija/Grčka (Francke et al., 2013); jezeru Maliq, Albanija (Bordon et al., 2009; Magny et al., 2009; Fouache et al., 2010b); jezeru Butrint, Albanija (Ariztegui et al., 2010), sjevernom Jonskom moru (Caron et al., 2012). Jezerske i morske jezgre Italije i zapadnog dijela Jadranskog mora i Sredozemnog mora analizirane su unutar projekata PALICLAS (Guilizzoni & Oldfield, 1996) i LAMA (Magny & Combourieu Nebout, 2013).



Slika 1-2 Položaj Bačinskih jezera na istočno jadranskoj obali.

## 1.1. Paleolimnologija

Limnologija je znanost o jezerima, uključujući njihov biljni i životinjski svijet, fizičke i kemijske karakteristike vode i sedimentata na dnu jezera i njihov odnos s fizičkim, kemijskim i biološkim svojstvima u slivnom području, dok se paleolimnologija temelji na istraživanjima jezerskog okoliša u prošlosti. Paleolimnologija je znanstvena disciplina koja proučava uvjete i procese koji su se dogodili u jezerskim bazenima u prošlosti i interpretira povijest tih sistema (Last & Smol, 2001). Paleolimnologija koristi fizičke, kemijske i biološke parametre u jezerskim sedimentima, kako bi se utvrdile paleookolišne karakteristike. Takvo multidisciplinarno istraživanje jezera, može dati odgovore na mnoga pitanja, kao što su: da li je bilo i kakve su promjene u jezeru? U kojem obujmu su te promjene utjecale na jezero? Što je uzrokovalo promjene? Jezerski sedimenti sadrže zapis okolišnih uvjeta, uključujući mineraloške i geokemijske markere, paleontološke indikatore, kao što su pelud, ostrakodi i dijatomeje. Jezerski sedimenti su jedni od najboljih medija za arhiviranje paleookolišnih informacija.

Jezerski sedimenti su produkt života jezera (Lundqvist, 1938). Ovaj citat potječe od začetnika jezerske sedimentologije u Švedskoj, G. Lundqvista, koji je proučavao odnose između sedimentata, tipova jezera i okoline jezera. Multidisciplinarni pristup istraživanju jezerske sedimentologije temelj je za utvrđivanje ovih odnosa.

Jezera su privremeni objekti na površini Zemlje, kopnene akumulacije vode, odvojene od mora. Jezera generalno potječu od nekog drastičnog geološkog događaja, kao što je vulkanizam, potres ili otapanje ledenjaka. Reljef drenažnog područja i jezerskog bazena pod konstantnim je utjecajem promjena uslijed procesa trošenja, transporta i taloženja. Håkanson & Jansson (2002) podijelili su jezera prema postanku na 11 tipova: tektonska (Kaspijsko, Bajkalsko jezero, Tanganjika, Mrtvo i Crno more); vulkanska (jezero Snag, jezera na Javi); ledenjačka (jezera sjeverne Europe i Amerike); jezera odrona, koja su nastala odronjavanjem stijena, zadržavanjem vode pomoću muljnih tokova ili kršja, često su prijelazna jezera zbog erozije; jezera nastala otapanjem topivog materijala, kao što su vapnenci (krško područje dalmatinske obale u Hrvatskoj, na Floridi i u Alpama); fluvijalna; eolska; obalna jezera; organska ili koraljna jezera; antropogena; meteoritna jezera.

Jedno od osnovnih obilježja jezera jest njihova bioproduktivnost, tj. njihov stupanj trofije. Ona govori o tome da li je organski materijal prisutan u jezeru donesen iz sliva (alohton) ili nastao u samom jezeru (autohton), te prema tome postoje oligotrofna, eutrofna i distrofna jezera (Håkanson & Jansson, 2002). Oligotrofna jezera karakterizira niska primarna produktivnost, nizak udio algi, niske koncentracije nutritivnih elemenata (P i N) i velika prozirnost. Eutrofna jezera su jezera s visokom bioproduktivnosti i imaju visoke koncentracije dušika i fosfora,



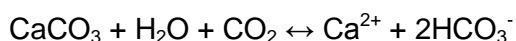
visoke vrijednosti klorofila i slabu prozirnost. Moguć je kontinuiran prijelaz iz oligotrofnog u eutrofno jezero, te se u tom slučaju koristi termin mezotrofno jezero. Distrofna jezera primaju velike količine alohtonog organskog materijala i često se zovu „smeđa jezera“. Produktivnost u distrofnim jezerima je niska.

Termalna stratifikacija jezerske vode u tipičnom slučaju jest sljedeća: hladnija, teža voda nalazi se pri dnu jezera i naziva se hipolimnij, tranzicijska zona je metalimnij (termoklina), a toplija, lakša voda je na površini i naziva se epilimnij. Ovaj tip stratifikacije može se poremetiti i promijeniti na različite načine. Na temelju termičke stratificiranosti, razlikuju se različiti tipovi jezera, a za područje Hrvatske karakteristična su monomiktična jezera umjerenog klimatskog pojasa, s ljetnom stratifikacijom i zimskom izotermijom. Monomiktična jezera imaju, dakle, jedan period cirkulacije godišnje (zimi), a u određenom periodu i konstantnu temperaturu, koja u slučaju hladnog monomiktičnog jezera ne raste iznad  $+4^{\circ}\text{C}$ , a u slučaju toplog monomiktičnog ne pada ispod  $+4^{\circ}\text{C}$ . Dimiktična jezera cirkuliraju dva puta godišnje (proljeće i jesen), normalno su stratificirana tijekom ljeta, a inverzno tijekom zime. Polimiktična jezera imaju učestalu cirkulaciju, a mogu biti hladna ako im je temperatura blizu  $+4^{\circ}\text{C}$  ili topla, ako imaju višu temperaturu (Håkanson & Jansson, 2002). Kod meromiktičnih jezera izmjena vode je slaba i odvija se samo djelomično.

Kemijski sastav jezerske vode određen je geološkom građom slivnog područja i atmosferskom unosu. Glavni ioni u jezerskoj vodi su:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{SO}_4^{-}$ ,  $\text{HCO}_3^{-}$  i  $\text{CO}_3^{2-}$ . Ako je koncentracija otopljenih iona  $<0,1$  g/L, jezero se naziva oligohalinsko (donos vode samo padalinama), ako je  $<1$  g/L tada je mezohalinsko i karakterizirano je topivom podlogom u slivnom području, koja je izvor iona. Koncentracije topivih soli između 1 i 35 g/l čine polihalinsko jezero. Kada koncentracija otopljenih iona dosegne oceansku srednju vrijednost ( $\sim 35$  g/L), voda je brakična i jezero je eurihalinsko. Ioni  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{K}^{+}$  i  $\text{Cl}^{-}$  u vodi uglavnom potječu iz mora, direktnom vezom ili se soli mogu prenositi u atmosferi i taložiti kao aerosol, mogu ući u jezersku vodu trošenjem feldspata koji sadrže K i Na. Sulfatni ion ( $\text{SO}_4^{-}$ ) također primarno potječe iz mora i oceana, no danas jednaku važnost imaju fosilna goriva u kojima ima sumpora, čijim izgaranjem može dospjeti u atmosferu pa u jezero. Ioni  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  mogu imati morski izvor i mogu potjecati kemijskim trošenjem karbonatnih stijena vapnenaca i dolomita ili magmatskih stijena (posebno Mg). Ugljični dioksid dolazi iz atmosfere, ioni  $\text{HCO}_3^{-}$  i  $\text{CO}_3^{2-}$  uglavnom nastaju trošenjem karbonata (Cohen, 2003).

Jezerski sedimenti su sedimenti koji se talože u jezeru, a mogu biti doneseni iz okoline (alogeni sedimenti) ili nastati u samom jezeru (endogeni ili autigeni sedimenti) (Jones & Bowser, 1978; Last, 2001). Raznolikost minerala u jezerskim sedimentima posljedica je različitog sastava jezerske vode i utjecaja lokalne geološke građe sliva i sastava tla. Alogeni i

autigeni minerali također ne moraju nužno biti u termodinamičkoj ravnoteži, što doprinosi raznolikosti minerala. Alogeni minerali su doneseni iz sliva, rijekama, obalnom erozijom ili vjetrom, te se nazivaju detritični minerali. To mogu biti kvarc, feldspati, tinjci, amfiboli, pirokseni, Fe-Mn oksidi, karbonati, minerali glina. Silikatni minerali generalno se mogu smatrati alogenim mineralima u jezerskim sedimentima, iako neki mogu biti autigeni, npr. zeoliti ili neki minerali glina (uglavnom Mg-minerali glina, većinom u hipersalinskim jezerima). Ne mijenjaju se u vodenim okolišima i talože se kao čestice različitih veličina, ali većinom kao silt i pijesak (kvarc i feldspati). U sitnijoj frakciji manjoj od 2  $\mu\text{m}$ , javljaju se minerali glina. Minerali glina nastaju iz drugih silikata hidrotermalnim procesima ili procesima trošenja. Minerali glina i ostali silikatni minerali reflektiraju mineralni sastav u slivu jezera. Erozijska i trošenjska stijena su procesi koji im omogućuju da budu transportirani u jezerske sedimente. Endogeni minerali mogu nastati direktnim taloženjem iz vodenog stupca (hidrogeni) ili djelovanjem organizama (biogeni), unutar vodene mase i na dnu jezera. Tipični endogeni minerali su kvarc, nastao djelovanjem diatomeja, koje izlučuju biogeni silicijev oksid, te karbonati, koji se talože iz vode koja je saturirana s kalcijevim karbonatom otapanjem vapnenaca u slivu. Fosfati (apatit), sulfidi (pirit) i Fe-Mn oksidi (nodule) spadaju u autigene minerale, koji nastaju unutar sedimenta kao rezultat specifičnih kemijskih i fizičkih uvjeta – diagenetskih promjena minerala koji su već istaloženi ili kristalizacijom iz pornih fluida. Većina je minerala u sedimentima alogena ili endogena, a neki minerali, kao što je kalcit, može biti alogen i autigen. U krškim područjima, karbonati su najvažnije komponente sedimenta i čine dominantnu frakciju. Glavi dio karbonatnih vrsta potječe od erozije stijena u slivu. Najčešći alogeni karbonatni minerali su kalcit i dolomit. U krškim područjima, karbonati mogu nastati u jezeru endogenim procesima - primarni karbonati. Većina endogenog karbonata se taloži u obliku karbonatnog mulja. Jezerski karbonat je porozni, sitnozrnati karbonatni sediment (većinom kalcit ili aragonit), koji sadrži barem 60% karbonata (ostatak čine drugi minerali). Površinski tokovi, voda u tlu i podzemna voda u područjima s karbonatnom podlogom, sadrže visoke koncentracije  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  ili  $\text{CO}_3^{2-}$  kao rezultat interakcije između vode, ugljičnog dioksida i karbonatnih minerala:



Jezerska voda postaje saturirana s kalcijem pa promjene kemijskih i fizičkih uvjeta mogu uzrokovati taloženje kalcita i drugih karbonatnih minerala. Reakcija je reverzibilna i smjer u kojem će ona ići ovisi o dostupnosti  $\text{CO}_2$ . Proces koji rezultiraju time da je  $\text{CO}_2$  dostupan, uzrokuju otapanje  $\text{CaCO}_3$  dok se ponovno ne uspostavi ravnoteža, a uklanjanje  $\text{CO}_2$  ima suprotan efekt i uzrokuje taloženje  $\text{CaCO}_3$ . Dva glavna mehanizma za uklanjanje  $\text{CO}_2$  i taloženje  $\text{CaCO}_3$  su fotosinteza i  $\text{CO}_2$  otplinjavanje (*degassing*), npr. vodotoci ili sige. Fizički parametri,  $\text{CO}_2$  i temperatura, temelj su za topljivost kalcita. Ako više nema  $\text{CO}_2$ , karbonatni

sistem će nadoknaditi taj gubitak s taloženjem kalcita dok se ne uspostavi nova ravnoteža. Jezerski pH reguliran je fotosintezom, respiracijom i organskom materijom. Alge i makrofiti (vodeno bilje) mogu potrošiti sav ugljični dioksid, pri čemu raste pH. Visoka temperatura vode potiče taj proces, jer se topljivost kalcita smanjuje s porastom temperature. Nasuprot tome, respiracija i raspad organske tvari dovode do produkcije CO<sub>2</sub> i suprotne reakcije i otapanja CaCO<sub>3</sub>. Otapanje kalcita smanjuje se porastom pH, koji raste u jako produktivnim jezerima i pri intenzivnoj fotosintezi. Karbonati nastali tim procesima ne talože se nužno u sediment i na dnu jezera. U dubljim jezerima, kalcit koji prolazi kroz termoklinu dolazi u kontakt s hladnijom vodom s većim koncentracijama CO<sub>2</sub> i može biti ponovno otopljen. Optimalni uvjeti za ugradnju endogenih minerala u sedimente postoje u plitkim jezerima. Što je jezero produktivnije, to se taloži više karbonata. To se uravnotežuje s povećanom sposobnosti sedimenata da otapaju karbonate povećanim donosom organske tvari koja se taloži na dnu jezera i stvara CO<sub>2</sub>. Organske komponente također mogu spriječiti otapanje karbonata. Mnoge organske vrste, kao što su amino kiseline i humusne tvari, imaju veliku tendenciju da budu adsorbirane na površinu kristala kalcita. Takvi organski ovoji smanjuju topljivost karbonata i doprinose očuvanju tih minerala u sedimentima. Fauna beskralježaka, kao što su ostrakodi, gastropodi i školjke, zelene alge, foraminifere talože karbonate u jezeru. Ti organizmi žive u ili na supstratu kao i u vodenom stupcu, uzimajući materijal za skelet, bilo kalcit, Mg-kalcit ili aragonit od kojeg su izgrađene iz jezerske vode. Od kojeg će od tih triju minerala biti izgrađen skelet ili ljuštura, izravno ovisi o načinu života i sklonosti organizma prema određenom mineralu u određenim ekološkim uvjetima. Aragonit općenito nastaje pri većem omjeru Mg/Ca u vodama, pri višim temperaturama i evaporacijom (Cohen, 2003; Håkanson & Jansson, 2002).

Sedimente možemo podijeliti koristeći geokemijski pristup i tada govorimo o oksičnom i anoksičnom okolišu u kojem se talože. Za oksični okoliš (CO<sub>2</sub> ≥ 10<sup>-6</sup>) karakteristična je prisutnost faza kao što su hematit, goethit i nedostatak organske materije. Anoksični okoliš (CO<sub>2</sub> ≤ 10<sup>-6</sup>) se dijeli na sulfidni i nesulfidni, ovisno o količini otopljenog sulfida. Karakteristične faze u sulfidnom okolišu su pirit, markazit, rodokrozit, a uz njih prisutna je i organska tvar. Nesulfidni okoliš dijeli se na post-oksični, koji je rezultat uklanjanja kisika bez redukcije sulfata (sadrži glaukonit i druge Fe<sup>2+</sup>-Fe<sup>3+</sup> silikatne minerale, siderit, vivijanit, rodokrozit, a nema sulfidnih minerala i manjak je organske tvari), te metanski okoliš, koji nastaje kompletnom redukcijom sulfata i stvaranjem plina metana (i on sadrži siderit, vivijanit, rodokrozit, te ranije formirane sulfide te organsku tvar) (Håkanson & Jansson, 2002).

Jezersku sedimentaciju kontroliraju tri glavna faktora: hidrologija (uključujući donos i odnos površinske vode, padaline i podzemne vode, evaporacija), donos sedimenata i temperaturne promjene, a klima i tektonika utječu na sva tri faktora istovremeno (Tucker & Wright, 1990).

Klima i tektonika (topografija i podloga jezerskog bazena) kontroliraju donos vode, a voda može ući u jezero preko padalina, površinskog toka ili podzemnih voda. Jezerski sedimenti su velikim dijelom produkti erozije u slivnom području (površinskih i potpovršinskih stijena) (Hinderer & Einsele, 2001). Rasprostranjene karbonatne stijene u slivnom području, omogućit će taloženje karbonata u jezerskom bazenu, neovisno o klimi. Ohridsko jezero na granici Albanije i Makedonije odlikuje se prvenstveno karbonatnim sedimentima, čija je provenijencija u paleozojskim i mezozojskim karbonatnim stijenama u slivu (Wagner et al., 2009). Nasuprot tome, u sedimentima Bajkalskog jezera (Sibir) nema karbonata (Fagel et al., 2007), jer njegovo slivno područje sadrži manje od 20% karbonatnih stijena, i hladna voda u jezeru sprečava akumulaciju. Klima očito utječe na temperaturu vode u jezeru na površini i u dubini te utječe na vrijeme taloženja karbonata tijekom ljetne produktivnosti organizama, ali nije primarni razlog pojave jezerskih karbonata. Klima utječe na donos vode i sedimenta u jezero, preko temperature i padalina. Promjene u sedimentaciji povezane su s klimom i sezonskim varijacijama, koje su posljedica regionalnih do hemisfernih atmosferskih oscilacija, kao što je Milankovićeve cikličnost. Prepoznavanje takvih oscilacija iziskuje razumijevanje procesa taloženja i pažljivo određivanje starosti, te utvrđivanje dijagenetskih alteracija koje mogu zamaskirati događaje.

## 1.2. Obilježja kasnog pleistocena i holocena istočno jadranske obale

Holocen i pleistocen epohe pripadaju geološkom periodu kvartaru. Kvartar je započeo prije 2,588 milijuna godina, s početkom pleistocena. Do 2009. godine početak pleistocena bio je utvrđen na 1,8 milijuna godina, kada ga je IUGS („*International Union of Geological Science*“) na prijedlog međunarodne komisije za stratigrafiju pomaknuo na 2,588 milijuna godina. Opće je prihvaćeno da bi kvartar trebao početi s prvim indikacijama zahlađenja u Mediteranskoj regiji, te je prema današnjem modelu određivanja kronostratigrafije (*GSSP- Global Stratotype Section and Point*), na Siciliji utvrđena granica na 2,588 milijuna godina. Izmjena ledenih i međuledenih doba (glacijala i interglacijala) tijekom pleistocena povezana je s promjenama u orbitalnim elementima Zemlje koje utječu na količinu primljene insolacije (*Milankovićeve ciklusi*, Milanković, 1920). Milankovićeve teorija opisuje periodične klimatske promjene koje su se dogodile u prošlosti. Tri su važna orbitalna ciklusa koji određuju distribuciju solarne topline koja dolazi na Zemlju: ekscentričnost Zemljine orbite oko Sunca, nagib osi rotacije Zemlje i precesija. Promjena ekscentričnosti Zemljine orbite od skoro pravilnog kruga do elipse uzrokuje periodičnost od 100 000 do 400 000 godina. Nagib osi rotacije Zemlje oscilira s periodom od oko 41 000 godina i ima snažniji utjecaj na višim geografskim širinama nego na ekvatoru. Što je manji nagib, manji je i sezonski kontrast, što znači blage zime i hladna ljeta tijekom malog nagiba, dok kod maksimalnog nagiba imamo hladne zime i vruća ljeta. Precesija opisuje promjenu smjera Zemljine rotacione osi u odnosu na Sunce i za puni ciklus joj je potrebno oko 21 700 godina. Promjena smjera osi ima utjecaj na položaj Zemlje u ekvinociju (vremena kad se Sunce nalazi direktno iznad ekvatora). To znači da će u nekom trenutku precesijskog ciklusa, za vrijeme ljetnog solsticija sjeverna hemisfera biti najbliže Suncu, a u istom trenutku će južna hemisfera biti najdalje od Sunca. Takva je situacija bila prije 11 000 godina. Danas je obrnuto, na sjevernoj hemisferi, postoje blage zime i hladna ljeta. Kombinacijom sva tri ciklusa, može se izračunati krivulja insolacije koja daje količinu energije koju Zemlja prima od Sunca na bilo kojoj geografskoj širini. Ledeno doba se vjerojatno dogodilo u situaciji u kojoj je nagib osi bio minimalan, ekscentričnost na maksimumu i Zemlja je bila najdalje od Sunca tijekom ljetnog solsticija. Iako smo danas u toplom, međuledenom periodu (holocenu), današnji trend orbitalnih ciklusa ukazuje da se približavamo novom ledenom dobu na sjevernoj hemisferi (Gibbard, 2007). Na temelju opisane cikličnosti definirane Milankovićeve teorijom, u pleistocenu se izmjenjuju topli i hladni periodi odnosno ledena i međuledena doba. Ona su utvrđena na temelju kisikovih izotopa u sedimentima s dna oceana i nazivaju se MIS periodi (*Marine Isotope Stages*). Skala izotopnog sastava kisika u morskim sedimentima bazira se na činjenici da led koji nastaje u hladnijim razdobljima sadrži manje  $^{18}\text{O}$  nego u morskoj vodi, što rezultira time da voda sadrži više  $^{18}\text{O}$ . Sastav kisikovih izotopa u ljušturama foraminifera i ostalih

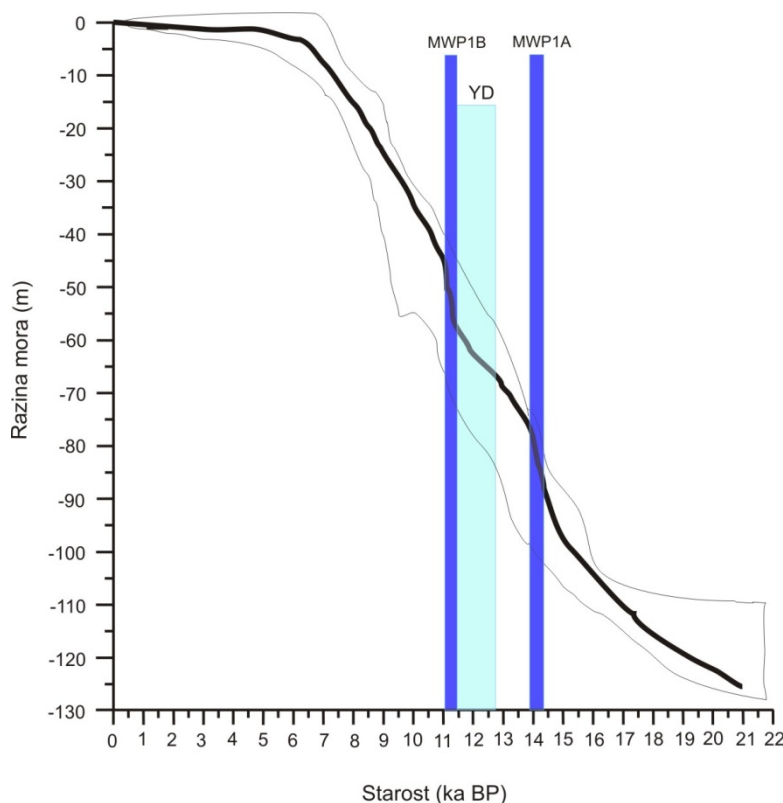
organizama iz dubokih morskih jezgri variraju proporcionalno u odnosu na sastav u vodi i reflektiraju promjene u temperaturi (Gibbard, 2007). Počevši od danas, skala počinje s MIS 1, koji odgovara holocenskom interglacijalu, MIS 2 od 12-24 ka BP, MIS-3 od 24-60 ka BP, MIS 4 od 60-74 ka BP, MIS 5 od 74-130 ka BP, i tako dalje (Martinson et al., 1987). Parni brojevi označavaju hladne periode, dok su neparni brojevi oznake za tople periode, te isto vrijedi i za izmjene hladnih i toplih perioda unutar svakog MIS-a.

Posljednje ledeno doba u pleistocenu bilo je LGM (*Last Glacial Maximum*), koji je trajao od 26 000-19 000 cal BP (cal-kalendarske godine, BP-prije sadašnjosti, *Before Present*) (Clark & Mix, 2002). Nakon posljednjeg ledenog maksimuma, od 19 000 god. započelo je povećanje ljetne insolacije na sjevernoj hemisferi što je uzrokovalo povlačenje ledenog pokrova tj. topljenje ledenjaka, te se razina mora izdigla za 10-15 m djelomičnim topljenjem ledenih površina (Clark et al., 2004). Globalna morska razina je u doba LGM-a bila oko 120 m niža nego danas (Fairbanks, 1989). Porast morske razine od LGM-a nije bio kontinuiran i monoton proces, već je karakteriziran s 2 intervala naglog porasta morske razine („*melt water pulses*“, *MWP*). Prvi snažan „puls“ (MWP-1A) nakon topljenja ledenjaka, započeo je prije 14,2 ka cal BP (*kiloanni*=  $\times 10^3$  godina), a drugi (MWP-1B) prije 11,3 ka cal BP (Fairbanks, 1989). *Bølling-Allerød* je period vrlo nestabilnih klimatskih uvjeta, koji je trajao između oko 14,7-12,8 ka cal BP (Cohen, 2003). Početak *Bøllinga* karakterizira naglo zatopljenje i vlažnije klimatske uvjete u odnosu na prijašnji najstariji drijas (*Oldest Dryas*). Na prijelazu između *Bølling-Allerød* interstadijala, slijedi MWP-1A, te kratki hladni interval stariji drijas (*Older Dryas*). *Allerød* je i dalje period toplih klimatskih uvjeta, a odmah nakon *Allerød* interstadijala, započeo je interval ekstremno hladnih klimatskih uvjeta i pada količine padalina, od 12,6-11,7 ka cal BP, koji se naziva mlađi drijas (YD-*Younger Dryas*) (Alley, 2000) i smatra se hladnim i suhim periodom (Renssen et al., 2001). Kraj mlađeg drijasa karakterizira oko 200 godina nestabilnih klimatskih uvjeta, s jakim godišnjim olujama. Mlađi drijas evidentiran je u Mediteranskom području u Alboranskom i Egejskom moru (Dormoy et al., 2009), gdje su utvrđene temperature najhladnijeg mjeseca od -5°C do 0°C, a generalno su zime bile suše i hladnije, dok su ljeta bila vlažnija. To su slične vrijednosti onima određenim u središnjoj Italiji (Huntley et al., 1999) i južnoj Albaniji (Bordon et al., 2009). Mlađi drijas nalazi se između MWP-1A i B. Drugi značajni donos slatke vode, „puls“ MWP-1B, dogodio se nakon mlađeg drijasa. Tijekom tih perioda (MWP-1A i B), morska se razina izdigla za oko 20 m svaki put u manje od 500 godina (Clark et al, 2002).

Prema Correggiari et al. (2006), koji su prikupili dostupne podatke za Jadransko more od posljednjeg ledenog maksimuma (LGM) prije ~21 000 god. (slika 1-3), razina Jadranskog mora dobro se poklapa s globalnom krivuljom dizanja razine mora (Fairbanks, 1989). Morska razina se od posljednjeg ledenog maksimuma (LGM-a) izdigla za oko 120 m. U doba LGM-a,



sjeverni dio i dio srednjeg Jadrana je bilo potpuno suho, do srednje jadranske depresije (~272 m). Dolina rijeke Po protezala se cijelim tim dijelom. Prije oko 10 000 godina razina Jadranskog mora bilo je oko 50-40 m niža nego danas, te je današnju razinu doseglo prije oko 5 000 godina (Asioli et al., 2001; Lambeck et al., 2004; Correggiari et al., 2006). To znači da se od 19 000-5 000 godina razina mora izdigla za 120 m. Današnji rast globalne razine mora očituje se i u Jadranskom moru, te iznosi 2-3,4 mm/god, mjereno na različitim stanicama, s greškom od 1 mm/god. (Tsimplis et al., 2012).

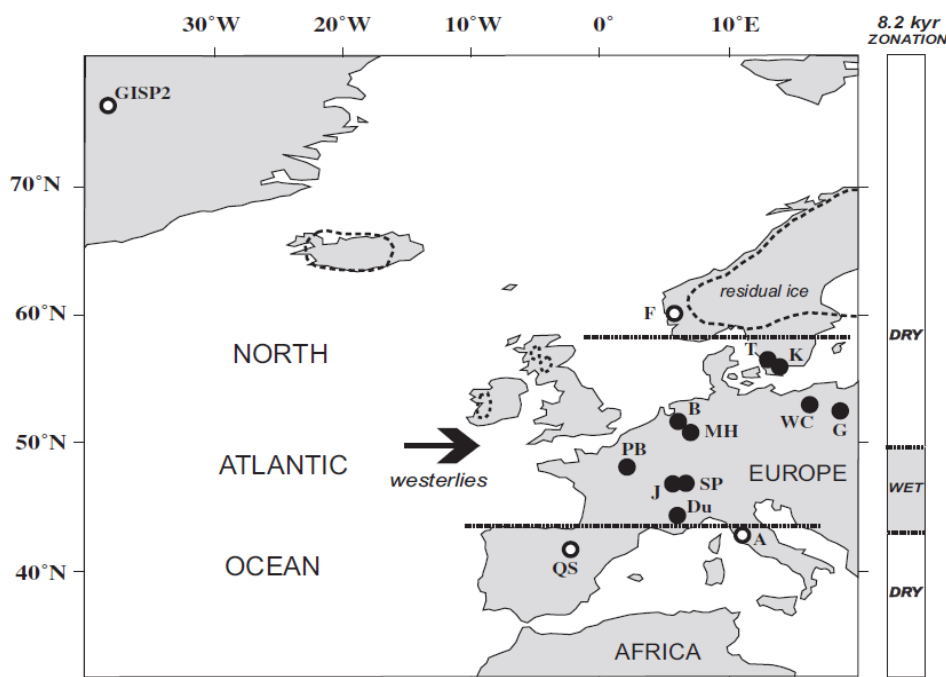


Slika 1-3 Krivulja razina Jadranskog mora od posljednjeg ledenog maksimuma (LGM-a) do danas (modificirano prema Correggiari et al., 2006). Starost je označena u tisuću godina prije sadašnosti (ka BP), YD označava mlađi drijas, MWP1A i B razdoblja naglog porasta morske razine i donosa slatke vode otapanjem ledenjaka („meltwater pulse“).

Granica između pleistocena i holocena utvrđena je na temelju ledene jezgre izvađene u okviru projekta NGRIP (*North Greenland Ice Core Project*), u kojoj niz fizičkih i kemijskih parametara (smanjenje suviška deuterija, postupene promjene u  $\delta^{18}\text{O}$ , smanjenje koncentracije prašine, značajne kemijske promjene-smanjenje natrija, povećanje debljine godišnjih slojeva) reflektira prve znakove klimatskog zatopljenja, pri kraju posljednjeg hladnog perioda mlađeg drijasa (Walker et al., 2009). S velikom preciznošću određeno je da je holocen započeo prije 11 700 godina (Walker et al, 2009) i traje sve do danas (holocenski interglacijal). Generalno se smatra da je holocen epoha klimatske stabilnosti, no istraživanja u posljednjih desetak godina pokazala su postojanje klimatske varijabilnosti (Mayewski et al.,

2004). Početak holocena karakteriziraju više temperature, te je taj period prozvan holocenski klimatski optimum (HO, *Holocene Optimum*, centriran na 9 000 BP), vrijeme tople i vlažne klime i većih količina padalina (Lionello, 2012). Vlažni uvjeti tijekom ranog do srednjeg holocena dokazani su u središnjoj Italiji (Zanchetta et al., 2007), te u morskim i jezerskim sedimentima u Italiji (Ariztegui et al., 2000). Pluvijalni (poplavni) period na početku holocena identificirali su Wunsam et al. (1999) na dalmatinskoj obali, istražujući Malo i Veliko jezero na otoku Mljetu. Početak pluvijalnog razdoblja oni datiraju na oko 8 800 cal BP u Malom jezeru i 8 400 cal BP u Velikom jezeru. Taj period odgovara sapropelnoj formaciji S1 na Jadranu, koja se može podijeliti na 2 faze taloženja, prekinutim hladnijim i sušim periodom, odnosno 8,2 događajem. Taloženje sapropela je trajalo: S1a 10 800-8 800 cal BP i S1b 7 800-6 100 cal BP (Rohling et al., 1997; Ariztegui et al., 2000). Njegovo formiranje povezano je s globalnim promjenama u klimi (topliji i vlažniji klimatski uvjeti) i cirkulaciji vode koja potječe od snažnog dotoka slatke vode s nutrijentima, što je rezultiralo povećanom stratifikacijom vodenog stupca i povećanom produktivnosti. Wunsam et al. (1999) su na Mljetu u Malom jezeru utvrdili suši period između 7 200-7 100 cal BP. Na sjevernoj hemisferi, u sjevernom Atlantiku, identificiran je hladan period centriran na 8,2 tisuća godina BP („8,2 događaj“, Alley & Agustsdottir, 2005; Dormoy et al., 2009). Vrijeme prekida taloženja sapropela S1 dobro korelira s tim događajem i sušim uvjetima. No, hladni događaj na početku holocena (preborealna oscilacija) evidentirana je u zapadnoj i centralnoj Europi te sjeverozapadnom Mediteranu (Björck et al., 1997). U južnom dijelu Jadranskog mora preboreal su utvrdili Favaretto et al. (2008) na temelju analize polena i foraminifera. Tijekom PBO nisu vladali isti klimatski uvjeti u cijeloj Europi, te se razlikuju vlažniji uvjeti u srednjoj Europi (između 58° i 43° sjeverne geografske širine), dok u sjevernoj i južnoj Europi prevladavaju suši uvjeti (Magny et al., 2007b) (slika 1-4). Sličan trend suših klimatskih uvjeta u južnoj Europi karakterističan je i za događaj prije 8 200 godina.



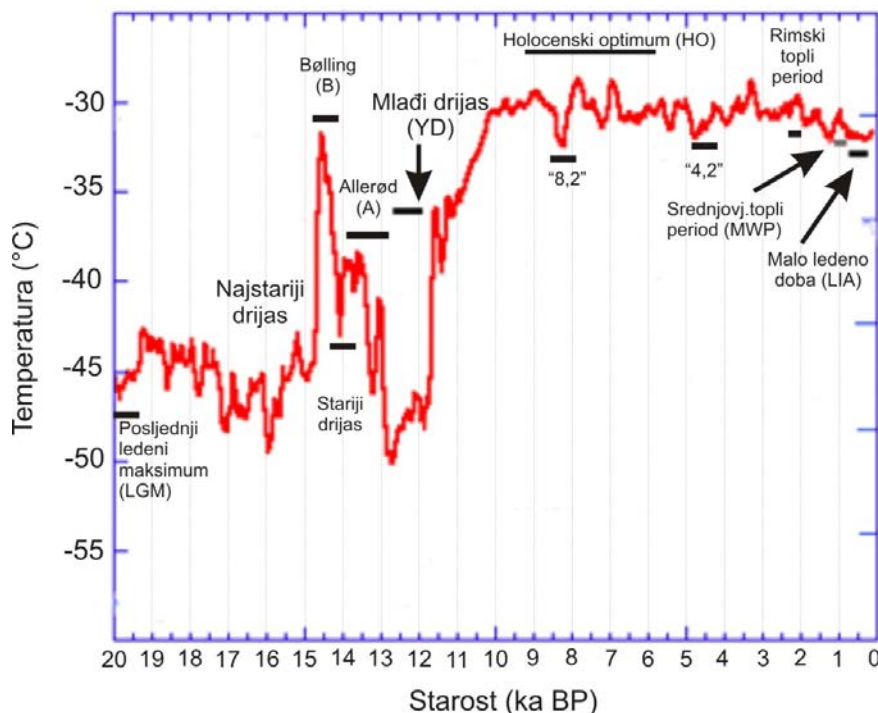


Slika 1-4 Usporedba paleoklimatskih uvjeta tijekom preboreala (PBO) u Europi. Crne točke: vlažno; otvoreni krugovi: suho; isprekidane podebljane linije: sjeverne i južne granice umjerenih širina karakteriziranih vlažnijim klimatskih uvjetima; isprekidane linije-pružanje ostataka ledenog pokrova u ranom holocenu. Na desnoj strani prikazana je usporedba s paleoklimatskim uvjetima za „8,2 događaj“. A-jezero Accessa; B-De Borchert; Du-Middle Durance dolina; F-Folgefonna; G-jezero Gosciaz; J-jurska jezera; Sp-Švicarski plato; K-Krageholmsjon; MH-jezera Meerfelder i Holzmaar; PB-Pariški bazen; Qs-Quintanar de la Sierra; T-jezero Torreberga; WC-jezero Wielkie Gacno. Preuzeto iz Magny et al. (2007b).

Srednji holocen karakteriziran je malim padom temperature i padalina, dakle hladnijim i sušim uvjetima, od oko 5 000 godina (neoglacijal). Globalno je poznat period suše prije 4 200 godina, kada je došlo do naglog pada temperature i suše u mediteranskom i afričkom području (Eastwood et al., 2007). Poznat je rimski period zatopljenja, kao i srednjovjekovna klimatska anomalija (*Medieval Climate Anomaly*, MCA) ili topli period (*Medieval Warm Period*, MWP). MCA odnosi se na period od 10 do 14. stoljeća (900-1 400 AD), tijekom kojeg je zabilježeno zatopljenje u Europi, Grenlandu i Aziji (Lionello, 2012). Hladnije razdoblje, u periodu od 16. do 19. stoljeća (1 550-1 850 AD), naziva se malo ledeno doba (*Little Ice Age*, LIA). LIA se definira kao hladni period karakteriziran širenjem ledenjaka u alpskoj regiji. Takve klimatske promjene imale su za posljedicu promjene razina pojedinih jezera, koje su istraživane u Italiji, u jezeru Accessa (Magny et al., 2007a), Ledro (Magny et al., 2009), Preola (Magny et al., 2011). Dosadašnja istraživanja jezerskih sedimenata u Mediteranskom području na temelju izotopnih analiza saželi su Roberts et al. (2008), a u Italiji na temelju jezerskih sedimenata Giraudi et al. (2011).

Holocen se prema posljednjim podacima na temelju spomenutih promjena dijeli na rani (11,7-8,2 ka BP), srednji (8,2-4,2 ka BP) i kasni holocen/neoglacijal (4,2 do danas), a postupno se uvodi i termin antropocen, za period povećanog utjecaja čovjeka na okoliš, posebno poslije industrijske revolucije (Walker et al., 2012).

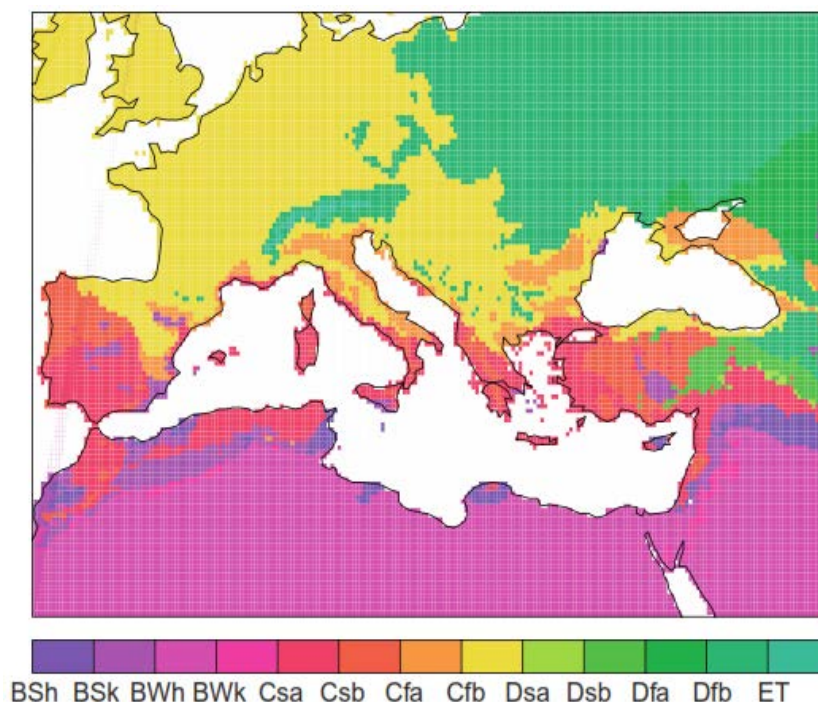
Rekonstrukcija temperature kasnog pleistocena, od posljednjeg ledenog doba prije 20 000 godina i kroz holocen prikazana je na slici 1-5, prema Alley (2000), na temelju ledene jezgre GISP2 u središnjem Grenlandu (projekt NGRIP).



Slika 1-5 Rekonstrukcija temperature od 20 ka BP do danas, prema grenlandskoj ledenoj jezgri GISP2 (Alley, 2000).

Područje istraživanja koje je obuhvaćeno ovim istraživanjem usko je povezano sa Sredozemnim morem, regijom koja nema jedinstvenu klimu. Köppenova klasifikacija klime temelji se na vrijednostima temperature i padalina, te njihovom odnosu prema vegetaciji, koji se u krškim područjima mora promatrati s oprezom, s obzirom na karbonatnu propusnu podlogu i nemogućnošću zadržavanja oborinskih voda, što ne pogoduje biljnom pokrovu. Prema Köppenovoj klasifikaciji (Köppen, 1990) (slika 1-6), mediteranska klima definirana je kao umjerena klima srednjih širina sa suhim ljetima, koja mogu biti topla (Csa) ili vruća (Csb). Veliko područje sjevernog dijela Mediterana pripada umjerenom klimi srednjih širina bez suhih ljeta (Cfa i Cfb). Razlika između *s* i *f* klimatskih podtipova jest u količini padalina, *s* označava područja sa suhim razdobljima ljeti, dok *f* nema suhog razdoblja. Podtipovi *a* i *b* označavaju godišnji hod temperature. Prema tome, tip *Cs* predstavlja tipičnu sredozemnu klimu, dok je *Cf* umjereno topla vlažna klima. U Mediteranskoj regiji postoje i ekstremi – od ledenjaka u

alpskom području sjeverno od Sredozemnog mora, do suptropskih pustinjskih područja na afričkoj obali.



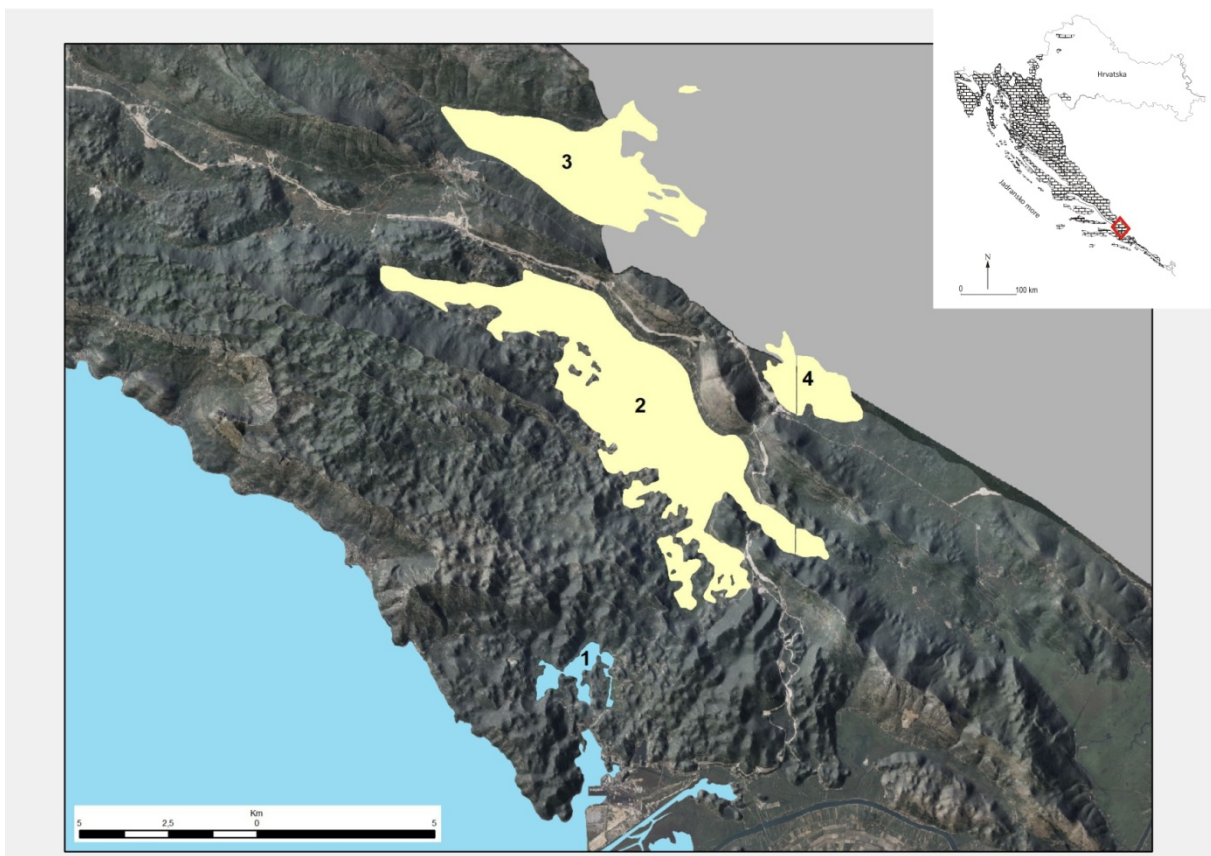
Slika 1-6 Köppen-ova klimatska klasifikacija u Mediteranskoj regiji: suptropska stepska klima (Bsh), stepska klima umjerenih širina (BSk), suptropska pustinjska klima (BWh), pustinjska klima umjerenih širina (BWk), mediteranska klima s vrućim/toplim ljetima (Csa/b), vlažna suptropska klima bez suhog ljeta (Cfa), umjerena morska klima (Cfb), vlažna kontinentalna klima s vrućim/toplim ljetima (Dfa/b), kontinentalna klima sa suhim vrućim/toplim ljetima (Dsa/b) i klima tundre (ET). Preuzeto iz Lionello (2012).

Prikupljeni paleoklimatski zapisi upućuju da je klima varirala tijekom geološke prošlosti, kako u dužem vremenskom razdoblju, tako i s godišnjim ili sezonskim varijacijama. Rekonstrukcija klimatske varijabilnosti temelji se na zapisu klimatskih parametara (temperatura, padaline i vjetar) što omogućuje poznavanje klime puno dalje u prošlost nego što se može dobiti mjernim instrumentima (oko 150 godina) te za oko 4,5 milijuna godina povijesnog zapisa. Neki klimatski zapisi, kao što su sedimentne sekvencije na površini kontinenta ili plitkih oceanskih područja, omogućuju dobivanje informacija starih milijune godina. Drugi klimatski zapisi, kao što su godovi drveta, jezgre leda, koralji, sige, jezerski sedimenti i dubokomorski sedimenti, omogućuju dobivanje informacija o klimi u razdoblju od prije nekoliko desetaka godina pa do stotina tisuća i milijune godina (Lionello, 2012). Rekonstrukcije parametara kao što su temperatura, padaline, vjetar, salinitet mogu se načiniti za bilo koje razdoblje u prošlosti upotrebom posrednih pokazatelja, tzv „proksija“ (*proxies*). Posredni pokazatelj je bilo koja komponenta klimatskog zapisa čije je porijeklo vezano za klimatsku varijabilnost ili proces i odnosi se na određene paleookoliše. Posredni pokazatelj mogu biti mikroorganizmi,

pelud, geokemijske karakteristike, mineralni sastav i drugo. Nesigurnost pri takvoj interpretaciji paleookoliša prevladava se korištenjem kombinacije više posrednih pokazatelja („*multiproxy*“ pristup).

## 2. Područje istraživanja

Bačinska jezera su jedinstveni hidrološki i hidrogeološki fenomen krša, a istovremeno neprocjenjiv vodni resurs. Zapis događaja u slivu jezera nalazi se u sedimentima koji se kontinuirano talože te sadrže materijale koji u jezero ulaze putem površinskih voda, podzemnih voda, atmosferskim taloženjem (mokrim i suhim putem) te koji se formiraju u jezeru (organska tvar i ljuštire biogenog podrijetla). Zauzimaju krško područje sjeverno od grada Ploče u južnoj Dalmaciji, gdje se nalazi recentno jezero - Bačinska jezera (skup 6 spojenih i 1 odvojenog jezera), zatim Vrgoračko polje, polje Rastoka i polje Jezerce koji su ispunjeni jezerskim sedimentima (slika 2-1). Taj slijed se nastavlja i na polja u široj okolici - Imotsko polje, Rastok polje te polja u Bosni i Hercegovini (Posuško, Livanjsko i Duvanjsko polje). Hidrogeološkim istraživanjima je dokazana veza podzemnih voda tih polja. U Vrgoračkom polju izgrađena je mreža kanala za navodnjavanje i kontrolu viška vode, koja se odvodi iz polja tunelom prema Bačinskim jezerima. To omogućuje poljoprivrednu aktivnost u Vrgoračkom polju. Sedimenti Bačinskih jezera i Vrgoračkog polja analizirani su u ovom istraživanju.

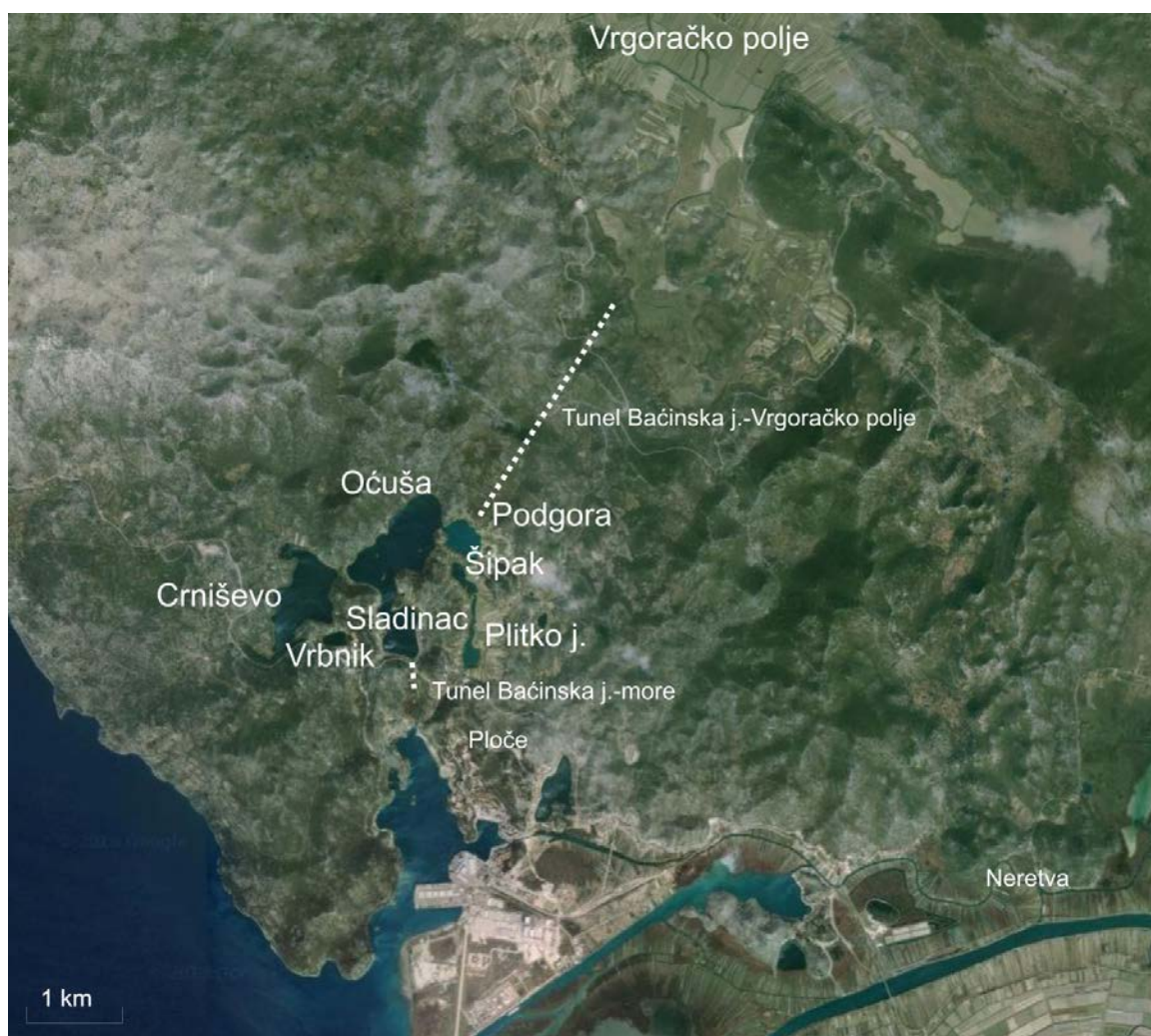


Slika 2-1 Područje sjeverno od Ploča, s Bačinskim jezerima i poljima ispunjenim jezerskim sedimentom, 1) Bačinska jezera, 2) Vrgoračko polje, 3) polje Rastoka, 4) polje Jezerce.



## 2.1. Geografski smještaj, klima i vegetacija

Baćinska jezera su skup jezera kod mjesta Baćina, sjeverno od grada Ploče u južnoj Dalmaciji. Sastoje se od šest međusobno povezanih (Oćuša, Crniševo, Podgora, Sladinac, Šipak i Plitko jezero) i jednog odvojenog jezera (Vrbnik), ukupne površine 1,4 km<sup>2</sup> (slika 2-2). Jezera su kriptodepresije. Nepravilnih su i različitih oblika te predstavljaju zanimljivu pojavu u kršu (slika 2-3). Najveće je jezero Oćuša (Voćuša) površine oko 0,55 km<sup>2</sup> i dužine preko 1,2 km i dubine 19,6 m. Jezero Sladinac ima maksimalnu dubinu od 16,4 m, Podgora 10,1 m, dok je Plitko jezero (Podkušinac) duboko do 5,5 m. Najdublje jezero je Crniševo, s dubinom od 34 m, koje je smješteno najzapadnije i drugo je po veličini s površinom od 0,43 km<sup>2</sup> i dužinom od 1,1 km. Crniševo pripada dubokim krškim jezerima, slatkodvodno je do slabo brakično, zaslanjuje se podvodnim slanim izvorom Mindel. Po produktivnosti pripada mezotrofnom tipu jezera, a po termalnoj stratifikaciji, ono je polimikitično jezero. Sedimenti jezera Crniševo korišteni su u ovom istraživanju za karakterizaciju jezerskih sedimenata u Baćinskim jezerima.



Slika 2-2 Baćinska jezera i položaj tunela koji ih spajaju s morem i Vrgoračkim poljem.



Baćinska jezera povezana su s morem preko tunela koji se nalazi u jezeru Sladinac (dug oko 100 m, ulazi u kanal koji je spojen s morem), a postoji i drugi tunel koje spaja Baćinska jezera (Podgoru) s Vrgoračkim poljem dug oko 2 km. Taj sustav tunela napravljen je radi odvodnje viška vode iz Vrgoračkog polja (JI dio) i kako bi se spriječile poplave.



Slika 2-3 Pogled na Plitko jezero s južne strane.

Smatra se da su se Baćinska jezera formirala krajem pleistocena, zajedno s depresijom Vrgoračkog polja (Ivičić & Pavičić, 1996). Vrgoračko polje je tipično krško polje, dinarskog smjera pružanja, dužine 15 km i širine između 0,8 i 3 km. Površine je oko 30 km<sup>2</sup>. Nadmorska visina polja je od 24 do 26 m, a nagnuto je prema jugoistoku i okruženo brdima koja se izdižu do visine od preko 700 m (masiv Rilić s južne strane, 918 m). Vrgoračko polje prekriveno je kvartarnim naslagama. To su jezerski sedimenti (naslage jezerske krede) čije je taloženje počelo u pleistocenu, a trajalo je kroz cijeli holocen. Po sastavu pripadaju bijelom do sivom prahu s visokim sadržajem kalcijeva karbonata (Ivičić & Buljan, 2002). Područje polja najvećim dijelom pripada porječju rijeke Neretve, podzemnim otjecanjem vode. Delta Neretve, koja se nalazi južno od grada Ploča, smatra se da je nastala u doba usporavanja porasta morske razine, otprilike između 8 000 i 6 000 godina (Juračić, 1998).

Klima ovog područja tipična je mediteranska: ljeta su topla i suha, zime su blage i kišovite. Prema Köppenovoj klasifikaciji pripada sredozemnoj klimi tipa Csa (Filipčić, 2001). Prosječna temperatura zraka je 15,4°C, a količina padalina 1297 mm (podaci mjerne stanice kraj Opuzena, 1970-1990, Državni hidrometeorološki zavod DHMZ) (Jasprica et al., 2003). Karakteristični su vjetrovi koji pušu na ovom području, već prije spominjani bura, jugo i maestral, koji utječu na eolski transport materijala i peluda.

Krško područje koje okružuje Baćinska jezera pripada eumediteranskoj vegetacijskoj zoni vazdazelenih šuma, u kojoj dominiraju mješovite šume crnike i crnog jasena (*Orno-Quercetum ilicis*). Ta je šumska zajednica značajna za prijelazno područje između tipično vazdazelene i prave listopadne vegetacije, a razvija se obično u humidnom dijelu Sredozemlja. Zastupljene su još šumske zajednice mješovite šume crnike i duba (*Quercetum ilicis-virgilianae*), čiste šume crnike s mirtom (*Myrto-Quercetum ilicis*), mješovite šume crnike i crnog graba (*Ostryo-Quercetum ilicis*) koja je karakteristična za mediteransko-brdski pojas (Trinajstić, 1995). U sastavu ovih mješovitih vazdazeleno-listopadnih šuma, pojavljuju se vrste: hrast crnika (*Quercus ilex*), crni jasen (*Fraxinus ornus*), dub (*Quercus virgiliana*), mirta (*Myrtus communis*), crni grab (*Ostrya carpinifolia*). Vazdazelena vegetacija prodire sve do Vrgorca. Dalje prema unutrašnjosti šire se samo pojedine vazdazelene biljne vrste koje s listopadnim izgrađuju mješovite šume, najčešće kao degradacijske stadije. Degradacijom šuma nastaju značajne šikare (pseudomakije), u čijem sastavu se ističu planika (*Arbutus unedo*) i bijeli grab (*Carpinus orientalis*), uz niz manje osjetljivih vazdazelenih vrsta (Trinajstić 2000). Prvobitna šumska vegetacija je stoljećima u eumediteranskoj vegetacijskoj zoni, pod snažnim antropogenim utjecajem najvećim dijelom uništena, odnosno degradirana u garige i šikare, a tlo je erodirano.

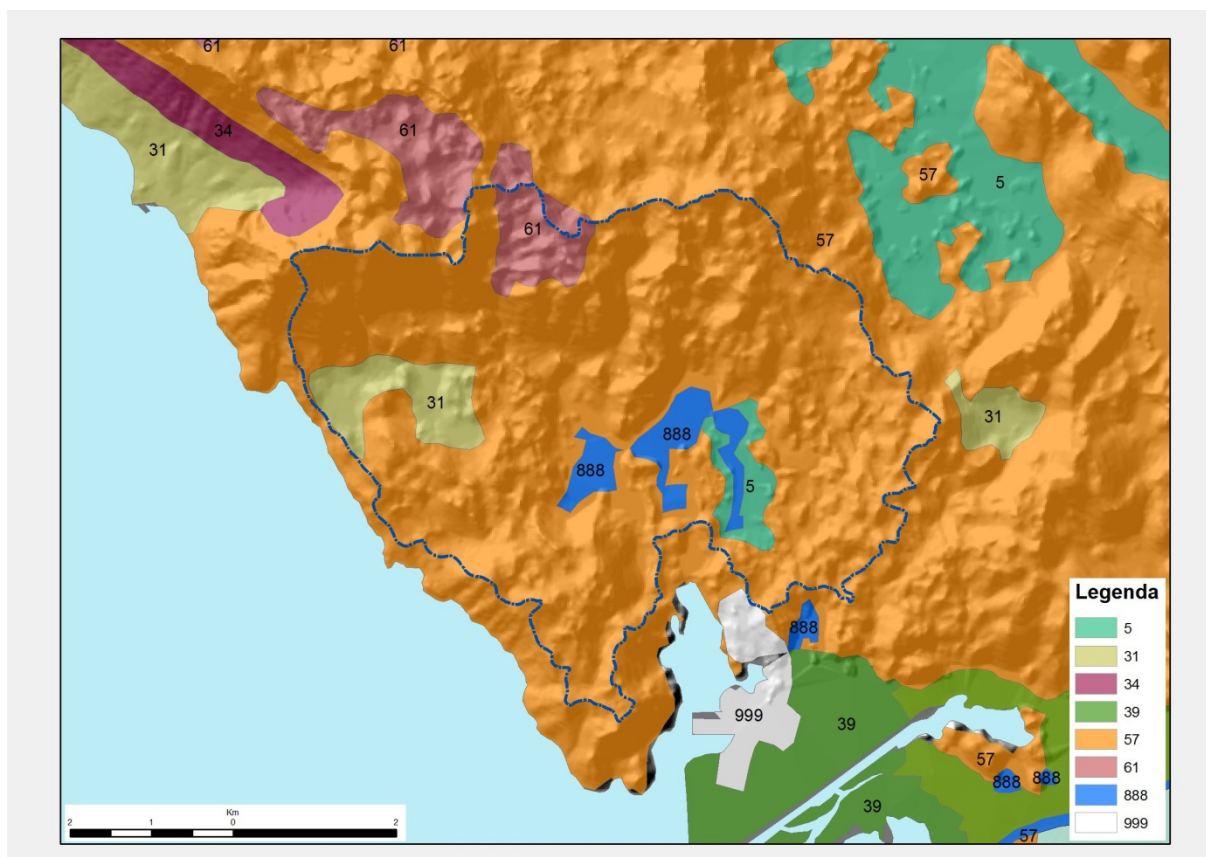
Dominantnu biljnu zajednicu uz jezera čini močvarna helofitska vegetacija (Jasprica, 2007). Helofiti su vrste kod kojih se veći ili manji dio biljke uzdiže iznad vode, a neke se mogu razvijati i izvan vode dok je njihov korijen u tlu ispod vode. Zajednica trščaca (*Phragmitetum australis*) je dominantna helofitska zajednica koja zauzima prvi vegetacijski pojas uz vodene površine prema močvari. Ta je zajednica obilno prisutna oko Baćinskih jezera. Od svih močvarnih zajednica, zajednica jezerskog oblića (*Scirpetum lacustris*) zauzima najdublje vode. Zajednice uskolisnog rogoza (*Typhetum angustifoliae*) su česte u plićim kanalima, a prisutne su i zajednica ljepuška (*Hydrocotyle vulgaris*), busenastog šaša (*Carex elata*), dugog oštrika (*Cyperus longus*) i razgranjenog ježinca (*Sparganium erectum*).

Najčešća biljna zajednica vodene vegetacije (vodenjare) jest zajednica lopoča i krocnja (*Myriophyllo-Nupharetum*), koja raste u najdubljim vodama, predstavljene s biljnim vrstama lopoč (*Nymphaea alba*) i lokvanj (*Nuphar lutea*). Pojavljuju se i zajednice plutajućih jastuka žabogriza (*Hydrocharietum morsus-ranae*), plutajućih cvjetnica (*Lemnetea*) i plivajućeg mrijesnjava (*Potamogetum natantis*) (Jasprica, 2007).

Uz jezera je razvijena poljoprivredna aktivnost. Uglavnom se uzgajaju žitarice, masline i vinova loza, ali pretežno su to manje obiteljske poljoprivredne površine. U Vrgoračkom polju poljoprivreda se intenzivno razvija u posljednjih 50-ak godina, izgradnjom melioracijskih kanala i djelomičnom regulacijom poplavnih režima. Vrgoračko polje prepoznatljivo je po

uzgoju agruma te jagoda. U području polja također je prisutno vinogradarstvo (Vukosavljević, 2006).

U tlu slivnog područja Baćinskih jezera prevladavaju kalkokambisoli i terra rosse (Bogunović et al., 1996) (slika 2-4).

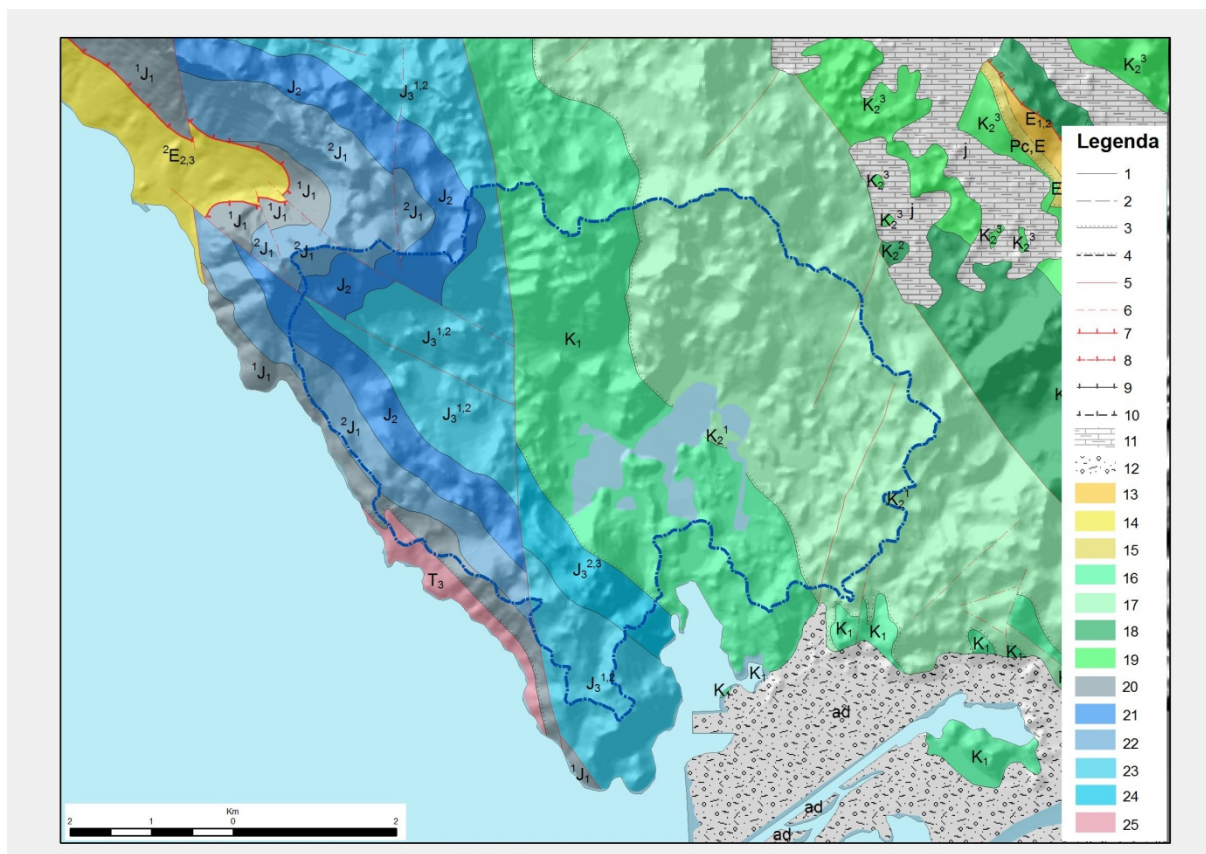


Slika 2-4 Pedološka karta slivnog područja Baćinskih jezera (Bogunović et al., 1996). Površinski sliv određen je pomoću ArcGIS-a (ESRI, 1999-2009) i označen je tamno plavom linijom. Legenda: 5) Aluvijalno tlo (fluvisol), aluvijalno livadno i plavljeno tlo; 31) Antropogena tla na flišu i kršu, rendzina na flišu; 34) Kolvij s klastima, kamenjar, rendzina, kalkokambisol, kalkomelanosol; 39) Halomorfna tla, pseudoglej, ritska crnica, močvarno glejno tlo; 57) Kalkokambisol, terra rossa, kalkomelanosol; 61) Kalkomelanosol, kalkokambisol; 888) Vodene površine; 999) Veća naselja.



## 2.2. Geologija

Šire slivno područje Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja izgrađuju stijene jurske, kredne, paleogenske i neogenske starosti (slika 2-5). Ovo područje obuhvaćeno je listovima i odgovarajućim tumačima Osnovne geološke karte: Ploče (Marinčić et al., 1978; Magaš et al., 1979), Imotski (Raić et al., 1977; Raić & Papeš, 1978) i Metković (Raić et al., 1976; Raić & Papeš, 1977).



Slika 2-5 Geološka karta Baćinskih jezera i južnog dijela Vrgoračkog polja (Marinčić et al., 1978; Magaš et al., 1979). Površinski sliv određen je pomoću ArcGIS-a (ESRI, 1999-2009) i označen je tamno plavom linijom. Legenda: 1) Geološka granica; 2) Pretpostavljena geološka granica; 3) Erozijsko-diskordantna granica; 4) Pretpostavljena erozijsko-diskordantna granica; 5) Rasjed; 6) Pretpostavljeni rasjed; 7) Reveresni rasjed; 8) Pretpostavljeni reversni rasjed; 9) Transgresija; 10) Pretpostavljena transgresija; 11) j Jezerski sed.; 12) ad Sedimenti delte; 13) E<sub>1,2</sub> Foraminiferski vapnenci; 14) E<sub>2,3</sub> Klastične naslage fliša; 15) Pc, E Liburnijske naslage; 16) K<sub>1</sub> Vapnenci i breče; 17) K<sub>2</sub><sup>1</sup> Vapnenci s lećama breča; 18) K<sub>2</sub><sup>2</sup> 19) K<sub>2</sub><sup>3</sup> Vapnenci; 20) J<sub>1</sub> Dolomiti; 21) J<sub>2</sub> Vapnenci s lećama breča; 22) J<sub>1</sub> Vapnenci i breče; 23) J<sub>3</sub><sup>1,2</sup> Vapnenci s lećama breča; 24) J<sub>3</sub><sup>2,3</sup> Vapnenci s lećama dolomita i breča; 25) T<sub>3</sub> Dolomiti.

Najstarije naslage su gornjotrijaske starosti, zapadno od Ploča. Najveći dio istraživanog prostora izgrađuju karbonatne naslage kredne starosti. Naslage donje krede (vapnenci i breče  $K_1$ ) izgrađuju prostor sjeverozapadno od Baćinskih jezera. Dolaze superpozicijski i transgresivno na jurskim naslagama i izgrađuju sjeverno krilo Biokovske antiklinale. Daleko najveći prostor izgrađuju gornjokredne naslage. Prema Tumaču OGK-a list Ploče, cenomanske naslage ( $K_2^1$ ) izgrađuju područje Vrgoračkog jezera, dijelom područje Pline (sjeverno i sjeveroistočno od Ploča), gdje ih prema jugu prekrivaju kvartarne naslage doline Neretve. U litološkom smislu to su pretežno uslojeni vapnenci, ali često dolaze i leće sedimentnih breča i tanko uslojenih dolomita. Tercijarne naslage zastupljene su miliolidnim vapnencima i vapnenačkim brečama (Pc, E), zatim foraminiferskim vapnencima ( $E_{1,2}$ ). Te se naslage pružaju se u uskim zonama u području Velikog i Malog Prologa.

Klastične naslage fliša ( $E_{2,3}$ ) razvijene su u uskoj zoni uz reversni rasjed kod Vrgorca i Velikog i Malog Prologa. U litološkom smislu to je heterogeni kompleks s relativno pravilnom izmjenom litoloških članova. Najčešće su u donjem dijelu istaložene foraminiferske breče, zatim dolaze pješčenjaci i siltiti i kao najmlađi članovi u tom slijedu nalaze se vapnenci, šejlovi i lapori.

Kvartarni sedimenti nalaze se u morfološki najnižim dijelovima terena, izgrađuju Rastok polje, Vrgoračko polje i dolinu Neretve.

Jezerski sedimenti (j) istaloženi su u Rastok polju, Velikom i Malom Vrgoračkom polju, oko Baćinskih jezera i oko jezera Vlaška u dolini Neretve. Sastoje se od jezerske krede, zatim "masnih" i pjeskovitih glina koje se čestu lateralno izmjenjuju. Na površini su uglavnom prekrivene humusnim slojem. Po sastavu jezerska je kreda muljeviti, a nakon povlačenja vode rastresiti bijeli do sivi prah sa visokim udjelom kalcijeva karbonata. Pretpostavlja se da je taloženje jezerskih sedimenata započelo već u pleistocenu i traje kroz cijeli holocen. Jezerski sedimenti imaju različitu debljinu ovisno o paleoreljefu, ali pretpostavlja se da je maksimalna debljina 10-15 m.

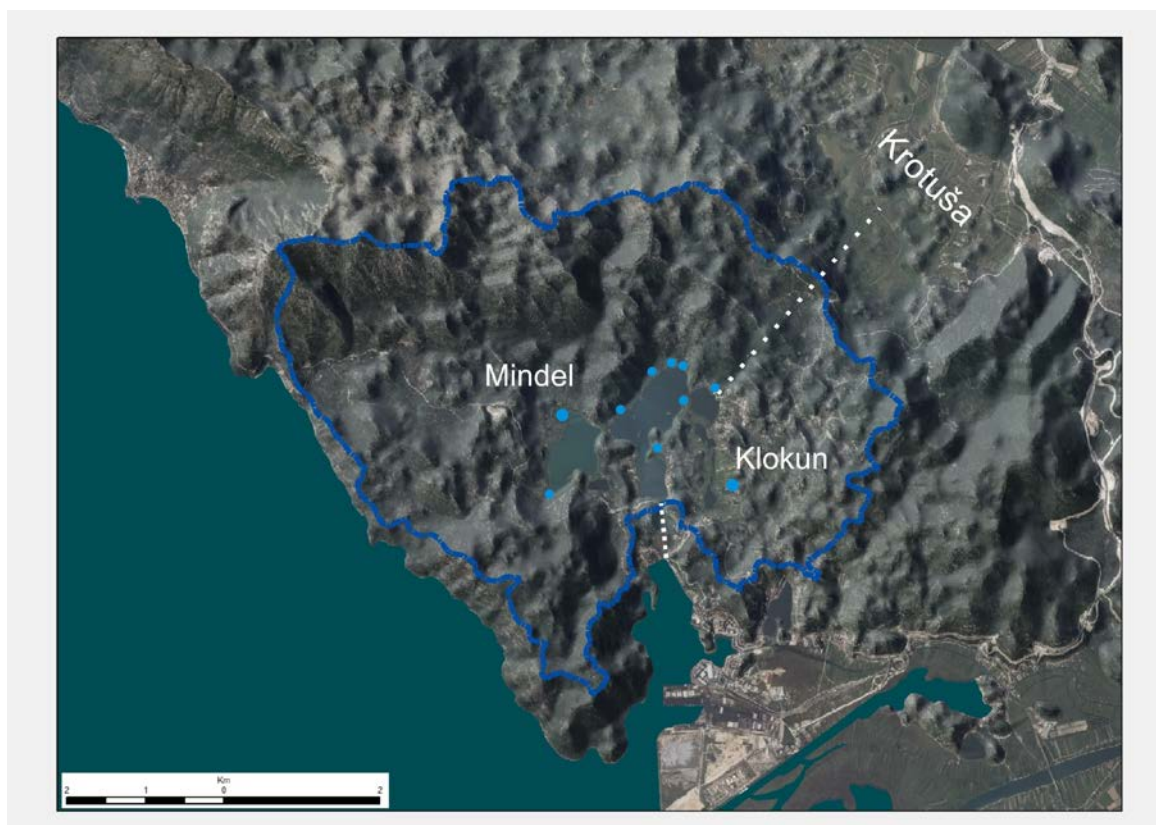
U regionalno-strukturno-tektonskom smislu, istraživani prostor Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja karakterizira deformiranost naslaga, što je posljedica tektonskih pokreta. Ti su pokreti krajem mezozoika deformirali intaktni sedimentni kompleks u blago borane strukture koje su tangencijalnim pokretima sredinom paleogena dodatno deformirane u poglele i prebačene bore, fleksure ili ljuskavu strukturnu građu. Mlađi pokreti kroz oligocen i neogen nisu bitnije promijenili strukturni sklop, ali su njihovi radijalni pokreti utjecali na izdizanje kopna i formiranje reljefa. Istraživani prostor pripada tektonskim jedinicama Biokovo i Biokovska zagora, koje predstavljaju cjelovit strukturni sklop. Tektonska jedinica Biokovo predstavlja brdovito područje Biokova i Zabiokovlja. Ona obuhvaća prostor Rilić planine i južni dio

masiva Biokova, a sa sjeveroistoka je omeđeno linijom Kokorići-Vrgoračko polje-dolina Neretve. Jugozapadnu granicu čini kontakt biokovske navlake s eocenskim flišem priobalja. U strukturnom pogledu, strukturna jedinica Biokovo predstavlja antiklinalu reduciranu na jugozapadnom dijelu, izgrađenu pretežno od vapnenaca, a manje od dolomita jurske i kredne starosti. Tektonsku jedinicu Biokovska zagora karakterizira visok stupanj tektonske destrukcije. To je sedimentni kompleks koji je tangencijalnim pokretima deformiran u prebačene bore i ljuskavu strukturnu građu koja je najuočljivija u području Vrgorca, Prologa i dalje do doline Neretve. Tektonska aktivnost važna je zbog povezanosti strukturnih i hidrogeoloških odnosa. Strukture obuhvaćenog područja su dominantno reversne-navlačne. Rasjedi pripadaju sustavu dominantnog pružanja SZ-JI, SI-JZ, te SSZ-JJI do S-J. Predstavljaju najčešće strme rasjede promjenjivog nagiba, tako da su pojedine dionice reversne. Uočena je ovisnost djelovanja regionalnog i lokalnog stresa na deformacije strukturnog sklopa ili pojedinih struktura. Na promjene stresa (starije orijentacije SI-JZ) ukazuju svijanja i često promjene pružanja rasjeda. Povoljna orijentacija rasjeda sustava SZ-JI u odnosu na stres dovodi do izraženih transkurentnih desnih pomaka duž najvažnijih rasjeda sklopa. Dolazi do pomaka dijelova struktura i „otvaranja“ doline Neretve. Izraziti pomaci struktura prema JI uvjetuju pucanja, razmicanja strukturnih blokova duž postojećih rasjeda nastalih u starijem tektonski aktivnom razdoblju. To su rasjedi sustava SI-JZ i SSZ-JJI koji oblikuju otvorene zone. Dionice povoljno orijentirane prema stresu pokazuju i lijevi i desni tektonski transport (Ivičić & Pavičić, 1996).



### 2.3. Hidrološka obilježja

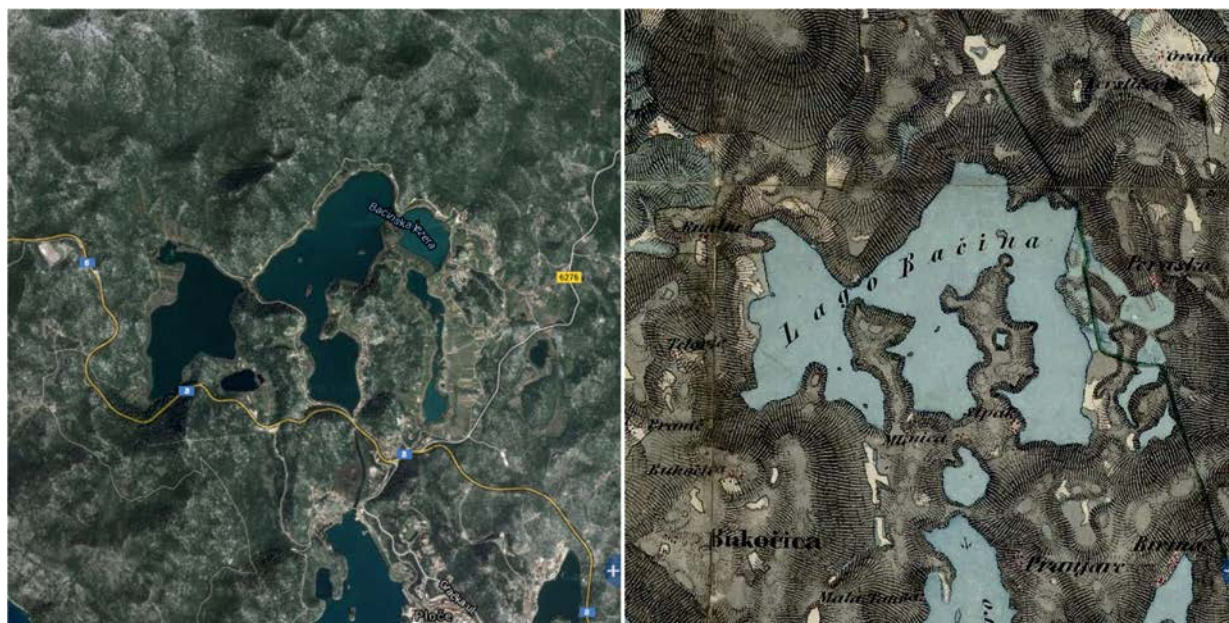
U širem području Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja karakteristični su različiti površinski krški oblici te podzemne vode i izvori (Ivičić & Pavičić, 1996; Ivičić & Buljan, 2002). Slivno područje Baćinskih jezera iznosi 30,5 km<sup>2</sup>, određeno je pomoću ArcGIS-a (ESRI, 1999-2009), prikazano na Digitalnoj ortofoto karti 1:5000 (DOF5), Države geodetske uprave (slika 2-6). Površina Baćinskih jezera je 1,4 km<sup>2</sup>. Morfološki slijed krških polja proteže se od Livanjskog i Duvanjskog polja, preko Posušskog, Imotskog i Rastok polja prema Vrgoračkom polju, koji predstavlja pretposljednju stepenicu u „kaskadnom“ tečenju podzemne vode prije delte Neretve. Svako od tih polja ima dinarski smjer pružanja (SZ-JI) i u pravilu ima sa sjeverne i sjeveroistočne strane zonu izviranja, a s jugozapadne i južne strane zone poniranja.



Slika 2-6 Površinski sliv Baćinskih jezera označen tamno plavom linijom (prikazan u DOF5, Državna geodetska uprava). Određen je pomoću ArcGIS-a (ESRI, 1999-2009). Izvori su prikazani plavim krugovima, a tuneli točkastim linijama.

U nedavnoj prošlosti dvije intervencije su bitno promijenile ekosustav Baćinskih jezera. Povezivanje Baćinska jezera sa morem preko tunela 1912. godine koji se nalazi u jezeru Sladinac (dug oko 120 m, ulazi u kanal koji je spojen s morem), snizilo je razinu Baćinskih jezera za najviše 12 m (slika 2-7). Prije prokopa tog tunela razina jezera bila je oko 9 m viša

nego danas, jezero Vrbnik bilo je spojeno s Crniševom, a današnja priobalna močvara Blato bila je izdvojeno jezero. Drugi tunel koji spaja Baćinska jezera (Podgoru) s Vrgoračkim poljem dug je oko 2 km i izgrađen je 1938. godine. Taj sustav tunela napravljen je radi odvodnje viška vode iz Vrgoračkog polja (JI dio) i kako bi se spriječile poplave i dreniralo Vrgoračko polje.



Slika 2-7 Baćinska jezera danas i na Austrougarskim kartama (izmjera Dalmacije 1851.-1854. g), prikazana je razina jezera prije prokopa tunela koji je spojio Baćinska jezera s morem, kad je obala bila oko 9 m viša nego danas, jezero Vrbnik spojeno sa Crniševom, a priobalna močvara Blato bilo je izdvojeno jezero.

Međutim, ovako pojednostavljen model podzemne cirkulacije vrijedi samo djelomično. Bojenjem je dokazano i podzemno tečenje okomito na pružanje struktura, kao i tečenje i povezanost voda ispod krških polja koja najčešće predstavljaju viseće barijere. Prema tome, za vrijeme niskih voda podzemne vode teku kroz karbonatnu podlogu ispod polja ispunjenih kvartarnim (klastičnim i glinovitim) naslagama, često bez istjecanja vode na površinu ili vode istječu samo na rijetkim velikim krškim izvorima (npr. Butina). U razdoblju visokih voda karbonatno podzemlje nije dovoljno okršeno da propusti sve vode prema najnižoj erozijskoj bazi, a kvartarni sedimenti nisu dovoljno propusni da kroz njih otječu vode prema ponornim zonama pa se javljaju uz stalne izvore i brojni povremeni izvori velike izdašnosti, što uzrokuje i poplavljanje. Vrgoračko polje dobiva vodu u sjeverozapadnom dijelu preko nekoliko stalnih ili povremenih izvora iz krške uvale Kokorića i dalje iz karbonatnog dijela područja Župe Vrgoračke. Jedini površinski tok koji donosi vodu u Vrgoračko polje je rijeka Matica, koja se formira u krajnjem sjeverozapadnom dijelu polja od voda stalnih i povremenih izvora (Butina, Stinjevac, Lukavac i Vir) i otječe meandrirajućim koritom. Najznačajniji i najizdašniji izvor Butina kaptiran je za potrebe vrgoračkog vodovoda. Za vrijeme izrazito vlažnog razdoblja, vode iz tih izvora

onemogućuju otjecanje iz uzvodnog dijela polja i izaziva plavljenje gornjeg dijela polja. Na zapadnoj strani središnjeg dijela polja značajni su ponori uz korito rijeke (Staševica, Spilice, Pod Spilom) i čitav niz ponora u predjelu Krotuše. Trasiranjem podzemne vode iz područja Krotuše, dokazana je veza s izvorom Modro Oko (s desne strane Neretve) i okolnim manjim izvorima, ali ne i s izvorom Klokun uz Baćinska jezera. U kišnom razdoblju godine dotoci vode su znatno veći od kapaciteta ponora pa nastaju pretponorske retencije, koje se šire i poplavljuju veći dio polja te je na taj način donji dio Vrgoračkog polja poplavljen i preko 30 dana godišnje. Prokopanim kanalom iz Krotuše voda se dovodi u tunel betoniranog dna, dugačak 2 120 m, kojim otječe u Baćinska jezera. Djelomičnom izgradnjom melioracijskih kanala, brana i regulacijom donjeg dijela vodotoka, kao i izgradnjom odvodnih tunela nije riješen problem poplavnih voda u Vrgoračkom polju. Dotjecanje u kišno doba godine znatno je veće od propusne moći i prirodnih ponora i odvodnog tunela od Krotuše do Baćinskih jezera.

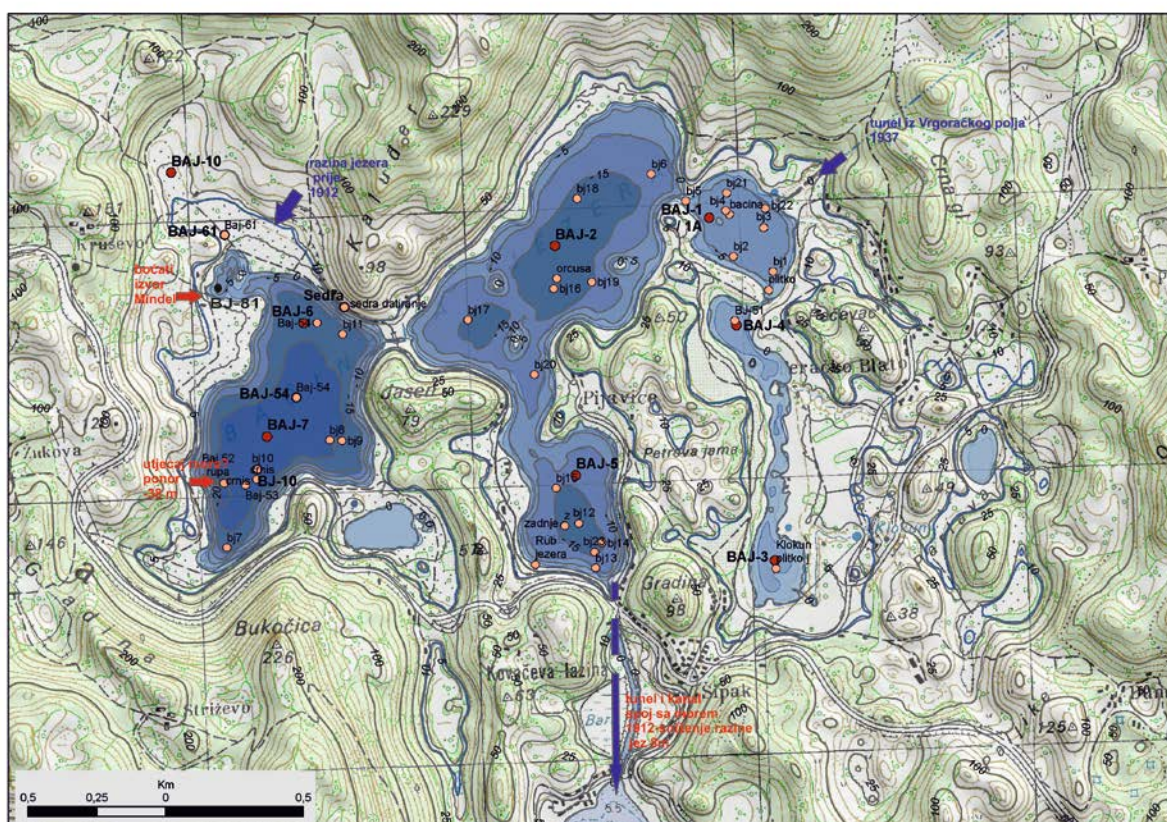
U priobalju jezera Oćuša nalaze se 3 stalna i 2 povremena izvora. U Plitko jezero ulazi voda iz izvora Klokun. Izvor Klokun smješten je cca 220 m istočno od Baćinskih jezera na nadmorskoj visini od oko 1,5 m. Izvor je kaptiran za vodoopskrbu Ploča. Hidrogeološki odnosi u zaleđu Baćinskih jezera i izvora Klokun vrlo su složeni. Najdublje recentno okršavanje se zbilo krajem pleistocena kada su se formirale depresije i Vrgoračko polje i Baćinska jezera. Najveća današnja dubina jezera iznosi 34 m (Crniševo) pa je i dubina okršavanja morala biti sigurno do te dubine i dublje s obzirom na tadašnju razinu mora. Uzdizanjem razine mora u kvartaru promijenili su se i hidrološki uvjeti. Dolazi do „zagušenja“ najdubljih „kanala“, a u depresijama se talože sitnozrnati (pelitični) slabopropusni sedimenti. Lokalno su se zadržale veze kroz okršenu karbonatnu podlogu. Iako nije dokazana direktna veza vode Klokuna i Baćinskih jezera, ona sigurno postoji. Za pretpostaviti je da je izvor Klokun jedan od „odušaka“ u povezanosti podzemne vode s morem. Prekid je uvjetovan jezerskim glinovitim naslagama.



### 3. Metode istraživanja

#### 3.1. Terenske metode

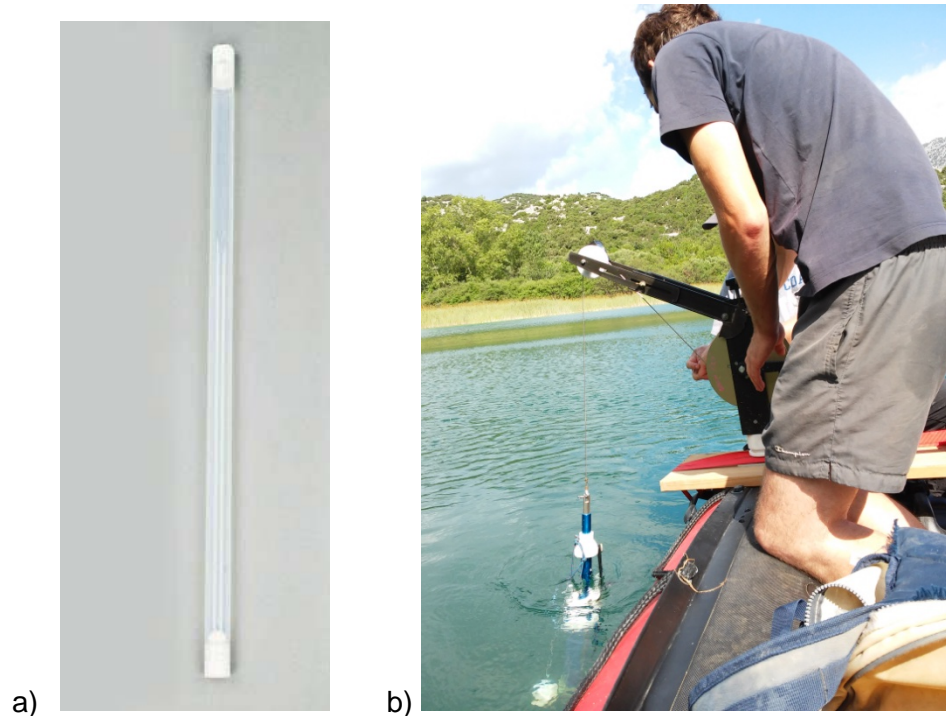
Terenska istraživanja uključila su uzimanje dugačkih jezgri pomoću istraživačke platforme „Q2“ i klipnog korera, uzimanje kratkih jezgri pomoću gravitacijskog korera te uzimanje vode iz vodenog stupca jezera pomoću pribora za uzorkovanje vode montirane na gravitacijski korer i vitlo sa digitalnim brojačem, ujedno su mjereni osnovni kemijski i fizički parametri vode pomoću multiparametarske sonde. Sve lokacije uzorkovanja prikazane su na slici 3-1, te su detaljno opisane u nastavku po poglavljima.



Slika 3-1 Lokacije uzorkovanja dugih, kratkih jezgara i lokacije profila uzorkovanja jezerske vode.

### 3.1.1. Uzorkovanje jezerske vode

U dva navrata tijekom različitih hidroloških i bioloških uvjeta (ljet/zima) u srpnju i prosincu 2014. godine uzeti su uzorci voda iz sljedećih jezera: Crniševo, Očuša, Podgora, Plitko i Sladinac. Uzorkovani su uzorci sa svakog metra po dubini jezera iz čamca pomoću Bailer pribora za uzimanje uzoraka vode (slika 3-2a). Bailer je bio otežan gravitacijskim korerom kako bi se izbjeglo nošenje Bailera strujama u dubljim dijelovima jezera te je bio pričvršćen na vitlo s mjeračem dubine (slika 3-2b).



Slika 3-2 Uzorkovanje uzoraka vode iz jezera a) Bailer pribor za uzimanje uzoraka vode; b) uzimanje uzoraka.

U svibnju 2015. godine uzorkovani su uzorci voda iz jezera Crniševo i Očuša, također u metarskoj rezoluciji na prethodno opisani način. Uz navede uzorke korišteni su podaci koji su dobiveni tijekom istraživanja Baćinskih jezera u 2010. godini. Uzorci iz navedenog perioda u uzeti u listopadu 2010. godine, u pet metarskoj rezoluciji.

Prije uzimanja uzoraka iz jezera "in situ" su mjereni sljedeći pokazatelji: elektrolitička vodljivost (EC), temperatura (T), pH, zasićenost kisikom voda pomoću multiparametraskih sonda WTW i SEBA KLL-Q (slika 3-3).





Slika 3-3 Mjerenje "in situ" parametara multiparametarskim sondama a) WTW b) SEBA KLL-Q

Isto tako, tijekom uzimanja sedimenta s dna jezera s gravitacijskim korerom u srpnju 2014. godine, analizira je jezerska voda koja je u direktnom kontaktu sa sedimentom tj. neposredno iznad sedimenta (slika 3-4) kako bi se odredio koliki je utjecaj sedimenta na geokemijski sastav jezerske vode.



Slika 3-4 Uzorak sedimenta i jezerske vode.

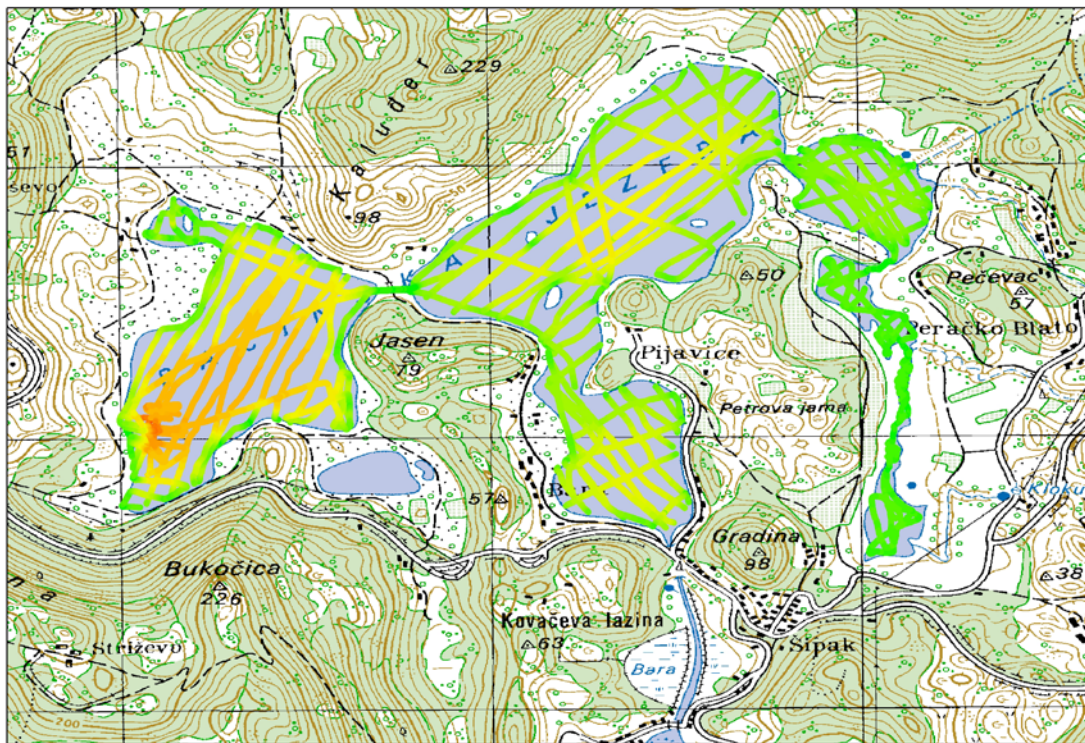


### 3.1.2. Izrada batimetrijske karte Baćinskih jezera

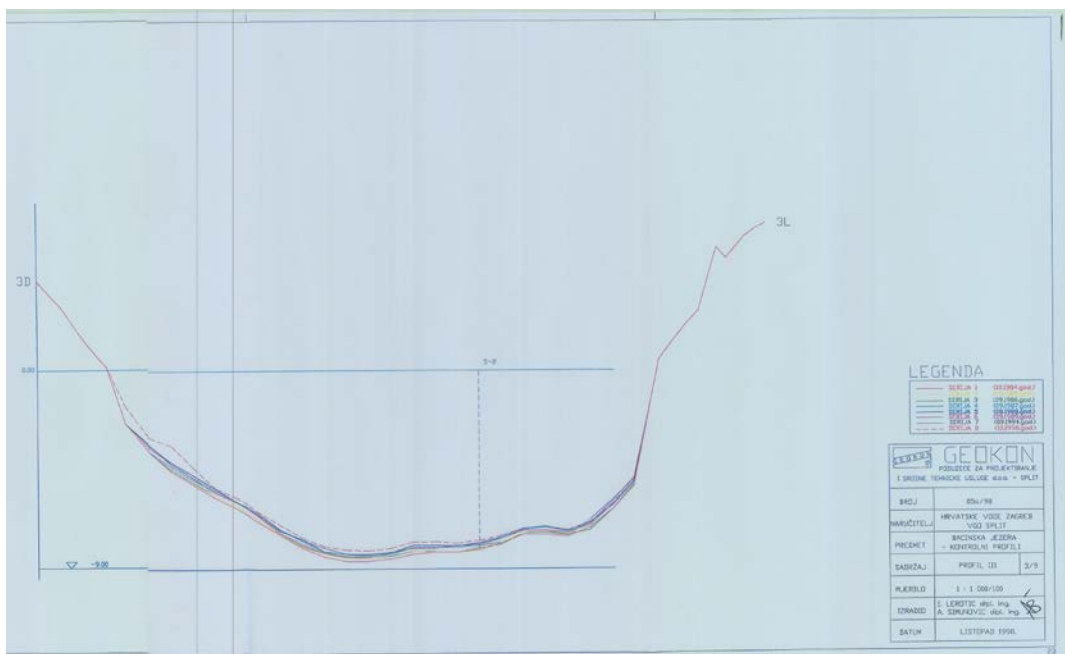
Batimetrijska mjerenja izvode se suvremenim ultrazvučnim dubinomjerima sa jednom zrakom (single beam) ili višesnopnim ultrazvučnim dubinomjerom (multibeam). Rezultati izmjere mogu se interpretirati u 2D i/ili 3D te kartografskim prikazom, a sve u analognom ili digitalnom obliku. Budući da batimetrijska karta Baćinskih jezera nije bila dostupna za potrebe ovog projekta izrađena je karta pomoću ultrazvučnog dubinomjera sa jednom zrakom i panoramskim dubinomjerom firme Hummingbird model 999ci HD SI Combo (slika 3-5). Rezultat mjerenja su diskretni podaci, tj. pojedinačne dubine, obično u nizu - profilu. Snimljeno je ukupno 50 tak profila (slika 3-6). Dobiveni podaci obrađeni su pomoću ReefMaster Software-a a dobivene dubine umjerene su snimanjem profila koji su napravljeni od strane firme GEOKON 1998 godine (slika 3-7). Interpolirane karte su obrađene kasnije u pomoću ArcGIS softvera i nalaze se kao dio GIS projekta. Batimetrijska karta Baćinskih jezera prikazana je na slici 3-8.



Slika 3-5 Ultrazvučni dubinomjer sa jednom zrakom i panoramskim dubinomjeom firme Hummingbird model 999ci HD SI Combo pomoću kojeg je načinjena batimetrijska karta Baćinskih jezera.

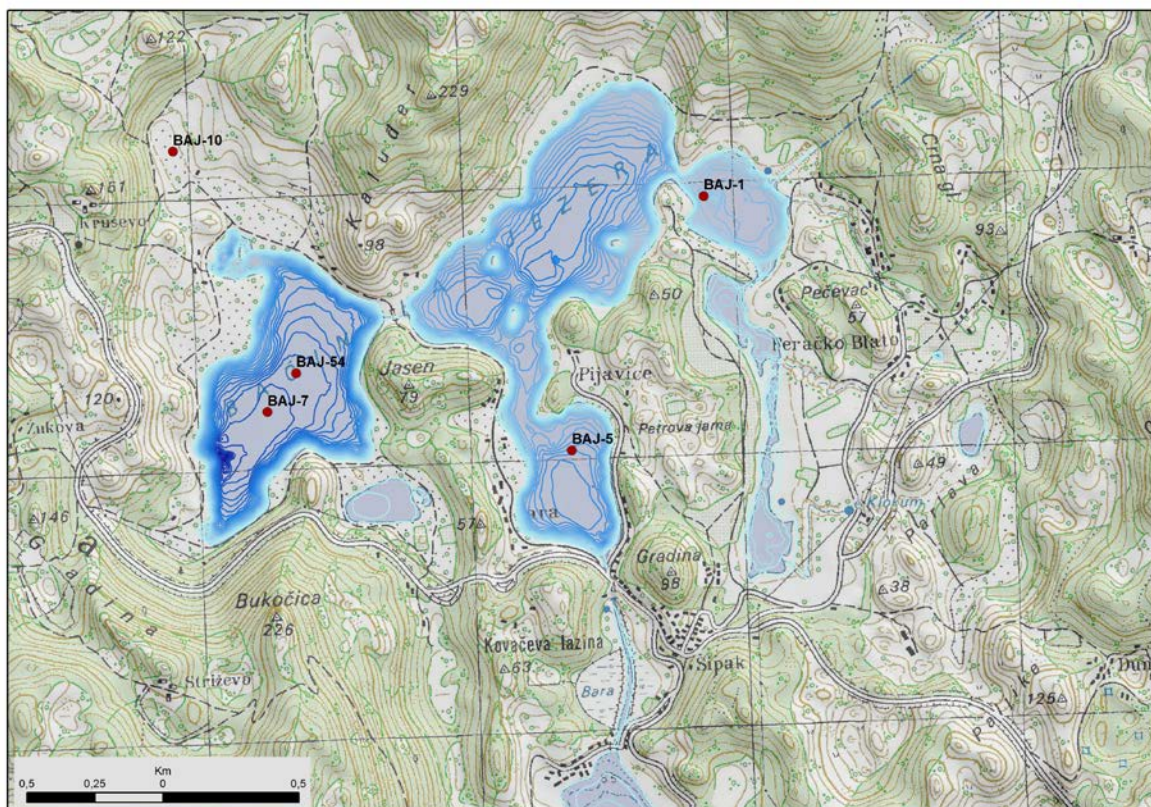


Slika 3-6 Rezultati mjerenja ultrazvučnim dubinomjerom dobiveni su diskretni podaci, tj. pojedinačne dubine, u nizu - profilu. Snimljeno je ukupno 50 tak profila.



Slika 3-7 Primjer batimetrijskog profila firme GEOKON na temelju kojih se napravila korekcija dubinadobivenih ultrazvučnim dubinomjerom.

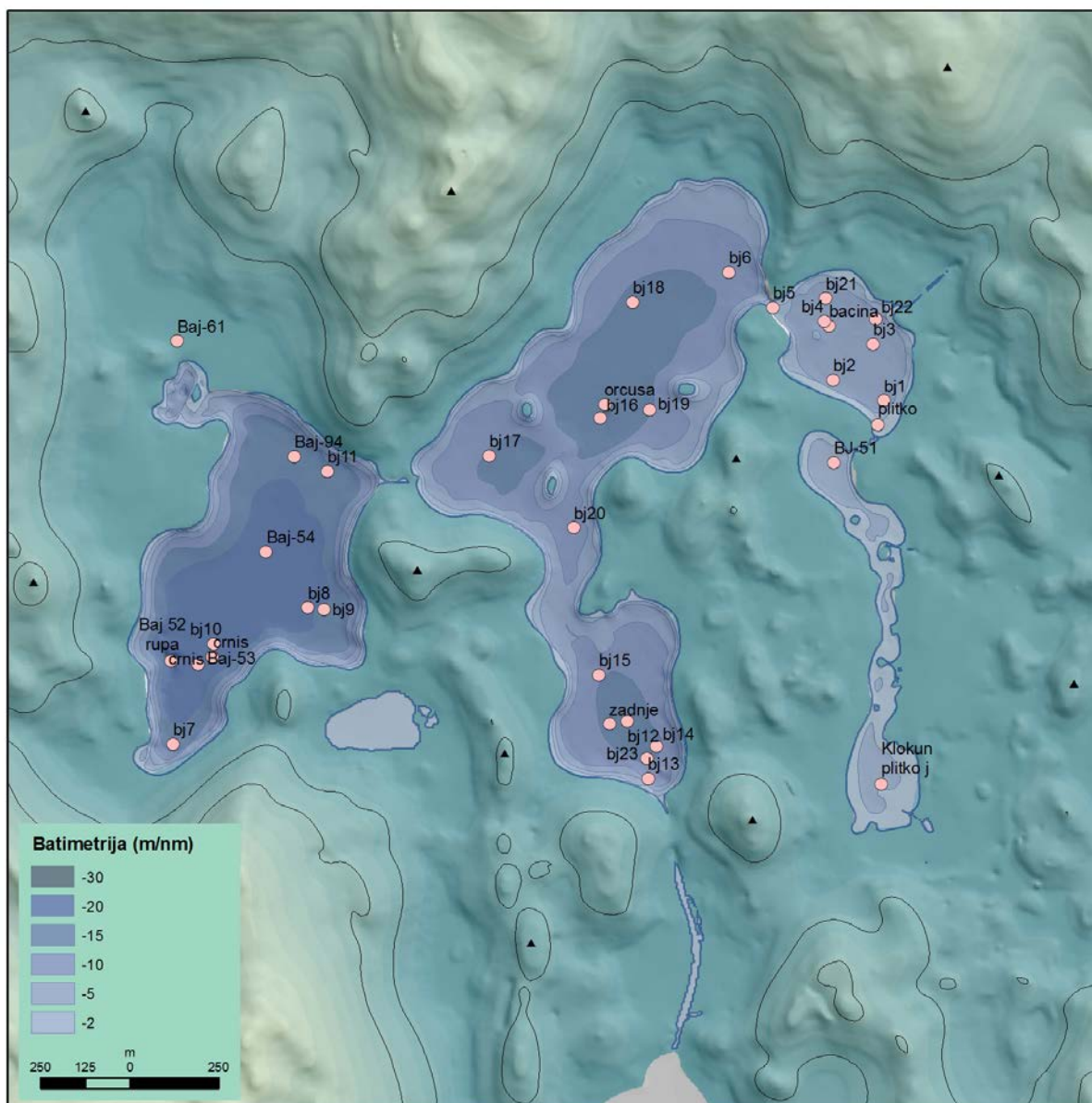




Slika 3-8 Batimetrijska karta Bačinskih jezera dobivena snimanjem ultrazvučnim dubinomjerom.

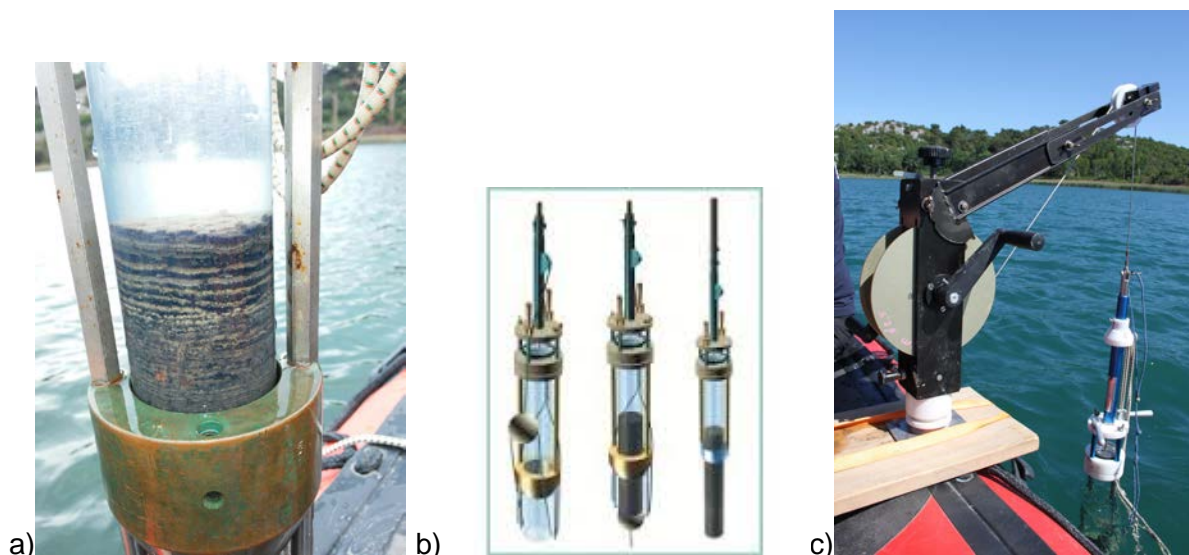
### 3.1.3. Uzorkovanje kratkih jezgri sedimenata (gravitacijski korer)

Gravitacijskim korerom (Uwitec gravity corer 60, Austrija) uzorkovano je 35 kratkih jezgara dužine 15 do 45 ovisno o kompaktnosti sedimenata (slika 3-9). Dio jezgara je arhiviran a ostale jezgre su uzorkovane u intervalima od 1 cm te sušene pomoću liofilizatora. Kratke jezgre poslužile su za analizu recentnog sedimenta i na temelju provedenih analiza i datiranja dugačkih jezgri te na temelju zabilježenih promjena u sastavu sedimenata većim dijelom obuhvaćaju razdoblje od posljednjih 100 do 150 godina. U jezeru Crniševo uočena je pojava laminiranih sedimenata u prvih 15-ak cm jezgre sedimenata (slika 3-10). Analizirane su jezgre u 5 cm intervalima. Analizirano je ukupno 19 kratkih jezgara (tablica 3-1) i ukupno 91 uzorak (elementni sastav i ukupni ugljik i dušik). Na karti su prikazane lokacije uzorkovanja.



Slika 3-9 Lokacije uzorkovanja kratkih jezgara u Baćinskim jezerima.





Slika 3-10 a) Laminirani sedimenti u gravitacijskom koreru uzetog iz jezera Crniševo; b) princip rada gravitacijskog korera Uwitec (Austrija) i c) gravitacijski korer s vitlom i digitalnim brojačem dužine rezolucije 1 cm.

Tablica 3-1 Popis analiziranih kratkih jezgara sa analiziranim intervalima u cm (u zagradi).

BJ-1	BJ-2	BJ-3	BJ-4	BJ-6	BJ-7	BJ-9A	BJ-9b
BJ-1(0-1)	BJ-2(0-1)	BJ-3(0-1)	BJ-4(0-1)	BJ-6(7-8)	BJ-7(0-1)	BJ-9A(0-1)	BJ-9B(0-1)
BJ-1(5-6)	BJ-2(5-6)	BJ-3(5-6)	BJ-4(5-6)	BJ-6(10-11)	BJ-7(5-6)	BJ-9A(5-6)	BJ-9B(5-6)
BJ-1(10-12)	BJ-2(10-11)	BJ-3(10-11)	BJ-4(10-11)	BJ-6(15-19)	BJ-7(10-11)	BJ-9A(10-14)	BJ-9B(8-12)
BJ-1(15-16)	BJ-2(15-16)	BJ-3(15-16)	BJ-4(15-16)		BJ-7(15-16)		
BJ-1(20-22)	BJ-2(20-21)	BJ-3(20-21)					
	BJ-2(23-27)						
Podgora	Podgora	Podgora	Podgora	Oćuša	Crniševo	Crniševo	Crniševo
BJ-11	BJ-12	BJ-14	BJ-15	BJ-16	BJ-17	BJ-51	BJ-19
BJ-11(0-1)	BJ-12(0-1)	BJ-14(0-1)	BJ-15(0-1)	BJ-16(0-1)	BJ-17(0-1)	BJ-51(0-1)	BJ-19(0-1)
BJ-11(5-6)	BJ-12(5-6)	BJ-14(4-5)	BJ-15(5-6)	BJ-16(5-6)	BJ-17(5-6)	BJ-51(5-6)	BJ-19(5-6)
BJ-11(10-11)	BJ-12(10-11)	BJ-14(10-14)	BJ-15(10-11)	BJ-16(10-11)	BJ-17(10-11)	BJ-51(10-11)	BJ-19(10-11)
BJ-11(15-16)	BJ-12(15-16)		BJ-15(15-16)	BJ-16(15-16)	BJ-17(15-16)	BJ-51(15-16)	BJ-19(15-16)
BJ-11(20-21)	BJ-12(20-21)		BJ-15(20-21)	BJ-16(16-19)		BJ-51(20-21)	BJ-19(20-21)
	BJ-12(25-26)		BJ-15(25-29)			BJ-51(25-26)	BJ-19(25-26)
	BJ-12(28-33)					BJ-51(30-31)	
						BJ-51(35-36)	
Crniševo	Sladinac	Sladinac	Sladinac	Oćuša	Oćuša	Šipak	Oćuša
BJ-20	BJ-54	BJ-KLOKUN					
BJ-20(0-1)	BJ-54(0-1)	BJ_KLOKUN(0-1)					
BJ-20(5-6)	BJ-54(4-5)	BJ_KLOKUN(5-6)					
BJ-20(10-11)	BJ-54(10-11)	BJ_KLOKUN(10-11)					
BJ-20(15-16)	BJ-54(15-19)	BJ_KLOKUN(15-16)					
BJ-20(25-26)		BJ_KLOKUN(17-21)					
Oćuša	Crniševo	Plitko					

### 3.1.4. Bušenje dugačkih jezgri (klipni korer)

Terenska istraživanja u jezerima i slivnim područjima prilagođena su vrsti sedimenata koji se uzorkuje. Jezgre sedimenata u jezerima uzorkovane su pomoću istraživačke platforme HGI-a „Q2“ (slika 3-11), na koju je postavljen klipni korer (*Piston Corer „Niederreiter“, UWITEC*). Cijev ima promjer 60 mm.

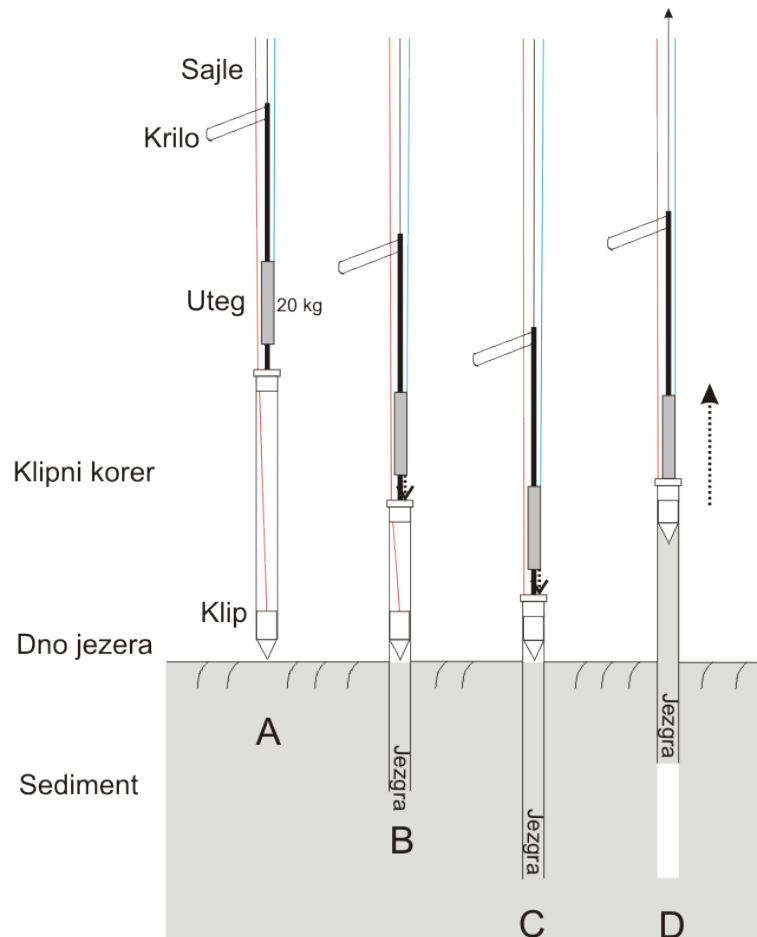


Slika 3-11 Istraživačka platforma HGI-a „Q2“.

Klipni korer je duga (3 m), teška cijev, koja je preko sajli i vitla povezana s tronožnim tornjem, koji se nalazi na aluminijskoj pontonskoj platformi (3x4 m). Ovaj tip klipnog korera (*Livingstone*) omogućuje vađenje dugačkih jezgri sedimenata, koji ostaje neporemećen (Glew et al., 2001). Klipni korer spušta se pomoću sajli do dna jezera kako bi se izvukao muljeviti jezerski sediment (slika 3-12). Klipni korer sastoji se od klipnog mehanizma. Način



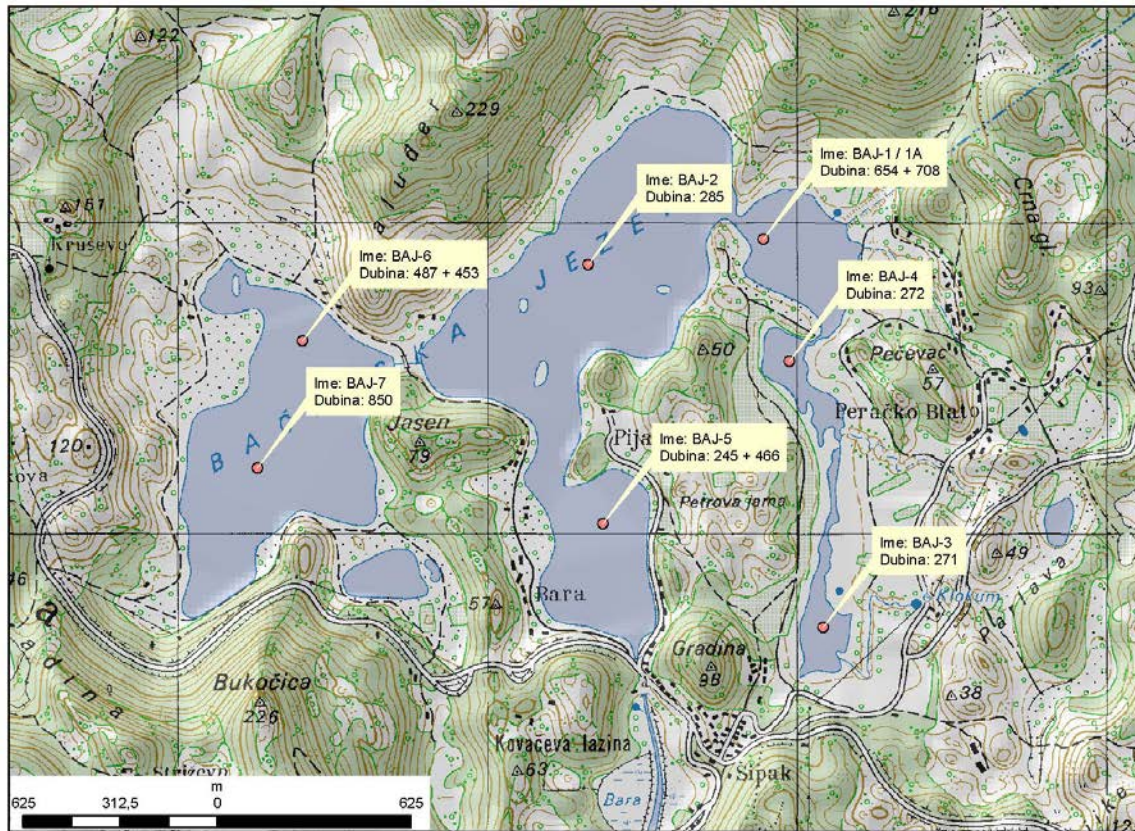
na koji klip funkcionira može se usporediti sa slamkom u vodi – ako stavimo prst na vrh slamke, a zatim izvučemo slamku, voda ostaje zarobljena unutar slamke. Slično tome, kad je korer utisnut u sediment, klip zakočen, udaranjem utegom na korer, utiskuje se u sediment i on u njega ulazi, a klip na dnu korera ostaje na mjestu gdje je zakočen i daljnjim bušenjem djeluje kao „čep“, odnosno stvara se podtlak i na taj način se zadržava sediment u koreru.



Slika 3-12 Funkcioniranje klipnog korera: A) spuštanje klipnog korera do dna jezera, krilo na šipki s utegom služi za stabilizaciju; B) bušenje sedimenata nakon što se klip zakoči, stvara se podtlak i korer sa cijevi se puni sedimentom, C) bušenje traje dok se cijev potpuno ne ispuni sedimentom, D) izvlačenje klipnog korera na površinu pomoću sajle klipnog korera. Modificirano prema Glew et al. (2001).

U klipni korer je umetnuta plastična cijev u koju ulazi neporemećeni sediment. Dugačka je 3 m kao i korer,. Sustav je opremljen sajlama (3 sajle) s kojima se klipni korer može spustiti do oko 80 m dubine. Na jednu sajlu pričvršćen je klipni korer preko šipke na kojoj se nalazi uteg (crne boje na slici), na drugoj sajli privezan je uteg (1 uteg ima 20 kg, može se dodati i drugi pa je opterećenje 40 kg), s kojim se naizmjeničnim udarcima buši sediment (plava boja), dok je trećom sajлом pričvršćen klip (crvene boje). Klipni korer može se spojiti sa šipkama, s kojima se može izvaditi do 20 m neporemećenih jezgara sedimenta. Jezgre se prenose i

pohranjuju u laboratorij u cijevima dužine do 3 m. Na taj su način uzorkovani sedimenti iz Baćinskih jezera (slika 3-13, tablica 3-2).



Slika 3-13 Lokacije uzorkovanja dugačkih jezgri sedimenata u Baćinskim jezerima pomoću klipnog korera.

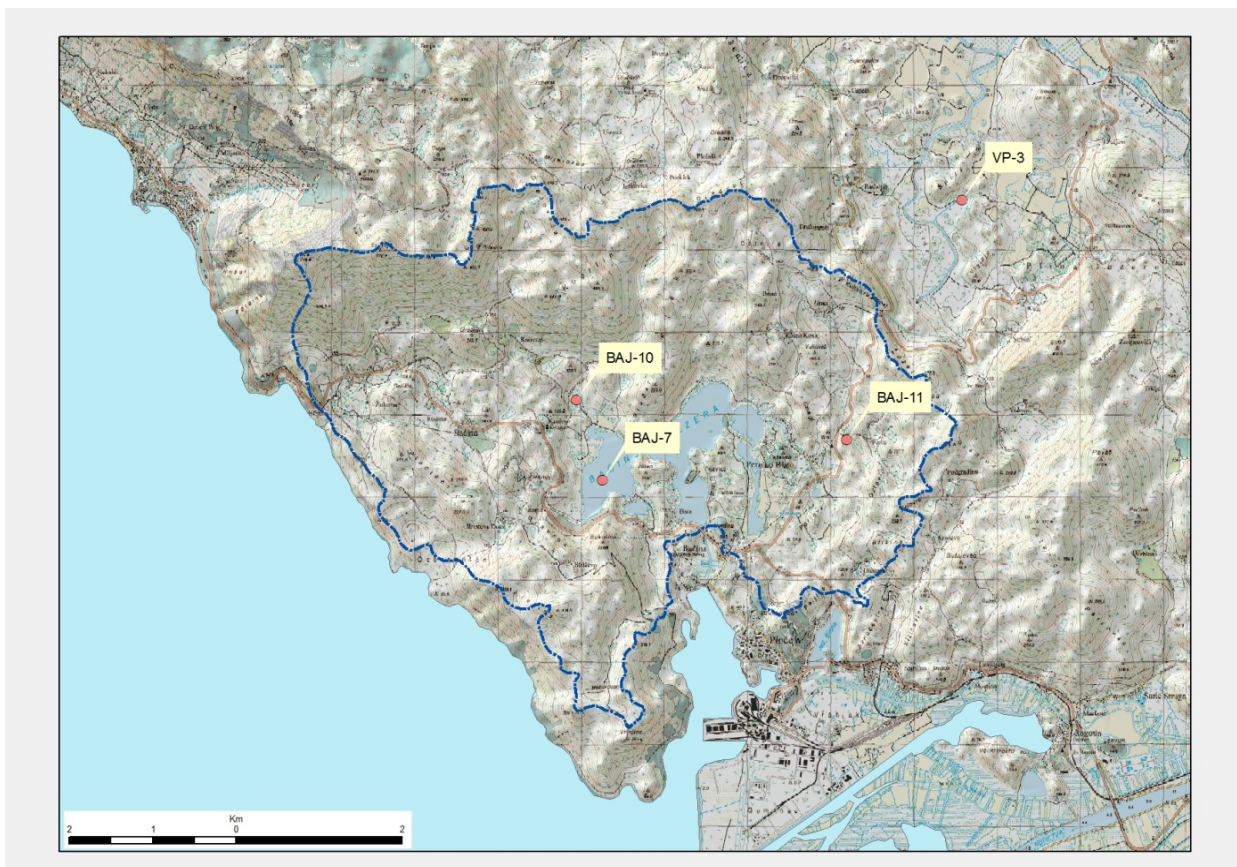
Tablica 3-2 Popis dugačkih jezgri sedimenata iz Baćinskih jezera.

Lokacija	Naziv jezgre	Gauss Krügerove koordinate (GK)		Duljina jezgre (cm)	Status
		X	Y		
Podgora	BAJ-1/1B	6453888,08	4770948,68	654 + 708	Analizirana
Očuša	BAJ-2	6453324,78	4770866,65	285	Arhivirana
Plitko j.	BAJ-3	6454081,63	4769698,30	271	Arhivirana
Šipak	BAJ-4	6453973,13	4770555,43	272	Arhivirana
Sladinac	BAJ-5/5B	6453370,28	4770032,62	245 + 466	Analizirana
Crniševo	BAJ-6	6452402,28	4770619,98	487 + 453	Arhivirana
Crniševo	BAJ-7	6452255,92	4770212,80	850	Analizirana



### 3.1.5. Bušenje profila tla i sedimentata u slivu

U svrhu utvrđivanja porijekla jezerskih sedimentata uzorkovana je jezgra uz jezero Crniševo (BAJ-10), tlo dalje od jezera (BAJ-11), te sedimenti iz Vrgoračkog polja (slika 3-14). Kraj jezera Crniševo uzorkovana je pomoću udarne bušilice jezgra BAJ-10 (slika 3-15), u kojoj se vidi slijed naslaga od smeđeg tla prema starijim, pedogenetski jače izmijenjenim crvenicama u dubljim dijelovima profila. Duljina jezgre je 205 cm. Uzorak tla BAJ-11 uzet je iz pukotine u vapnencima, uz cestu istočno od Baćinskih jezera. U Vrgoračkom polju uzorkovani su sedimenti iz predjela Krotuše (JI dio polja), u kojem se nalaze ponori (slika 3-16). Uzorkovano je na profilu tla VP-3, do dubine 550 cm. Gornji dio tog profila je jezerski sediment (fluvisol), dok se u dubljim dijelovima nalazi tlo i crvenica. Crvenice ispod jezerskog sedimenta čine najdublji dio Vrgoračkog polja. Karakteristike sedimentata Vrgoračkog polja su važne, ako promatramo ovo područje kao morfološki slijed krških polja u tom području (Rastok i Vrgoračko polje), koji su međusobno povezani podzemnom vodom i tunelom s Baćinskim jezerima, te je moguće da sedimenti Baćinskih jezera imaju sličan sastav sedimentima iz tih polja. Popis uzorkovanih uzoraka prikazan je u tablici 3-3.

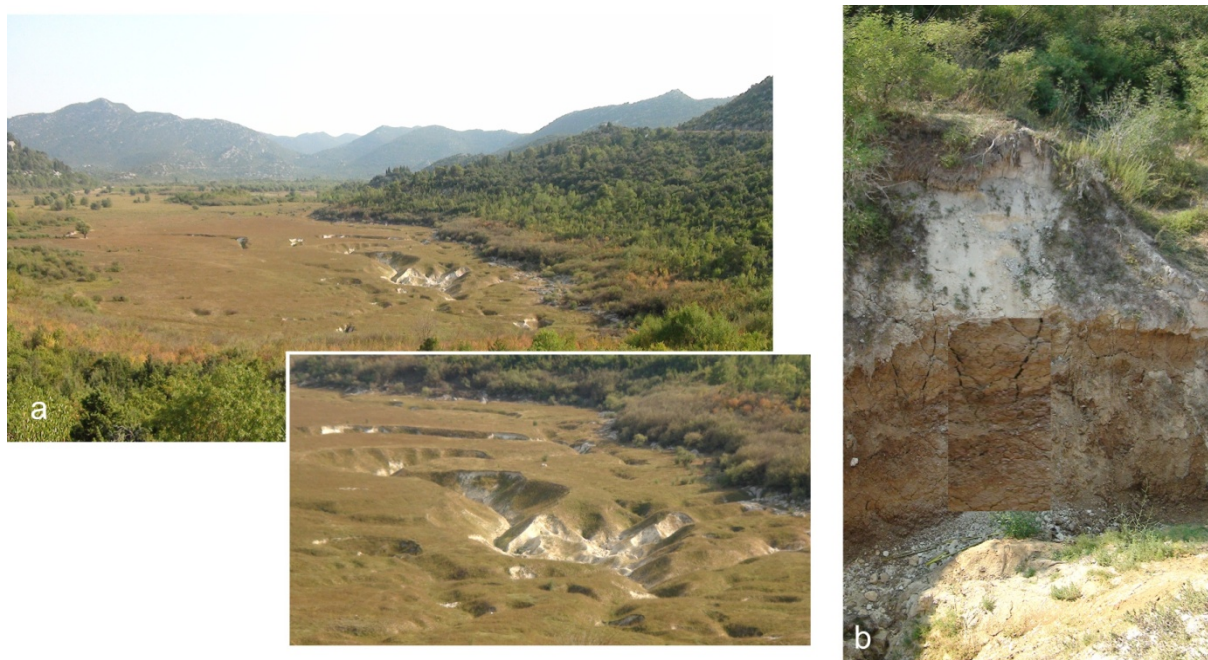


Slika 3-14 Topografska karta Baćinskih jezera (TK25, DGU), s granicama sliva i lokacija bušenja u jezeru Crniševo te uzorkovanja u okolici.





Slika 3-15 Uzorkovanje uz jezero Crniševo (Baćinska jezera) pomoću udarne bušilice i prikaz dijela profila (BAJ-10), dublji dio s crvenicom.



Slika 3-16 Uzorkovani JI dio Vrgoračkog polja, a) ponorna zona i detaljniji prikaz, b) profil VP-3: jezerski sediment do 3 m i crvenica u dubljem dijelu.

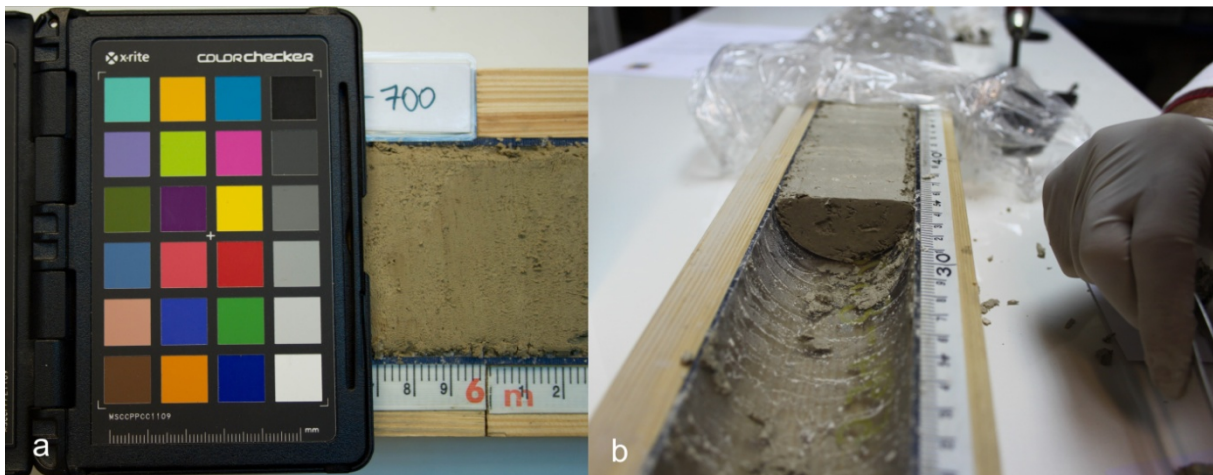
Tablica 3-3 Popis prikupljenih uzoraka iz slivnog područja Baćinskih jezera i iz Vrgoračkog polja.

Uzorci	Gauss Krügerove koordinate (GK)		Opis uzorka
	X	Y	
BAJ-10 10-20	6451943	4771182	Smeđe tlo
BAJ-10 40-50			Smeđe tlo
BAJ-10 90-100			Crvenica
BAJ-10 140-150			Crvenica
BAJ-10 195-205			Crvenica
BAJ-11 PERKA	6455197	4770705	Crvenica
VP-3 0-30	6456582	4773615	Jezerski sediment, fluvisol
VP-3 50-100			Jezerski sediment, fluvisol
VP-3 150-200			Jezerski sediment, fluvisol
VP-3 250-275			Jezerski sediment, fluvisol
VP-3 350-370			Smeđe tlo
VP-3 500-550			Crvenica



### 3.2. Laboratorijske metode

Priprema uzoraka za analizu napravljena je prema standardiziranom postupku pripreme jezgri sedimenata dobivenih u cijevima za bušenje. Cijevi se prvo moraju uzdužno prepiliti na 2 dijela, sediment se odvoji pomoću plastične niti (flaksa) debljine oko 0,3 mm, te se potom polovice stavljaju u metarske kalupe. Prvi korak pri istraživanju jezgri sedimenata jest vizualni opis jezgre, koji obuhvaća fotodokumentiranje prerezane jezgre (slika 3-17). Fotografiralo se pomoću fotoaparata Canon EOS 500D sa stalkom i uključenim reflektorom za osvjetljavanje. Istovremeno je uz svaku odrezanu jezgru fotografirana paleta za kalibraciju *X-Rite ColorChecker Passport* (X-Rite, Incorporated, 2009), pomoću koje se su se dobivene fotografije (u RAW formatu) kalibrirale u programu *Lightroom* (Adobe Photoshop Lightroom 3.3). Koristeći paletu boja *X-Rite ColorChecker Passport*, Lightroom kalibrira fotografije na način da stvara kalibracijski spektar koji se primijenjuje za odabrane fotografije.



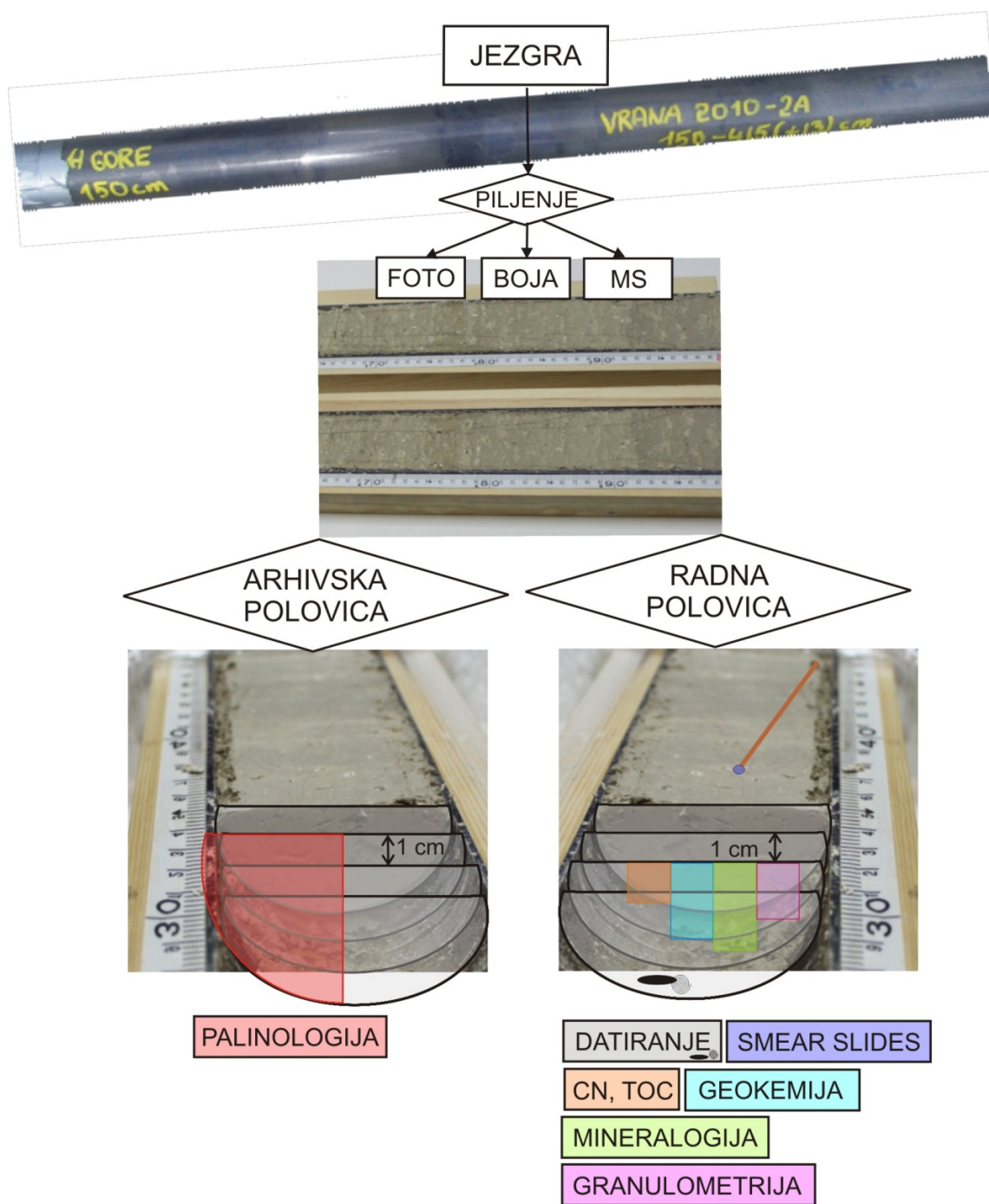
Slika 3-17 a) Fotografirana jezgra s paletom za kalibraciju *X-Rite ColorChecker Passport*, b) Uzorkovanje polovice jezgre.

Nakon toga se jedna polovica jezgre prekriva tankom plastičnom folijom te se mjeri spektralna analiza boje i magnetski susceptibilitet. Potom slijedi uzorkovanje rezolucijom od 1 cm (slika 3-17), pri čemu se jedna polovica arhivira, dok se druga koristi za detaljan opis jezgre. Opis jezgre uključuje utvrđivanje intervala s promjenama boje i određivanje boje prema Munsellu. Jezgra se pregledava i za odabiranje materijala pogodnog za datiranje radioaktivnim ugljikom, te su izdvajani odlomci ili cijele ljuštore puževa ili školjaka, biljaka, korijena, sjemenki, ugljena. Također se uzima dio uzorka, vrlo mala količina pomoću vrha čačkalice, za izradu „smear slideova“, razmazanih preparata nekonsolidiranih sedimenata za mikroskopiranje. Uzorci se potom suše na temperaturi od 40°C u sušioniku ili u liofilizatoru za sušenje uzoraka zamrzavanjem (slika 3-18), kako bi se spriječila oksidacija, te se usitnjavaju u ahatnom tarioniku.



Slika 3-18 Uređaj za sušenje uzoraka zamrzavanjem – liofilizator (*freeze dryer*).

Nakon toga su uzorci spremni za daljnje analize: za granulometrijske analize (za koje se koristio neusitnjen uzorak), kemijske analize (1,5 + 1 g), te mineraloške analize ukupnih (bulk) uzoraka, netopivih ostataka i detaljne analize minerala glina (po 1 g iz svakog uzorka, a za potrebe veće količine uzoraka centimetri su se spajali). Uzorci za palinološke analize i analize ostrakoda uzimaju se iz arhivirane polovice (polovica unutar 1 cm). Sve analize učinjene su u Hrvatskom geološkom institutu, osim onih kod kojih je posebno istaknuto gdje su napravljene. Shema pripreme uzoraka i metodologije sedimenata u jezgrama prikazana je na slici 3-19.



Slika 3-19 Shema pripreme jezgre za analize, detalji su opisani u tekstu.

### 3.2.1. Spektralna analiza boje i određivanje boje prema Munsellu

Boja je jedan od parametara koji se određuje na jezgrama odmah nakon dijeljenja na dvije polovice, kako ne bi došlo do promjene boje prilikom izloženosti zraku. Boja je mjerena u centimetarskom intervalu pomoću ručnog spektrofotometra, *X-Rite DTP22/Digital Swatchbook* (slika 3-20a), s promjerom otvora 6 mm, Spektrofotometar mjeri reflektiranu svjetlost s površine sedimenta, s rasponom valnih duljina od 400 do 700 nm (vidljivi spektar). Uređaj se kalibrira pomoću standarda bijelog opala („white opal“), koji se koristi zbog činjenice da je reflektirana svjetlost bijelog standarda kombinacija svih valnih duljina. Reflektirani spektar opisuje boju uzorka koji se skenirao te se ti spektralni podaci konvertiraju u prostor boje („space color“) CIE  $L^*a^*b$ . Model CIE  $L^*a^*b$  (CIELAB) je najkompletniji prostor boje određen prema međunarodnoj komisiji za osvjetljenje („Commission Internationale de l'Eclairage“) i opisuje sve boje vidljive ljudskom oku kao trodimenzionalan model. Parametar  $L^*$  definira svjetlinu i ima raspon od 0 (crno) do 100 (bijelo). Parametar  $a^*$  odnosi se na varijaciju u crvenoj i zelenoj boji i ima raspon od +60 (crveno) do -60 (zeleno). Parametar boje  $b^*$  definira varijaciju žute i plave boje i također ima raspon od +60 (žuto) i -60 (plavo). U teoriji ove analize stoji činjenica da uzorak ne može biti u isto vrijeme zelen i crven, niti plav i žut. Kao rezultat toga, pojedinačne vrijednosti mogu se koristiti za opis odnosa crveno/zeleno i žuto/plavo. Parametar  $L^*$  može poslužiti kao indikator udjela organskog ugljika (niže vrijednosti – tamnija boja i povećana koncentracija organskog ugljika) i karbonata (više vrijednosti – svjetlija boja i više karbonata) (Balsam et al., 1999), parametar  $a^*$  na povećanu koncentraciju Fe-minerala, crvenih kao što je hematit (St-Onge et al., 2007), dok parametar  $b^*$  može ukazivati na reduktivne i anoksične uvjete, te prema tome varijaciju u udjelu dijatomeja i organske tvari (Debret et al., 2006). Varijacije boje kroz jezgru mogu se koristiti za stratigrafiju i korelaciju promjena u okolišu jezera. Boja je određivana i prema Munsellovom atlasu boja (*Munsell Color*, 1994), prilikom pripreme uzoraka za sušenje, na mokrim uzorcima, pri danjem svjetlu. Na taj način određuju se vrijednosti nijanse boje – crveno, žuto, plavo, itd. („hue“), svjetline („value“) i saturacije bojom (*chroma*). Ova konvencionalna metoda korištena je kao rezervna metoda za spektralnu analizu boje, s kojom je boja kvantitativno izražena u CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednostima, te da bi se omogućila usporedba boje jezerskih sedimenata s tlima i sedimentima iz slivnog područja.

### 3.2.2. Analiza magnetskog susceptibiliteta

Magnetski susceptibilitet jest mjera magnetičnosti materijala, koje je inducirano slabim magnetskim poljem (Evan & Heller, 2003). Najveći magnetski susceptibilitet imaju magnetični minerali, kao što je magnetit (ferimagnetičan), dok malo niže vrijednosti ima hematit



(antiferomagnetičan). Slab magnetski susceptibilitet imaju paramagnetični minerali (npr. minerali glina, biotit i pirit). Negativne vrijednost imaju minerali koji su dijamagnetični i ne sadrže željezo, poput karbonata i kvarca, kao i organske tvari. Većina magnetičnih minerala u jezerskim sedimentima potječe iz sliva, a mogu biti uneseni u jezero rijekama i vjetrom. Atmosferski izvori magnetičnih minerala uključuju vulkanski materijal (tefru) i prašinu nastalu antropogenim aktivnostima (Last & Smol, 2001), te povišen magnetski susceptibilitet može biti indikator tefre i vulkanske aktivnosti u bližem području. Magnetski susceptibilitet u pleistocenskim/holocenskim jezerskim sedimentima varira kako se mijenjaju paleookolišni uvjeti u jezeru i slivu, odnosno karbonatna sedimentacija (nizak MS) ili erozija siliciklastičnog materijala (viši MS), te upućuje na klimatske promjene i ljudske aktivnosti (Dearing et al., 1999; Maher, 2011).

Magnetometrijska analiza uključivala je mjerenje magnetskog susceptibiliteta (MS) pomoću Bartingtonovog MS2 sistema, koristeći više različitih senzora. Svaki od tih senzora stvara slabo magnetsko polje i detektira magnetičnost materijala unutar senzora u odnosu na zrak. Bartingtonov MS2 sistem sastoji se od uređaja na kojeg se može spojiti više senzora, a uređajem upravlja program *Multisus2*. U ovom istraživanju korišteni su sljedeći senzori: MS2C („*Core Scanning sensor*“), koji mjeri volumni magnetski susceptibilitet („*volume,  $\kappa$ , magnetic susceptibility*“) na jezgri u pvc cijevi kako je izvađena, promjer senzora je 100 mm; zatim MS2E ravni površinski senzor (slika 3-20b) koji mjeri volumni MS na prepiljenoj polovici jezgre sedimenata, pri čemu je bitno da se mjeri kad su senzor i površina jezgre približno iste temperature; MS2G koji mjeri volumni MS suhih i usitnjenih uzoraka u 1 cm<sup>3</sup> plastičnim posudama, ispunjenim do vrha te se primjenjuje odgovarajući korekcijski faktor; te MS2B dvofrekventni senzor, koji omogućuje mjerenje na 2 različite frekvencije. Uzorci su mjereni pri sobnoj temperaturi u niskom magnetskom polju („*low magnetic field*“) - 0,1 mT (mili Tesla) , a trajanje jednog mjerenja je 9 s za MS2C senzor, 12 s za MS2E senzor i 7 s za MS2G senzor. Rezultati su bezdimenzionalni, izraženi u CGS (centimetar, gram, sekunda) jedinicama za volumni MS (10<sup>-6</sup>) ili SI jedinicama (10<sup>-5</sup>).





Slika 3-20 a) Xrite uređaj za spektralno određivanje boje i kalibracijski standard bijeli opal; b) Bartingtonov uređaj za mjerenje magnetskog susceptibiliteta, s detektorom za površinska mjerenja (MS2E).

### 3.2.3. Mikrofiziografija rastresitih sedimenata

Mikrofiziografska istraživanja rastresitih sedimenata metodom pripreme brisova tj. preparata dobivenih razmazivanjem („*smear slide*“) je jedan od najvažnijih izvora informacija o taloženju materijala u limnologiji. Priprema razmazanih preparata korištenjem malih količina nekonsolidiranog sedimenta je jeftina, brza i „*low tech*“ metoda, čija analiza zahtijeva samo petrografski mikroskop. Nažalost, zasad ne postoje reference za jezerske sedimente (postoje samo za marinske sedimente, ali i one su malobrojne). Vodeći svjetski paleolimnološki istraživački centar *LacCore* iz Minnesote, SAD, razvio je online bazu podataka o jezerskim sedimentima, TMI (*Tool for Microscopic Identification*; <http://tmi.laccore.umn.edu>).

Analiza razmazanih preparata koristi se za određivanje mineralnog sastava, veličine čestica, njihovog sortiranja i zaobljenost, te prisutnosti organske materije (drvo, ugljen, palinomorfe), mikrofosila (dijatomeja, foraminifera) i vulkanskog stakla (tefre) te drugih važnih karakteristika za interpretaciju geokemijskih, bioloških i kronoloških podataka. Tom metodom mogu se odrediti autigene, biogene komponente (ljuštore, foraminifere), klastične ili terigene komponente u jezerskim sedimentima. Metoda predstavlja inicijalni opis jezgre i prema tome može dati preliminarnu paleookolišnu interpretaciju prije prvih analitičkih podataka ili služi kao potvrda utvrđenih uvjeta u okolišu u prošlosti. U ovom su istraživanju *smear slide* preparati korišteni za utvrđivanje kriptotefre mogućih erupcija i pomoći pri interpretaciji kronoloških događaja u pojedinim jezerskim sedimentima.

Na predmetno staklo nakapa se destilirana voda i doda se vrlo malo uzorka uzetog direktno iz jezgre pomoću vrha čačkalice (ili metalnog štapića) i dispergira se u vodi. Potom se staklo s uzorkom stavi sušiti na grijač na nisku temperaturu (oko 60°C) 2-5 minuta. Kad je uzorak osušen, prekrije se pokrovnim stakalcem na koje se kapne 2-3 kapi optičkog vezivnog sredstva „Norland 61“. Norland optičko vezivo ima indeks loma  $n=1,55-1,56$ . Stvrdnjuje se pod zračenjem UV lampe (moguće je koristiti i sunčevu svjetlost u nedostatku lampe) oko 2-3 minute (slika 3-21). U uzorcima je česta pojava mjehurića, uzrokovana optičkim sredstvom, koje se iz tog razloga mora čuvati okrenuto naopako (vrh bočice prema dolje), ali u prvim uzorcima mjehurići su neizbježna pojava. Uzorci su potom spremni za mikroskopsku analizu - korišten je Meiji Techno mikroskop i Moticam 2500 kamera. Iz svake jezgre sedimenata napravljeno je oko 20-ak preparata kroz profil.



Slika 3-21 Izrada „smear slide“ preparata za mikroskopsku analizu nekonsolidiranih uzoraka, pomoću UV lampe i interpretacija podataka uz pomoć TMI baze.

### 3.2.4. Skenirajući elektronski mikroskop

Skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM) jedna je od najviše korištenih metoda u karakterizaciji povišine materijala (topografije) nevidljive ljudskom oku. SEM uređaji rade na povećanjima od 10 do preko 100 000 puta. SEM uređaj formira sliku detektiranjem svih tipova zračenja koji se javljaju kao rezultat interakcije primarnog elektronskog snopa s materijalom (White, 2008). Osnova rada skenirajućeg elektronskog mikroskopa sastoji se skeniranja površine ispitivanog uzorka fokusiranim snopom elektrona. U tipičnom SEM-u elektroni se uz pomoć termičke emisije izbacuju iz elektronskog topa koji sadrži katodu – volframovu nit. Snop elektrona pobuđuje (izbija) elektrone u sastavu atoma uzorka. Skeniranje površine se ostvaruje prelaženjem uskog snopa primarnih elektrona preko površine uzorka. Energije proizašlih elektrona iz uzorka skupljaju se i mjere detektorima.

Upadni elektroni se vraćaju bilo kao primarno raspršeni unatrag (*backscattered electrons, BSE*) ili kao sekundarno raspršeni koji se najviše koriste za istraživanje površina, ili kao rendgenske zrake, koje su karakteristične za svaki kemijski element i koristi se za kemijsku analizu (Tucker, 1988; White, 2008). Signal se mapira na ekranu, oštrina slike zavisi od jačine signala sa uzorka (energija sekundarnih elektrona). SEM najčešće radi pod vakuumom između  $10^{-4}$  do  $10^{-5}$  Pa ( $10^{-6}$ - $10^{-7}$  torr). Razlučivanje i dubina prodiranja ovise o naponu, materijalu uzorka i veličini spota (presjek snopa na mjerstu dodira s uzorkom). SEM metoda je uglavnom nedestruktivna, no uzorak mora biti provodljiv te se mora naporiti, tj. prekriti tankim slojem električki vodljivog materijala (zlato, grafit), kako ne bi došlo da nabijanja, s obzirom da se analiza provodi pod elektronskim snopom.

Određeni broj uzoraka snimljen je skenirajućim elektronskim mikroskopom (SEM), kako bi se pomoću morfologije minerala odredio sastav sedimenata, prisutnost dijatomeja, te vrste ostrakoda. Korišten je skenirajući elektronski mikroskop Jeol JSM-35CF, u Hrvatskom geološkom institutu (slika 3-22). Opremljen je detektorom sekundarnih elektrona za topografsku analizu površine uzorka, detektorom povratno raspršenih elektrona (BSE) za prikaz kontrasta između područja s različitim kemijskim sastavom te detektorom rendgenskih zraka za kemijsku analizu (energijsko disperzivni spektrometar-EDS) Priprema uzoraka uključuje nanošenje materijala na aluminijski nosač presjeka 1 cm, preko kojeg je zalijepljena dvostruka ljepljiva grafitna traka (provodni materijal), zatim se uzorak naporuje zlatom u naporivalici i nakon toga je spreman za pregledavanje SEM-om.



Slika 3-22 a) Skenirajući elektronski mikroskop Jeol; b) uređaj za naporivanje uzorka.

### 3.2.5. Datiranje radioaktivnim ugljikom $^{14}\text{C}$ AMS

Datiranje metodom radioaktivnog ugljika  $^{14}\text{C}$  akcelatorskom masenom spektrometrijom (AMS) učinjeno je u centru *Beta Analytic Radiocarbon Dating*, Miami, SAD. Dio uzoraka mjeren je u *Gadam* centru, laboratoriju za datiranje radioaktivnim ugljikom u Gliwicama u Poljskoj. Za mjerenje vrlo slabih signala ugljika  $^{14}\text{C}$  od drugih izotopa ugljika i dobivanje relativnog broja  $^{14}\text{C}$  atoma u uzorku, potrebno je ubrzati čestice, te se zbog toga koristi AMS metoda. Za analizu se može koristiti više različitih materijala: materijal organskog porijekla (drvo, ugljen, treset, biljke, organski sediment, kosti, kosa, koža), tekstil, kao i anorganski uzorci karbonata (ljuštore puževa, školjaka i foraminifera, koralji, sige, sedra). Za mjerenja pomoću AMS-a potrebna je vrlo mala količina uzorka, dovoljno je tek 10-50 miligrama (slika 3-23). Metoda se temelji na činjenici da je sav organski materijal u biosferi „obilježen“ radioaktivnim izotopom  $^{14}\text{C}$ . Radioaktivni ugljik  $^{14}\text{C}$  jedan je od tri prirodna izotopa ugljika, najzastupljeniji je stabilni izotop  $^{12}\text{C}$  koji čini oko 98,9% ukupnog ugljika, zatim stabilni izotop  $^{13}\text{C}$  čini 1,1%, dok se  $^{14}\text{C}$  pojavljuje u tragovima – 1 dio na  $10^{10}$ % (Walker, 2005). Radioaktivni izotop  $^{14}\text{C}$  raspada se na dušik,  $^{14}\text{N}$ , emisijom beta ( $\beta$ ) čestica, jedna  $\beta$  čestica se oslobađa iz svakog atoma  $^{14}\text{C}$ . Radioaktivni izotop  $^{14}\text{C}$  kontinuirano nastaje u gornjoj atmosferi, interakcijom kozmičkog zračenja (neutrona) i dušika. Dušikov atom ( $^{14}\text{N}$ ) prihvaća neutron, pri čemu gubi proton i prelaze u  $^{14}\text{C}$ . Nakon što je nastao  $^{14}\text{C}$ , oksidira u  $^{14}\text{CO}_2$  koji uzimaju biljke procesima fotosinteze, životinje hranjenjem tim biljkama ili ulazi u sastav vode gdje mogu nastati karbonatni minerali. Na taj način,  $^{14}\text{C}$  postaje dijelom globalnog kruženja ugljika. Koncentracija  $^{14}\text{C}$  u živom organizmu je stalna jer je stalnom izmjenom tvari uspostavljena izotopna ravnoteža između gubitka uslijed radioaktivnog raspada i nadoknađivanja  $^{14}\text{C}$  atoma iz atmosfere. Nakon smrti organizama prestaje i izmjena tvari, organizmi ne prihvaćaju nove izotope  $^{14}\text{C}$ , pa se koncentracija  $^{14}\text{C}$  konstantno smanjuje radioaktivnim raspadom. Mjerenjem količine  $^{14}\text{C}$  koji je ostao u uzorku fosilnog materijala (rezidualni sadržaj  $^{14}\text{C}$ ) i usporedbom s modernim  $^{14}\text{C}$  u standardnom materijalu, moguće je odrediti koliko je vremena proteklo od smrti organizma. Da bi to mogli odrediti, mora se znati vrijeme raspada  $^{14}\text{C}$ . Točna vrijednost poluraspada izotopa  $^{14}\text{C}$  prema najnovijim mjerenjima iznosi 5730 godina (*Cambridge* vrijednost), no međunarodnom konvencijom je dogovoreno da se koristi starija vrijednost, tzv. *Libby* vrijednost, 5568 godina (zaokruženo na 5570 godina) (Bradley, 1999). Prema tome, gornja granica starosti koja se može odrediti ovom metodom  $^{14}\text{C}$  iznosi oko 45000 godina, a s poboljšanjem u tehnici pripreme uzoraka i drugim inovacijama, čak i na maloj količini uzorka moguće je mjeriti starost do 50 000-60 000 godina (Walker, 2005). Važno je naglasiti da se ovom metodom ne dobivaju apsolutne vrijednosti broja  $^{14}\text{C}$  atoma koji se mjere, jer je zastupljenost  $^{14}\text{C}$  atoma premala i iznimno je teško mjeriti ukupne količine. AMS određuje izotopni udio  $^{14}\text{C}$  relativan prema stabilnim izotopima



( $^{13}\text{C}$  ili  $^{12}\text{C}$ ) te se starost određuje usporedbom ovog udjela sa standardom poznatog sadržaja  $^{14}\text{C}$ .

Kako bi mjerenu  $^{14}\text{C}$  aktivnost u uzorku pretvorili u kalendarsku starost sa što većom preciznošću, moraju biti zadovoljene sljedeće pretpostavke: 1) jednolika i konstantna raspodjela izotopa  $^{14}\text{C}$  i prema tome udjela  $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$  u globalnim spremnicima ugljika (atmosfera, biosfera, slatka i slana voda), 2) brza i potpuna izmjena  $^{14}\text{C}$  između tih spremnika, 3) poznati udio različitih stabilnih ugljikovih izotopa (npr.  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) i aktivnost  $^{14}\text{C}$  u uzorku u trenutku prestanka izmjene tvari s okolinom odnosno smrti organizma („početna aktivnost“), te izostanak naknadne kemijske ili izotopne izmjene s ugljikom iz okoline nakon smrti organizma, 4) točno poznato vrijeme poluraspada izotopa  $^{14}\text{C}$ , 5) stalna i jednolika prirodna produkcija  $^{14}\text{C}$  u atmosferi. Precizno je određeno vrijeme poluraspada izotopa  $^{14}\text{C}$  i prirodne razine  $^{14}\text{C}$  u atmosferi, dok su ostale 3 pretpostavke upitne i vode do grešaka u datiranju metodom radioaktivnog ugljika (Walker, 2005).

Problem nepoznavanja početne aktivnosti  $^{14}\text{C}$  u uzorku značajan je za datiranje karbonatnih materijala biogenog porijekla, u kojima je barem jedan dio ugljika, pa time i  $^{14}\text{C}$ , porijeklom iz atmosfere (ljuštura, šljunač, sedre). Na takvim uzorcima potrebno je neovisnim metodama odrediti ili teorijski pretpostaviti, kakva je bila koncentracija  $^{14}\text{C}$  u nekoj školjki ili šljunaču u trenutku taloženja. Sljedeći problem jest mogućnost taloženja sekundarnog karbonata i rekristalizacije na vanjskim ljušturama organizama, što rezultira dobivanjem nelogično mlađih starosti. Rutinska laboratorijska priprema ljuštura za  $^{14}\text{C}$  analizu uključuje uklanjanje 20% vanjske strane ljuštura (po težini) pomoću kiseline kako bi se dobio unutarnji materijal za datiranje (Walker, 2005).

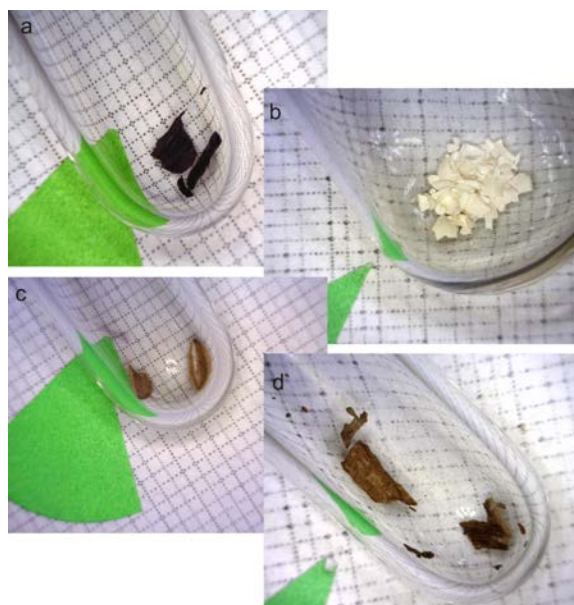
S obzirom da se u prirodi nalaze 3 izotopa ugljika, dolazi do izotopne frakcionacije pri prelasku ugljika iz jednog spremnika u drugi. Naime, biljke u procesima fotosinteze preferiraju lakše izotope  $^{12}\text{C}$ , pa i  $^{13}\text{C}$ , te će stoga imati veće koncentracije tog izotopa, a manjak  $^{14}\text{C}$ . To znači da će biljka imati nižu  $^{14}\text{C}$  aktivnost nego istodobna atmosfera, a datiranjem fosilnih biljaka dobit će se veća starost. Kako frakcionacija ovisi i o vrstama, različiti dijelovi biosfere imati će različite  $^{14}\text{C}$  starosti. Datiranjem morskih organizama dobiju se obrnute vrijednosti, jer morska voda preferira apsorpciju težeg izotopa  $^{14}\text{C}$  i ima manjak  $^{12}\text{C}$ , što se prenosi na morske organizme (školjke, koralje) i oni će imati veću  $^{14}\text{C}$  aktivnost (koja vodi mlađoj  $^{14}\text{C}$  starosti). Izotopna frakcionacija se u laboratorijima korigira na temelju činjenice da je teži izotop  $^{14}\text{C}$  dva puta veći u odnosu na  $^{13}\text{C}$ . Izotopi  $^{12}\text{C}$  i  $^{13}\text{C}$  su stabilni i mogu se direktno mjeriti u uzorcima fosilnog materijala pomoću AMS-a i taj se odnos  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  uspoređuje s odnosom standardnog PDB vapnenca (belemniti karbonat iz kredne Pee Dee formacije), čime se dobije  $\delta^{13}\text{C}$ . Vrijednost  $\delta^{13}\text{C}$  izražavaju se u ‰ i omogućuju točno

mjerenje izotopne frakcionacije, koja se reflektirala u fosilnom uzorku. Većina materijala ima negativne vrijednosti  $\delta^{13}\text{C}$  (Walker, 2005).

Prema međunarodnoj konvenciji, rezultati se izražavaju kao mjerena  $^{14}\text{C}$  starost u godinama prije sadašnjosti, BP (*Measured Radiocarbon Age*), pri čemu je „sadašnjost“ = 1950. godina. Mjerena  $^{14}\text{C}$  starost dobivena je ponavljanjem mjerenja, te se distribucija rezultata opisuje kao normalna (ili Gaussova) funkcija vjerojatnosti. Dobivena starost znači da se 68% vrijednosti nalazi u intervalu od plus-minus ( $\pm$ ) jedne standardne devijacije ( $1\sigma$ ) od aritmetičke sredine. Prema tome, postoji jedna trećina šanse da godina leži izvan tog raspona. Mjerena  $^{14}\text{C}$  starost korigira se na izotopnu frakcionaciju, korištenjem  $\delta^{13}\text{C}$ , te se dobije konvencionalna  $^{14}\text{C}$  starost u BP (*Conventional Radiocarbon Age*). Konvencionalna  $^{14}\text{C}$  starost je nekalibrirana i također se prikazuje kao  $1\sigma$  standardna devijacija (sa 68%-tnom vjerojatnošću). Konvencionalna starost  $^{14}\text{C}$  mora se korigirati zbog varijacije u prirodnoj produkciji  $^{14}\text{C}$  u atmosferi tijekom prošlosti, uzrokovanog fluktuacijama magnetskog polja Sunca i prema tome kozmičkog zračenja. Najčešća metoda koja se koristi za kalibraciju jest dendrokronologija, datiranje pomoću godova drveta. Danas su dostupne knjižnice s godovima drveta različitih kalendarskih godina koji mogu omogućiti vrlo precizno datiranje unatrag oko 12 000 godina. Drveće koje se najčešće koristi kao referentno su bor i hrast. Kalibracija pomoću godova drveta nije jednoznačna zbog više faktora, najvažniji razlog je ograničena preciznost individualnog mjerenja godova drveta i uzorka. Rezultati kalibracije su prema tome u rasponima godina, a ne apsolutne vrijednosti. Rasponi godina dobiveni su računanjem pomoću metode sjecišta, za što je potrebna kalibracijska krivulja (kalendarske godine dobivene godovima drveta na x osi i konvencionalna  $^{14}\text{C}$  starost na y osi). Konačni rezultat izražava se u kalendarskim godinama – kal BP (cal BP) ili prema godinama prije i poslije Krista - kal BC (cal BC) ili kal AD (cal AD). Kalendarske godine izražavaju se s 95% vjerojatnošću ( $\pm 2\sigma$ ), te za dobiveni rezultat možemo reći da se oko 95% vrijednosti godine nalazi u intervalu od plus-minus dvije standardne devijacije, s 5% mogućnošću da prava starost leži izvan tog raspona.

Beta laboratorij koristi kalibracijsku proceduru *Pretoria* (Talma & Vogel, 1993), te su uzorci u ovom istraživanju kalibrirani pomoću kalibracijskih krivulja sjeverne hemisfere IntCal.09 (Heaton et al., 2009; Reimer et al., 2009; Stuiver & Braziunas, 1993), s kojima su dobiveni rasponi kalendarskih godina s  $\pm 1\sigma$  i  $\pm 2\sigma$  kalibriranim rezultatima. Gadam centar kalibrira mjerene  $^{14}\text{C}$  datume pomoću programa OxCal, verzija 4.2.3 (Bronk Ramsey et al., 2010) u kojem su korištene IntCal.13 kalibracijske krivulje (Reimer et al., 2013).

Modeli dubine-starosti (*age-depth models*) konstruirani su za svako jezero pomoću programa CLAM 2.2 (Blaauw, 2010), kako bi se podaci prezentirali u kronološkom slijedu i izračunale brzine sedimentacije (više o programu u poglavlju o matematičko-statističkim metodama).



Slika 3-23 Materijali korišteni za datiranje metodom radioaktivnog ugljika  $^{14}\text{C}$  AMS: a) ugljen, b) ljuštura, c) biljni materijal, c) drvo.

### 3.2.5.1. Tefrokronologija

Eksplzivne vulkanske erupcije mogu uz pomoć vjetra raspršiti vulkanski materijal (tefru) na velike udaljenosti i kada se on identificira u sedimentima, može poslužiti kao dobar korelacijski alat, bez korištenja skupog radiometrijskog datiranja. Identificirane tefre u sedimentu na različitim lokacijama, mogu se korelirati s teframa određenih erupcija. Jezera koja leže u ili blizu vulkanski aktivnih područja često mogu sadržavati horizonte tefre u sedimentima i prema tome su pogodna za tefrokronologiju. Tefrokronologija se temelji na mjerenju, usporedbi i datiranju slojeva tefre (Cohen, 2003).

Korelacija tefre zahtijeva fizičke i kemijske analize istraživane i izvorne tefre, kako bi se utvrdio pravi izvor tefre. To uključuje karakterizaciju boje tefre, oblik i veličinu čestica vulkanskog stakla, stupanj alteracije tefre i kemijske analize. Istočna obala Jadranskog mora relativno je blizu talijanskim vulkanima na Apeninskom poluotoku, pa se nalazi unutar područja rasprostiranja njihovih erupcija. U sedimentima Jadranskog mora pronađene su tefre Kampanske provincije: Vezuv (SV), erupcije Mercato (8 010±35 god.BP), Avellino (3 548±129 god.BP) i Pompeji (79 AD); Flegrejska polja, erupcije NYT Napolitanski žuti tuf (*Neapolitan Yellow Tuff*) (12 100±170 god.BP) (De Vito et al., 1999), APP *Agnano Pomici Principali* (10 320±50 god.BP) i AMS *Agnano Monte Spina* (4 100±400 god.BP) (Calanchy & Dinelli, 2008). Na Mljetu su Jahns & van den Bogaard (1998) utvrdili tefre Mercato erupcije na 8 550-7 750 cal god.BP. Prema posljednjim istraživanjima, Zanchetta et al. (2011) utvrdili su na jezgrama u Jadranskom moru starost Mercato erupcije na 7 770±40 BP (8 540±50 cal god.BP), dobivenu pomoću  $^{14}\text{C}$  metode na ugljenu. Oni također ističu povezanost erupcije

APP *Agnano Pomici Principali* s početkom mlađeg drijasa. Tefre talijanskih vulkana su pronađene u srednjem i južnom Jadranskom moru - Bourne et al. (2010), Calanchi & Dinelli (2008), Calanchi et al. (1998), Lowe et al., 2007; Siani et al. (2004), Sulpizio et al. (2008); u jezeru Accesa (Magny et al., 2007); u Lago Grande di Montichhio (Wulf et al., 2008); u Prespanskom jezeru, Albanija/Makedonija/Grčka (Aufgebauer et al., 2012; Wagner et al., 2012); u Ohridskom jezeru, Albanija/Makedonija (Caron et al., 2010; Vogel et al., 2010; Wagner et al., 2009), jezeru Bled u Sloveniji (Lane et al., 2012).

Istraživanja tefre u jezerskim sedimentima istočne obale Jadranskog mora, limitirana su jer se radi o kriptoteframa koje su identificirane u slojevima s povišenim magnetskim susceptibilitetom. U istraživanim sedimentima tefre su preliminarno utvrđene pomoću mikroskopa te su prema modelu dubina-starost pripisane određenim erupcijama, no nisu rađene detaljne kemijske analize, koje bi sa sigurnošću mogle govoriti o određenoj erupciji.

### 3.2.6. Palinološke analize

Palinologija je znanost o peludu, sporama i ostalim mikroskopskim palinomorfama. Palinomorfe su mikrofosili s organskom stijenkom veličine 5-500  $\mu\text{m}$ , npr. ciste dinoflagelata, fikome prazinofocea, spore, pelud, ostaci foraminifera i člankonožaca. Peludno zrno je struktura koja sadrži muške spolne stanice (gamete) i presudno je za razmnožavanje biljnih vrsta (vjetrom ili kukcima prenosi se na ženski dio cvijeta). Pelud je obavijen vrlo čvrstom stijenkom (sporopoleninom). Peludna zrna su mikroskopske veličine, obično oko 15 do 100  $\mu\text{m}$  već i mala količina peludnog praha sadrži tisuće i tisuće zrna. Pelud različitih jedinki je jedinstven po obliku, veličini i površinskim oznakama, a pod određenim uvjetima može preživjeti tisućama godina. Na taj način palinolozi mogu identificirati različite vrste i rekonstruirati vegetaciju nekog područja u prošlosti.

Palinološka analiza podrazumijeva mikroskopsku analizu ukupne palinološke organske komponente različitim optičkim metodama (prolazna svjetlost, interferencijski kontrast, fluorescencija), a uključuje palinostratigrafsku, palinofacijsnu i analizu palinološkog organskog facijesa. Najjednostavnija analiza peluda je palinostratigrafska analiza, dok je nešto kompleksnija palinofacijsna analiza, koja osim peluda, uključuje analizu ukupnog organskog mikrofacijesa u sedimentu koji sadrži ostatke vodenog i kopnenog bilja kao i ostatke životinja te na temelju kvalitativno/kvantitativnih odnosa i omjera palinološke organske komponente definira i interpretira sredine taloženja. Važan aspekt palinofacijsne analize je definiranje klimatskih uvjeta koji su vladali tijekom taloženja naslaga, te je ta analiza korištena u ovom istraživanju. Iz palinološke analize je moguće dobiti informacije o paleookolišnim i paleoklimatskim uvjetima.



U jezerskim sedimentima, istraživanje peluda temelji se na činjenici da je bio unesen u jezero vodom ili vjetrom i istaložio se u sedimentima. Jezerski sediment je odličan medij za očuvanje peluda jer osim što je kemijski pogodan, sediment se taloži tijekom vremena što omogućuje rekonstruiranje kronoloških promjena vegetacijskog pokrova u istraživanom prostoru. No, moraju se uzeti u obzir bioturbacije u sedimentu, koje mogu poremetiti istaloženi pelud. U sedimentu je također moguće pretaložavanje starijih sedimenata.

Nakon što se izvadi iz jezera, bitno je jezerski sediment držati dobro zatvoren, na niskim temperaturama ( $<4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), kako bi se spriječila biogena degradacija. Jezgre sedimenata su uzorkovane u centimetarskom intervalu, no zbog male količine adekvatnog materijala u 1 centimetru polovice jezgre za arhivu, uzorci za analize peluda su uzimani spajanjem 2 cm. Za pripremu palinoloških analiza korištena je standardizirana tehnika za izdvajanje organske tvari (Moore et al., 1991). Uzorak se mora tretirati s natrijevim pirofosfatom ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) za dispergiranje glinenih čestica, klorovodičnom (10% HCl) i fluorovodičnom (40% HF) kiselinom za uklanjanje karbonatnih i siliciklastičnih (kvarca i minerala glina) minerala, te se potom separira organski ostatak sa cinkovim kloridom gustoće  $>2\text{ g/cm}^3$ . Ostatak se prosijava preko najlonske mreže promjera  $10\text{ }\mu\text{m}$ , miješa s glicerolom i slaže na mikroskopske preparate. Uzorci su pregledavani i brojani koristeći Olympus BH-2 svjetlosni mikroskop pod različitim povećanjima (x400, x600 i x1000) i kameru Moticam 2300. Identifikacija peluda provodi se na minimalno 300 nabrojanih jedinki. Palinološka analiza uzorka obuhvaća palinofacijsnu i palinostratigrafsku odredbu.

### **Palinofacijs**

Palinofacijs predstavlja ukupni organski mikrofacijs bilo koje sedimentne stijene koja sadrži ostatke vodenog i kopnenog bilja kao i ostatke životinja (Combaz, 1964). Korištena je kvantitativna metoda procjene relativnog odnosa pojedinih tipova macerala.

Sredina taloženja je interpretirana na temelju palinofacijsnih značajki i tipova macerala, kao i facijske distribucije sporomorfa, dinosporinskih cista i prazinofocejskih fikoma (Tyson, 1995; Batten, 1996).

Organski klasti analiziranih uzoraka klasificirani su u glavne grupe macerala: inertinit, vitrinit, liptinit i amorfna organska tvar (Stach et al., 1982; Robert, 1988).

Inertinitni klasti su nastali od biljnog tkiva procesima oksidacije uglavnom prije taloženja. Vitriniti su nastali dijelom od biljnog tkiva, a dijelom su produkt biokemijske pretvorbe biljnih komponenti tijekom humifikacije i gelifikacije. Liptinit obuhvaća alginit (algalnog porijekla - dinosporinske ciste, prazinofocejske fikome,...), sporinit (reproduktivni elementi nižih i viših

biljaka, odnosno spore pteridofita i pelud gimnospermi i angiospermi) i kutinit. Amorfni liptinit predstavlja produkt anaerobne biodegradacije alga, fito-, zooplanktona, bakterijskih lipida. U sedimentološkom smislu, amorfni liptinit je autohtoni maceral. U sredinama taloženja s naglašenim terestričkim utjecajem (klastični facijesi) u formi inkluzija u amorfnom liptinitu najčešće se pojavljuje pirit, dok je amorfni liptinit bez inkluzija piritita izvanredan pokazatelj zaštićene sredine taloženja bez terestričkog utjecaja.

Veća raznolikost peluda vodenog bilja je vjerojatnija u plićim (<5 m) dubinama (Edwards i sur, 2000). *Myriophyllum*, *Nymphaea* i *Nuphar* pelud imaju tendenciju da se najčešće nalaze u vodi <5 m dubine, dok pelud *Potamogeton* dominira među peludom vodenog bilja u jezerima 9-14 m dubine. Vrlo visoka brojnost (npr. do 90%) *Isoetes* spora može ukazivati na priobalno uvjete. *Equisetum* spore i *Pediastrum* alga ne pokazuju korelaciju s dubinom jezera premda je velika brojnost (> 50%) alga *Pediastrum* povezana s vrlo plitkim jezerima (<3 m). Zelena alga *Coelastrum polychordum* je indikativna za eutrofne okoliše (Rott, 1984) dok cijanobakterije (*Gloeotrichia*) zbog mogućnosti vezanja dušika igraju pionirsku ulogu u okolišima s malo nutrijenata (van Geel, 2001). Jaja rotifera *Filinia longiseta* se redovito nalaze u jezerima ali i bočatim okolišima bez antropogenog utjecaja (van Geel, 2001).

### **Palinostratigrafija**

Palinostratigrafska interpretacija kvartara se u kopnenim, odnosno slatkovodnim okolišima temelji na zajednicama sporomorfa - spore pteridofita i pelud gimnospermi i angiospermi (Moore et al, 1991; Kapp et al, 2000). Kod rekonstrukcije biljnog pokrova i klime potrebno je obratiti pozornost na različitu otpornost sporomorfa na oksidaciju i koroziju. Najotpornije sporomorfe na oksidaciju su *Lycopodium* i *Polypodium*, pa *Pinus*, *Tilia*, *Alnus*, *Corylus*, *Betula*, *Carpinus*, dok su najosjetljiviji *Populus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Fagus*, *Acer* i *Salix* (Havinga, 1964, 1984). Uslijed toga neki rodovi mogu potpuno izostati iz zajednice i možemo dobiti krivu sliku vegetacije. Također je ustanovljeno da sadržaj sporopolenina u stjenci utječe na otpornost na koroziju (Brooks & Shaw, 1972), pa su često Asteraceae, Chenopodiaceae i Poaceae dominantne u palinološkoj zajednici u uzorku, makar nisu dominirale u biljnom pokrovu. U tlima se vrlo rijetko sačuvaju sporomorfe (uglavnom one s višim udjelom sporopolenina u stjenci) i to samo u tlima u kojima je pH manji od 5,5-6 (MacDonald, 1996).

U kvartaru ne postoje provodne sporomorfe, već se na temelju promjena u sastavu zajednice može govoriti o klimi i vegetaciji, a time indirektno i o starosti u širem smislu.

Prve rekonstrukcije postglacijalne vegetacije hrvatske obale, na temelju palinoloških analiza, dao je Beug (1962, 1967) kad na Mljetu razlikuje četiri šumska perioda: period A – listopadna

šuma hrasta (9000-7600 BP), period B – *Juniperus-Phillyrea* (7600-6300 BP), period C – *Quercus ilex* (6300-2200 BP) i period D – *Pinus-Quercus ilex* (2200-0 BP). Vegetacijom Mljeta bavili su se i Jahns i Bogaard (1998) i utvrdili kako na mjestu današnjeg Velikog i Malog jezera, prije 9000 godina, uslijed rasta podzemnih voda dolazi do plavljenja suhih polja i formiranja močvara. Prije 8000 godina močvare prelaze u duboka jezera, u početku sa slatkom, a kasnije bočatom vodom. Između 6400 BP i 5300 BP Veliko jezero je u kontaktu s Jadranskim morem, a Malo jezero nešto kasnije. Pretpostavljaju kako su jezera umjetno spojili Grci ili Rimljani. Period miješane listopadne hrastove šume trajao je do 8000 BP (6000 BC). Na prijelazu u atlantik gusta hrastova šuma se prorjeđuje i formiraju se šumarci, a na otvorenom prostoru *Juniperus*, *Phillyrea* i druga vazdazelena vegetacija. Imigracijom hrasta crnike *Quercus ilex* prije nekih 6400 BP (4400 BC) formiraju se guste šume hrasta crnike koje djelomično zamjenjuje alepski bor oko 3100 BP (1100 BC) zbog ljudskog djelovanja.

Multidisciplinarnim istraživanjima (analiza kladocera, dijatomeja, makroflore, te geokemijska i palinološka analiza) sedimenata Vranskog jezera na Cresu, Schmidt i sur. (2000) su utvrdili najstarije sedimente na 5 m dubine (17300 cal BP) nakon čega se mogu pratiti značajne promjene razine jezera, vezane za paleookolišne promjene i dizanje morske razine nakon mlađeg drijasa (YD). Izdvojene su peludne zone (PZ), od 1 do 5, koje se dijele u podzone: PZ 1/1 dominacija bora (*Pinus*), PZ 1/2 prijelazna zona prema brezi (*Betula*), PZ 2/1 dominacija breze, PZ 2/2 ponovno povećanje bora, PZ 3 dominacija bora i hrasta (*Quercus*), PZ 4/1 *Chenopodiaceae*, PZ 4/2 *Pistacia*, *Phillyrea*, *Oleaceae*, *Ostrya*, PZ 4/3 *Juniperus*, PZ 5/1 hrast, PZ 5/2 *Juniperus*, *Pinus*, *Olea*. Zone PZ1 i PZ2 približno odgovaraju pleistocenu, PZ3 i PZ4/1 starijem holocenu, PZ4/2 srednjem, a PZ4/3 i PZ5 mlađem holocenu.

Šoštarić (2005) daje pregled razvoja vegetacije u obalnom području Hrvatske. Na početku postglacijalnog razdoblja (predboreal-boreal, mezolitik) postoje miješane listopadne šume u kojima je prevladavao hrast. Na početku atlantske faze (mezolitik-neolitik) te su šume imale termofilni karakter i prevladavao je hrast tipa *Quercus pubescens*, miješan s drugim tipovima termofilnog listopadnog drveća. Sredinom atlantske faze submediteranske drvenaste svojte zamjenjuje vazdazelena vegetacija u kojoj prevladavaju svojte poput *Phyllirea*, *Pistacia* i *Juniperus*, a submediteranski tip vegetacije povlači se u unutrašnji obalni pojas. Krajem atlantika ponovno dolazi do promjene vegetacije i prevlast preuzima eumediteranski vazdazeleni hrast crnika (*Quercus ilex*). Može se zaključiti da je krajem atlantika i početkom subboreala u osnovnim crtama utemeljen današnji tip potencijalne prirodne vegetacije na hrvatskom dijelu jadranske obale, koji čine eumediteranski prsten s pretežitim hrastom crnikom, nešto širi u južnom dijelu, nešto uži na sjevernom dijelu, na koji se prema unutrašnjosti nastavlja submediteranski tip šuma s karakterizirajućim hrastom meduncem. Antropogeni utjecaj na vegetaciju obalnog područja prisutan je već u neolitiku i početkom

brončanog doba. Nesumnjivo su se prastanovnici bavili stočarstvom i ratarstvom i to se odražavalo na prirodnu vegetaciju, ali je teško reći u kojoj mjeri. Sigurni i nedvojbeni znakovi antropogenog utjecaja potječu iz antičkog razdoblja, kada su značajno porasle ratarska i druge aktivnosti što je dovelo do pretvaranja većih površina šuma u ratarske površine, makiju i pašnjake. Nakon tog razdoblja izmjenjuju se povremene faze regeneracije i ponovne devastacije prirodne vegetacije.

U novije vrijeme jezerske i morske naslage Italije i zapadnog dijela Jadranskog mora, te Sredozemnog mora analizirane su unutar projekta LAMA (Magny & Combourieu Nebout, 2013).

### 3.2.7. Analiza ostrakodne faune

Za ostrakodnu analizu uzorci su iz jezgri uzimani sukcesivno u intervalima od 2 cm. Svi uzorci su pripremljeni metodom šlemanja u laboratoriju Zavoda za mineralne sirovine na Hrvatskom geološkom institutu, Zagreb. Za analizu je odvajana količina oko 13 g po uzorku. Uzorci su šlemani kroz četiri sita (0.46 mm, 0.26 mm, 0.12mm i 0,063mm) i nakon toga sušeni. Nakon sušenja ručno izdvajanje ostrakoda i ostalog mikrofosilnog sadržaja iz uzorka je učinjeno uz pomoć Zeiss stereomikroskopa. Ostrakodi su izdvajani kvantitativno kako bi se očuvao relativni sastav tanatocenoze. Većina ostrakodne faune determinirana je precizno ako su očuvanost ljušturice i stadij razvoja jedinki bili dovoljno dobri za specifičku odredbu, dok je ostala popratna mikrofauna samo navedena ili determinirana na razini roda. Identifikacija vrsta, nomenklatura i osnove ekološke interpretacije bazirane su na monografiji Meisch-a (2000) Fuhrmann (2012).

### 3.2.8. Analiza diatomeja

Analizirana je dijatomejska zajednica u 30 uzoraka pretežno siltoznog sedimenta dobivenih iz bušotine BAJ-7, Crniševo. Uzorci su pripremljeni za mikroskopiranje u Hrvatskom geološkom institutu (čišćenje, izrada trajnih preparata). U laboratoriju je uzeto 1 cm<sup>3</sup> uzorka iz jezgre bušotine, koji je nadalje tretiran s 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (vodikov peroksid), kako bi se uklonila organska komponenta u sedimentu. Ovisno o potrebi otapanja karbonatne komponente u sedimentu uzorci su tretirani s 20% HCl (kloridna kiselina), nakon čega su višekratno ispirani destiliranom vodom do uklanjanja tragova kemikalija. U svrhu izrade preglednih preparata cjelokupne dijatomejske zajednice napravljeni su trajni preparati s uzorkom uklopljenim u kanada balzam.



Analiza dijatomejske zajednice učinjena je uz pomoć svjetlosnih mikroskopa Olympus BH2 i Olympus BX51 (40x, 60x imerzija, 100x imerzija) i standardnih priručnika za determinaciju (Zabelina i sur. 1951, Hindák i sur. 1978, Hustedt 1985, Levkov i sur. 2007, Cleve-Euler 1953a, b, Jurilj 1954), te uz provjeru taksonomskih baza s recentnim taksonomskim podacima ([craticula.ncl.ac.uk/](http://craticula.ncl.ac.uk/); [westerndiatoms.colorado.edu/taxa/genus/](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/genus/); [www-cyanosite.bio.purdue.edu/](http://www-cyanosite.bio.purdue.edu/)).

S ciljem sigurnije i potpunije taksonomske analize, izrađena je fotodokumentacija. Kvantitativna analiza uključila je brojanje 300-400 stanica, a abundancija je iskazana u obliku postotnog udjela stanica utvrđenih taksona: 5 - 9 % rijetko, 10 - 15 % učestalije, 16 - 35 % često, 36 - 50 % vrlo često, >50 % dominantna vrsta (Schrader & Gersonde 1978, Galović 2009). Radi detaljnije analize cjelokupne dijatomejske zajednice jezera korištena je i frekvencija pojavljivanja taksona u svim uzorcima profila. Interpretacija ekoloških karakteristika pronađenih taksona učinjena je po de Wolf (1982).

### 3.2.9. Granulometrijske analize

Određivanje i interpretacija veličine čestica jedna je od osnovnih metoda pri opisu jezerskih sedimentata. Granulometrijski sastav je primarni indikator stupnja energije vode u jezerskim sedimentima. Pomoću granulometrijske analize ukupne (karbonatne) i nekarbonatne frakcije moguće je razlikovati bioinducirani (autigeni) i detritični karbonat u jezerskim sedimentima s tvrdom vodom (Arnaud, 2005). Granulometrijske analize učinjene su na laserskom difraktometru, *Shimadzu Laser Diffraction Particle Size Analyzer SALD-2300* (program *WingSALD II-2300*) raspona mjerenja od 17 nm do 2500 µm. Laserski difraktometar temelji se na difrakciji svjetlosti na česticama u suspenziji. Kao izvor svjetlosti, uređaj koristi poluvodički crveni laser, valne duljine 680 nm. Kada se svjetlost sudari s uzorkom, dolazi do apsorpcije i difrakcije svjetlosti i stvara se mreža refleksa, koja je kontrolirana sastavom materijala i medijem (relativni indeks refrakcije ili loma za vodu je 1,33). Veličina čestica određuje kako će se raspršiti svjetlost. Ako je čestica velika, kut raspršenja je manji, a ako je čestica manja tada je kut raspršenja obrnuto proporcionalan njegovoj veličini (veći), ali intenzitet je proporcionalan njegovoj veličini. Difrakcijska slika je slabija i šira za manje čestice, intenzivnija i uska za velike čestice. Prema širini se određuje veličina čestica, dok magnituda označava koncentraciju. Uređaj određuje veličinu čestica mjerenjem raspršenja na 32 kuta. Dobivene difrakcijske slike se potom obrađuju računskim putem.

Priprema uzorka uključuje odvagivanje 0,1 g uzorka, kojem se doda 2 ml vodikovog peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) za uklanjanje organske tvari (ostavljeno preko noći). Za granulometrijske analize

netopivog ostatka odnosno nekarbonatne frakcije, u uzorcima se otopio karbonat (s 10% HCl). Prije mjerenja se uzorci dispergiraju dodavanjem 2 ml otopine natrijevog heksametafosfata i ostave oko pola sata na tresilici. Potom se uzorak prenosi u suspenziji (oko 20 ml, ovisno o uzorku) u ćeliju za mjerenje ispunjenu destiliranom vodom (*flow cell*), u kojoj se nalazi pumpa za miješanje uzoraka, kojoj se može podešavati brzina. Nakon što se snizi maksimalni intenzitet svjetlosti i ustabilji između 35 i 75%, moguće je mjeriti uzorak. Trajanje analize jednog uzorka je oko 5 s. Ćelija za mjerenje uzoraka mora se ispirati destiliranom vodom između svakog mjerenja. Ukupno je analizirano 97 uzoraka iz jezgre Vranskog jezera na Cresu i 15 uzoraka iz njegovog sliva, 99 uzoraka iz jezgre Bokanjačkog blata BOK-2, 108 uzoraka iz jezgre Vranskog jezera kod Biograda i 18 iz njegovog sliva, te 119 uzoraka iz jezgre jezera Crniševo u Baćinskim jezerima i 12 uzoraka iz njegovog slivnog područja. Također je analizirano 15 uzoraka nekarbonatne frakcije iz jezgre Vranskog jezera kod Biograda.

### 3.2.10. Mineraloške analize

Mineraloške analize uključivale su kvalitativne fazne analize praha ukupnih (bulk) uzoraka, netopivih ostataka i orijentiranih uzoraka minerala glina na rendgenskom difraktometru (XRD). Također je na dijelu uzoraka, gdje je to bilo moguće, napravljena kvantitativna mineraloška analiza, koja je neovisna o faznoj analizi (identifikacija faza mora biti učinjena prije).

Mineraloške analize (XRD analize) učinjene su na rendgenskom difraktometru, *PANalytical X'Pert Powder*, opremljenim keramičkom rendgenskom cijevi Cu anode (CuK $\alpha$ 1 zračenje valne duljine  $\lambda=1,5405 \text{ \AA}$ ) za stvaranje rendgenskog zračenja, vertikalnim goniometrom č-č geometrije i PIXcel detektorom.

Rendgenska difrakcija na prahu temelji se na difrakciji rendgenskih zraka na mrežnim ravninama kristala (Moore & Reynolds, 1997). Rendgenske zrake su dio elektromagnetskog zračenja, s valnim duljinama između 0,01 i 10 nm, koje su slične veličini atoma, te se prema tome koriste pri istraživanju minerala. Stvaraju se u rendgenskoj cijevi naglim usporavanjem brzih elektrona nakon što se sudare s Cu anodom (Klug & Alexander, 1974). Svaka mrežna ravnina daje difrakcijski maksimum (*peak*="pik") (slika 51). Za različite mrežne ravnine, različit je i međumrežni razmak, o kojem ovisi kut  $2\theta$ , te se uzorak ili rendgenska cijev moraju zakretati.

### 3.2.10.1. Priprema uzoraka i identifikacija minerala glina

Za određivanje minerala glina pomoću XRD-a, potrebno je na odgovarajući način pripremiti uzorke. Minerali glina imaju specifičnu strukturu, izgrađenu od međusobno spojenih tetraedarskih ili oktaedarskih listova u TO i TOT slojeve, povezanih s međuslojnim kationima, hidroksidima ili vodom. Ta im struktura daje pločastu morfologiju i kalavost te prema tome jasno izražene bazalne mrežne ravnine, čiji su Millerovi indeksi 00l, a najjači refleksi s njih se nalaze na niskim  $2\theta$  kutevima rendgenske difrakcije. To je osjetljivo područje zbog instrumentalnih ograničenja snimanja na tako niskim kutevima, a ostali (hkl) refleksi su im često preklopljeni ili međusobno ili s drugim mineralnim fazama (kvarc i feldspati). Da bi se točno utvrdilo kojem mineralu glina pripadaju određeni difrakcijski maksimumi, potrebno je napraviti orijentirane uzorke, čime se naglašavaju bazalni maksimumi minerala glina, a potrebno je napraviti dodatne testove prema kojima se pojedini minerali razlikuju. U svakom drugom slučaju, preferirana orijentacija je nepoželjna pojava i teži se nasumičnoj orijentaciji uzoraka, pogotovo u kvantitativnoj rendgenskoj analizi. Za izradu orijentiranih uzoraka, potrebno je eliminirati mineralne faze koje smetaju pri identifikaciji minerala glina, kao što su karbonati, zatim izdvojiti frakciju u kojoj se minerali glina dominantno pojavljuju, a to je glinena frakcija ( $<2 \mu\text{m}$ ). Postupci prema kojima se različiti minerali glina mogu identificirati, a to su saturacija različitim kationima ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Li}^+$ ), interkalacija s polialkoholima (etilen glikol EG i glicerol), polarnim molekulama (voda, dimetil sulfoksid DMSO, hidrazin, formamid), organskim kationima (guanidin) te žarenje, temelje se na varijabilnim  $d(00l)$  međumrežnim razmacima, koji su rezultat različitih svojstava odnosno struktura (Brindley & Brown, 1980; Moore & Reynolds, 1997). Uslijed tih postupaka mijenja se položaj, intenzitet i oblik difrakcijskih maksimuma minerala glina. U nasumično orijentiranim uzorcima, minerali glina imaju karakteristični maksimum s mrežne ravnine (060), koja može imati međumrežni razmak između 1,49-1,55 Å. Refleksi (060) omogućuju razlikovanje dioktaedarskih od trioktaedarskih minerala glina, jer duljina parametra  $b$  ovisi o veličini kationa koji se nalaze u oktaedarskom listu. Dioktaedarski minerali glina imaju niže vrijednosti  $d(060)$ , zbog trovalentnih kationa u strukturama (npr.  $\text{Al}^{3+}$ ). Trioktaedarski minerali glina imaju veće vrijednosti refleksa 060 zbog većih dvovalentnih kationa u strukturama (npr.  $\text{Mg}^{2+}$ ).

Identifikacija minerala glina utvrdila se snimanjem orijentiranih preparata na rendgenskom difraktometru, nakon provedenih tretmana: 1) prirodni, osušeni na zraku (*air dried, AD*); 2) tretirani s etilen glikolom (EG); 3) žareni na  $400^\circ\text{C}$ ; 4) žareni na  $550^\circ\text{C}$ ; 5) tretirani s DMSO (dimetil sulfoksid); 6) saturirani s K i sušeni na zraku (K-AD); 7) saturirani s K i žareni na  $350^\circ\text{C}$  (K- $350^\circ\text{C}$ ); saturirani s Mg i tretirani s glicerolom (Mg-G). Orijetirani uzorci snimani su u području od 4 do 20 ili  $30^\circ 2\theta$ .

Kriteriji za određivanje minerala glina na temelju ovih snimanja prikazani su u tablici 3-4. Navedene promjene posljedica su strukturnih svojstava minerala glina. Tako su minerali glina tipa 1:1 sastavljeni od slojeva kojeg čine 1 tetraedarski i oktaedarski list, ti slojevi nemaju naboj (ili je jako nizak) i ne sadrže međuslojne katione ili vodu nego su povezani vodikovim vezama, a bazalni međumrežni razmak je  $d(001)=7,16 \text{ \AA}$ . Tom tipu pripada mineral kaolinit. Karakterističan je i pik  $d(002)=3,58 \text{ \AA}$ . Kaolinit se identificira žarenjem na  $550^\circ\text{C}$ , nakon čega mu maksimumi nestaju tj. postaje amorfan za XRD analizu, iako se djelomično sačuva struktura. Dehidroksilacija kaolinita rezultat je interakcije dvije susjedne hidroksilne skupine pri čemu nastaje voda, a kisik ostaje vezan u strukturi ( $2\text{OH}^- \rightarrow \text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ). Kaolinit normalno dehidroksilira između  $400$  i  $600^\circ\text{C}$ . Kaolinit može pokazivati visok stupanj nepravilnosti u slaganju slojeva u strukturi (nereda), koji je rezultat nasumičnog premještanja Al vakancije u oktaedarskom listu (kaolinit je dioktaedarski mineral, s 2 zauzeta mjesta trioktaedarskim kationom,  $\text{Al}^{3+}$ , a treće slobodno mjesto može biti na različitim položajima). Bazalni refleksi kaolinita (001 i 002) postaju manje oštri i manjeg intenziteta s povećanjem nepravilnosti ili nereda. U nasumično orijentiranim uzorcima, slabo kristalizirani kaolinit pokazuje grupu spojenih refleksa odnosno spojenih pikova u području između  $20\text{-}25^\circ 2\theta$  i  $35\text{-}40^\circ 2\theta$ . U orijentiranim uzorcima, dimetil sulfoksid (DMSO) se koristi za određivanje uređenog, dobro kristaliziranog kaolinita u odnosu na neuređeni, slabo kristalizirani. DMSO raskida vodikove veze između slojeva dobro kristaliziranog kaolinita i ulazi u strukturu te uzrokuje širenje kaolinita - promjenu difrakcijskog maksimuma sa  $7 \text{ \AA}$  (točnije  $7,15 \text{ \AA}$ ) na  $11,2 \text{ \AA}$ . Kod slabo kristaliziranog kaolinita pik ostaje na  $7 \text{ \AA}$  (točnije  $7,20 \text{ \AA}$ ).

U minerale tipa sloja 2:1 pripadaju tinjci (naboj oko 1), te skupina minerala glina s nabojem manjim od 1: illit, glaukonit, smektit, vermikulit i HIV. Klorit ima varijabilan naboj i ne klasificira se prema naboju sloja, već se razikuje prema hidroksidu koji popunjava međuslojni prostor. 2:1 minerali glina sastoje se od 2 tetraedarska i 1 oktaedarskog lista koji čine TOT slojeve koji su međusobno povezani kationima, hidratiziranim kationima, hidroksidima ili kationsko-hidroksilnim kompleksom.

U većini tinjaca (muskovit i biotit) 2:1 slojevi su međusobno povezani tako da je međumrežni razmak  $d(001)=10 \text{ \AA}$ . Negativni naboj kompenzira se međuslojnim kationom  $\text{K}^+$ . Illiti se smatraju tinjcima veličine glina, u kojima može biti dio  $\text{K}^+$  zamijenjen s drugim kationima, kao što je  $\text{Ca}^{2+}$ . Razlike između tinjaca i illita nema, oba minerala imaju pik na  $10 \text{ \AA}$ . Naziv minerala illit se sve manje upotrebljava u literaturi (Meunier & Velde, 2010) i govori se o njemu kao tinjcu s manjkom međuslojnih kationa (*interlayer-deficient mica*). Illiti se identificiraju prema međumrežnom razmaku  $d(001)=10 \text{ \AA}$ ,  $d(002)=5 \text{ \AA}$ , koji ostaju nepromijenjeni nakon tretmana s etilen glikolom i žarenjem.



Tablica 3-4 Identifikacija minerala glina pomoću XRD analize, na temelju promjena  $d_{001}$  nakon dijagnostičkih postupaka na orijentiranim uzorcima (sušen na zraku AD, interkalacije s etilen glikolom EG, glicerolom G i dimetil sulfoksidom DMSO, K-saturirani, Mg-saturirani, žareni na 400, 550 i 350 °C); te  $d_{060}$  očitano na nasumično orijentiranim preparatima. MLM miješanoslojni minerali I-S (illit-smektit).

	$d_{001}$ (Å) (XRD orijentiranih preparata)								$d_{060}$ (Å) (nasumični)
	AD	EG	400°C	550°C	DMSO	K-AD	K-350°C	Mg-G	
Kaolinit, neuređen	7	7	7	-	7		7	7	1,49
Kaolinit, uređen	7	7	7	-	11,2		7	7	1,49
Illit	10	10	10	10		10	10	10	1,50
Klorit	14	14	14	14		14	14	14	1,54-1,55
Vermikulit	14	14	13-10	12-10		10-11		14,5	di 1,50 tri 1,52-1,54
HIV	14	14	13-10	12-10		14	10		
Smektit	14	17	10	10		12-13		18	di: 1,49-1,52; tri: 1,52-1,55
MLM neuređeni I-S	10-15	10-17	10	10					varijabilan

Vermikuliti su 2:1 minerali glina sa strukturom sličnom tinjcima, u kojima je  $Fe^{2+}$  oksidirao u  $Fe^{3+}$  i time snizio naboj, pa u međuslojnom prostoru se ne nalazi  $K^+$  nego najčešće  $Mg^{2+}$  ili  $Ca^{2+}$  koji su hidratizirani. Naboj im iznosi između 0,6-0,9. Kao posljedica toga, međumrežni razmak veći je od 10 Å i njegova vrijednost uvelike ovisi o međuslojnom kationu. Ako je međuslojni kation  $Mg^{2+}$ , tada vermiculit ima karakteristični pik na 14 Å. Žarenjem vermiculita dolazi do smanjenja  $d$  na 12-13 Å, a nakon saturacije s  $K^+$ , sušen na zraku smanjenje  $d$  na 10-11 Å.

Vermikuliti kojima  $d$  ostaje na 14 Å nakon saturacije s  $K^+$ , a smanjuje se na 10 Å nakon žarenja K-saturiranog uzorka nazivaju se hidroksil interstratificirani vermiculiti (HIV, *hydroxy interlayered vermiculites*), koji imaju unutar međuslojnog prostora kationsko hidroksilni kompleks, npr. hidroksi-Al kompleks (Barnhisel, 1977). Ti hidroksilni kompleksi nisu potpuno razvijeni u hidroksidne listove, kao što je to slučaj kod klorita (Mg-hidroksid).

Smektit su 2:1 minerali glina sa zamjenama u tetraedarskim i oktaedarskim listovima tako da imaju negativni naboj sloja manji od tinjaca ili vermiculita (0,2-0,6). Međuslojne veze su prema tome puno slabije nego kod vermiculita i njegovi međuslojni kationi ( $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) imaju sposobnost zadržavanja polarnih molekula (npr. etilen glikola, glicerola). Međumrežni

razmak smektita sa 14 Å povećava se na oko 17 Å. Kalijem saturirani smektiti smanjuju razmak na 12-13 Å.

Smektiti i vermikuliti su minerali koji „bubre“, jer njihovi međuslojni kationi imaju sposobnost zadržavanja polarnih molekula unutar međuslojnog prostora. Ovo svojstvo ne postoji ako je naboj previsok (tinjci) ili jednak nuli (talk, pirofilit). Polarne molekule se organiziraju u slojeve čiji broj varira obrnuto s nabojem: minerali glina s nabojem između 0,8-0,6 imat će 1 sloj polarne molekule (vermikuliti), oni s nabojem 0,6-0,3 2 do 3 sloja polarnih molekula (smektiti). Katione u međuslojnom prostoru okružuju molekule etilen glikola, koje su slabo vezane za površinu tetraedarskih listova (vodikove veze) (Meunier, 2005).

Kloriti imaju sličnu strukturu vermikulitima, ali im je međuslojni prostor potpuno okupiran s Mg-hidroksidom (brucitnim slojem), te se stoga može reći da su oni zapravo 2:1:1 minerali glina. Kloriti imaju međumrežni razmak  $d(001)=14$  Å, koji se ne smanjuje nakon žarenja. Međumrežni razmaci klorita  $d(002)=7,10$  i  $d(004)=3,55$  Å slični su  $d(001)$  i  $d(002)$  kaolinita. Kaolinit se razlikuje od klorita jer žarenjem na 550°C nestaje pa tako i nestaje maksimum na 7 Å, a ako je prisutan klorit, maksimumi ostaju. Dobro uređeni kaoliniti su u interkalaciji s DMSO i maksimum raste na 11,2 Å, dok maksimum klorita ako je prisutan ostaje na 7 Å (treba biti pažljiv jer je moguće da su prisutni neuređeni, slabo kristalizirani kaoliniti, kojima ostaje maksimum na 7 Å). Klorit osim navedenih ima i slabi maksimum  $d(003)=4,72-4,74$  Å. Sekundarni kloriti (pedogenetski ili Al-kloriti) su kloriti u kojima je više od 60 % brucitnog sloja zamijenjeno s gibsitnim slojem (aluminijskim polimerom u međuslojnom prostoru) (Velde & Meunier, 2008). U njima je intenzitet maksimuma na 7 Å veći od onog na 14 Å, te se žarenjem K saturiranog uzorka maksimum na 14 Å pomiče na 10 Å.

Miješanoslojnim mineralima glina (MLM- *mixed layer minerals*) nazivaju se oni minerali koji se sastoje od dvije vrste minerala glina - spojenih 10 i 14 Å slojeva u 1 mineral duž osi  $z^*$ , a razlikuju se prema slaganju slojeva. Mogu biti pravilno interstratificirani, koji se prepoznaju po maksimumima koji su rezultat sume međumrežnih razmaka od kojih se sastoje, npr. 28 Å corrensit (2 vrste: tri klorit/nisko nabijeni tri smektit ili tri klorit/ visoko nabijeni tri vermikulit), 24 Å rektorit (di tinjac/di smektit). Ako su nepravilno interstratificirani, prepoznaju se po maksimumima u području od 10-15 Å i različitim tretmanima (illit-smektit I-S), zatim česti su još klorit/smektit (C/S), kaolinit/smektit (K/S), tinjac/vermikulit, tinjac/klorit (Moore & Reynolds, 1997).

### 3.2.11. Kemijske analize

Kemijske analize jezerskih sedimenata mogu biti dobri indikatori promjena u razvoju jezera. Kemijski sastav jezerskih sedimenata ovisi o donosu materijala iz sliva i biogeokemijskih procesa unutar samog jezera. Donos materijala ovisi o tektonici, geološko-litološkoj podlozi, eroziji i načinu trošenja, površinskim i podzemnim vodama i vegetaciji. Vanjske i unutarnje utjecaje na kemijski sastav sedimenta u velikoj mjeri kontroliraju klimatski faktori, temperatura i padaline, a u posljednjih nekoliko tisuća godina značajan utjecaj ima i čovjek svojim aktivnostima, krčenjem šuma i razvojem poljoprivrede. Promjene u slivnom području reflektiraju se u jezerskim sedimentima. Kemijski elementi prisutni u jezeru kao indikatori pojedinih procesa u jezerskim sedimentima su sljedeći (Last & Smol, 2001):

- glavni litogeni elementi (Si, Al, Ti, K, Na, Mg, Fe, Zr, La), koji su indikatori terigenog donosa materijala iz sliva;
- Ca, Mg, Sr su indikatori taloženja karbonatnih minerala;
- mobilni elementi (Mo, Mn, Fe, V i S), koji su indikatori redoks uvjeta;
- alkalijski elementi (Na, K) i Mo, koji su indikatori utjecaja morske vode u sedimentima;
- elementi u tragovima (As, Co, Cu, Cr, Ag, V, Hg, Cd, Pb, Zn, Ni, Sb, Sn) su metali i teški metali koji su indikatori antropogenog onečišćenja;
- nutritivni elementi (C, N, P), koji su indikatori produktivnosti i stanja trofije jezera.

#### 3.2.11.1. Analiza glavnih elemenata i elemenata u tragovima

Analiza ukupne koncentracije glavnih elemenata i elemenata u tragovima ukazuje na promjene paleookolišnih uvjeta u slivu, na povijest taloženja i erozije, kao što je istaknuto u prethodnom poglavlju. Distribucija teških metala i njihove povećane vrijednosti mogu govoriti o onečišćenju sedimenata.

Kemijske analize uzorkovanih sedimenata obavljene su masenom spektrometrijom s induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS) u ACME Analytical Laboratories Ltd., Vancouver, Kanada. ICP-MS temelji se na induktivno združenoj plazmi, u kojoj se atomi većine kemijskih elemenata ioniziraju te izlaze iz plazme u maseni spektrometar, gdje se razdvajaju na temelju njihovih omjera mase i naboja. Uzorci su usitnjeni u ahatnom tarioniku (oko 1,5 g) u laboratoriju Hrvatskog geološkog instituta te su poslani na analizu u ACME laboratorij. Uzorci za analizu otopljeni su pomoću smjese koncentriranih kiselina HCl-HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub>-HF, pri 200°C. Tom metodom može se simultano analizirati ukupno 46 elementa. Analizirani su sljedeći elementi: Ag, Al, As, Au, Ba, Bi, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, La, K, Na, Nb, Ni, Mg, Mn, Mo, P, Pb, Sc, Sb, Sn, Sr, Ti, Th, U, V, W, Y, Zn, Zr. Točnost i preciznost analize provjeravana je ponavljanjem mjerenja pojedinih uzoraka i mjerenjem referentnih

standardnih uzoraka (OREAS 24P, OREAS 45E; *Ore Research & Exploration Pty Ltd Assay Standards*).

### 3.2.11.2. Analize dušika i ugljika

Analiza udjela organskog ugljika i ukupnog dušika, važna je u paleolimnološkim istraživanjima jer može ukazivati na promjene u jezeru, tj. produktivnosti jezera i porijekla organske tvari. Važno je pri tome znati koji su izvori tih nutrijenata i njihovo ponašanje u vodi i sedimentima. Povećani udjeli organskog ugljika i ukupnog dušika u sedimentima ukazuju na povećan donos nutrijenata u jezero i produktivnosti jezera, te su povezani s toplijim klimatskim uvjetima. Koncentracije dušika variraju ovisno o terestičkim ili jezerskim biljkama odnosno fitoplanktonu u jezeru, koji su dva glavna izvora dušika u jezerskim sedimentima. Terestičke biljke imaju nizak udio dušika, dok su koncentracije N u fitoplanktonu mnogo više. Te se varijacije mogu pratiti pomoću odnosa organskog ugljika i ukupnog dušika, C/N. Visok omjer C/N ukazuje na organsku tvar sadržanu u terestičkim biljkama koje mogu biti donesene u jezero erozijom, dok niski omjer C/N pokazuje da dominira organska tvar porijeklom iz fitoplanktona (Meyers & Teranes, 2001).

Analize dušika i ugljika napravljene su na CN analizatoru za tla i sedimente, *Thermo Fischer Scientific, Flash 2000 NC Analyzer* (program *Eager Xperience*.) CN analizator radi na principu spaljivanja uzoraka na visokim temperaturama, uz nastanak CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O i N<sub>2</sub>. Odvaže se 30 mg usitnjenog uzorka i pakira u kositrenu zdjelicu, koja se potom savije u kapsulu, te se tako pripremljen uzorak stavlja u automatski nosač uzorka. Uzorak se zajedno s kapsulom spaljuje u prvom reaktoru u čistom kisiku (99,996%) na 900°C, pri čemu se sav ugljik u uzorku oksidira u CO<sub>2</sub> i oslobađa. Također dolazi do oksidacije dušika u uzorku i nastaju dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>) i molekularni dušik (N<sub>2</sub>). Plin nosilac je helij (He), koji vodi nastale produkte do drugog reaktora, gdje bakar (Cu) reducira nastale dušikove okside do molekularnog dušika, na 680°C. Nastali plinovi (CO<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>) i voda potom prolaze kroz tzv. adsorpcijski filter, gdje se uklanja zaostala voda pomoću magnezijevog perklorata, prije nego plinovi odu na plinsko-kromatografsku (GC) kolonu pri sobnoj temperaturi. Prvi kroz kolonu prolazi dušik, a zatim ugljikov dioksid, te se pomoću detektora toplinske provodljivosti (*TCD-thermal conductivity detector*) dobiju udjeli dušika i ugljika. Preciznost i točnost analize kontrolirana je ponavljanjem mjerenja pojedinih uzoraka i mjerenjem referentnog materijala – tlo koje sadrži poznate udjele dušika i ugljika (*Soil NC Reference Material; %N=0,21 i %C=2,29*).

Za određivanje ukupnog organskog ugljika, TOC (*Total Organic Carbon*) korištene su 2 metode: direktna i indirektna. U direktnoj metodi, anorganski ugljik se otapa prije mjerenja na



CN analizatoru. To je učinjeno tako da se uzorak tretirao s klorovodičnom kiselinom (1 g uzorka + 8 ml 4,2M HCl) (modificirano prema Tanner & Wai Ting Tung, 2001), čime su otopljeni karbonatni minerali (kalcit, aragonit, dolomit), te se nakon toga izmjerio postotak organskog ugljika u netopivom ostatku. Da bismo dobili organski ugljik u uzorku, korišten je korekcijski faktor,  $kf = \text{početna/konačna masa uzorka}$ . Indirektna metoda dobivanja TOC-a jest izračunavanje anorganskog ugljika (TIC, *Total Inorganic Carbon*) u uzorku i oduzimanje te vrijednosti od ukupnog ugljika. Anorganski C se preračunao iz udjela karbonata u uzorcima prema formuli: % anorganskog C = % karbonata x 0,12, gdje je 0,12 stehiometrijski faktor. Kalcit se odredio iz koncentracije kalcija (Ca) pomnožene sa stehiometrijskim faktorom 2,5 koji se dobije dijeljenjem molekularnih masa  $\text{CaCO}_3$  i Ca ( $100,09/40,08 = 2,5$ ). Omjer C/N predstavlja omjer između organskog ugljika (TOC) i ukupnog dušika (N). Tom metodom se zbog vrlo visoke koncentracije Ca, a niske organske tvari, u pojedinim uzorcima dobila negativna vrijednost organske tvari, što predstavlja limit ove metode. Omjer C/N predstavlja omjer između organskog ugljika (TOC) i ukupnog dušika (N), te je u nekim uzorcima i on negativan, kao posljedica negativnog TOC.

### 3.2.11.3. Analiza izotopa olova

Analiza izotopa olova provedena je u svrhu karakterizacije porijekla sedimenata naime izotopni sastav olova za različite litološke članove je specifičan a ne mijenja se uslijed pedogenskih procesa tj. nastajanja tla stoga može poslužiti kao traser za porijeklo sedimenata, drugi važniji aspekt izotopnog sastav koje je važno za ovo istraživanje je što je moguće utvrditi udio antropogenog doprinosa olova u sediment budući da se izotopni sastav olova iz industrijskih emisija i izgaranja benzina sa olovom bitno razlikuje od litogenog/geogenog izotopnog sastava u tlima i stijenama. Stoga izotopni sastav olova praćen u profilima sedimenata može ukazati na promjene u atmosferskom taloženju olova i drugih elemenata vezanih za atmosfersko taloženje u slijevu te ukazati u vodotočnim sedimentima dali u datom trenutku dominantni izvor sedimenta predstavlja erodirane površine matičnog supstrata (stijene) ili šumska površinska tla u kojima se akumulira olovo uslijed atmosferskog taloženja.

Od četiri izotopa, samo  $^{204}\text{Pb}$  nije radiogeno i stoga se koristi kao stabilni referentni izotop (Doe & Delevauks, 1972). Ostali nastaju radioaktivnim raspadom kroz seriju kćeri od  $^{232}\text{Th}$  ( $^{208}\text{Pb}$ ),  $^{235}\text{U}$  ( $^{207}\text{Pb}$ ) i  $^{238}\text{U}$  ( $^{206}\text{Pb}$ ). U geoznanostima omjeri Pb izotopa se uglavnom prikazuju kao  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  i  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ , pri čemu su izotopi  $^{206}\text{Pb}$  i  $^{207}\text{Pb}$  nastali raspadom urana, kao i  $^{208}\text{Pb}$  koji je nastao raspadom torija, normalizirani na ne-radiogeni izotop  $^{204}\text{Pb}$ .

Uočavanje zagađenja u tlima pomoću Pb izotopa temelji se na postojanju značajnih razlika Pb izotopa između prirodne vrijednosti materijala i mnogih zagađivača koji sadrže industrijsko olovo, npr. Pb koje je proizvedeno iz olovne rude. Pb rude su geokemijske anomalije karakterizirane s visokim omjerom Pb/U i Pb/Th uspoređujući s običnim stijinama, iz čega proizlazi da njihov izotopni sastav bitno utječe na njihovo stvaranje. Olovne rude su karakterizirane sa različitim, ovisnim o starosti i pripadajućim izotopnim sastavom koji je općenito manje radiogen ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  od 16 do 18,5) u slučaju mnogih ruda, osim Mississippi Valley tipa (MVT) rude iz USA koje imaju omjer izotopa  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} > 19,0$ . Za razliku, Pb iz nezagađenih tala potječe iz kemijski trošenih stijena u kojima sastav Pb izotopa ovisi o vremenu raspada U/Pb i Th/Pb izvornog materijala. Karakteristika Pb izotopa u tlima je općenito više radiogena ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  od 18,5 do 19,5) od industrijskog olova. Pb rudnici u Europi sadrže omjer  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  u intervalu između 17,9 i 18,4. Vrlo važno Pb je koje dolazi iz Australskog rudnika (Broken Hill, Mt. Isa), s niskim omjerom  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  od 16,0 do 16,1, tako da onečišćivači koji imaju veliki udio olova iz ovog izvora pokazuju relativni izotopni kontrast prema prirodnom materijalu.

Vrlo važna je činjenica da postoji nekoliko radiogenih Pb izotopa pomoću kojih je moguće utvrditi glavne izvore atmosferskog zagađenja.

Izotopi olova često se koriste za razlikovanje prirodnih od antropogenih izvora olova (Shirahata et al., 1980; Vile et al., 1995. i 1999; Brännvall et al., 1997; Mackenzie et al., 1997; Mackenzie et al., 1998; Weiss et al., 1999a i 1999b; Novak et al., 2003).

Rezultati analize izraženi su slijedećim omjerima olovnih izotopa  $^{206/204}\text{Pb}$ ;  $^{207/204}\text{Pb}$ ;  $^{208/204}\text{Pb}$ ; dok se za interpretaciju distribucije olovnih izotopa najčešće koristi omjer  $^{206/207}\text{Pb}$  i  $^{208/207}\text{Pb}$  gdje su konvencijom ovi izrazi omjeri:

$$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb} = (^{206/204}\text{Pb}) / (^{207/204}\text{Pb})$$

$$^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb} = (^{208/204}\text{Pb}) / (^{207/204}\text{Pb})$$

Izotopni sastav olova u Europi dostupan iz literature jako varira, međutim industrijske emisije su više radiogene od benzinskog olova. U većini slučajeva vrijednosti aerosola razlikuju se od sastava benzinskog olova i pokazuju trend smanjenja udjela u ukupnom olovu od sredine 80-ih godina prošloga stoljeća (BOLLHÖFER & ROSMAN, 2001). Uzorci sedimenata koji nastaju trošenjem u velikim drenažnim bazenima upotrebljavaju se za određivanje prosječnog izotopnog sastava sadašnje gornje kontinentalne kore (en. *Upper Continental Crust* -UCC). Na temelju izotopnog sastava olova suspendiranih mineralnih čestica smatra se da današnja kontinentalna kora ima slijedeće prosječne vrijednosti: 19,07, 15,74 i 39,35 za omjere  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  i  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (tj.  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  1,211 i  $^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  od 2,50).

Reneberg et al. (2002) utvrdili su da jezerski sedimenti u Švedskoj imaju visok prirodni (pre-antropogeni) omjer  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  srednje vrijednosti od  $1,52 \pm 0,18$ , te raspona 1,28–2,01 u ukupno 31-dnom jezeru. Za razliku, atmosfersko olovo koje potječe iz industrijskih djelatnosti kao što je topljenje ruda, izgaranja ugljena iz alkil-olova koje se dodaje benzinu, ima niži omjer  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb} < 1,12$ . Oni smatraju da je prije oko 3500 g počelo taloženje antropogenog olova uz sniženje omjera izotopa olova te je u recentnim sedimentima uglavnom ispod 1,2. Sedimenti Švedskih jezera pokazuju konzistentni zapis povijesti atmosferskog taloženja antropogenog olova s izraženim pikovima u doba Rimljana (oko nulte godine n.e.), izrazito kontinuirano povećanje u srednjem vijeku (oko 1000 godine n.e.) te anomalije oko 1200. g i 1530 g i naglo povećanje poslije drugog svjetskog rata, izraziti pik tijekom 70-ih godina 20. stoljeća, te postepeno smanjenje u najnovije vrijeme. Olovne kovine koje se danas upotrebljavaju za industrijsku proizvodnju i automobilska goriva potječu izvan Europe i karakterizirane su  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  omjerom nižim od 1,16.

Danas su u Europi dominantni izvori atmosferskog olova relativno dobro izotopski definirani. Prirodne vrijednosti prašine odlagane iz atmosfere imaju vrijednosti  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  od oko 1,20, što je blisko vrijednosti gornje kontinentalne kore. Ugljen karbonske i trijasko starosti s područja Velike Britanije, Njemačke, Belgije i Francuske manje je radiogeno s omjerom  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  između 1,16 i 1,19. Industrijsko olovo relativno dobro je definirano pomoću pepela i ima  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  omjere u rasponu od 1,16 do 1,18. Olovo koje potječe iz benzina ima niske vrijednosti  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  u rasponu od 1,06 i 1,14 zbog olova koje potječe iz predkambrijskih Pb-Zn ruda iz Australije, Maroka i Kanade (MONNA et al., 1997).

#### 3.2.11.4. Analiza poliaromatskih ugljikovodika (PAH i PCB) u sedimentima

Organske onečišćujuće tvari poliaromatski ugljikovodici (PAH-ovi PCB) nalaze se u skupini prioritarnih opasnih organskih tvari (Uredba o opasnim tvarima u vodama NN 137/2008). Svim tim spojevima zajednička su svojstva postojanost, lipofilnost, toksičnost, bioakumulacija i mogućnost prenošenja zrakom na velike udaljenosti i dio su skupine postojanih organskih onečišćivala (engl. persistent organic pollutants; POPs). Zbog tih svojstava nalaze se zajedno u svim dijelovima okoliša i u njima se raspodjeljuju. Najčešće je prvi primalac onečišćenja zrak. U zraku su prisutni u plinskoj fazi i vezani na površini čestica prašine. Zbog prisutnosti organske tvari u tlu i sedimentu POPs se vrlo čvrsto vežu te se čestice tla i sedimenta ponašaju kao okolišni skupljači i rezervoari. Na taj način te čestice postaju sekundarni izvor onečišćenja voda, biljaka, životinja te naposljetku i samog čovjeka. Zbog svoje lipofilnosti kod ljudi i životinja se skupljaju u tkivima koja sadržavaju mast (jetra, bubrezi, masno tkivo) te u serumu i mlijeku. PAH-ovi nastaju kao posljedica nepotpunog sagorijevanja organskih tvari a do njihovog ispuštanja u atmosferu dolazi kroz postrojenja za

proizvodnju energije, toplane, izgaranja benzina, spaljivanja otpada ali također ulaze u okoliš putem prirodnih procesa kao što su vulkanska aktivnost i šumskih požara. Nakon oslobađanja u atmosferu dolazi do njihove redistribucije između plinovitih i čvrstih faza te se kao takvi talože u pripovršinskom okolišu bilo u vidu suhog ili mokrog taloženja. Prije taloženja njihov put transporta može biti dugačak. PAH-ovi u sustav tlo sediment dolaze prvenstveno taloženjem na tlo iz atmosfere ili u slučaju poljoprivrede tretiranjem tla biootpadom (kada se koristi kao gnojivo). Cilj analize vode i sedimenata na organske onečišćivače prvenstveno je imao cilj da se utvrdi dali aktivni tokovi koji dreniraju poljoprivredne površine sadrže navedene organske opasne tvari. Ovaj dio istraživanja prvenstveno je imao cilj utvrđivanja eventualnog onečišćenja i odudaranja od graničnih vrijednosti.

Ukupno je analizirano 8 pripovršinskih uzoraka sedimenata a sve analize napravljene su u komercijalnom EN ISO/IEC 17025 akreditiranom laboratoriju ALS Czech Republic, s.r.o iz Češke Republike, analize su načinjene sa HRGC-HRMS tehnikama koja su opisana u metodama laboratorija (na njihovim web stranicama).

#### 3.2.11.5. Hidrokemijske analize jezerske vode

Na terenu su izmjerene koncentracije nitrata, nitrita, amonijaka i ortofosfata kolorimetrijskom metodom pomoću spektrofotometra DL/2010 tvrtke HACH te alkalinitet kompleksimetrijskom metodom. Također u uzorcima s neugodnim mirisom mjerena je koncentracija H<sub>2</sub>S. Koncentracije klorida i sulfata su izmjerene u pomoću ionskog kromatografa tvrtke LabAlliance u Hidrokemijskom laboratoriju Zavoda za hidrogeologiju i inženjersku geologiju – Hrvatskog geološkog instituta. Uzorci u kojima su mjereni kationi i metali su profiltrirani kroz 0.45

□m filter i za

Labs Kanada. Kemikalije korištene za pripremu uzoraka i standardnih otopina proizvodi su tvrtke Hach i Merck. U geokemijskim istraživanja voda uobičajeno je pouzdanost kemijske analize provjeriti kationskim-anionskim balansom na način da se izračuna odstupanje prema jednadžbi (

□meq = 100 x

2011; Mandel & Shiftan, 1980; Domenico & Schwartz, 1990). Sve analize su zadovoljile navedeni kriterij.



### 3.3. Matematičko-statističke metode

Rezultati pojedinih analiza zahtijevali su obradu podataka pomoću specijaliziranih programa za te vrste analiza, kao što je prikazano u nastavku. Potom su svi ti podaci, obrađeni ili ne ovisno o metodi, modelirani u C2 programu za analizu i vizualizaciju paleoekoloških podataka (Juggins, 2011), specijaliziranim za obradu limnoloških podataka (Birks et al., 2012), kako bi bili što pregledniji s obzirom da se radilo o velikom broju uzoraka. Time je omogućena i jednostavnija usporedba dobivenih rezultata među jezgrama.

Rezultati granulometrijske analize su statistički obrađeni pomoću programa GRADISTAT8 (Blott, 2010), koji se koristi unutar *MS Excel*. U program se unose podaci dobiveni mjerenjem na laserskom difraktometru, tj. postotak sedimenta (količina zrna, tj. njihov maseni udio) u svakoj frakciji. Program računa sljedeće statističke parametre: srednju veličinu zrna ili medijan ( $D_{50}$ ), prosječnu veličinu zrna (*Mean*  $M_z$ ), mod ( $M_o$ ), sortiranje ( $S_o$ ), asimetričnost raspodjele (*skewness*  $Sk$ ), zaoštrenost krivulje ili kurtosis ( $K$ ). Srednja veličina zrna ili medijan je centralni rezultat koji dijeli distribuciju rezultata na dva jednaka dijela. Mod je najčešća veličina čestica (najveće frekvencije ili učestalosti), on je jednostavno vrh krivulje učestalosti. Sortiranje pokazuje jednoličnost distribucije. Asimetričnost raspodjele pokazuje devijacije u raspodjeli čestica, pozitivne vrijednosti pokazuju da sitne frakcije ima u suvišku (*fine skewed*) odnosno da je krivulja iskošena prema sitnijim sedimentima, negativna da krupne frakcije ima u suvišku (*coarse skewed*), odnosno da je krivulja iskošena prema krupnijim sedimentima (Blott & Pye, 2001). Zaoštrenost krivulje se odnosi na raspršenost raspodjele, ako je krivulja zaoštrena (*leptokurtic*), materijal je raspoređen oko jedne veličine zrna, a ako je zaravnjena (*platykurtic*), prisutno je više frakcija. Parametri granulometrijske analize izračunati su aritmetički i geometrijski (u  $\mu\text{m}$ ) te logaritamski (phi-skala,  $\phi$ ) metodom momenata (*method of moments*). Linearnom interpolacijom su također izračunati statistički parametri prema Folk i Ward metodi (1957), koja uključuje i fizički opis uzoraka. Program također daje fizički opis teksturnih grupa kojima uzorci pripadaju prema Folk-u (1954) te postotke zrna u pojedinim frakcijama modificirano prema Wentworthu (1922). Grafički su distribucije veličine zrna prikazane u ternarnim dijagramima, a kumulativne distribucije podataka u metričkim i fi jedinicama. U GRADISTATu se koriti sljedeća skala veličine zrna: vrlo krupni pijesak (2-1 mm), krupni pijesak (1000-500  $\mu\text{m}$ ), srednji pijesak (500-250  $\mu\text{m}$ ), sitni pijesak (250-125  $\mu\text{m}$ ), vrlo sitni pijesak (125-63  $\mu\text{m}$ ), vrlo krupni silt (63-31  $\mu\text{m}$ ), krupni silt (31-16  $\mu\text{m}$ ), srednji silt (16-8  $\mu\text{m}$ ), sitni silt (8-4  $\mu\text{m}$ ), vrlo sitni silt (4-2  $\mu\text{m}$ ) i glina (<2  $\mu\text{m}$ ) (Blott & Pye, 2001). Uzorci iz pojedinih jezgri (oko 100 po jezgri) izračunati su simultano (program dozvoljava istovremeno računanje do 250 uzoraka).

Rezultati dobiveni datiranjem pomoću AMS  $^{14}\text{C}$  obrađeni su u programu CLAM (Blaauw, 2010) za dobivanje modela dubina-starost. CLAM se sastoji se od 1200 R kodiranih linija, što znači da radi na temelju statističkog programa R (R Core Team, 2013). U program se unose nekalibrirani rezultati starosti, koji se kalibriraju unutar programa pomoću kalibracijskih krivulja za sjevernu hemisferu IntCal13.14C (Reimer et al., 2013). Nekoliko različitih modela mogu se odabrati za procjenu starosti nedatiranih intervala: linearna interpolacija, linearna/polinomna regresija, kubna krivulja (*cubic spline*), glatke (*smooth spline*) i lokalno ponderirane krivulje (*locally weighted spline* ili *loess*). Može se odabrati i koristiti onaj model koji najbolje odgovara određenoj jezgri prema obliku krivulje.

Za analizu rezultata kemijskih analiza upotrijebljene su matematičko-statističke metode pomoću standardnog statističkog programa STATISTICA7 (StatSoft, 2006). Načinjena je deskriptivna statistika za svaku jezgru, grupiranih na temelju koncentracije aluminija (minimum i maksimum vrijednosti, prosječna vrijednost ili *mean*, srednja vrijednost ili medijan, standardna devijacija). Minimum i maksimum označavaju najniži i najvišu vrijednost varijable unutar skupa uzoraka. Srednja vrijednost ili medijan dijeli distribuciju rezultata na dva jednaka dijela. Aritmetička sredina je mjera centralne tendencije, koja se izračunava dijeljenjem sume svih rezultata s brojem rezultata, te ona predstavlja najčešću i najpoznatiju mjeru „prosjeaka“. Varijanca je aritmetička sredina kvadrata odstupanja vrijednosti, tj. veličina koja karakterizira rasipanje vrijednosti oko aritmetičke sredine. Standardna devijacija je standardna mjera varijabilnosti rezultata koja predstavlja drugi korijen iz varijance, odnosno ona je prosječno odstupanje rezultata od aritmetičke sredine.

### Multivarijantna statistika

Svi dobiveni parametri ( $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ , MS, granulometrija, kemijske analize) međusobno su korelirani pomoću korelacijske matrice (Pearsonov koeficijent korelacije,  $r$ ). Korelacija je povezanost ili asocijacija između dviju varijabli, pozitivna nastaje kada linearnom porastu rezultata na prvoj varijabli odgovara linearni porast rezultata na drugoj varijabli, negativna korelacija nastaje kada linearnom porastu rezultata na prvoj varijabli odgovara linearni pad rezultata na drugoj varijabli; a jednaka je nuli ako promjena rezultata na prvoj varijabli ne odgovara niti porastu niti padu rezultata na drugoj varijabli. Koeficijent korelacije koristi se kao mjera za određivanje visine (intenziteta) korelacije, najčešće se koristi Pearsonov ili  $r$  koeficijent korelacije (kad su obje varijable normalno distribuirane) i kreće se u rasponu između +1 i -1, gdje vrijednost +1 odnosno -1 znači da postoji savršena linearna povezanost (bilo pozitivna ili negativna), dok 0 ukazuje na odsutnost bilo kakve povezanosti, korelacija između tih varijabli ne postoji.

Potom su parametri analizirani pomoću klaster analize. Cilj klaster analize jest utvrđivanje homogenih grupa ili klastera, a grupna pripadnost parametara nije poznata, kao ni konačni broj grupa. Korištena je Ward-ova metoda hijerarhijskog grupiranja (*Joining tree clustering*) i Pearsonov koeficijent korelacije između dva parametra kao mjera sličnosti. Klaster analiza svrstava slične objekte u klaster te se određuju mjere sličnosti za sve parove objekata. Na taj se način omogućuje međusobna usporedba svih analiziranih objekata. Rezultati grupiranja pojedinih objekata prikazuju su u obliku dendograma, kod kojeg je svaki hijerarhijski nivo odraz stupnja homogenosti unutar grupe. Restrikcija postoji u smislu da uzorak/varijabla može pripadati samo jednoj grupi, dakle grupe su međusobno isključive.

### 3.4. GIS projekt

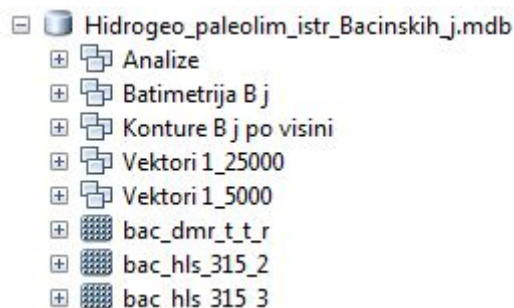
Geografski informacijski sustav (GIS) izrađen je pomoću programa ESRI ArcInfo 10.2.1 U datoteci se uz propisane poddatoteke nalazi i **Hidrogeo\_paleolim\_istr\_Bacinskih\_j.mxd** – ArcInfo project file, koji omogućuje postavljanje pripremljenih View-ova, atributnih tablica, properties-a, projekcija, linkova itd. u okruženju ArcInfo 10.2.1, u svrhu dobivanja informacija, analiza, pripreme datoteka za obradu drugim programskim alatima ili izradi formi (layout) za tisak. Na računalo se prenose datoteke sa **Hidrogeo\_paleolim\_istr\_Bacinskih\_j.mxd**, projektnim file-om ArcInfo 10.2.1, sa uređenim path-ovima Spatial Data Source-ova: ESRI Geodatabases.

Prostorni podaci organizirani su u formi Geografskog informacijskog sustava (GIS) prema metodi ESRI GIS. Točnost podataka zadovoljava mjerilo 1:25 000, a prostorno su smješteni u koordinatni sustav HTRS96/TM, elipsoid GRS80 i Greenwich početni meridijan.

#### Slojevi geografskog informacijskog sustava

Vektorizirani i geokodirani podaci objedinjeni su projektnim programskim file-om programa ArcInfo 10.2.1 **Hidrogeo\_paleolim\_istr\_Bacinskih\_j.mxd**. Određenim svojstvima prikazuju se svi obrađeni elementi, koji su razvrstani u slojeve (layer) koji se nalaze u Data frame-u "**Hidrogeo\_paleolim\_istr\_Bacinskih\_j**". U slojevima se nalaze putanje do izvora podataka i svojstva njihova prikaza. Data frame je spremnik i organizator slojeva. Vertikalni niz određen je temeljem pripadajućih atributnih tablica koje, uz standardna, u nekim slojevima sadrže i pridodana specifična polja (items). Podaci su pohranjeni u geobazu (Personal Geodatabase). Svaka feature klasa geobaze može pohranjivati samo jedan tip featurea, ali ih može lako grupirati u skupinu feature klasa pod nazivom feature dataset odnosno set podataka feature, dokle god imaju isti koordinatni sustav.

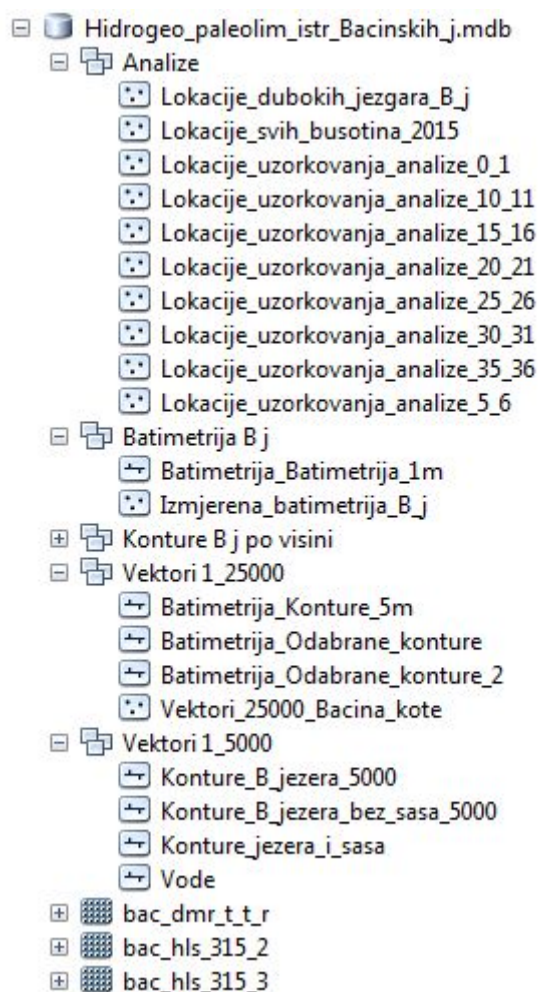
GIS projekt organiziran je geobazi pod nazivom **Hidrogeo\_paleolim\_istr\_Bacinskih\_j.mdb**. Geobaza se sastoji od pet Feature Dataset-ova (Analize, Batimetrija B j, Konture B j po visini, Vektori 1\_25000 i Vektori 1\_5000) i tri rastera (digitalni model reljefa i dva reljefa (Hillshade) (slika 3-24).



Slika 3-24 Prikaz baze podataka sa pripadajućim Feature Dataset-ovima i rasterima.

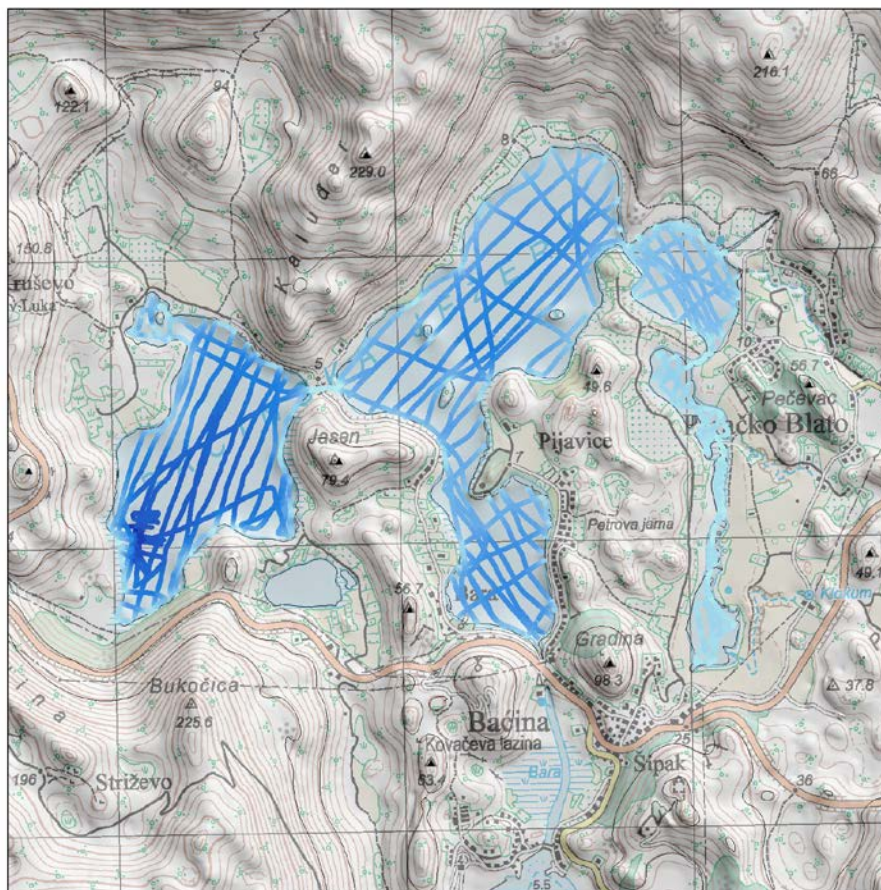
Feature Dataset „**Analize**“ sastoji se od deset Feature Class-a u obliku točke (point) (slika 3-25). Obuhvaćaju lokacije svih prikupljenih dugih sedimentnih jezgara (Lokacije\_dubokih\_jezgara\_B\_j), svih plitkih i dugih sedimentnih jezgara (Lokacije\_svih\_busotina\_2015), te kemijske elementne analize sedimentnih jezgara po dubinskim intervalima mjerenim od dna jezera (0-1, 5-6, 10-11, 15-16, 20-21, 25-26, 30-31 i 35-36 cm).





Slika 3-25 Prošireni prikaz baze podataka sa pripadajućim Feature Dataset-ovima, Feature Class-ama unutar Dataset-ova i rasterima.

Feature Dataset „**Batimetrija\_B\_j**“ sastoji se od dvije Feature Class-e u obliku linije (line) (Batimetrija\_1m) i točke (point) (Izmjerena\_batimetrija\_B\_j) (slika 3-25). Feature Class-a „Izmjerena\_batimetrija\_B\_j“ dobivena je mjerenjem dubine pomoću ehosondera Humminbird 999Ci (slika 3-26), čija su mjerenja naknadno korigirana prema prethodnim mjerenjima koje je izradila tvrtka GEOKON 1998. godine za potrebe Hrvatskih voda. Feature Class-a „Batimetrija\_1m“ predstavlja interpolirane izobate izrađene na temelju točkastih podataka Feature Class-e „Izmjerena\_batimetrija\_B\_j“.



Slika 3-26 Karta s prikazanim plavim putanjama i točkama mjerenja batimetrije jezera. Tamnija nijansa plave boje predstavlja veću izmjerenu dubinu.

Feature Dataset „**Konture\_B\_j\_po\_visini**“ sastoji se od kontura dubine jezera u intervalima od 1m i rasponu od 17m nm do -30m. Konture su izrađene u obliku linija i poligona.

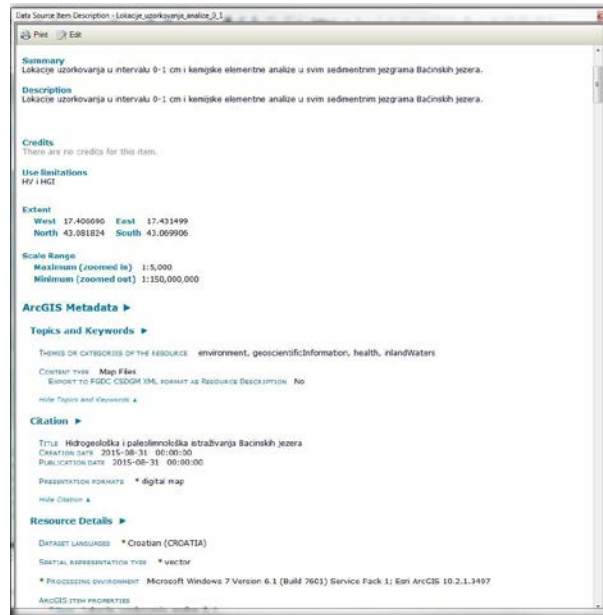
Feature Dataset „**Vektori\_1\_25000**“ sastoji se od tri Feature Class-e u obliku linije i jedne Feature Class-e u obliku točaka. Predstavlja topografske podatke temeljene na kartama mjerila 1:25 000.

Feature Dataset „**Vektori\_1\_5000**“ sastoji se od četiri Feature Class-e u obliku linije. Predstavlja konture jezera i vodotoke izrađene prema topografskoj karti mjerila 1:5 000.

Raster Dataset „**bac\_dmr\_t\_t\_r**“ predstavlja digitalni model reljefa (DMR), koji je izrađen prema kompilaciji podataka. Za izradu DMR-a korišteni su izmjereni podaci batimetrije Baćinskih jezera, vektorizirane su izohipse i kote topografske karte 1:5 000 (Državna geodetska uprava, HOK), a za više nadmorske visine na kojima nije bila potrebna visoka točnost korišteni su topografski vektori mjerila 1:25 000 (linije – izohipse, i točke – kote).

Raster Dataset-ovi „**Bac\_hls\_315\_2**“ i „**Bac\_hls\_315\_3**“ predstavljaju sjenčane modele (hillshade) s različitim kutevima upada sunca, kako bi se dobio što realniji i plastičniji prikaz topografije. Izrađeni su prema digitalnom modelu reljefa „bac\_dmr\_t\_t\_r“

Elementi u geobazi sadrže metadata opis prema Inspire direktivi (slika 3-27). Opisu se može pristupiti iz ArcGIS-a desnim klikom miša na željeni sloj u „Table of content“, te odabirom „Data/View Item Description“, ili iz ArcCatalog-a odabirom elementa u geobazi, te desnim likom miša i odabirom „Item description“ iz menija.



Slika 3-27 Prikaz metadata podataka za sloj C/N interval 0-1 cm.

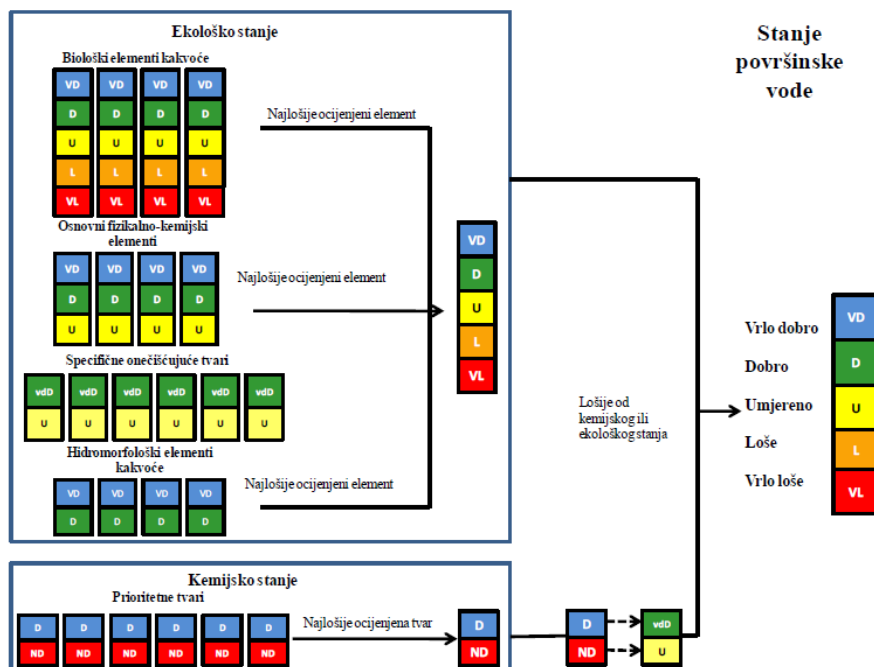
## 4. Rezultati

### 4.1. Rezultati karakterizacije jezerske vode

Osnovni fizikalno-kemijski parametri voda iz Baćinskih jezera analizirani su u uzorcima koji su uzorkovani 2 puta u godini, tijekom ljeta (srpnja) i zime (prosinac), sa svakog metra po dubini jezera. Analizirane su vode iz Očuše koje je duboko 19 m, Podgore dubine 10 m, Sladinca dubokog 16 m, Plitkog jezera dubine 5 m te Crniševa koje je u najdubljem dijelu duboko 34 m, no većim je dijelom duboko oko 25 m. Rezultati analiza prikazani su u tablicama

Prema Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 73/13, 151/14 i 78/15) koji je provedbeni propis Zakona o vodama (NN 153/09, 130/11, 53/13, 14/14) propisuje se: elementi stanja površinskih i podzemnih voda, klasifikacija stanja voda, standardi kakvoće voda i praćenje i ocjena stanja voda. Obzirom da je istraživano područje površinska voda čije se stanje klasificira prema shemi (slika 4-1) te da je zadatak bio odrediti promjene u jezerima tijekom prošlosti i da li su promjene vidljive u sadašnjosti s gledišta paleolimnologije i hidrogeologije, istraživanja su usmjerena na fizikalno-kemijske i kemijske parametre.

#### 1. Klasifikacija stanja tijela površinske vode



Slika 4-1 Shematski prikaz klasifikacije stanja površinskih voda (preuzeto iz Uredbe).

Prema Uredbi Baćinska jezera spadaju u kategoriju HR-J\_3 čije je kategorija ekološkog stanja od vrlo dobro do dobro, s definiranim graničnim vrijednosti za hranjive tvari, režim kisika i prozirnost.

### Sadržaj hranjivih tvari u jezerskim vodama

Sadržaji hranjivih tvari odnosno koncentracije ortofosfata, nitrita, amonijaka i nitrata u vodama motrenih jezera variraju, ovisno o godišnjem dobu tj. o biološkim i hidrološkim uvjetima.

#### Jezero Crniševo

U vodama jezera Crniševo koncentracije nitrata u motrenom periodu su vrlo niske te variraju od <0.1 do 3.6 mg/L (slika 4-2a, tablica 4-1), koncentracije nitrita variraju od <0.001 do 0.028 mg/L (slika 4-2b, tablica 4-1), koncentracije amonija variraju od <0.01 do 0.52 mg/L (slika 4-3a, tablica 4-1) te koncentracije ortofosfata variraju do <0.01 do 0.47 mg/L (slika 4-3b, tablica 4-1). Zapaža se tijekom uzorkovanja u ljetnom mjesecu (srpanj 2014), da su koncentracije nitrata nešto niže u plićem dijelu profila jezera, ponekad i ispod detekcije instrumenta (<0.1 mg/L), a povećavanjem dubine koncentraciju su u blagom porastu (slika 4-2a). Međutim, tijekom uzorkovanja u hladnom mjesecu (prosinac 2014) koncentracije nitrata ukazuju na blagi porast po profilu do dubine cca 15m kada dolazi do naglog smanjenja koncentracija (slika 4-2a). Tijekom proljetnog mjeseca (svibanj 2015), trend porasta koncentracije po profilu s dubinom je zapažen, samo što su koncentracije nešto više u prvih 5m pa lagano se smanjuju do 7m te ponovo ukazuju na blagi porast. Koncentracije nitrita i amonija su u plićim dijelu profila jezera vrlo niske, vrlo često tijekom proljetno-ljetnog mjeseca ispod granice detekcije instrumenta, a u dubljem dijelu profila koncentracije se povećavaju (slika 4-2b i 4-3a). Tijekom hladnog mjeseca u dubljem dijelu profila jezera (ispod 15 m) koncentracije nitrita, a osobito amonijaka dosta su povišene.

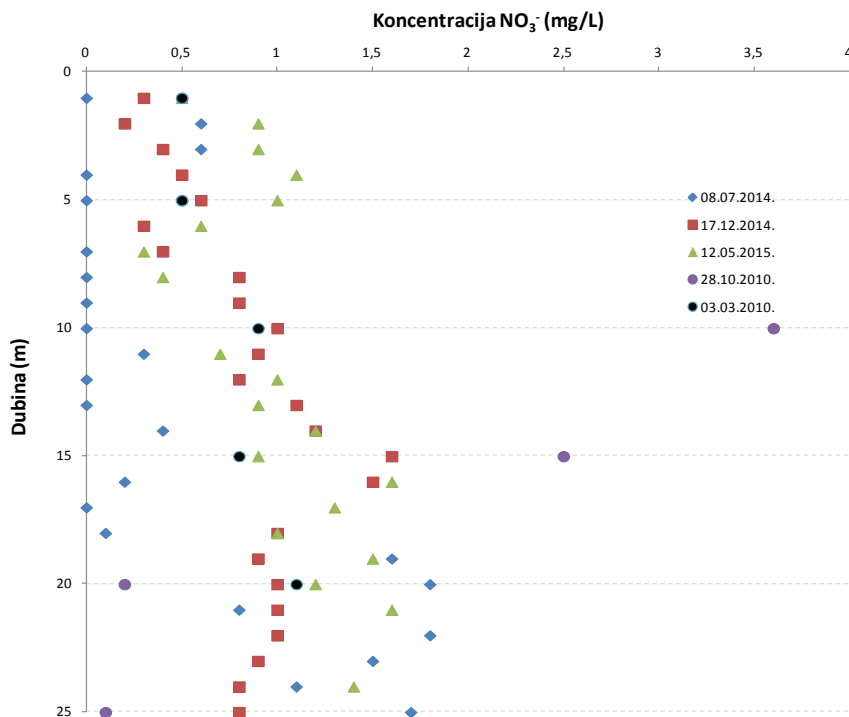


Tablica 4-1 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda uzetih u jezeru Crniševo tijekom zimskih mjeseci.

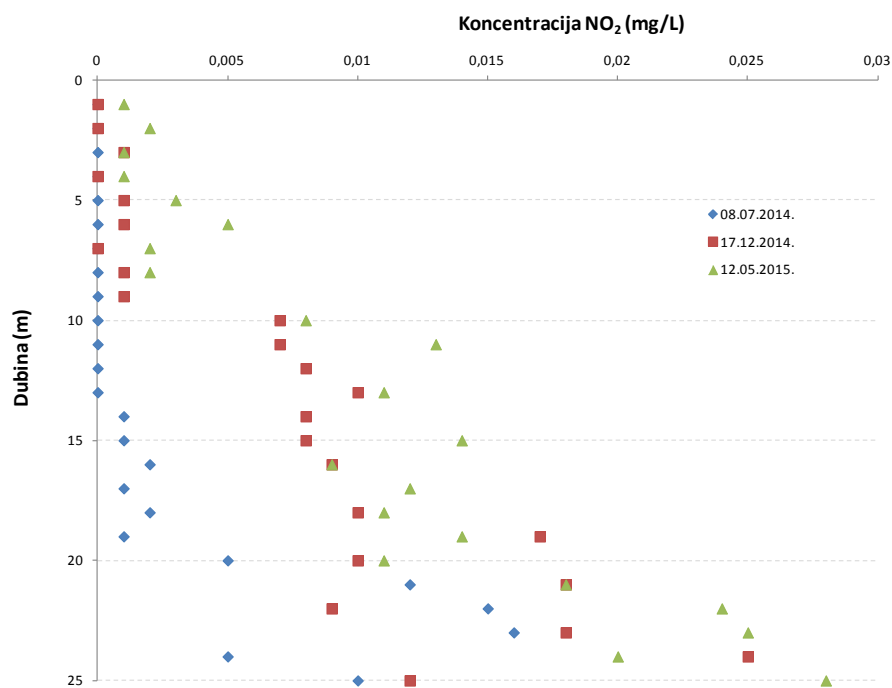
Dubina	Datum	EC (uS/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	T (°C)	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	H <sub>2</sub> S (mg/l)
Crniševo-1m	28.10.2010.	2530	7,2	14,5	7,98	256	82,2	554	0,5	0,06			0,21
Crniševo-5m	28.10.2010.	2519	7,3	14,5	8,04	260	71,3	549	0,5	<0,01			0,13
Crniševo-10m	28.10.2010.	2523	7,4	14,3	8,06	260	101,6	513	3,6	<0,01			0,09
Crniševo-15m	28.10.2010.	3057	3,1	13,7	7,52	268	94,4	560	2,5	<0,01			0,04
Crniševo-20m	28.10.2010.	3313	0,5	13,3	7,45	278	107,8	754	0,2	0,01			0,1
Crniševo-25m	28.10.2010.	11160	0,07	11,6	7,12	290	96,4	1973	0,1	<0,01			0,11
Crniševo-1m	08.07.2014.	1408	8,48	26	8,15	226	58	89	<0,1	<0,01	<0,001	<0,1	
Crniševo-2m	08.07.2014.	1392	8,5	25,9	8,22	193	58	303	0,6	<0,01	<0,001	0,01	
Crniševo-3m	08.07.2014.	1395	8,51	25,7	8,23	193	60,9	296	0,6	<0,01	<0,001	0,01	
Crniševo-4m	08.07.2014.	1396	8,47	25,8	8,24	195	60,6	301	<0,1	<0,01	<0,001	<0,1	
Crniševo-5m	08.07.2014.	1405	8,46	25,8	8,24	188	60,5	302	<0,1	0,07	<0,001	0,01	
Crniševo-6m	08.07.2014.	1502	8,84	25,3	8,22	198	60,9	299	0,3	<0,01	<0,001	<0,1	
Crniševo-7m	08.07.2014.	1993	9,79	23,6	8,21	212	64,5	313	<0,1	<0,01	<0,001	0,02	
Crniševo-8m	08.07.2014.	1852	9,62	23,7	8,22	203	63	363	<0,1	<0,01	<0,001	0,02	
Crniševo-9m	08.07.2014.	2250	10,69	21,4	8,17	181	60	417	<0,1	<0,01	<0,001	<0,1	
Crniševo-10m	08.07.2014.	2080	9,91	21,2	8,14	229	62	576	<0,1	<0,01	<0,001	0,01	
Crniševo-11m	08.07.2014.	2160	9,8	20,5	8,12	225	64,9	527	0,3	<0,01	<0,001	0,02	
Crniševo-12m	08.07.2014.	2220	9,17	19,3	8,05	200	85,2	608	<0,1	0,01	<0,001	0,01	
Crniševo-13m	08.07.2014.	2270	9,22	19,3	8,03	195	94,1	631	<0,1	<0,01	<0,001	0,02	
Crniševo-14m	08.07.2014.	2300	7,93	19,2	7,92	227	93,6	642	0,4	0,11	0,001	0,01	
Crniševo-15m	08.07.2014.	2460	7,52	18	7,87	249	99,2	651	1,5	<0,01	0,001	0,02	
Crniševo-16m	08.07.2014.	2400	7,72	18,3	7,87	220	101,8	680	0,2	<0,01	0,002	0,03	
Crniševo-17m	08.07.2014.	2220	9,12	20,2	8,01	244	84,9	685	<0,1	<0,01	0,001	0,04	
Crniševo-18m	08.07.2014.	2290	8,26	19,9	7,93	222	99,8	675	0,1	0,07	0,002	0,05	
Crniševo-19m	08.07.2014.	2360	9,6	19,3	8,02	222	90,3	676	1,6	0,06	0,001	0,01	
Crniševo-20m	08.07.2014.	2290	9,07	20	7,99	242	85,4	646	1,8	0,22	0,005	0,03	
Crniševo-21m	08.07.2014.	2590	6,5	17,6	7,78	205	235,6	710	0,8	0,32	0,012	0,33	
Crniševo-22m	08.07.2014.	2180	8,11	20,7	8,02	246	90,5	572	1,8	0,37	0,015	0,16	
Crniševo-23m	08.07.2014.	2460	9,01	18,6	7,95	222	82,6	583	1,5	0,47	0,016	0,05	
Crniševo-24m	08.07.2014.	1964	9,39	22,9	8,11	227	98	632	1,1	0,26	0,005	0,03	
Crniševo-25m	08.07.2014.	2220	9,26	21,8	8,07	210	88	801	1,7	0,38	0,01	0,06	
Crniševo-1m	17.12.2014.	1732	22,1	11,9	8,13	250	68,2	349	0,3	0,12	<0,001	0,06	
Crniševo-2m	17.12.2014.	1721	22,8	11,8	8,13	240	74,4	353	0,2	0,13	<0,001	0,01	
Crniševo-3m	17.12.2014.	1719	23,9	11,72	8,13	240	78,1	363	0,4	0,03	0,001	0,05	
Crniševo-4m	17.12.2014.	1716	24,1	11,71	8,13	245	78,9	368	0,5	0,13	<0,001	0,02	
Crniševo-5m	17.12.2014.	1717	24,1	11,71	8,12	250	74,5	351	0,6	0,16	0,001	0,03	
Crniševo-6m	17.12.2014.	1717	24,2	11,71	8,12	252	77,2	354	0,3	0,13	0,001	0,02	
Crniševo-7m	17.12.2014.	1716	27,5	11,71	8,12	250	78,1	359	0,4	0,09	<0,001	0,01	
Crniševo-8m	17.12.2014.	1716	26,3	11,7	8,12	240	76,5	354	0,8	<0,01	0,001	0,03	
Crniševo-9m	17.12.2014.	2771	19,1	12,52	7,72	250	79,5	366	0,8	<0,01	0,001	0,02	
Crniševo-10m	17.12.2014.	3280	7,8	13,6	7,52	255	85,2	407	1	0,07	0,007	0,11	
Crniševo-11m	17.12.2014.	3466	6,1	13,75	7,49	256	88,6	418	0,9	0,07	0,007	0,15	
Crniševo-12m	17.12.2014.	3503	6	13,81	7,48	258	82,1	399	0,8	0,07	0,008	0,23	
Crniševo-13m	17.12.2014.	3559	2,4	13,89	7,45	258	95,6	623	1,1	0,14	0,01	0,26	
Crniševo-14m	17.12.2014.	3629	0,7	13,84	7,43	261	83,4	398	1,2	0,17	0,008	0,27	
Crniševo-15m	17.12.2014.	3756	0,2	13,77	7,42	260	92,3	541	1,6	0,12	0,008	0,22	
Crniševo-16m	17.12.2014.	3800	<0,1	13,6	7,42	261	83,1	387	1,5	0,07	0,009	0,29	
Crniševo-18m	17.12.2014.	3819	<0,1	13,22	7,41	260	88,7	497	1	0,06	0,01	0,25	
Crniševo-19m	17.12.2014.	3832	<0,1	13,06	7,41	263	85,4	399	0,9	0,19	0,017	0,3	
Crniševo-20m	17.12.2014.	3817	<0,1	12,93	7,41	264	86,2	481	1	0,14	0,01	0,26	
Crniševo-21m	17.12.2014.	3888	<0,1	12,63	7,4	262	90,1	580	1	<0,01	0,018	0,38	
Crniševo-22m	17.12.2014.	3889	<0,1	12,54	7,4	260	78,9	375	1	<0,01	0,009	0,16	<0,001
Crniševo-23m	17.12.2014.	3903	<0,1	12,38	7,39	262	77,4	362	0,9	0,06	0,018	0,23	0,002
Crniševo-24m	17.12.2014.	3917	<0,1	12,26	7,39	260	82,9	478	0,8	0,01	0,025	0,52	0,004
Crniševo-25m	17.12.2014.	3928	<0,1	12,17	7,38	262	74,2	353	0,8	0,02	0,012	0,34	0,004

Tablica 4-2 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda uzetih u jezeru Crniševo tijekom ljetnih mjeseci.

Dubina	Datum	EC (uS/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	T (°C)	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)
Crniševo-1m	12.05.2015.	1376	9,4	20,7	8,35	195,2	43,8	304	0,5	<0,01	0,019	<0,01
Crniševo-2m	12.05.2015.	1378	9,4	20,6	8,35	195,2	59,4	316	0,9	0,01	0,02	0,01
Crniševo-3m	12.05.2015.	1378	9,5	20,5	8,35	200,08	59,7	300	0,9	<0,01	0,016	<0,01
Crniševo-4m	12.05.2015.	1378	9,2	20,5	8,35	200,08	59,5	296	1,1	<0,01	0,011	<0,01
Crniševo-5m	12.05.2015.	1383	9,4	20,1	8,34	197,64	60,2	320	1	0,01	0,013	<0,01
Crniševo-6m	12.05.2015.	1437	9,5	18,7	8,27	195,2	61,4	290	0,6	<0,01	0,015	<0,01
Crniševo-7m	12.05.2015.	1492	10,2	17,2	8,19	195,2	65,2	354	0,3	0,01	0,016	<0,01
Crniševo-8m	12.05.2015.	1534	9,8	15,9	8,12	183	61,4	340	0,4	0,07	0,012	<0,01
Crniševo-9m	12.05.2015.	1686	10,2	13,9	8,09	200,08	65,9	354	1,7	<0,01	0,02	0,01
Crniševo-10m	12.05.2015.	1708	9,9	12,8	8	197,64	68,1	366	2,2	<0,01	0,008	<0,01
Crniševo-11m	12.05.2015.	1785	10,2	12,4	7,91	200,08	71,7	400	0,7	0,01	0,013	<0,01
Crniševo-12m	12.05.2015.	2001	9,6	11,5	7,78	192,76	72,5	382	1	<0,01	0,017	0,01
Crniševo-13m	12.05.2015.	2240	9,6	11,1	7,65	197,64	77	410	0,9	0,06	0,011	<0,01
Crniševo-14m	12.05.2015.	2382	9,8	11	7,6	200,08	76,6	396	1,2	<0,01	0,017	<0,01
Crniševo-15m	12.05.2015.	2661	9,8	10,8	7,48	197,64	85	446	0,9	0,03	0,014	<0,01
Crniševo-16m	12.05.2015.	2790	9,6	10,8	7,42	204,96	91,8	484	1,6	0,01	0,009	0,04
Crniševo-17m	12.05.2015.	2868	9,7	10,7	7,58	200,08	75,4	380	1,3	0,01	0,012	<0,01
Crniševo-18m	12.05.2015.	3085	9,6	10,9	7,36	207,4	86,9	428	1	<0,01	0,011	0,04
Crniševo-19m	12.05.2015.	3156	9,5	10,9	7,36	207,4	92,8	466	1,5	<0,01	0,014	0,02
Crniševo-20m	12.05.2015.	3188	9,5	10,9	7,34	202,52	79,4	406	1,2	<0,01	0,011	0,03
Crniševo-21m	12.05.2015.	3231	9	10,9	7,35	200,08	97,1	446	1,6	0,02	0,028	0,15
Crniševo-22m	12.05.2015.	3232	8,9	10,9	7,34	202,52	92,5	458	0,5	0,03	0,025	0,14
Crniševo-23m	12.05.2015.	3130	9,2	11,1	7,33	200,08	84,9	426	0,6	0,02	0,024	0,16
Crniševo-24m	12.05.2015.	3378	8,8	11	7,33	207,4	98,8	508	1,4	0,02	0,018	0,17
Crniševo-25m	12.05.2015.	4090	7,9	12,6	7,53	195,2	98,8	530	0,9	0,08	0,02	<0,01

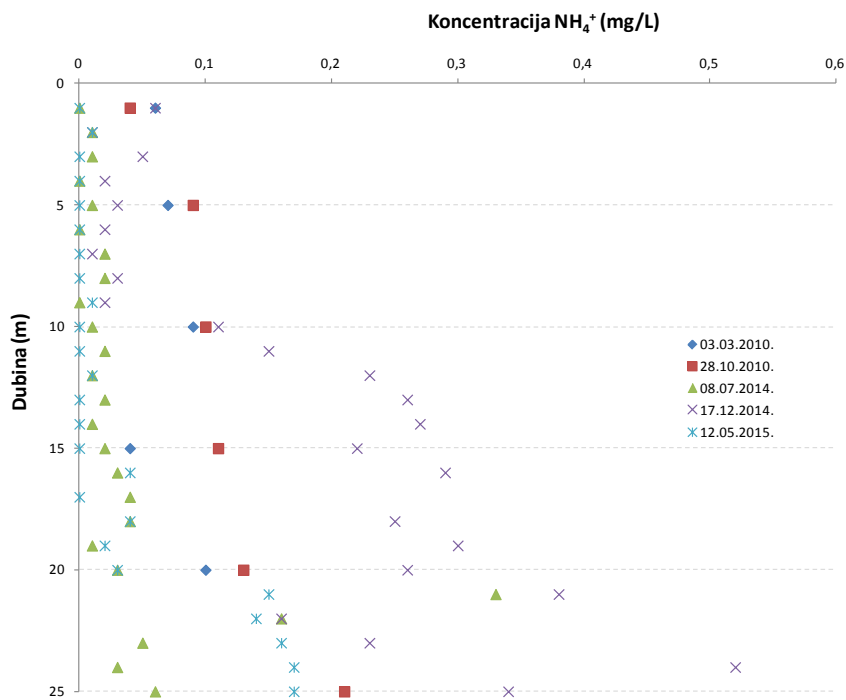


a)

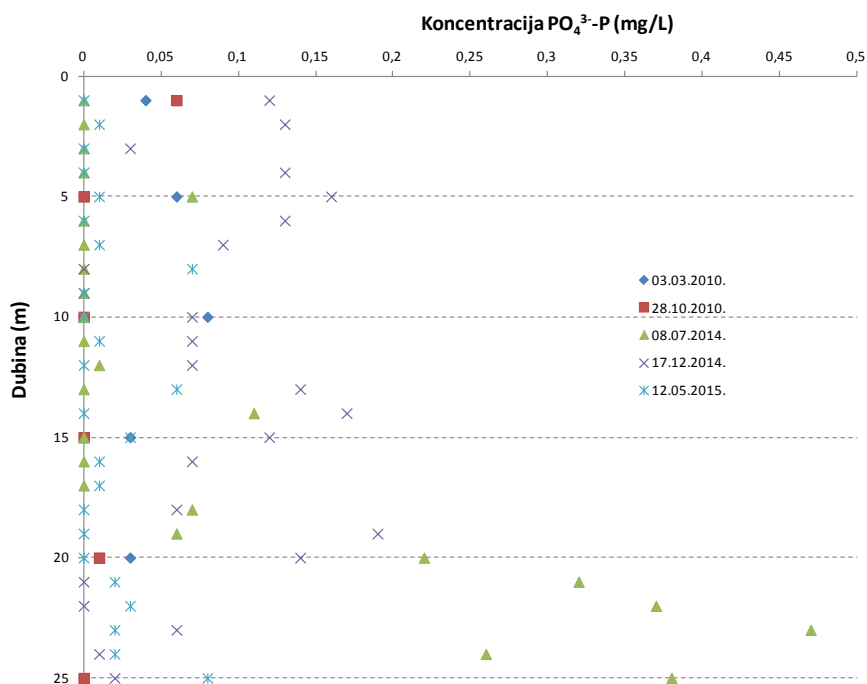


b)

Slika 4-2 Raspodjela koncentracija a) nitrata i b) nitrita u vodi jezera Crniševo po dubini profila



a)



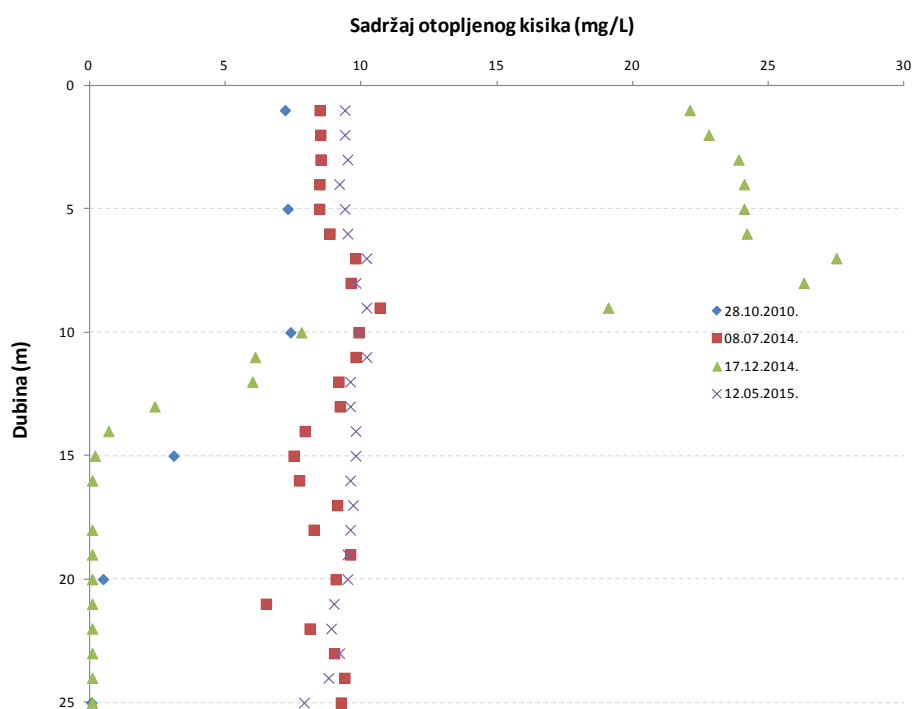
b)

Slika 4-3 Raspodjela koncentracija a) amonija i b) ortofosfata u vodi jezera Crniševo po dubini profila

Razlog u ovakvoj distribuciji koncentracija nitrata, amonijaka i nitrita je u redoks uvjetima koji vladaju u jezeru tijekom različitih godišnjih doba. S obzirom da su izmjereni svi elementi koji su potrebni za određivanje reduktivno/oksidacijski uvjeta i procesa koji se događaju u motrenim vodama svih jezera, pomoću RedoxAssignment\_McMahon&Chapelle.xls, određeni su navedeni uvjeti i prikazani u tablici 4-3. Iz tablice 4-3, a i prema slici 4-4 vidljivo je da tijekom ljetnog mjeseca prevladavaju u jezeru oksidacijski uvjeti odnosno da u vodi ima dovoljno otopljenog kisika, a u proljeće se nakon 20m pojavljuju tzv. miješani uvjeti. U zimskom mjesecu nakon 15 m u jezeru nema otopljenog kisika u vodi te nastaju reduktivni uvjeti (anoksija) te se kisik nadomješta iz nitrata. Općenito je poznato da kada u vodi nedostaje otopljenog O<sub>2</sub> iz atmosfere sljedeći energetski najpovoljniji davalac kisika je NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, zatim Mn(IV), pa Fe(III), te SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> i na kraju CO<sub>2</sub> (Stumm & Morgan, 1996). Otopljeni kisik iz vode uz organizme koji žive u vodi troši se na odvijanje geokemijskih procesa, a najintenzivniji je razgradnja organske tvari (ostaci biljka i algi).

Tablica 4-3 Redoks potencijal i procesi u vodama Baćinskih jezera.

Mjesto	Redox uvjeti	Redox procesi	Komentar
Crniševo -1-25 m	Oxic	O <sub>2</sub>	oksidacijski uvjeti su prisutni po cijeloj dubini tijekom toplijih mjeseci a tijekom hladnijih mjeseci do 15 m
Crniševo -20-25 m	Mixed(oxic-anoxic)	O <sub>2</sub> -NO <sub>3</sub>	
Crniševo nakon 15 m	Anoxic	NO <sub>3</sub>	
Očuša	Oxic	O <sub>2</sub>	oksidacijski uvjeti su prisutni po cijeloj dubini tijekom godine
Podgora	Oxic	O <sub>2</sub>	
Sladinac	Oxic	O <sub>2</sub>	
Plitko	Oxic	O <sub>2</sub>	



Slika 4-4 Raspodjela koncentracija otopljenog kisika u vodi jezera Crniševo.

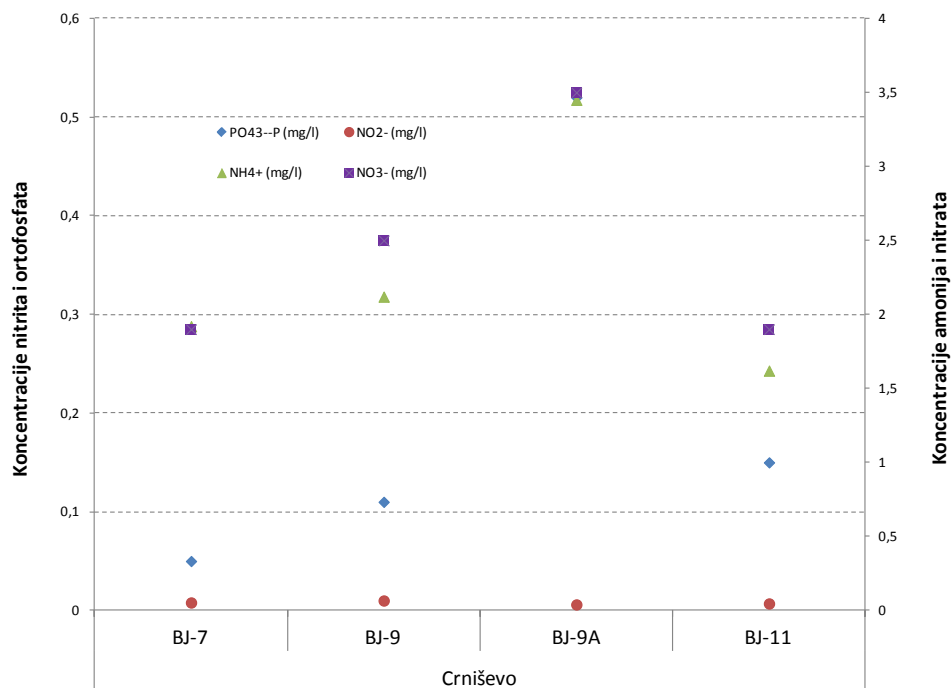


Prilikom "oslobađanja" kisika iz  $\text{NO}_3^-$  dolazi do redukcije nitrata prema jednadžbi  $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$  (Keeney, 1986) te su najvjerojatnije povišene koncentracije nitrita u dubljem dijelu profila jezera najvjerojatnije posljedica ovog procesa koji se još i naziva denitrifikacija.

S obzirom da na dnu jezera ima puno organske tvari koja se razgrađuje, kada nastane nestašica kisika, produkt procesa amonifikacije (amonijak) će se nakupljati jer se ne može odvijati proces nitrifikacije prema relaciji  $\text{NH}_4^+ + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{NO}_2^- + 1,5 \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$  (Reddy & Patric, 1981) ili će se samo djelomično dogoditi pa ovaj proces može predstavljati dodatni izvor nitrita u vodi. Da bi se sa sto postotnom sigurnošću moglo reći koji proces najviše utječe na postojanost i distribuciju nitrata, nitrita i amonija u vodi potrebno je odrediti stabilne izotope dušika u nitratima i amonijaku te stabilni izotop kisika-18 u nitratima.

Koncentracije ortofosfata su povišene u plicem dijelu profila jezera tijekom hladnog mjeseca i po dubini koncentracije opadaju (slika 4-3b). U ljetnom mjesecu u plicem dijelu profila koncentracije su više u odnosu na dublji dio profila jezera.

U uzorcima voda koje su uzete neposredno iznad sedimenta u jezeru Crniševo, izmjerene su vrlo visoke koncentracije amonija i nitrata, a koncentracije nitrita su vrlo niske (slika 4-5). Također su koncentracije ortofosfata vrlo visoke (slika 4-5). Najviše su u dijelu jezera gdje ima najviše taloženja organske tvari (BJ-9, BJ-9A), nešto niže su u području jezera koje se nalazi na prijelazu u jezero Očuša i u dijelu jezera bliže magistralnoj cesti. S obzirom da ima dovoljno otopljenog kisika u vodi u motrenom razdoblju (srpanj 2014), dolazi do odvijanja procesa amonifikacije (pretvaranje organskog dušika u amonijak), volatilizacije i nitrifikacije jer ima dovoljno otopljenog kisika u vodi. Također na razgradnju organske tvari ukazuje izmjereni  $\text{H}_2\text{S}$  u uzorcima na lokacijama BJ-9, BJ-9A i BJ-7 (tablica 4-4). Sumpor iz organske tvari u prisutnost kisika prelazi prvo u  $\text{H}_2\text{S}$  odnosno  $\text{HS}^-$  pa iz ovog oblika u  $\text{SO}_4^{2-}$ .



Slika 4-5 Raspodjela koncentracija nitrita, ortofosfata, amonija i nitrata u vodi iznad sedimenta jezera Crniševo.

Podrijetlo hranjivih tvari u vodi jezera Crniševo je najvjerojatnije najvećim dijelom prirodno – produkt razgradnje organske tvari koja se taloži i koja je već istaložena na dnu jezera (alge, biljke), ali i posljedica antropogenog utjecaja. Ovakav sadržaj kemijskih tvari omogućava "cvjetanje" jezera koji se događa i koji je zabilježen u uzorkovanom sedimentu. Proces eutrofikacije u ovom jezeru je vrlo uočljiv.

Tablica 4-4 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda iznad sedimenta Baćinskih jezera.

Mjesto	Datum	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	H <sub>2</sub> S (ppm)
BJ-1	22.07.2014.	267	0,04	0,99	1,01	0,3	50,9	9,5	-
BJ-2	22.07.2014.	271	0,49	0,168	1,35	0,8	45,5	10,2	-
BJ-3	22.07.2014.	232	<0,01	2,934	0,02	0,3	69,3	9,7	-
BJ-4	22.07.2014.	243	0,03	3,484	0,01	0,5	59,6	9,7	-
BJ-7	22.07.2014.	244	0,05	0,008	1,92	1,9	112,2	632,8	0,0035
BJ-9	22.07.2014.	238	0,11	0,01	2,12	2,5	113,5	611,5	0,01
BJ-9A	22.07.2014.	295	0,52	0,006	3,45	3,5	63,1	617,8	0,017
BJ-11	22.07.2014.	233	0,15	0,007	1,62	1,9	94,2	581,5	-
BJ-12	22.07.2014.	251	0,95	0,009	2,9	0,1	25,5	23,5	-
BJ-14	22.07.2014.	243	0,59	0,163	0,54	0,9	25,6	15,2	-
BJ-15	22.07.2014.	250	0,44	0,019	1,95	0,8	18,1	11,7	0,0001
BJ-6	22.07.2014.	239	0,01	0,054	0,01	1,5	35,6	8,6	-
BJ-16	22.07.2014.	248	0,02	0,023	1,05	0,4	23,9	7,9	-
BJ-17	22.07.2014.	242	0,15	0,012	0,05	1,5	27,2	7,6	-
BJ-19	22.07.2014.	223	0,1	0,147	0,41	0,8	36,1	9	-
BJ-20	22.07.2014.	235	0,1	0,021	0,72	0,3	32,7	5,9	-

### **Jezero Očuša**

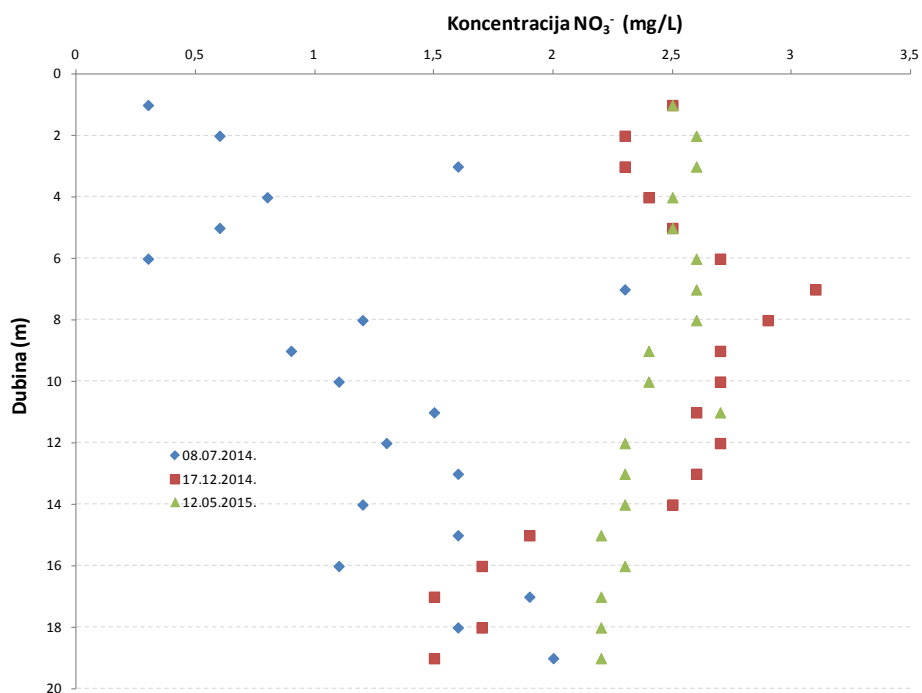
U vodama jezera Očuša koncentracije nitrata u motrenom periodu su vrlo niske te variraju od <0.1 do 3.1 mg/L (slika 4-6a, tablica 4-5), a i koncentracije amonija su vrlo niske i variraju od <0.01 do 0.06 mg/L (slika 4-7a, tablica 4-5). Koncentracije nitrita variraju od <0.001 do 0.037 mg/L (slika 4-6b, tablica 4-6), a koncentracije ortofosfata variraju do <0.01 do 0.38 mg/L (slika 4-7b, tablica 4-5).

U usporedbi s vodom iz jezera Crniševo, raspodjela koncentracija nitrita, amonija i ortofosfata u vodi jezera Očuša u motrenom periodu ukazuju na raspršenost koncentracija te ne pokazuju nikakve značajne trendove. Koncentracije nitrata tijekom ljetnog mjeseca se povećavaju s po dubini profila, dok su tijekom proljeća podjednako raspoređene po dubini profila, a tijekom zime u plićem dijelu profila jezera su niže pa se blago povećavaju do 14m nakon čega slijedi opadanje koncentracija (slika 4-6a).

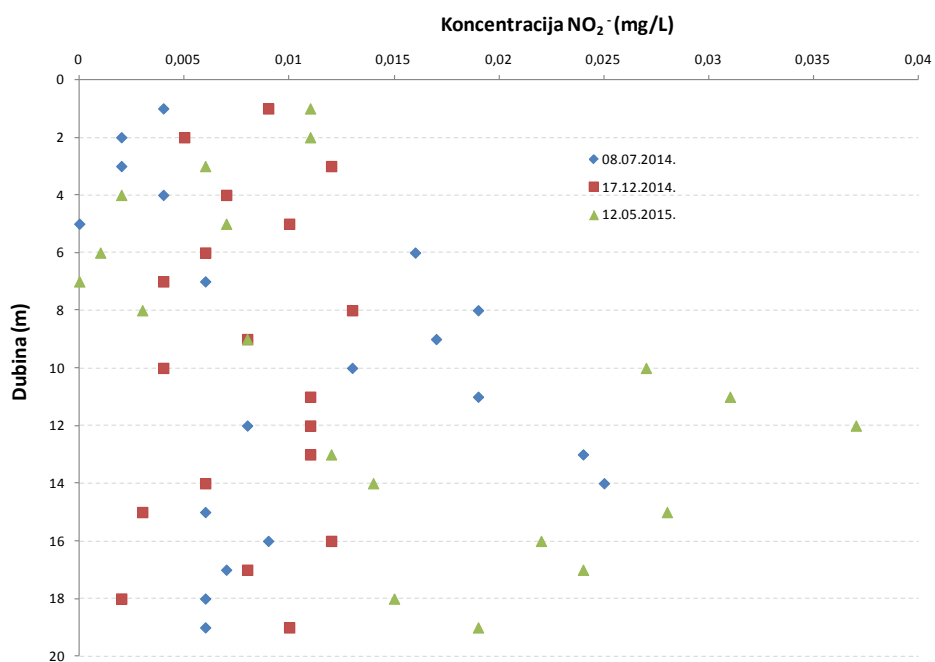
Tablica 4-5 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda uzetih u jezeru Očuša tijekom zimskih i ljetnih mjeseci.

Dubina	Datum	EC (uS/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	T (°C)	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)
Očuša-1m	28.10.2010.	482	8,6	13,2	7,93	148	44,6	18,7		<0,01		
Očuša-10m	28.10.2010.	462	8,5	12,8	7,88	138	42,6	17,3		0,01		
Očuša-1m	08.07.2014.	452	9,08	26,1	8,1	218	54,4	5,2	0,3	<0,01	0,004	0,04
Očuša-2m	08.07.2014.	446	9,17	26,1	8,09	218	53,7	5,4	0,6	<0,01	0,002	0,03
Očuša-3m	08.07.2014.	447	8,91	25,9	8,11	218	54,1	5,3	1,6	<0,01	0,002	0,03
Očuša-4m	08.07.2014.	446	8,99	26	8,1	215	54,2	5,4	0,8	<0,01	0,004	0,03
Očuša-5m	08.07.2014.	448	9,06	26	8,07	215	54,8	5,3	0,6	0,38	<0,001	0,04
Očuša-6m	08.07.2014.	451	9,3	25,9	8,07	216	55,4	5,2	0,3	<0,01	0,016	0,03
Očuša-7m	08.07.2014.	454	9,63	25,6	8	225	59,2	4,7	2,3	<0,01	0,006	0,03
Očuša-8m	08.07.2014.	456	10,3	25	8,03	223	59,3	4,3	1,2	0,05	0,019	0,03
Očuša-9m	08.07.2014.	458	10,51	25,3	8,03	228	61,1	3,6	0,9	0,04	0,017	0,04
Očuša-10m	08.07.2014.	452	11,04	24,3	8,01	223	60,9	4,6	1,1	<0,01	0,013	0,03
Očuša-11m	08.07.2014.	445	11,1	24,6	8,01	226	56,3	3,1	1,5	<0,01	0,019	0,03
Očuša-12m	08.07.2014.	442	10,66	23,3	8,00	225	56,9	3	1,3	<0,01	0,008	0,04
Očuša-13m	08.07.2014.	438	10,99	22,7	7,99	229	50,3	2,7	1,6	0,03	0,024	0,03
Očuša-14m	08.07.2014.	441	11	23,3	7,96	225	50,5	2,2	1,2	<0,01	0,025	0,06
Očuša-15m	08.07.2014.	442	10,16	22,3	7,94	228	51,9	3	1,6	<0,01	0,006	0,04
Očuša-16m	08.07.2014.	444	11,64	23,4	7,95	228	54,2	3,8	1,1	<0,01	0,009	0,04
Očuša-17m	08.07.2014.	438	9,5	22,4	7,88	229	52,2	3,2	1,9	<0,01	0,007	0,06
Očuša-18m	08.07.2014.	444	10,45	23,5	7,95	225	50,5	2,8	1,6	<0,01	0,006	0,05
Očuša-18.5m	08.07.2014.	434	10,7	22,4	7,90	226	52,1	2,9	2	<0,01	0,006	0,05
Očuša-1m	17.12.2014.	440	9,9	11,48	7,73	251	18,6	8,6	2,5	0,02	0,009	0,01
Očuša-2m	17.12.2014.	439	10,5	11,47	7,72	261	18,9	8,8	2,3	0,12	0,005	<0,01
Očuša-3m	17.12.2014.	438	10,3	11,42	7,73	253	18,9	8,7	2,3	0,14	0,012	0,01
Očuša-4m	17.12.2014.	438	10,1	11,42	7,73	243	19,5	8,9	2,4	0,04	0,007	0,01
Očuša-5m	17.12.2014.	438	9,8	11,37	7,74	253	19	8,7	2,5	0,12	0,01	<0,01
Očuša-6m	17.12.2014.	439	9,8	11,36	7,74	250	19,5	8,4	2,7	0,01	0,006	0,01
Očuša-7m	17.12.2014.	440	9,9	11,34	7,75	248	19,6	8,3	3,1	0,2	0,004	0,01
Očuša-8m	17.12.2014.	440	9,8	11,33	7,75	248	18,9	8,6	2,9	0,1	0,013	<0,01
Očuša-9m	17.12.2014.	440	9,9	11,33	7,74	253	19,1	8,7	2,7	0,16	0,008	0,01
Očuša-10m	17.12.2014.	440	9,6	11,33	7,74	250	18,9	9,1	2,7	0,12	0,004	0,02
Očuša-11m	17.12.2014.	440	9,9	11,3	7,74	250	19,1	9,3	2,6	0,21	0,011	0,03
Očuša-12m	17.12.2014.	443	9,9	11,25	7,74	248	24,3	9,4	2,7	0,13	0,011	0,01
Očuša-13m	17.12.2014.	443	9,7	11,17	7,74	251	25	9,4	2,6	0,08	0,011	0,02
Očuša-14m	17.12.2014.	447	9,6	11,09	7,74	250	24,6	10,7	2,5	0,13	0,006	0,01
Očuša-15m	17.12.2014.	556	9,8	11,57	7,71	254	23,9	12,3	1,9	0,1	0,003	0,01
Očuša-16m	17.12.2014.	607	10,1	10,99	7,75	248	19,7	13,2	1,7	0,17	0,012	0,01
Očuša-17m	17.12.2014.	654	9,5	11,04	7,75	251	22,4	44	1,5	0,1	0,008	0,04
Očuša-18m	17.12.2014.	668	9,5	11,07	7,76	248	24,4	55	1,7	0,11	0,002	0,02
Očuša-19m	17.12.2014.	690	9,6	11,09	7,75	254	22,8	78	1,5	0,07	0,01	<0,01
Očuša-1m	12.05.2015.	445	9,1	20,5	8,11	218	49,8	15,5	2,5	0,02	0,011	<0,01
Očuša-2m	12.05.2015.	447	9,9	20,4	8,12	218	50,4	15,4	2,6	0,1	0,011	<0,01
Očuša-3m	12.05.2015.	451	9,9	20,3	8,11	216	50,1	15,4	2,6	0,01	0,006	<0,01
Očuša-4m	12.05.2015.	449	9,9	20,2	8,12	216	50,3	15,7	2,5	0,06	0,002	0,02
Očuša-5m	12.05.2015.	432	10,1	19,9	8,1	216	51	15,3	2,5	0,03	0,007	<0,01
Očuša-6m	12.05.2015.	435	10,4	18,5	8,06	216	51,3	14	2,6	0,01	0,001	<0,01
Očuša-7m	12.05.2015.	433	10,5	17,5	8,08	198	51,4	14,2	2,6	0,08	<0,001	<0,01
Očuša-8m	12.05.2015.	431	10,6	17,3	8,09	193	50,4	13,3	2,6	0,14	0,003	<0,01
Očuša-9m	12.05.2015.	431	10,2	17,2	8,09	215	47,7	13,6	2,4	0,12	0,008	<0,01
Očuša-10m	12.05.2015.	433	11	16,8	8,10	214	45,8	15,7	2,4	0,06	0,027	0,02
Očuša-11m	12.05.2015.	433	11	16,2	8,10	215	44,3	16,4	2,7	0,11	0,031	<0,01
Očuša-12m	12.05.2015.	441	11	14,1	8,07	210	42,3	17,5	2,3	0,12	0,037	0,02
Očuša-13m	12.05.2015.	443	11	14,1	8,02	214	44,1	17,6	2,3	0,05	0,012	<0,01
Očuša-14m	12.05.2015.	446	10,7	13,6	8,08	213	37,5	20,1	2,3	0,07	0,014	<0,01
Očuša-15m	12.05.2015.	447	10,8	13,5	7,98	195	37,3	19,8	2,2	0,14	0,028	<0,01
Očuša-16m	12.05.2015.	450	10,6	13,3	7,95	198	39,8	19,7	2,3	0,03	0,022	<0,01
Očuša-17m	12.05.2015.	452	10,5	13,1	7,91	212	36,9	20,3	2,2	0,08	0,024	<0,01
Očuša-18m	12.05.2015.	453	10,5	13,1	7,87	212	32,2	23,3	2,2	0,05	0,015	<0,01
Očuša-19m	12.05.2015.	455	10,3	12,9	7,83	216	36,1	21,5	2,2	0,04	0,019	<0,01



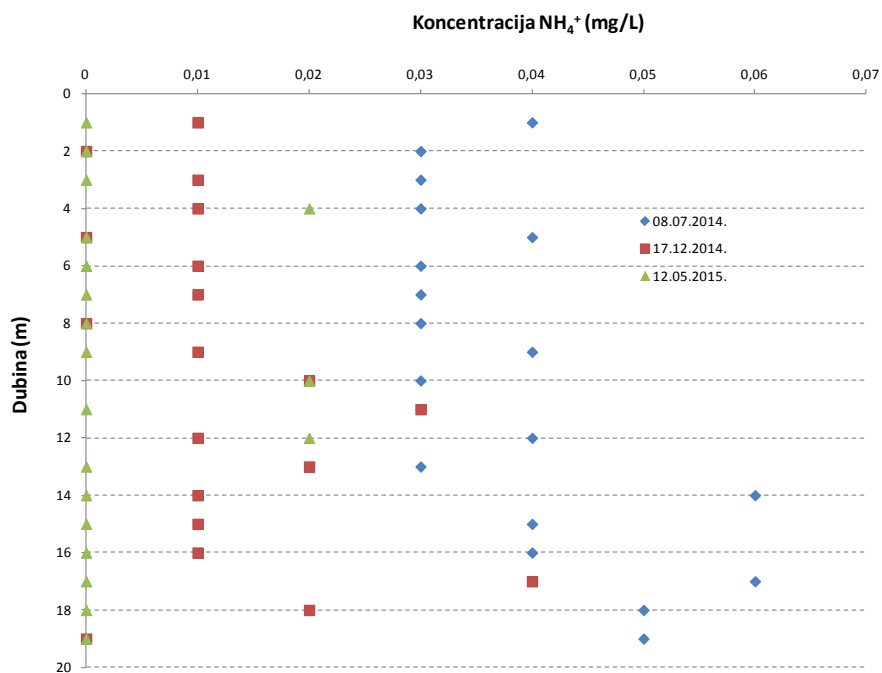


a)

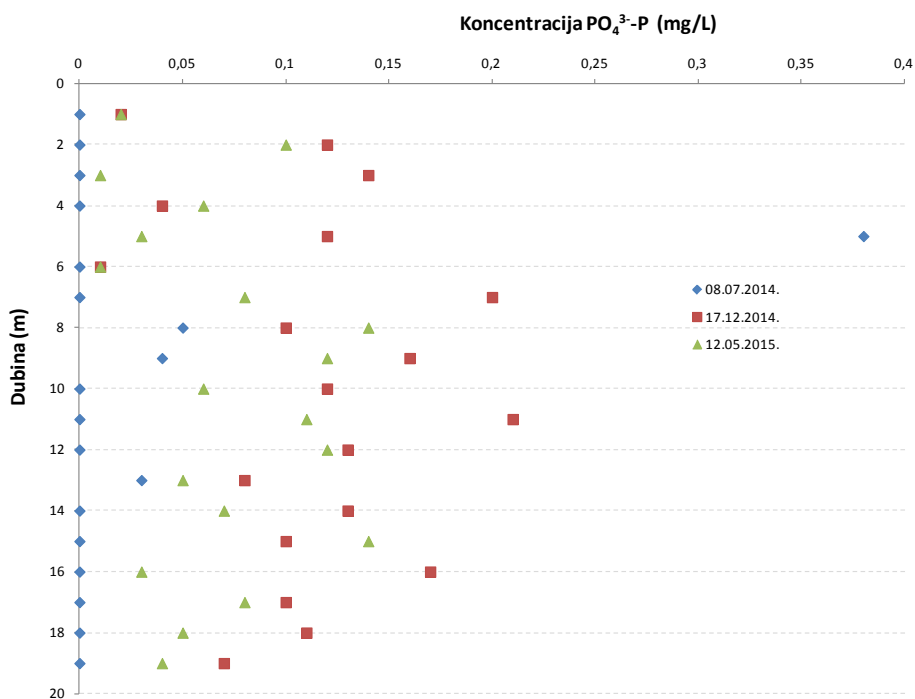


b)

Slika 4-6 Raspodjela koncentracija a) nitrata i b) nitrita u vodi jezera Očuša po dubini profila.



a)

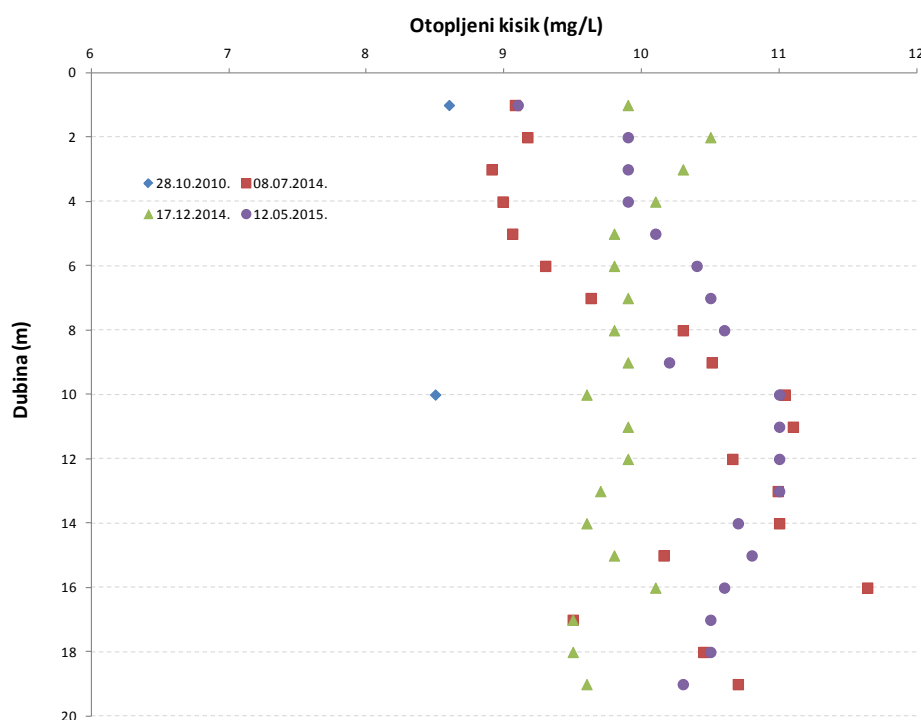


b)

Slika 4-7 Raspodjela koncentracija a) amonija i b) ortofosfata u vodi jezera Očuša po dubini profila.

Kada se pogleda raspodjela otopljenog kisika u vodi jezera po dubini profila (slika 4-8), voda jezera sadrži dovoljno otopljenog kisika, a prema tablici 4-4 u vodi su tijekom sva tri uzorkovanja prevladavali oksidacijski uvjeti. Zapaža se malo manji sadržaj otopljenog kisika tijekom toplijeg mjeseca u plićem dijelu profila jezera te povećavanje sadržaja otopljenog kisika s dubinom, što je najvjerojatnije posljedica otplinjavanja kisika iz plićeg dijela zbog povišene temperature vode (slika 4-8). Tijekom hladnijih mjeseci je sadržaj kisika ujednačeno raspodijeljen po dubini jezera. Ova pojava je najvjerojatnije posljedica utjecaja cirkulacije vode u jezeru. U ovom jezeru je brza izmjena vode jer je dobro povezano s jezerom Podgora u koji utječe voda putem tunela iz Vrgoračkog polja. Također na rubovima jezera nalaze se izvori koji donose u jezero "svježu" vodu.

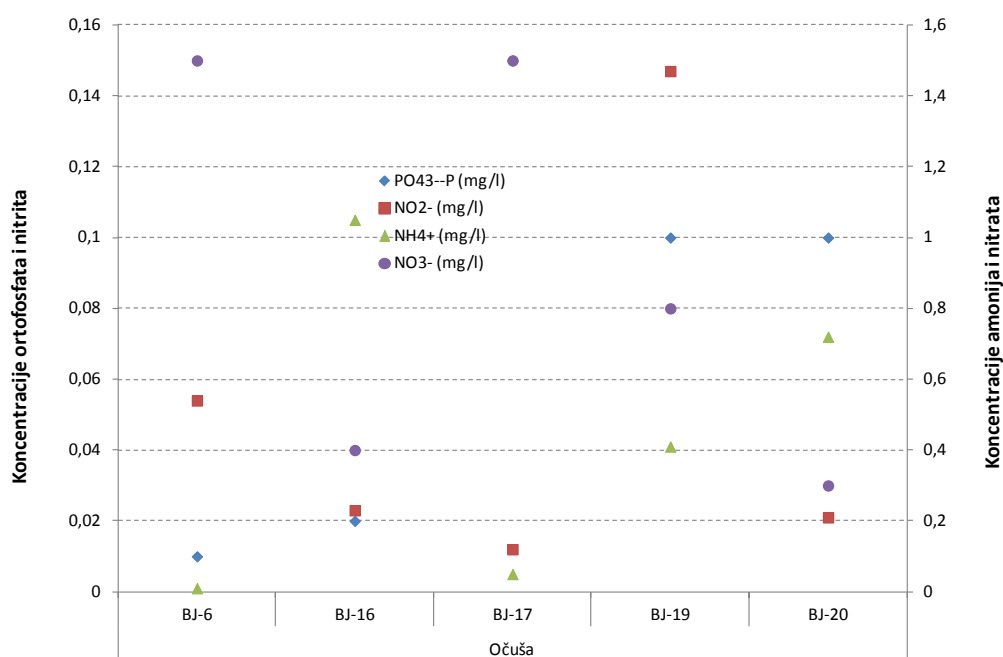
Podrijetlo hranjivih tvari u ovom jezeru je prirodno i antropogeno. Jezero je povezano s jezerom Podgora u čijem okruženju se nalaze kuće koje nemaju riješenu kanalizacijsku infrastrukturu te otpadne vode najvjerojatnije otječu u jezero. U jezero Podgora utječe voda iz Vrgoračkog polja tunelom, a u polju se obavlja poljoprivredna proizvodnja, ali postoje i naselja koja također nemaju riješenu kanalizacijsku infrastrukturu. Prema Reddy & Patric, 1981; Canter, 1987; Karr et al., 2001 ortofosfati, amonij i nitriti su pokazatelji utjecaja kanalizacijskih voda (bilo iz kuća ili farmi) na podzemne i površinske vode dok utjecaj poljoprivredne proizvodnje (primjena umjetnih gnojiva i ostalih agrokemikalija) su nitrati, stoga najvjerojatnije poljoprivredna aktivnost nije izvor ovih nutrijenata. Prirodni izvor je razgradnja organske tvari jer su rubovi jezera obrašteni biljem koje nakon svog životnog ciklusa završava na dnu jezera.



Slika 4-8 Raspodjela otopljenog kisika u vodi jezera Očuča.

Iz uzoraka vode neposredno iznad sedimenta vidljivo da je na lokaciji BJ-6 koja je uz lokaciju na kojoj je uzet stupac vode, raspodjela hranjivih tvari vrlo slična kao u stupcu vode (slika 4-9). U uzorcima koji su uzeti po rubovima jezera koncentracije su isto niske s time da su nešto više koncentracije nitrita zabilježene na lokalitetu BJ-19 koji se nalazi u blizini obraslog biljem područja.

U ovom jezeru tijekom motrenog perioda nisu zabilježeni procesi eutrofikacije.



Slika 4-9 Raspodjela koncentracija nitrita, ortofosfata, amonija i nitrata u vodi iznad sedimenta u jezeru Očuča.

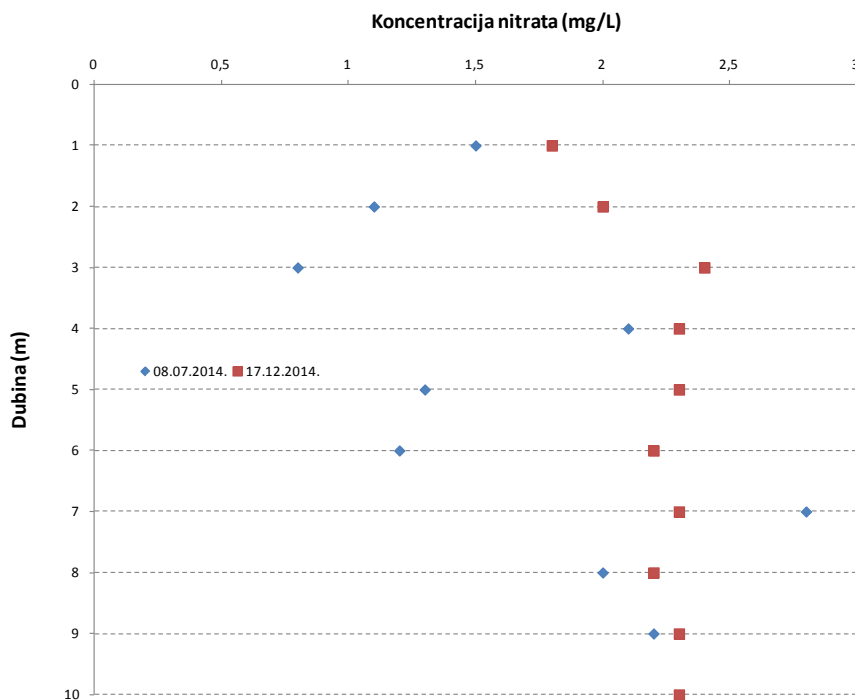
### **Jezero Podgora**

Koncentracije nitrata u vodi jezera Podgora variraju od 0.8 do 2.8 mg/L (slika 4-10a, tablica 4-6) te su vrlo niske kao i u prethodno razmatranim jezerima. Zapaža se lagani porast koncentracija nitrata nakon 3m po dubini profila u ljetu i zimi. Koncentracije nitrita su isto vrlo niske te variraju od <0.001 do 0.01 mg/L (slika 4-10b). Koncentracije amonijaka su niske i variraju od <0.01 do 0.16 mg/L (slika 4-11a). Međutim, koncentracije ortofosfata u dosta visoke osobito u ljetnom mjesecu i variraju od <0.01 do 0.54 mg/L (slika 4-11b). Visoke vrijednosti ortofosfata su posljedica utjecaja otpadnih voda iz kućanstva. Na obali jezera se nalazi naselje.

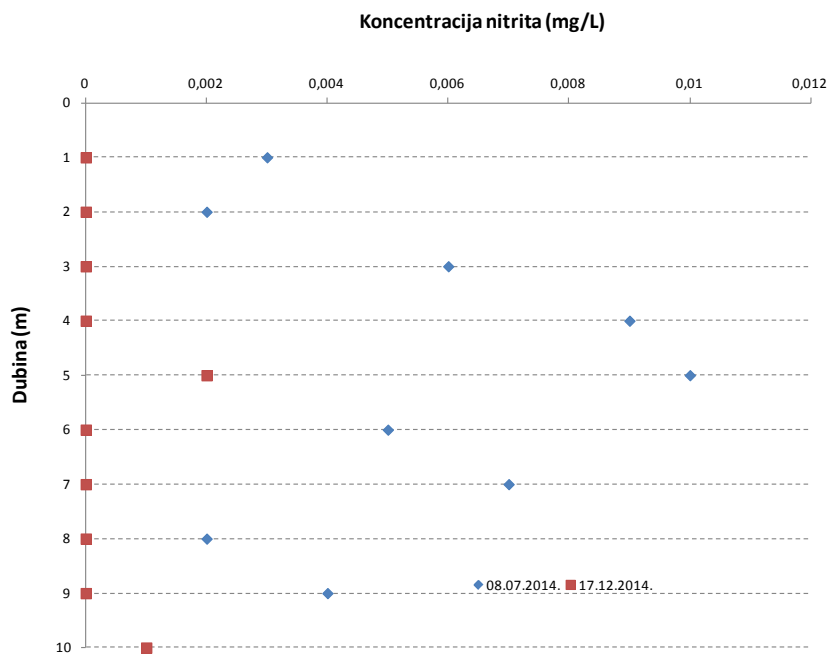


Tablica 4-6 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda uzetih u jezerima Podgora i Plitko jezero, tijekom zimskih i ljetnih mjeseci.

Dubina	Datum	EC (µS/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	T (°C)	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)
Podgora-1m	28.10.2010.	404	8,5	12,1	7,73	146	40,6	5,6	2,2	<0,01		0,06
Podgora-5m	28.10.2010.	403	8,5	12,1	7,72	140	40,1	5,6	2,2	<0,01		0,06
Podgora-1m	08.07.2014.	476	9,43	26,2	8,19	212	70,2	9	1,5	0,29	0,003	0,02
Podgora-2m	08.07.2014.	470	9,2	26,3	8,14	203	68,2	9,2	1,1	0,28	0,002	<0,01
Podgora-3m	08.07.2014.	475	9,34	25,9	8,13	207	77,8	9	0,8	0,38	0,006	<0,01
Podgora-4m	08.07.2014.	487	9,38	25,3	8,11	208	89	8	2,1	0,33	0,009	0,01
Podgora-5m	08.07.2014.	505	10,68	24,5	8,08	212	88	8	1,3	0,38	0,01	<0,01
Podgora-6m	08.07.2014.	513	10,44	24,3	8,05	212	100	7	1,2	0,4	0,005	0,01
Podgora-7m	08.07.2014.	531	9,96	23,2	7,96	232	102,6	7	2,8	0,54	0,007	0,03
Podgora-8m	08.07.2014.	524	9,75	23,3	7,92	246	104,5	7,5	2	0,53	0,002	0,06
Podgora-9m	08.07.2014.	529	8,88	22,7	7,78	232	100	7,2	2,2	0,45	0,004	0,16
Podgora-1m	17.12.2014.	435	10,8	11,79	7,73	252	23,2	4,4	1,8	0,18	<0,001	0,01
Podgora-2m	17.12.2014.	435	10,6	11,7	7,73	250	23,3	3,9	2	0,19	<0,001	0,02
Podgora-3m	17.12.2014.	435	11,1	11,68	7,72	250	23,3	4,4	2,4	<0,01	<0,001	<0,01
Podgora-4m	17.12.2014.	436	11,7	11,67	7,72	258	23,4	3,6	2,3	0,05	<0,001	0,01
Podgora-5m	17.12.2014.	436	11	11,66	7,72	258	23,2	3,3	2,3	0,12	0,002	0,04
Podgora-6m	17.12.2014.	436	11,1	11,63	7,73	258	23,3	2,6	2,2	0,12	<0,001	0,01
Podgora-7m	17.12.2014.	436	11	11,63	7,73	257	23,2	2,6	2,2	0,06	<0,001	0,02
Podgora-8m	17.12.2014.	436	11	11,61	7,73	257	22,9	2,4	2,2	0,01	<0,001	<0,01
Podgora-9m	17.12.2014.	436	11,1	11,61	7,73	258	23,1	2,3	2,3	0,08	<0,001	0,01
Podgora-10m	17.12.2014.	437	10,9	11,6	7,73	257	22,4	2,5	2,3	0,08	0,001	0,01
Plitko-1m	28.10.2010.	432	7,5	13,7	7,49	150	38,6	5,9	1,7	<0,01		0,07
Plitko-2m	28.10.2010.	434	7,1	13,5	7,45	150	49,3	5,6	2,1	0,14		0,07
Plitko-1m	08.07.2014.	473	9,18	25,7	8,16	211	73,6	4,4	1	0,39	0,003	<0,01
Plitko-2m	08.07.2014.	474	9,09	25,7	8,14	215	76,6	3,7	1,6	0,29	0,014	0,03
Plitko-3m	08.07.2014.	476	9,22	25,5	8,13	218	81,6	3,5	2,1	0,32	0,002	<0,01
Plitko-1m	17.12.2014.	437	6,8	7,55	12,1	250	23,9	13	2	0,02	<0,001	0,02
Plitko-2m	17.12.2014.	437	7,4	7,56	12,04	252	23,1	10	2,4	0,05	0,002	0,03
Plitko-3m	17.12.2014.	437	7,8	7,57	12,04	250	23,5	11	3,2	0,04	0,001	0,01
Plitko-4m	17.12.2014.	436	8,1	7,59	11,99	250	23,8	10	2,7	0,05	<0,001	<0,01
Plitko-5m	17.12.2014.	436	8,1	7,66	12,07	250	24,5	10	2,6	<0,01	0,001	0,02

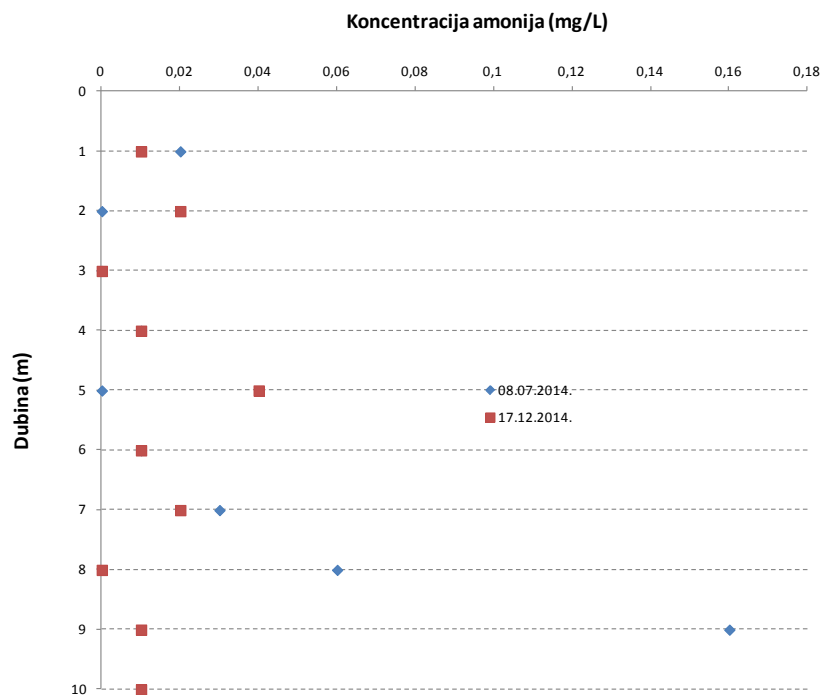


a)

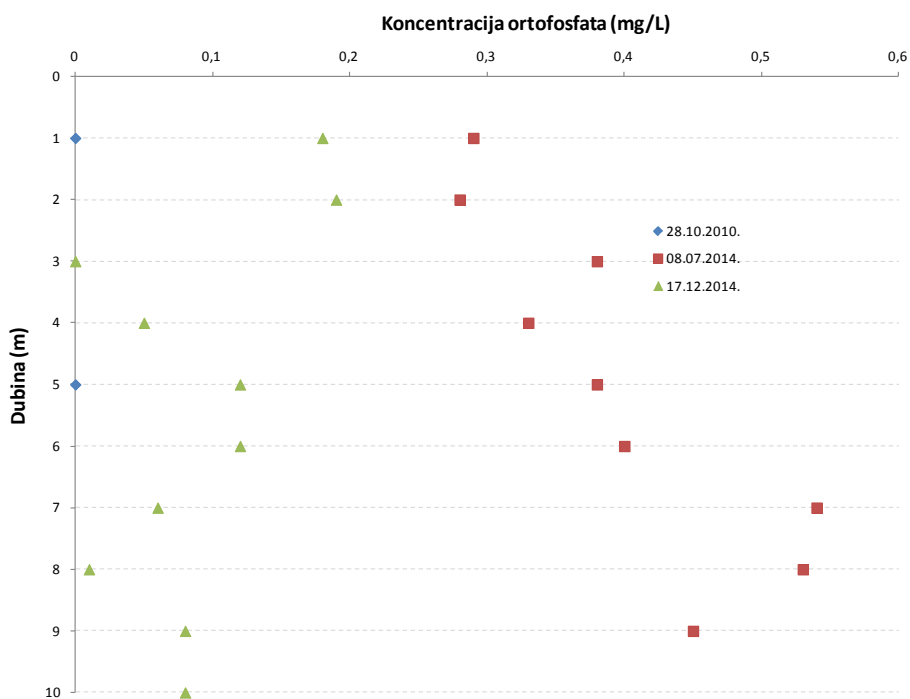


b)

Slika 4-10 Raspodjela koncentracija a) nitrata i b) nitrita u vodi jezera Podgora po dubini profila.



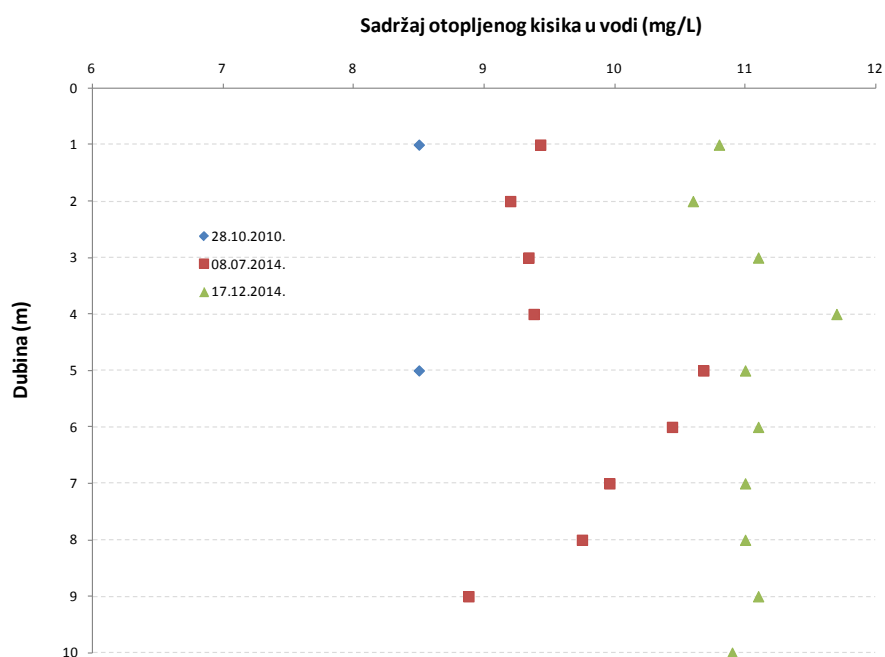
a)



b)

Slika 4-11 Raspodjela koncentracija a) amonija i b) ortofosfata u vodi jezera Podgora po dubini profila.

Kao i u jezeru Očuša, i u ovom jezeru su prisutni oksidativni uvjeti po dubini (tablica 4-6) i vodi jezera ima dovoljno otopljenog kisika (slika 4-12) pa se ne zapažaju procesi eutrofikacije.



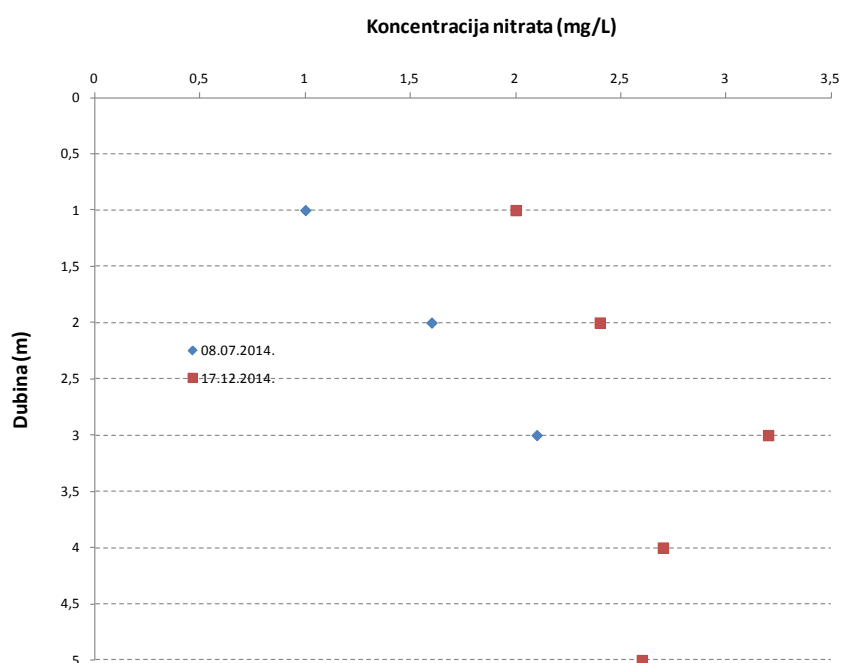
Slika 4-12 Raspodjela otopljenog kisika u vodi jezera Podgora.

U uzorcima vode uzetih neposredno iznad sedimenta visoke su koncentracije nitrita, amonija i ortofosfata (tablica 4-4) te koncentracije nitrita variraju od 0.168 do 3.484 mg/L, a koncentracije amonija od 0.01 do 1.35 mg/L i koncentracije ortofosfata od <0.01 do 0.49 mg/L. Ovakve koncentracije su najvjerojatnije posljedica kombinacije dvaju utjecaja: ragnadnja organske tvari i utjecaj kanalizacijskih voda.

## Plitko jezero

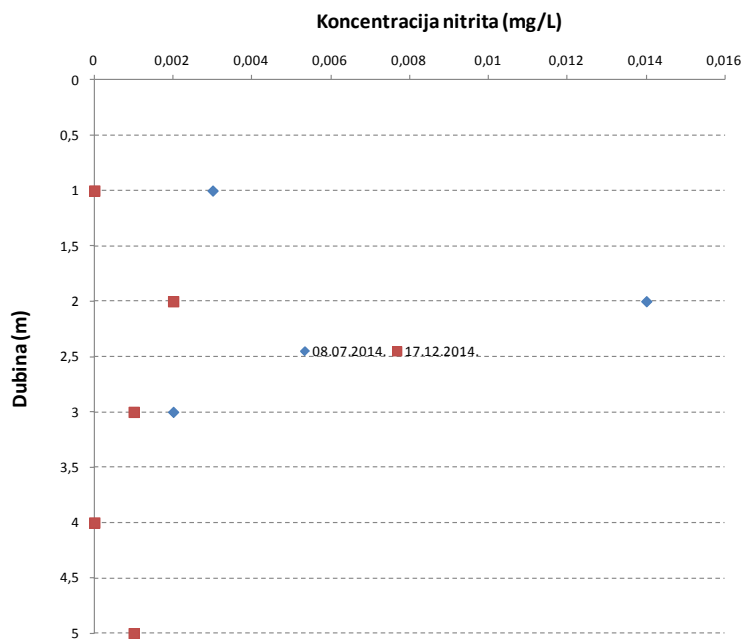
Raspodjela hranjivih tvari u vodi jezera Plitko je vrlo slična raspodjeli u jezeru Podgora. Koncentracije nitrata variraju od 1 do 3.2 mg/L (slika 4-13), a koncentracije nitrita od <0.001 do 0.39 mg/L (slika 4-14a). Sadržaj amonija nalaze se u intervalu od <0.1 do 0.07 mg/L, dok sadržaj ortofosfata varira od <0.01 do 0.39 mg/L (slika 4-14b). Kao i jezero Podgora i na obali ovog jezera su smještene kuće pa izvor hranjivih tvari mogu biti otpadne vode iz kućanstva i prirodni (razgradnja organske tvari).

Kao u slučaju jezera Očuša i Podgora, i u ovom jezeru prevladavaju oksidacijski uvjeti po cijeloj dubini uzorkovanog profila (tablica 4-6, slika 4-15).

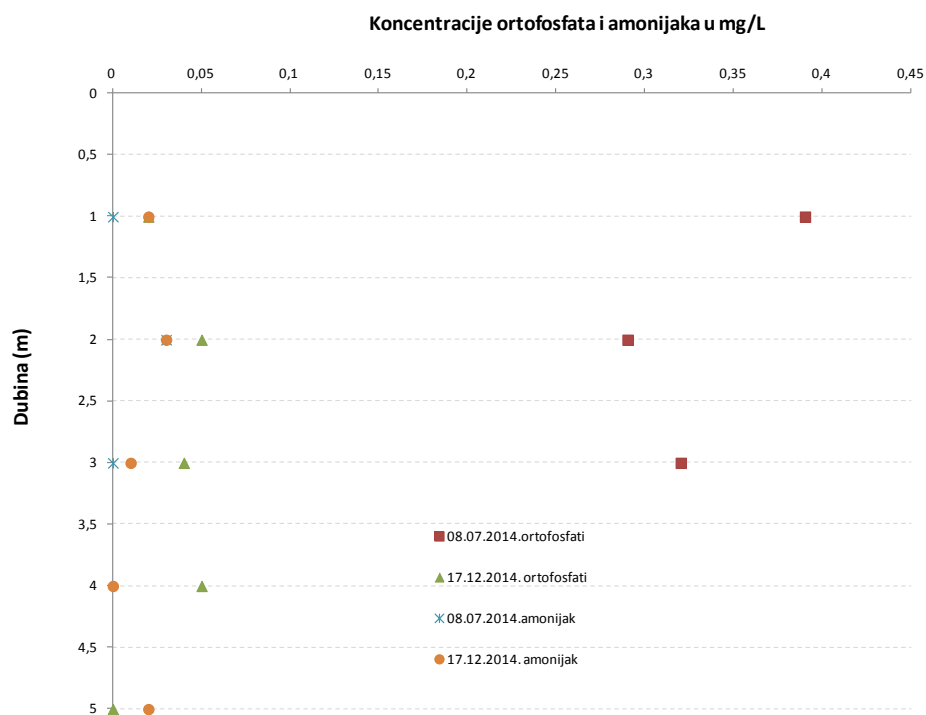


Slika 4-13 Raspodjela koncentracija nitrata u vodi jezera Plitko po dubini profila.



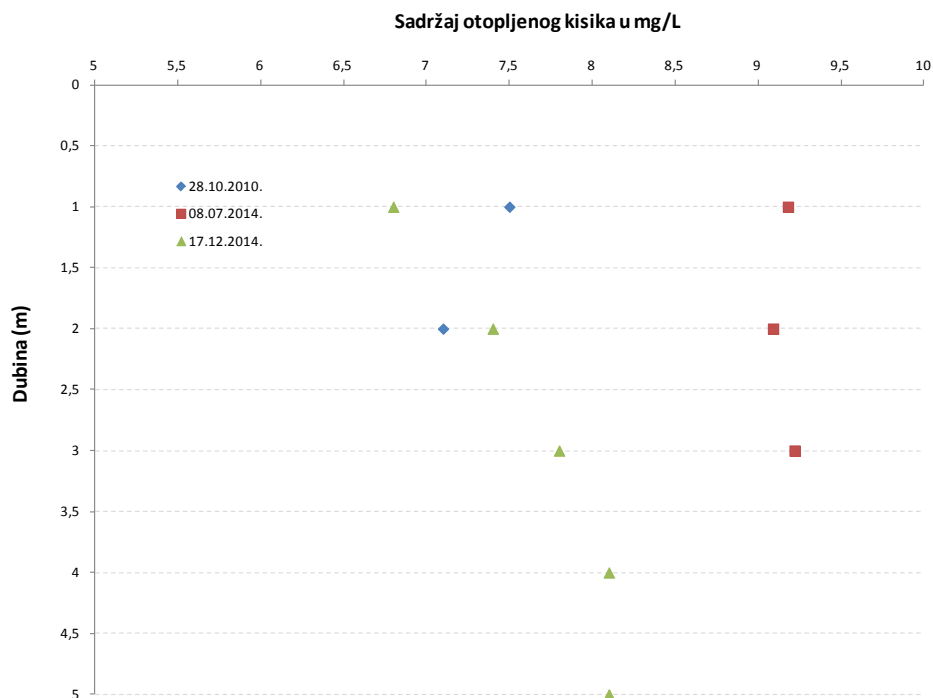


a)



b)

Slika 4-14 Raspodjela koncentracija a) nitrita i b) amonija i ortofosfata u vodi jezera Plitko po dubini profila.



Slika 4-15 Raspodjela otopljenog kisika u vodi Plitkog jezera.

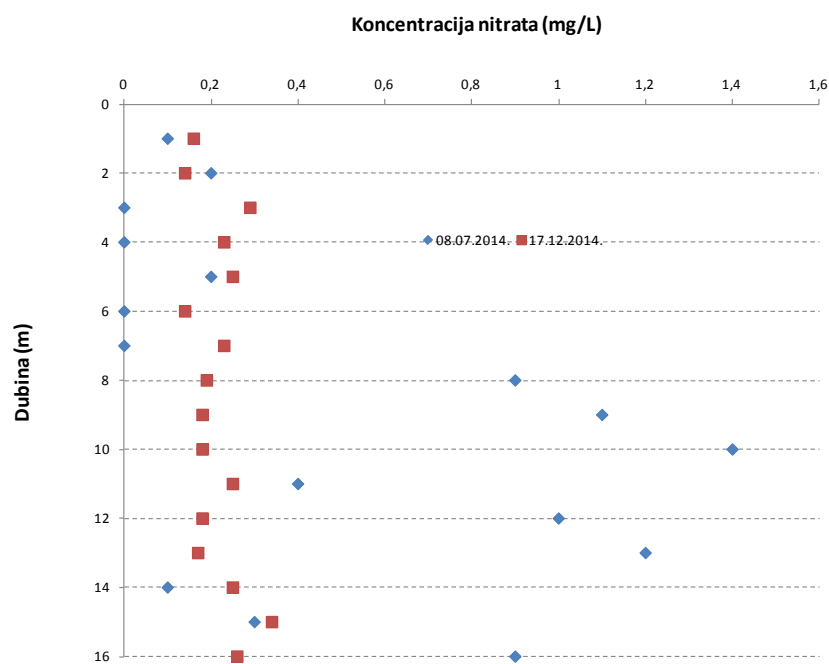
### Jezero Sladinac

Koncentracije nitrata u vodi jezera Sladinac variraju od <math><0.1</math> do 2.3 mg/L (slika 4-16a, tablica 4-7) te su vrlo niske kao i u prethodno razmatranim jezerima. Zapaža se lagani porast koncentracija nitrata nakon 8m po dubini profila u ljetu. Koncentracije nitrita su isto vrlo niske te variraju od <math><0.001</math> do 0.02 mg/L (slika 4-16b). Koncentracije amonijaka su niske i variraju od <math><0.01</math> do 0.07 mg/L (slika 4-17a). Koncentracije ortofosfata u variraju od <math><0.01</math> do 0.43 mg/L (slika 4-17b). Zapaža se da su koncentracije do 8 m u ljetu vrlo niske, te nakon te dubine koncentracije se povećavaju. U zimi, u plićem dijelu su koncentracije više u odnosu na ljetu te se po dubini koncentracije povećavaju.

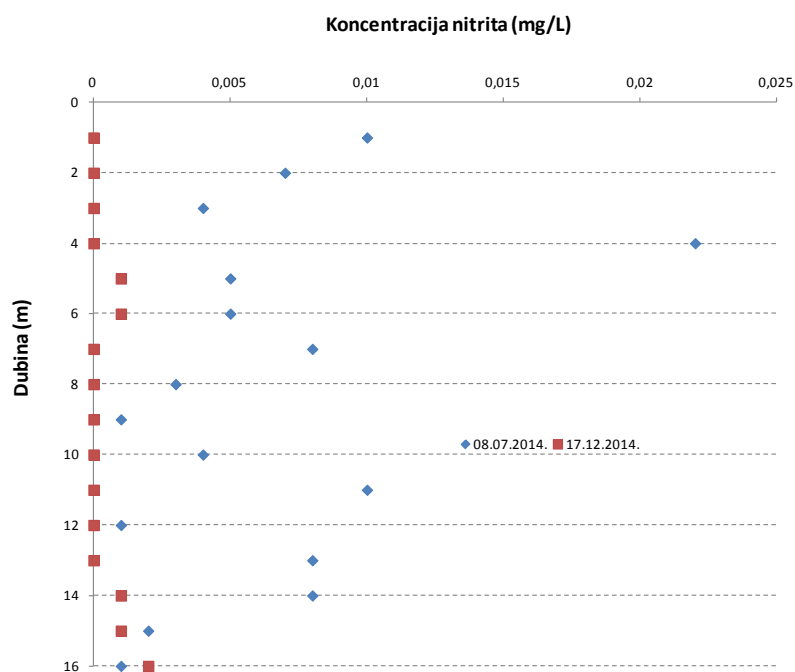
Tablica 4-7 Rezultati fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih pokazatelja u uzorcima voda uzetih u jezeru Sladinac, tijekom ljetnih i zimskih mjeseci.

Dubina	Datum	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	$\text{O}_2$ (mg/l)	T ( $^{\circ}\text{C}$ )	pH	$\text{HCO}_3^-$ (mg/l)	$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/l)	$\text{Cl}^-$ (mg/l)	$\text{NO}_3^-$ (mg/l)	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ (mg/l)	$\text{NO}_2^-$ (mg/l)	$\text{NH}_4^+$ (mg/l)
Sladinac-1m	28.10.2010.	592	8,5	13,3	8,03	150	59	24,6	2,3	<0,01	<0,01	0,06
Sladinac-10m	28.10.2010.	524	7,9	13,1	8	150	58,8	23,4	2,2	<0,01	<0,01	0,07
Sladinac-1m	08.07.2014.	444	8,9	26,9	8,1	208	50,3	5	0,1	<0,01	0,01	<0,01
Sladinac-2m	08.07.2014.	442	8,73	26,3	8,01	209	51,2	5	0,2	<0,01	0,007	<0,01
Sladinac-3m	08.07.2014.	442	8,73	26,4	8,05	210	51,2	5,1	<0,1	<0,01	0,004	<0,01
Sladinac-4m	08.07.2014.	443	8,75	26,3	8,08	209	51,1	5,1	<0,1	0,02	0,022	0,01
Sladinac-5m	08.07.2014.	440	8,88	26,3	8,07	209	51,8	4,8	0,2	0,02	0,005	<0,01
Sladinac-6m	08.07.2014.	444	9,28	26	8,07	211	52,3	4,7	<0,1	0,04	0,005	0,01
Sladinac-7m	08.07.2014.	443	10,49	25,1	8,04	212	52,3	4,4	<0,1	0,01	0,008	<0,01
Sladinac-8m	08.07.2014.	443	9,9	25,2	8,06	220	56,6	4,2	0,9	0,02	0,003	0,02
Sladinac-9m	08.07.2014.	437	11,1	25	8,06	228	55,6	3,9	1,1	0,25	0,001	0,03
Sladinac-10m	08.07.2014.	432	10,7	23,8	8,06	227	53,8	3,2	1,4	0,39	0,004	0,02
Sladinac-11m	08.07.2014.	433	10,83	23,5	8,05	228	52,8	3,6	0,4	0,31	0,01	0,03
Sladinac-12m	08.07.2014.	433	10,7	23,9	8,03	226	51,5	3,2	1	0,43	0,001	0,04
Sladinac-13m	08.07.2014.	443	9,94	24,8	8,05	226	46,8	2,5	1,2	0,24	0,008	0,03
Sladinac-14m	08.07.2014.	435	10,77	22,8	7,99	225	46,5	2,4	0,1	0,36	0,008	0,06
Sladinac-15m	08.07.2014.	434	10,29	22,2	7,96	229	47,1	2,5	0,3	0,05	0,002	0,05
Sladinac-16m	08.07.2014.	436	10,26	23	7,98	230	49,6	3	0,9	<0,01	0,001	0,05
Sladinac-1m	17.12.2014.	436	12,1	11,3	7,77	250	28,3	9	1	0,16	<0,001	0,02
Sladinac-2m	17.12.2014.	437	12,2	11,19	7,75	252	26,2	9	0,8	0,14	<0,001	0,02
Sladinac-3m	17.12.2014.	438	12,2	11,19	7,75	252	26,7	8	0,9	0,29	<0,001	0,03
Sladinac-4m	17.12.2014.	436	11,9	11,11	7,75	252	25,7	7	1	0,23	<0,001	0,01
Sladinac-5m	17.12.2014.	435	12,2	11,07	7,75	254	26,3	8	1,1	0,25	0,001	0,02
Sladinac-6m	17.12.2014.	435	12,4	11,06	7,75	252	26,1	8	1,2	0,14	0,001	0,01
Sladinac-7m	17.12.2014.	434	12,3	11,04	7,75	254	25,8	8	0,8	0,23	<0,001	0,03
Sladinac-8m	17.12.2014.	433	11,8	11,03	7,76	256	25,4	9	0,9	0,19	<0,001	0,01
Sladinac-9m	17.12.2014.	438	12,4	10,99	7,75	256	26	6	0,9	0,18	<0,001	0,01
Sladinac-10m	17.12.2014.	421	11,8	10,86	7,76	256	24,9	6	0,8	0,18	<0,001	0,01
Sladinac-11m	17.12.2014.	419	11,7	10,88	7,74	255	23,6	6	0,8	0,25	<0,001	0,03
Sladinac-12m	17.12.2014.	416	11,7	10,76	7,74	255	23,1	5	0,8	0,18	<0,001	0,03
Sladinac-13m	17.12.2014.	415	11,9	10,74	7,74	256	24,2	6	0,9	0,17	<0,001	0,01
Sladinac-14m	17.12.2014.	415	11,9	10,74	7,74	256	24,4	4	0,6	0,25	0,001	0,04
Sladinac-15m	17.12.2014.	415	12	10,74	7,74	256	22,8	6	0,8	0,34	0,001	0,02
Sladinac-16m	17.12.2014.	416	11,6	10,74	7,74	256	22,4	8	0,9	0,26	0,002	0,02

Kao i u prethodnim jezerima i u ovom jezeru tijekom cijelog motrenog perioda prevladavali su oksidacijski uvjeti u jezeru.

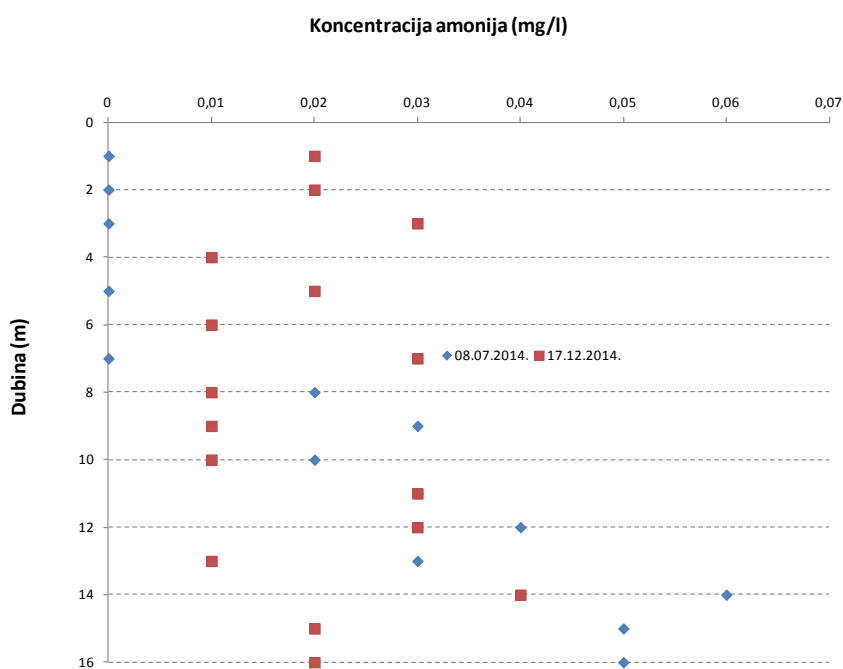


a)

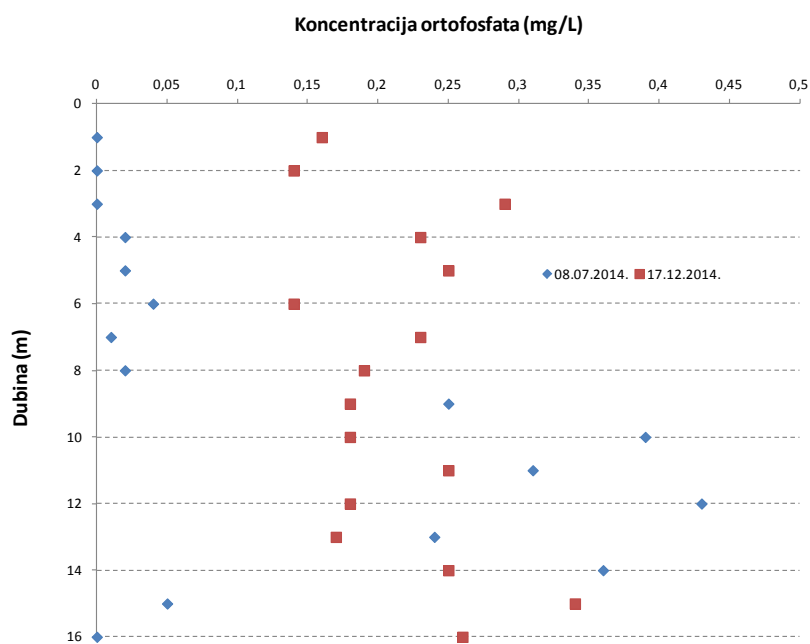


b)

Slika 4-16 Raspodjela koncentracija a) nitrata i b) nitrita u vodi jezera Sladinac po dubini.



a)



b)

Slika 4-17 Raspodjela koncentracija a) amonija i b) ortofosfata u vodi jezera Sladinac po dubini.







Tablica 4-9 Rezultati kemijskih analiza u uzorcima voda uzetih u jezeru Očuča.

Dubina	Datum	Ag	Al	As	Au	B	Ba	Be	Bi	Br	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Hg	K	La
Očuča-1m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	9	8,39	<0.05	<0.05	64	77,12	<0.05	<0.01	<0.02	0,6	<0.01	0,7	20	<0.1	0,85	<0.01
Očuča-3m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	9	8,49	<0.05	<0.05	65	76,93	<0.05	<0.01	<0.02	0,6	<0.01	0,7	24	<0.1	0,84	<0.01
Očuča-5m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	10	8,94	<0.05	<0.05	65	77,8	<0.05	<0.01	<0.02	0,8	<0.01	0,7	26	<0.1	0,84	<0.01
Očuča-7m	08.07.2014.	<0.05	1	<0.5	<0.05	9	9,46	<0.05	<0.05	58	80,65	<0.05	<0.01	<0.02	0,7	<0.01	0,7	20	<0.1	0,83	<0.01
Očuča-9m	08.07.2014.	<0.05	2	<0.5	<0.05	11	9,46	<0.05	<0.05	50	83,41	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0,7	<10	<0.1	0,77	<0.01
Očuča-11m	08.07.2014.	<0.05	1	<0.5	0,05	11	9,34	<0.05	<0.05	45	82,07	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0,7	<10	<0.1	0,76	<0.01
Očuča-13m	08.07.2014.	<0.05	8	<0.5	0,06	11	9,46	<0.05	<0.05	37	84,69	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0,8	<10	<0.1	0,68	<0.01
Očuča-15m	08.07.2014.	<0.05	2	<0.5	0,05	11	9,2	<0.05	<0.05	33	83,81	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0,7	<10	<0.1	0,63	<0.01
Očuča-17m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	0,05	11	9,13	<0.05	<0.05	34	85,01	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0,7	<10	<0.1	0,66	<0.01
Očuča-18.5m	08.07.2014.	<0.05	2	<0.5	<0.05	11	10,71	<0.05	<0.05	38	83,11	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0,8	<10	<0.1	0,66	<0.01
Očuča-1m	17.12.2014.	<0.05	3	<0.5	<0.05	9	8,77	<0.05	<0.05	24	91,62	<0.05	<0.01	0,34	23,9	<0.01	1,2	372	<0.1	0,82	<0.01
Očuča-3m	17.12.2014.	<0.05	20	<0.5	<0.05	9	8,79	<0.05	<0.05	23	93,55	<0.05	0,05	<0.02	<0.5	<0.01	1,1	<10	<0.1	0,83	0,01
Očuča-5m	17.12.2014.	<0.05	4	<0.5	<0.05	8	8,46	<0.05	<0.05	21	92,82	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	8,5	<10	<0.1	0,81	<0.01
Očuča-7m	17.12.2014.	<0.05	5	<0.5	<0.05	7	8,71	<0.05	<0.05	21	92,87	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	1,1	<10	<0.1	0,79	<0.01
Očuča-9m	17.12.2014.	<0.05	12	<0.5	<0.05	7	8,69	<0.05	<0.05	22	92,81	<0.05	0,02	<0.02	<0.5	<0.01	0,9	<10	<0.1	0,8	<0.01
Očuča-11m	17.12.2014.	<0.05	4	<0.5	<0.05	8	8,77	<0.05	<0.05	22	91,61	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0,8	<10	<0.1	0,79	<0.01
Očuča-13m	17.12.2014.	<0.05	3	<0.5	<0.05	7	8,94	<0.05	<0.05	23	91,89	<0.05	<0.01	0,04	<0.5	<0.01	1,2	<10	<0.1	0,78	<0.01
Očuča-15m	17.12.2014.	<0.05	3	<0.5	<0.05	7	8,55	<0.05	<0.05	23	92,89	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0,7	<10	<0.1	0,81	<0.01
Očuča-17m	17.12.2014.	<0.05	4	<0.5	<0.05	7	8,86	<0.05	<0.05	28	92,09	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0,9	<10	<0.1	0,83	<0.01
Očuča-19m	17.12.2014.	<0.05	3	<0.5	<0.05	7	8,26	<0.05	<0.05	25	91,74	<0.05	<0.01	0,04	<0.5	<0.01	1,1	<10	<0.1	0,81	<0.01
Očuča-1m	12.05.2015.	<0.05	2	<0.5	<0.05	9	6,99	<0.05	<0.05	58	82,24	<0.05	<0.01	<0.02	0,6	<0.01	1,1	<10	<0.1	0,78	<0.01
Očuča-3m	12.05.2015.	<0.05	1	<0.5	<0.05	9	7,39	<0.05	<0.05	52	81,42	<0.05	<0.01	<0.02	1,2	<0.01	0,6	<10	<0.1	0,75	<0.01
Očuča-5m	12.05.2015.	<0.05	1	<0.5	<0.05	10	6,91	<0.05	<0.05	49	81,7	<0.05	<0.01	<0.02	1,3	<0.01	0,8	<10	<0.1	0,72	<0.01
Očuča-7m	12.05.2015.	<0.05	1	<0.5	<0.05	9	7,02	<0.05	<0.05	41	79,08	<0.05	<0.01	<0.02	1,2	<0.01	0,6	<10	<0.1	0,68	<0.01
Očuča-9m	12.05.2015.	<0.05	1	<0.5	<0.05	10	7,54	<0.05	<0.05	42	81,51	<0.05	<0.01	<0.02	1,2	<0.01	0,6	<10	<0.1	0,66	<0.01
Očuča-13m	12.05.2015.	<0.05	1	<0.5	<0.05	10	7,35	<0.05	<0.05	50	81,23	<0.05	<0.01	<0.02	1,2	<0.01	0,6	<10	<0.1	0,74	<0.01
Očuča-11m	12.05.2015.	<0.05	1	<0.5	<0.05	10	7,03	<0.05	<0.05	55	81,82	<0.05	<0.01	<0.02	1,3	<0.01	0,7	<10	<0.1	0,78	<0.01
Očuča-15m	12.05.2015.	<0.05	1	<0.5	<0.05	11	7,27	<0.05	<0.05	59	79,68	<0.05	<0.01	<0.02	1,1	<0.01	0,7	<10	<0.1	0,85	<0.01
Očuča-17m	12.05.2015.	<0.05	1	<0.5	<0.05	11	7,56	<0.05	<0.05	61	81,86	<0.05	<0.01	<0.02	1,2	<0.01	0,8	<10	<0.1	0,84	<0.01
Očuča-19m	12.05.2015.	<0.05	2	<0.5	<0.05	12	7,6	<0.05	<0.05	65	79,95	<0.05	<0.01	<0.02	1,2	<0.01	0,6	<10	<0.1	0,87	<0.01

Tablica 4-9 (nastavak) Rezultati kemijskih analiza u uzorcima voda uzetih u jezeru Očuša.

Dubina	Datum	Li	Lu	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Se	Si	Sm	Sn	Sr	U	V	Zn	Zr
Očuša-1m	08.07.2014.	1	<0.01	7,48	0,25	0,8	13	<0.2	<10	<0.1	0,63	19	0,06	<1	<0.5	80	<0.02	<0.05	400,82	0,58	1,6	4,5	<0.02
Očuša-3m	08.07.2014.	1	<0.01	7,55	0,23	0,9	12,9	<0.2	<10	<0.1	0,65	19	<0.05	<1	<0.5	80	<0.02	<0.05	401,18	0,53	1,6	4	<0.02
Očuša-5m	08.07.2014.	1	<0.01	7,57	0,22	0,8	13,51	0,2	<10	<0.1	0,67	19	<0.05	<1	<0.5	95	<0.02	<0.05	412,69	0,57	1,7	2,3	<0.02
Očuša-7m	08.07.2014.	1	<0.01	7,73	0,19	0,9	12,04	<0.2	<10	<0.1	0,66	20	<0.05	<1	<0.5	278	<0.02	<0.05	429,94	0,53	1,5	4,2	<0.02
Očuša-9m	08.07.2014.	1,2	<0.01	7,71	0,28	0,9	10,69	<0.2	<10	<0.1	0,62	21	<0.05	<1	<0.5	527	<0.02	<0.05	417,71	0,61	1,6	20,3	<0.02
Očuša-11m	08.07.2014.	1,1	<0.01	7,37	0,21	0,9	10,12	<0.2	<10	<0.1	0,62	20	0,07	<1	<0.5	716	<0.02	<0.05	407,57	0,58	1,6	2,8	<0.02
Očuša-13m	08.07.2014.	1	<0.01	7	0,34	1	7,59	<0.2	<10	0,1	0,57	18	0,06	<1	<0.5	1261	<0.02	0,05	404,25	0,61	1,6	9,9	<0.02
Očuša-15m	08.07.2014.	1	<0.01	6,9	1,25	0,9	7,34	<0.2	<10	0,1	0,54	18	<0.05	<1	<0.5	1507	<0.02	<0.05	385,3	0,59	1,4	3	<0.02
Očuša-17m	08.07.2014.	1	<0.01	6,77	16,55	0,9	7,22	<0.2	<10	<0.1	0,58	18	<0.05	<1	<0.5	1879	<0.02	<0.05	386,69	0,6	1,4	2,6	<0.02
Očuša-18.5m	08.07.2014.	0,9	<0.01	7,03	0,17	1,1	8,54	<0.2	22	<0.1	0,36	20	0,09	<1	<0.5	2385	<0.02	<0.05	388,8	0,72	2,6	1,5	<0.02
Očuša-1m	17.12.2014.	0,6	<0.01	4,23	3,95	2,9	5,9	0,6	28	<0.1	0,6	9	<0.05	<1	<0.5	1553	<0.02	<0.05	235,77	0,52	2,2	7,1	<0.02
Očuša-3m	17.12.2014.	0,6	<0.01	4,02	3,28	0,6	5,09	<0.2	25	<0.1	0,63	8	<0.05	<1	<0.5	1589	<0.02	<0.05	241,7	0,52	1,4	7,7	0,03
Očuša-5m	17.12.2014.	0,6	<0.01	4,08	2,44	0,6	4,99	<0.2	24	0,4	0,6	8	0,06	<1	<0.5	1522	<0.02	<0.05	234,7	0,52	1,4	6,2	<0.02
Očuša-7m	17.12.2014.	0,6	<0.01	4,05	2,42	0,6	4,95	<0.2	26	0,1	0,63	8	<0.05	<1	<0.5	1544	<0.02	<0.05	234,97	0,53	1,4	3,1	0,11
Očuša-9m	17.12.2014.	0,6	<0.01	4,04	2,92	0,5	4,96	<0.2	24	<0.1	0,66	8	<0.05	<1	<0.5	1566	<0.02	<0.05	256,68	0,56	1,4	3,1	0,03
Očuša-11m	17.12.2014.	0,6	<0.01	3,98	2,4	0,5	5,03	<0.2	22	<0.1	0,62	8	<0.05	<1	<0.5	1545	<0.02	<0.05	241,39	0,52	1,3	1,1	<0.02
Očuša-13m	17.12.2014.	0,6	<0.01	4	2,35	0,5	5,76	<0.2	28	<0.1	0,6	8	0,16	<1	<0.5	1517	<0.02	<0.05	233,31	0,54	1,3	2,1	<0.02
Očuša-15m	17.12.2014.	0,5	<0.01	4,07	2,33	0,5	5,39	<0.2	21	<0.1	0,6	8	<0.05	<1	<0.5	1550	<0.02	<0.05	238,83	0,52	1,4	1,9	<0.02
Očuša-17m	17.12.2014.	0,6	<0.01	4,18	2,34	0,6	6,67	<0.2	24	<0.1	0,63	8	<0.05	<1	<0.5	1521	<0.02	<0.05	229,04	0,51	1,4	1,6	<0.02
Očuša-19m	17.12.2014.	0,6	<0.01	4,06	2,29	0,5	5,96	<0.2	30	<0.1	0,61	8	0,11	<1	<0.5	1509	<0.02	<0.05	237,09	0,53	1,3	1,9	<0.02
Očuša-1m	12.05.2015.	0,9	<0.01	6,86	0,68	0,7	11,37	<0.2	<10	<0.1	0,56	15	0,08	<1	<0.5	485	<0.02	<0.05	350,63	0,52	1,6	10,1	<0.02
Očuša-3m	12.05.2015.	0,9	<0.01	6,83	0,6	0,7	10,66	<0.2	<10	<0.1	0,53	15	<0.05	<1	<0.5	507	<0.02	<0.05	348,34	0,52	1,5	2,4	<0.02
Očuša-5m	12.05.2015.	0,9	<0.01	6,76	0,56	0,7	10,05	<0.2	<10	<0.1	0,54	15	0,08	<1	<0.5	511	<0.02	<0.05	348,23	0,52	1,5	1,6	<0.02
Očuša-7m	12.05.2015.	0,9	<0.01	6,32	0,41	0,8	9,01	<0.2	<10	<0.1	0,53	14	<0.05	<1	<0.5	551	<0.02	<0.05	351,26	0,52	1,5	1,2	<0.02
Očuša-9m	12.05.2015.	0,9	<0.01	6,35	0,21	0,7	8,34	<0.2	<10	<0.1	0,51	14	<0.05	<1	<0.5	709	<0.02	<0.05	342,22	0,56	1,4	1,1	<0.02
Očuša-11m	12.05.2015.	0,9	<0.01	6,34	0,36	0,8	10,21	<0.2	<10	<0.1	0,51	13	<0.05	<1	<0.5	688	<0.02	<0.05	331,12	0,5	1,4	1,3	<0.02
Očuša-13m	12.05.2015.	0,8	<0.01	6,42	0,29	0,7	11,15	<0.2	<10	<0.1	0,56	13	<0.05	<1	<0.5	806	<0.02	<0.05	328,71	0,53	1,5	1,3	<0.02
Očuša-15m	12.05.2015.	0,8	<0.01	6,11	0,2	0,7	12,63	<0.2	<10	<0.1	0,58	11	<0.05	<1	<0.5	1052	<0.02	<0.05	300,21	0,5	1,5	1,2	<0.02
Očuša-17m	12.05.2015.	0,8	<0.01	6,18	0,21	0,7	12,59	<0.2	<10	<0.1	0,56	11	0,07	<1	<0.5	1142	<0.02	<0.05	298,12	0,52	1,5	1,1	0,08
Očuša-19m	12.05.2015.	0,8	<0.01	6,04	0,46	0,8	13,45	<0.2	<10	<0.1	0,57	11	0,05	<1	<0.5	1237	<0.02	<0.05	294,99	0,53	1,5	1,5	<0.02

Tablica 4-10 Rezultati kemijskih analiza u uzorcima voda uzetih u jezerima Podgora, Plitko i Sladinac.

Dubina	Datum	Ag	Al	As	Au	B	Ba	Be	Bi	Br	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Hg	K	La
Podgora-1m	08.07.2014.	<0.05	2	<0.5	0.07	12	9,21	<0.05	<0.05	46	84,1	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0.7	102	<0.1	0.73	<0.01
Podgora-3m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	13	9,48	<0.05	<0.05	47	83,82	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0.7	17	<0.1	0.76	<0.01
Podgora-5m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	12	9,51	<0.05	<0.05	48	84,2	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0.7	11	<0.1	0.75	<0.01
Podgora-7m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	12	11,58	<0.05	<0.05	29	102,82	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	1.1	<10	<0.1	0.65	<0.01
Podgora-9m	08.07.2014.	<0.05	1	0.5	<0.05	11	12,35	<0.05	<0.05	29	103,01	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0.8	<10	<0.1	0.69	<0.01
Podgora-1m	17.12.2014.	<0.05	3	<0.5	<0.05	6	8,74	<0.05	<0.05	16	92,5	<0.05	<0.01	<0.02	0.5	<0.01	1.5	<10	<0.1	0.81	<0.01
Podgora-4m	17.12.2014.	<0.05	4	<0.5	<0.05	5	8,32	<0.05	<0.05	14	91,51	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	1.4	<10	<0.1	0.78	<0.01
Podgora-6m	17.12.2014.	<0.05	4	<0.5	<0.05	<5	8,55	<0.05	<0.05	16	92,54	<0.05	<0.01	<0.02	0.6	<0.01	1	<10	<0.1	0.78	<0.01
Podgora-8m	17.12.2014.	<0.05	3	<0.5	<0.05	<5	9,02	<0.05	<0.05	14	95,7	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	1.4	<10	<0.1	0.78	<0.01
Podgora-10m	17.12.2014.	<0.05	9	<0.5	<0.05	6	9,65	<0.05	<0.05	14	92,6	<0.05	0.03	<0.02	0.5	<0.01	1	<10	<0.1	0.73	0.01
Plitko-1m	08.07.2014.	<0.05	1	0.6	<0.05	12	9,72	<0.05	<0.05	59	85,49	<0.05	<0.01	<0.02	0.6	<0.01	1	19	<0.1	0.77	<0.01
Plitko-3m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	10	10,09	<0.05	<0.05	52	87,2	<0.05	<0.01	<0.02	0.6	<0.01	0.7	18	<0.1	0.74	<0.01
Plitko-1m	17.12.2014.	<0.05	3	<0.5	<0.05	7	9,03	<0.05	<0.05	23	94,99	<0.05	<0.01	0.03	0.6	<0.01	1.2	<10	<0.1	0.82	<0.01
Plitko-3m	17.12.2014.	<0.05	2	<0.5	<0.05	5	8,35	<0.05	<0.05	17	95,57	<0.05	<0.01	<0.02	0.5	<0.01	0.9	<10	<0.1	0.8	<0.01
Plitko-5m	17.12.2014.	<0.05	5	<0.5	<0.05	6	8,28	<0.05	<0.05	16	93,52	<0.05	0.01	<0.02	<0.5	<0.01	1	<10	<0.1	0.84	<0.01
Sladinac-1m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	0.06	12	8,09	<0.05	<0.05	62	76,42	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0.6	<10	<0.1	0.82	<0.01
Sladinac-3m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	0.06	12	8,74	<0.05	<0.05	59	77,49	<0.05	<0.01	<0.02	0.5	<0.01	0.6	<10	<0.1	0.85	<0.01
Sladinac-5m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	0.05	13	8,77	<0.05	<0.05	61	77,94	<0.05	<0.01	<0.02	0.5	<0.01	0.6	<10	<0.1	0.84	<0.01
Sladinac-7m	08.07.2014.	<0.05	2	<0.5	<0.05	12	8,47	<0.05	<0.05	52	79,5	<0.05	<0.01	<0.02	0.6	<0.01	0.7	<10	<0.1	0.79	<0.01
Sladinac-9m	08.07.2014.	<0.05	1	<0.5	<0.05	11	8,69	<0.05	<0.05	47	80,14	<0.05	<0.01	<0.02	0.5	<0.01	0.7	<10	<0.1	0.75	<0.01
Sladinac-11m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	10	8,58	<0.05	<0.05	38	80,96	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0.7	<10	<0.1	0.67	<0.01
Sladinac-13m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	12	8,63	<0.05	<0.05	48	79,25	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0.7	<10	<0.1	0.77	<0.01
Sladinac-15m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	11	9,37	<0.05	<0.05	33	82,73	<0.05	<0.01	0.02	<0.5	<0.01	1	<10	<0.1	0.69	<0.01
Sladinac-16m	08.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	11	11,28	<0.05	<0.05	31	83,3	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0.8	<10	<0.1	0.64	<0.01
Sladinac-1m	17.12.2014.	<0.05	4	<0.5	<0.05	5	8,46	<0.05	<0.05	23	91,27	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0.7	<10	<0.1	0.71	<0.01
Sladinac-3m	17.12.2014.	<0.05	3	<0.5	<0.05	5	8,2	<0.05	<0.05	23	91,87	<0.05	0.01	<0.02	<0.5	<0.01	1.3	<10	<0.1	0.71	<0.01
Sladinac-5m	17.12.2014.	<0.05	2	<0.5	<0.05	5	8,55	<0.05	<0.05	22	90,55	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0.7	<10	<0.1	0.69	<0.01
Sladinac-7m	17.12.2014.	<0.05	3	<0.5	<0.05	5	8,2	<0.05	<0.05	21	90,68	<0.05	<0.01	<0.02	3.6	<0.01	0.8	<10	<0.1	0.7	<0.01
Sladinac-9m	17.12.2014.	<0.05	14	<0.5	0.05	9	9,07	<0.05	<0.05	21	90,99	<0.05	0.03	<0.02	<0.5	<0.01	0.7	<10	<0.1	0.73	0.01
Sladinac-11m	17.12.2014.	<0.05	3	<0.5	<0.05	8	8,35	<0.05	<0.05	19	90,76	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	1.1	<10	<0.1	0.72	<0.01
Sladinac-13m	17.12.2014.	<0.05	4	<0.5	<0.05	8	8,45	<0.05	<0.05	19	90,34	<0.05	<0.01	<0.02	0.6	<0.01	0.6	<10	<0.1	0.73	<0.01
Sladinac-15m	17.12.2014.	<0.05	4	<0.5	<0.05	8	8,24	<0.05	<0.05	21	90,72	<0.05	<0.01	<0.02	<0.5	<0.01	0.7	<10	<0.1	0.72	<0.01



Tablica 4-10 (nastavak) Rezultati kemijskih analiza u uzorcima voda uzetih u jezerima Podgora, Plitko i Sladinac

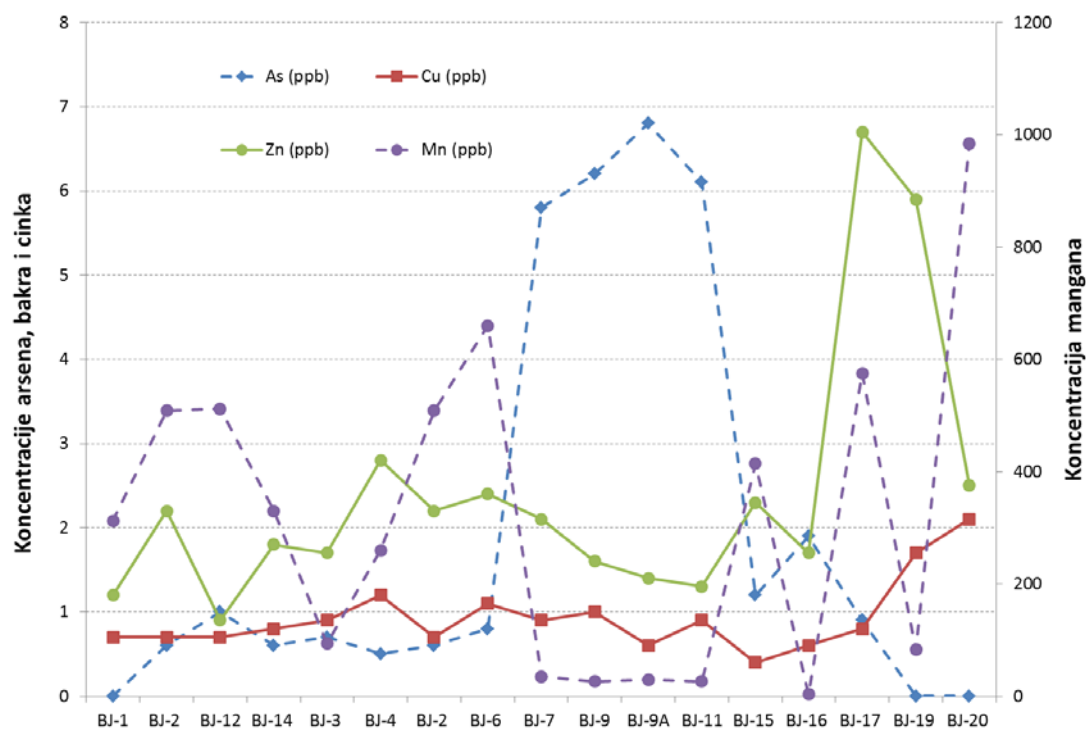
Dubina	Datum	Li	Lu	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Se	Si	Sm	Sn	Sr	U	V	Zn	Zr
Podgora-1m	08.07.2014.	1,3	<0,01	7,92	1,97	0,9	10,25	<0,2	<10	<0,1	0,65	24	0,07	<1	<0,5	505	<0,02	<0,05	483,99	0,62	1,7	4,7	<0,02
Podgora-3m	08.07.2014.	1,3	<0,01	7,91	0,67	0,8	10,65	<0,2	<10	<0,1	0,65	23	<0,05	<1	<0,5	454	<0,02	<0,05	475,65	0,62	1,7	3,6	<0,02
Podgora-5m	08.07.2014.	1,3	<0,01	7,87	0,63	0,8	10,2	<0,2	<10	<0,1	0,68	23	<0,05	<1	<0,5	476	<0,02	<0,05	494,63	0,61	1,7	3,5	<0,02
Podgora-7m	08.07.2014.	1,6	<0,01	9,22	0,47	0,9	6,43	<0,2	<10	<0,1	0,69	32	0,07	<1	<0,5	1624	<0,02	<0,05	638,16	0,72	1,6	3	<0,02
Podgora-9m	08.07.2014.	1,6	<0,01	8,91	9,39	0,9	6,08	<0,2	<10	<0,1	0,8	32	<0,05	<1	<0,5	2021	<0,02	<0,05	638,42	0,7	1,6	3,7	<0,02
Podgora-1m	17.12.2014.	0,5	<0,01	4,18	3,89	0,5	2,33	<0,2	47	<0,1	0,59	7	0,12	<1	<0,5	1691	<0,02	<0,05	262,04	0,52	1,4	2,4	0,02
Podgora-4m	17.12.2014.	0,5	<0,01	4,03	3,9	0,6	2,25	<0,2	45	<0,1	0,59	9	0,16	<1	<0,5	1611	<0,02	<0,05	256,49	0,52	1,4	3,7	<0,02
Podgora-6m	17.12.2014.	0,6	<0,01	3,98	4	0,5	2,18	<0,2	40	<0,1	0,62	9	0,06	<1	<0,5	1651	<0,02	<0,05	262,48	0,51	1,3	3,7	<0,02
Podgora-8m	17.12.2014.	0,5	<0,01	4,21	3,97	0,5	2,31	<0,2	40	<0,1	0,61	9	0,13	<1	<0,5	1761	<0,02	<0,05	265,97	0,49	1,3	1,7	<0,02
Podgora-10m	17.12.2014.	0,5	<0,01	4,11	4,2	0,6	2,21	<0,2	38	<0,1	0,64	9	0,05	<1	<0,5	1640	<0,02	<0,05	246,5	0,5	1,2	114,8	0,02
Plitko-1m	08.07.2014.	1,1	<0,01	8,22	0,84	0,8	10,72	<0,2	<10	<0,1	0,64	25	0,06	<1	<0,5	566	<0,02	<0,05	484,95	0,61	1,8	3,5	<0,02
Plitko-3m	08.07.2014.	1,1	<0,01	8,38	0,75	0,9	9,92	<0,2	<10	<0,1	0,63	26	<0,05	<1	<0,5	601	<0,02	<0,05	506,2	0,62	1,8	6	<0,02
Plitko-1m	17.12.2014.	0,5	<0,01	3,48	4,2	0,4	3,53	<0,2	35	<0,1	0,71	7	0,19	<1	<0,5	1884	<0,02	<0,05	205,39	0,42	1,3	2,6	0,03
Plitko-3m	17.12.2014.	0,4	<0,01	3,52	4,24	0,5	2,53	<0,2	31	<0,1	0,71	7	<0,05	<1	<0,5	1851	<0,02	<0,05	216,92	0,44	1,3	1,7	0,03
Plitko-5m	17.12.2014.	0,5	<0,01	3,89	3,95	0,5	2,44	<0,2	36	<0,1	0,64	8	<0,05	<1	<0,5	1708	<0,02	<0,05	239,06	0,48	1,4	4,7	0,03
Sladinac-1m	08.07.2014.	1,1	<0,01	7,46	0,41	0,8	13,1	<0,2	<10	<0,1	0,61	18	<0,05	<1	<0,5	68	<0,02	<0,05	394,79	0,57	1,6	8,1	<0,02
Sladinac-3m	08.07.2014.	1,2	<0,01	7,6	4,65	0,8	13,27	<0,2	<10	<0,1	0,61	18	<0,05	<1	<0,5	65	<0,02	<0,05	390,69	0,56	1,6	2,5	<0,02
Sladinac-5m	08.07.2014.	1,1	<0,01	7,69	0,37	0,8	12,7	<0,2	<10	<0,1	0,63	19	<0,05	<1	<0,5	76	<0,02	<0,05	396,78	0,56	1,6	3,3	<0,02
Sladinac-7m	08.07.2014.	1	<0,01	7,52	0,3	0,9	11,46	<0,2	<10	<0,1	0,58	19	<0,05	<1	<0,5	250	<0,02	<0,05	404,4	0,59	1,6	3,2	<0,02
Sladinac-9m	08.07.2014.	1,1	<0,01	7,17	0,27	0,8	10,27	<0,2	<10	<0,1	0,59	18	<0,05	<1	<0,5	467	<0,02	<0,05	401,43	0,56	1,6	1,5	<0,02
Sladinac-11m	08.07.2014.	0,9	<0,01	7,03	0,21	0,8	8,54	<0,2	<10	<0,1	0,53	18	0,05	<1	<0,5	894	<0,02	<0,05	382,16	0,58	1,5	1,9	<0,02
Sladinac-13m	08.07.2014.	1	<0,01	7,33	0,31	0,8	11,29	<0,2	<10	<0,1	0,6	18	0,05	<1	<0,5	412	<0,02	<0,05	396,9	0,57	1,6	1,8	<0,02
Sladinac-15m	08.07.2014.	1,1	<0,01	6,86	1,91	0,8	7,8	<0,2	27	<0,1	0,55	17	0,21	<1	<0,5	1438	<0,02	<0,05	394,02	0,6	1,5	2,4	<0,02
Sladinac-16m	08.07.2014.	1	<0,01	6,7	0,1	1,3	7,52	<0,2	12	<0,1	0,39	19	0,06	<1	<0,5	2375	<0,02	<0,05	390,69	0,75	2	1,8	<0,02
Sladinac-1m	17.12.2014.	0,5	<0,01	3,76	2,47	0,5	3,99	<0,2	27	<0,1	0,62	7	0,09	<1	<0,5	1542	<0,02	<0,05	223,29	0,48	1,1	3,7	<0,02
Sladinac-3m	17.12.2014.	0,5	<0,01	3,88	2,45	0,5	4,01	<0,2	22	0,2	0,6	7	<0,05	<1	<0,5	1576	<0,02	<0,05	223,81	0,47	1,2	2,8	<0,02
Sladinac-5m	17.12.2014.	0,4	<0,01	3,81	2,34	0,6	4,18	<0,2	29	<0,1	0,59	7	0,09	<1	<0,5	1522	<0,02	<0,05	216,93	0,47	1,1	1,3	<0,02
Sladinac-7m	17.12.2014.	0,5	<0,01	3,63	2,13	0,6	3,95	0,2	28	<0,1	0,59	6	0,06	<1	<0,5	1547	<0,02	<0,05	211,54	0,46	1,2	1,9	<0,02
Sladinac-9m	17.12.2014.	0,5	<0,01	3,8	2,72	0,6	4,8	<0,2	29	<0,1	0,62	7	0,06	<1	<0,5	1549	<0,02	<0,05	233,2	0,54	1,4	20,9	0,03
Sladinac-11m	17.12.2014.	0,5	<0,01	3,85	2,47	0,4	4,75	<0,2	19	<0,1	0,6	7	<0,05	<1	<0,5	1441	<0,02	<0,05	232,87	0,53	1,3	3,1	<0,02
Sladinac-13m	17.12.2014.	0,5	<0,01	3,83	2,08	0,5	4,54	<0,2	20	<0,1	0,57	7	<0,05	<1	<0,5	1481	<0,02	<0,05	227,56	0,53	1,3	3,9	<0,02
Sladinac-15m	17.12.2014.	0,6	<0,01	3,95	2,28	0,5	4,71	<0,2	21	<0,1	0,6	8	<0,05	<1	<0,5	1503	<0,02	<0,05	238,01	0,55	1,4	2	<0,02

Tablica 4-11 Rezultati kemijskih analiza u uzorcima voda iznad sedimenta Baćinskih jezera.

Mjesto	Datum	Ag	Al	As	Au	B	Ba	Br	Ca	Cd	Cl	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Hg	K	Li
BJ-1	22.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	14	15,61	36	106,06	<0.05	7	<0.02	<0.5	<0.01	0,7	<10	<0.1	0,96	1,3
BJ-2	22.07.2014.	<0.05	<1	0,6	<0.05	16	18,23	39	103,98	<0.05	7	0,12	<0.5	<0.01	0,7	46	<0.1	1,05	1,3
BJ-12	22.07.2014.	<0.05	2	1	<0.05	22	20,4	87	87,7	<0.05	26	0,06	<0.5	<0.01	0,7	125	<0.1	1,6	1
BJ-14	22.07.2014.	<0.05	<1	0,6	<0.05	18	15,46	64	86,91	<0.05	22	0,03	<0.5	<0.01	0,8	17	<0.1	1,32	1
BJ-3	22.07.2014.	<0.05	1	0,7	<0.05	14	17,79	35	102,96	<0.05	6	<0.02	<0.5	<0.01	0,9	<10	<0.1	0,86	1,4
BJ-4	22.07.2014.	<0.05	<1	0,5	<0.05	15	16,14	38	104,33	<0.05	7	0,03	<0.5	<0.01	1,2	<10	<0.1	0,94	1,5
BJ-2	22.07.2014.	<0.05	<1	0,6	<0.05	16	18,23	39	103,98	<0.05	7	0,12	<0.5	<0.01	0,7	46	<0.1	1,05	1,3
BJ-6	22.07.2014.	<0.05	1	0,8	<0.05	11	11,64	34	93,98	<0.05	5	0,18	<0.5	<0.01	1,1	<10	<0.1	0,79	1,2
BJ-7	22.07.2014.	<0.05	6	5,8	0,23	187	11,81	2076	96,9	<0.05	633	<0.02	0,5	0,03	0,9	<10	<0.1	16,21	7,1
BJ-9	22.07.2014.	<0.05	2	6,2	0,14	198	10,7	2093	94,2	<0.05	649	0,03	0,6	0,03	1	<10	<0.1	16,71	7,2
BJ-9A	22.07.2014.	<0.05	9	6,8	0,21	191	12,68	2179	94,47	<0.05	678	0,05	0,7	0,02	0,6	<10	<0.1	17,02	7,4
BJ-11	22.07.2014.	<0.05	6	6,1	0,06	175	10,83	1970	91,77	<0.05	609	0,03	<0.5	0,02	0,9	<10	<0.1	15,51	6,4
BJ-15	22.07.2014.	<0.05	<1	1,2	<0.05	15	21,17	51	86,79	<0.05	15	0,15	<0.5	<0.01	0,4	1669	<0.1	1,18	1
BJ-16	22.07.2014.	<0.05	<1	1,9	<0.05	12	9,45	35	90,06	<0.05	9	<0.02	<0.5	<0.01	0,6	<10	<0.1	0,83	0,9
BJ-17	22.07.2014.	<0.05	<1	0,9	<0.05	13	11,64	35	91,81	<0.05	9	0,19	<0.5	<0.01	0,8	<10	<0.1	0,89	1,2
BJ-19	22.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	10	10,22	32	90,2	<0.05	9	<0.02	<0.5	<0.01	1,7	<10	<0.1	0,69	0,8
BJ-20	22.07.2014.	<0.05	<1	<0.5	<0.05	10	9,59	27	89,6	<0.05	6	0,29	<0.5	<0.01	2,1	<10	<0.1	0,73	1

Mjesto	Datum	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Si	Sn	Sr	U	V	Zn	Zr
BJ-1	22.07.2014.	8,74	312,04	0,4	5,78	<0.2	68	<0.1	1,47	20	<0.05	8271	0,31	605,72	0,24	0,3	1,2	<0.02
BJ-2	22.07.2014.	8,78	508,54	0,5	5,91	<0.2	125	<0.1	1,73	18	<0.05	10118	<0.05	582,6	0,24	0,3	2,2	<0.02
BJ-12	22.07.2014.	7,54	512,05	0,1	15,58	<0.2	531	<0.1	1,16	9	0,06	14972	0,48	404,16	0,18	1,1	0,9	0,04
BJ-14	22.07.2014.	7,3	329,69	0,4	12,03	<0.2	259	<0.1	0,95	11	<0.05	12174	<0.05	372,51	0,23	0,6	1,8	<0.02
BJ-3	22.07.2014.	8,66	93,15	0,5	5,87	<0.2	49	<0.1	1,4	25	0,07	7937	<0.05	577,31	0,38	0,5	1,7	<0.02
BJ-4	22.07.2014.	8,7	259,75	0,6	5,86	<0.2	57	<0.1	1,5	22	<0.05	10185	<0.05	583,36	0,29	0,9	2,8	<0.02
BJ-2	22.07.2014.	8,78	508,54	0,5	5,91	<0.2	125	<0.1	1,73	18	<0.05	10118	<0.05	582,6	0,24	0,3	2,2	<0.02
BJ-6	22.07.2014.	6,52	659,81	0,9	5,27	<0.2	11	<0.1	0,97	14	0,06	9981	<0.05	401,48	0,43	0,6	2,4	<0.02
BJ-7	22.07.2014.	55,8	34,7	0,3	402,35	<0.2	127	<0.1	5,77	36	0,06	6651	0,56	494,92	0,27	5	2,1	0,02
BJ-9	22.07.2014.	57,35	25,84	0,3	416,65	<0.2	164	<0.1	5,58	37	<0.05	6385	0,56	491,6	0,3	5,9	1,6	0,02
BJ-9A	22.07.2014.	57,5	29,39	0,2	413	<0.2	397	<0.1	5,95	22	0,06	8869	0,6	510,34	0,22	6,1	1,4	0,03
BJ-11	22.07.2014.	52,96	26,34	0,5	380,4	<0.2	115	<0.1	5,29	38	0,08	5571	0,7	468,56	0,31	5,4	1,3	<0.02
BJ-15	22.07.2014.	6,5	414,03	0,4	8,33	<0.2	644	<0.1	1,15	9	<0.05	15328	0,34	390,71	0,16	1	2,3	0,02
BJ-16	22.07.2014.	6,29	2,91	0,7	5,13	<0.2	43	<0.1	1,04	9	0,05	11920	0,05	376,88	0,22	0,5	1,7	<0.02
BJ-17	22.07.2014.	6,37	574,96	0,9	5,37	<0.2	15	<0.1	1,06	11	<0.05	13244	0,4	378,7	0,28	0,4	6,7	<0.02
BJ-19	22.07.2014.	6,21	82,78	0,7	5,73	<0.2	14	<0.1	0,73	14	<0.05	8998	<0.05	372,43	0,37	0,9	5,9	<0.02
BJ-20	22.07.2014.	6,19	984,88	0,9	3,83	<0.2	<10	<0.1	1,22	13	<0.05	7632	<0.05	374,87	0,44	0,3	2,5	<0.02

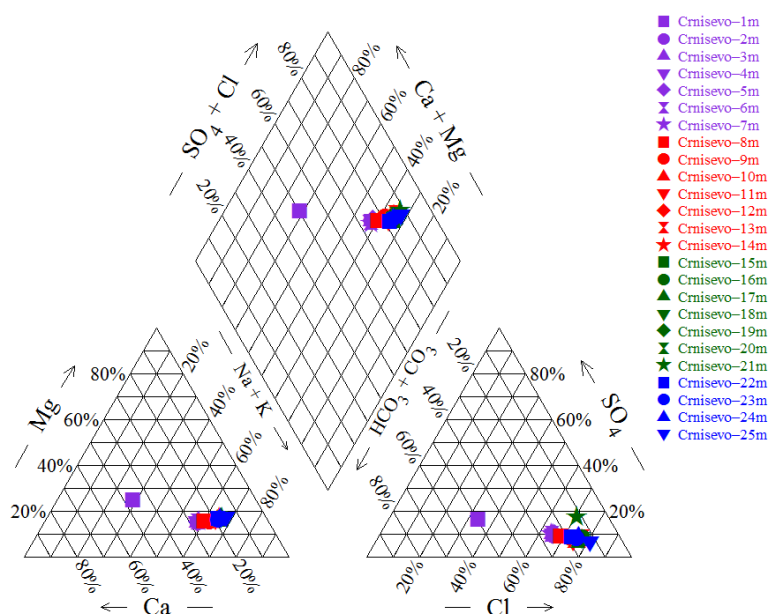
U uzorcima vode uzetih neposredno iznad sedimenta zapažaju se visoke koncentracije mangana i arsena (slika 4-18, tablica 4-11). Koncentracije cinka i bakra su niske.



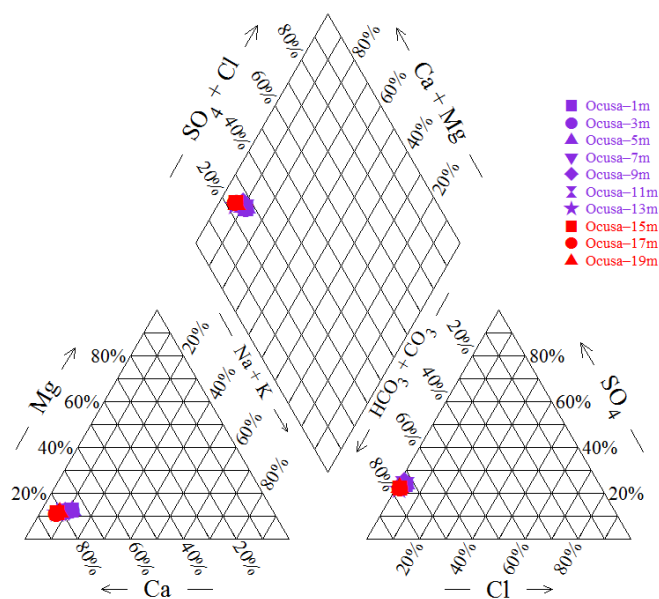
Slika 4-18 Raspodjela koncentracija arsena, bakra, cinka i mangana u uzorcima vode neposredno iznad sedimenta.

### Hidrogeokemijska obilježja jezerskih voda Baćinskih jezera

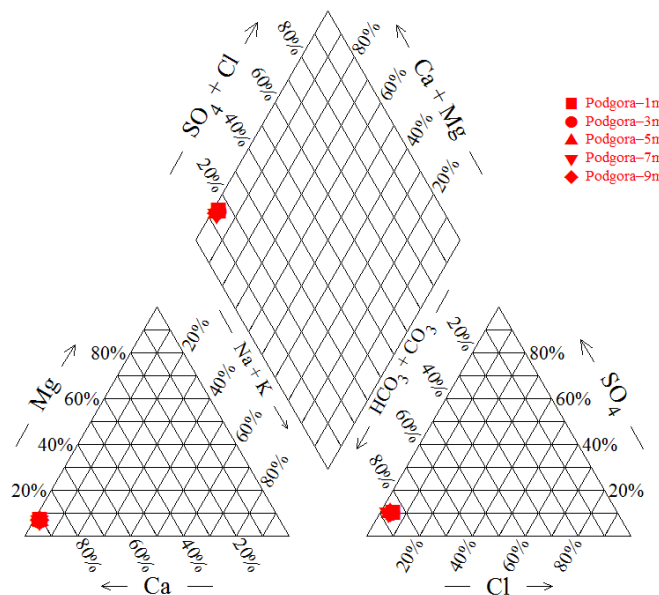
Prema svom osnovnom kemijskom sastavu vode iz jezera Crniševo pripadaju miješovitom tipu voda od CaMg-HCO<sub>3</sub>Cl tipu u plićem dijelu profila jezera do NaCaMg-ClHCO<sub>3</sub> tipu u dubljem dijelu profila jezera (slika 4-19). Vode u jezerima Očuša, Podgora, Plitko i Sladinac pripadaju Ca-HCO<sub>3</sub> tipu voda (slike 4-20, 4-21, 4-22 i 4-23). U slučaju voda u jezeru Crniševo, njihov hidrogeokemijski facijes je posljedica utjecaja otapanja karbonata (vapnenaca) u slivnom području jezera te utjecaju mora. Dok u slučaju voda iz jezera Očuša, Podgora, Plitko i Sladinac, njihov hidrogeokemijski facijes je posljedica utjecaja otapanja karbonata (vapnenaca) u slivnom području jezera. Blagi utjecaj mora, u smislu nešto povišenije koncentracije natrija i klorida koji ne dolazi do izražaja na Piperovom dijagramu uočava se u dubljem dijelu profila jezera Sladinac i Očuša za vrijeme nižih vodostaja.



Slika 4-19 Piperov dijagram voda iz jezera Crniševo.

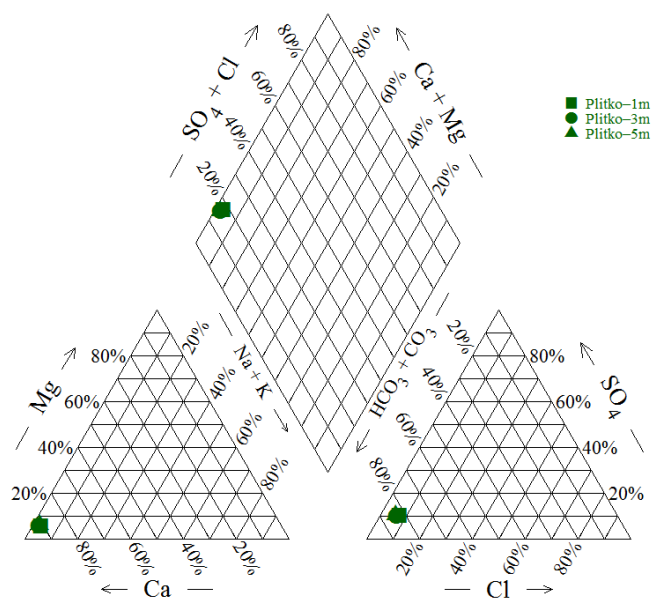


Slika 4-20 Piperov dijagram voda iz jezera Očuča.

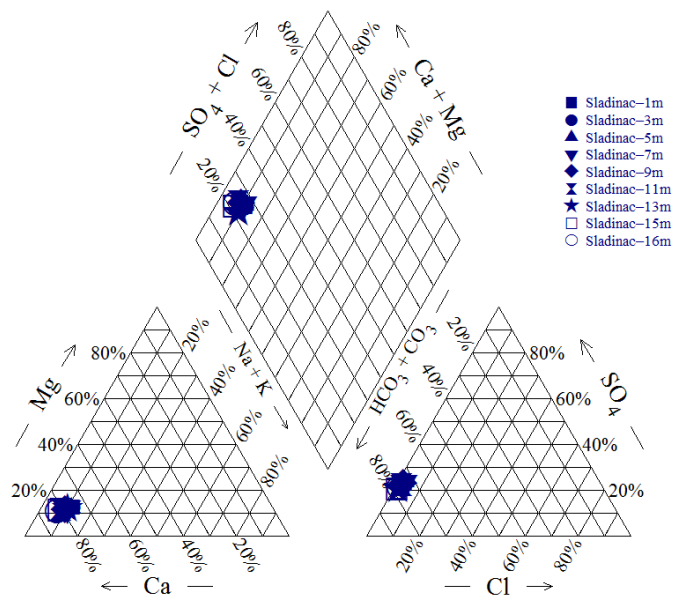


Slika 4-21 Piperov dijagram voda iz jezera Podgora.



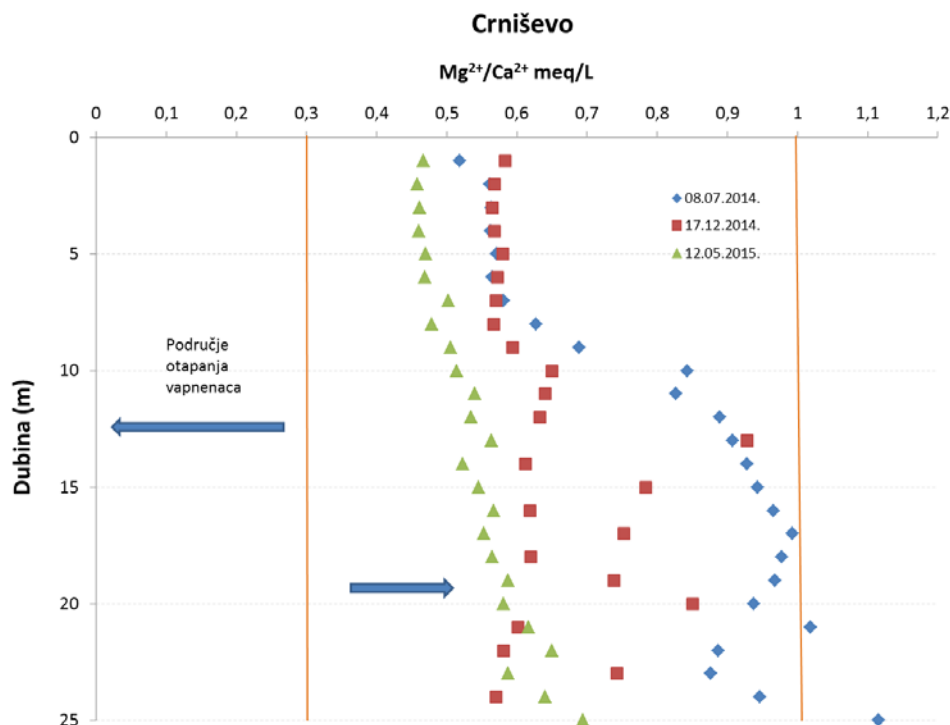


Slika 4-22 Piperov dijagram voda iz Plitkog jezera.

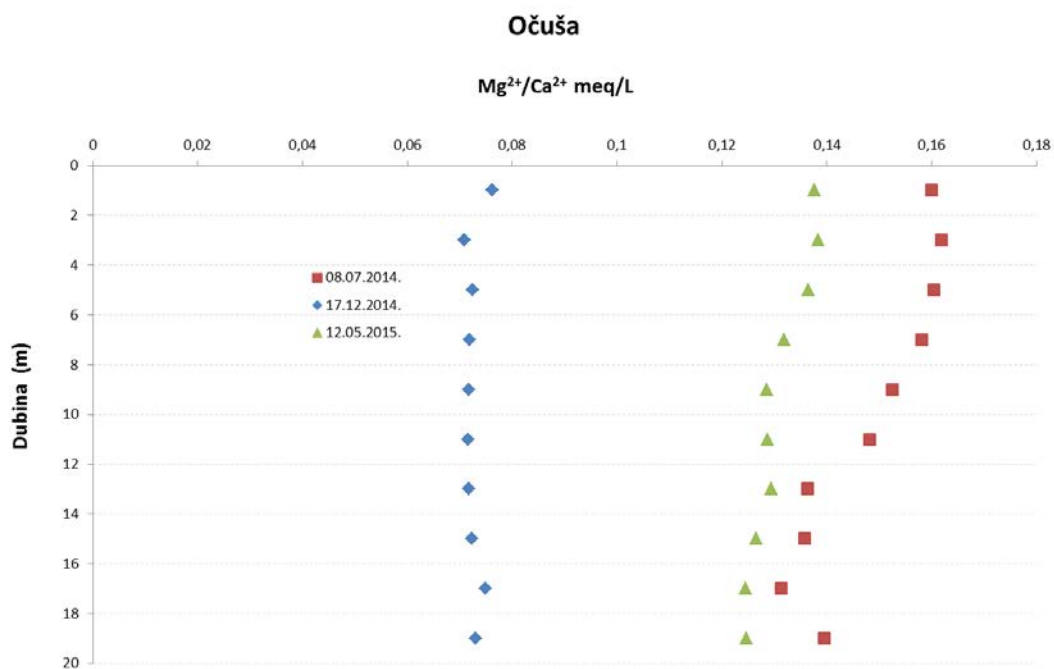


Slika 4-23 Piperov dijagram voda iz jezera Sladinac.

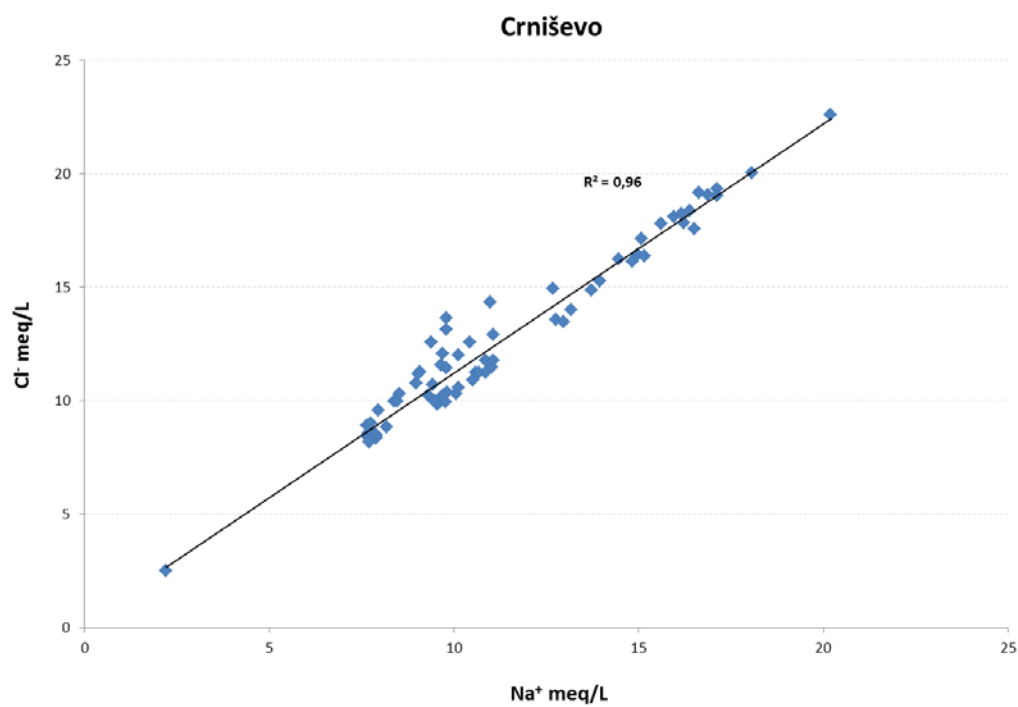
Iz omjera  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  u vodi jezera Crniševa po dubini profila (slika 4-24) vidljivo je da je duž cijelog profila, omjer veći od 0,33 što upućuje da na kemizam vode utječe otapanje dolomita. Međutim, slivno područje jezera je uglavno izgrađeno od vapnenaca, a isto tako slivno područje ovog jezera je isto kao i ostalih, a u njihovim vodama (jezero Očuša) je omjer  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  ispod 0.33 (slika 4-25) što upućuje na dominantan utjecaj otapanja vapnenca na kemijski sastav voda. Kada se поближе pogleda odnos  $Na^+/Cl^-$  i  $Na^+/Mg^{2+}$  u vodi jezera Crniševa (slike 4-36 i 4-27) vidljivo je da je izvor natrija i klorida more, a omjer  $Na^+/Mg^{2+}$  ukazuje da je izvor tj. podrijetlo magnezija isto kao i natrija – more. Stoga je visoki omjer  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  u vodi jezera Crniševa posljedica utjecaja mora. Iz slike 4-24 zapaža se da do 10 m dubine profila omjeri su nešto niži, a ispod 10 m počinju polagano rasti. Zapaža se da su omjeri nešto niži u uzorkovanim vodama u svibnju 2015., u odnosu na ljetni mjesec srpanj 2014. godine. Razlog tome je što tijekom toplijih mjeseci (običan je tada hidrološki minimum) je manja količina padalina, količina vode koje dolazi u jezera tunelom iz Vrgoračkog polja se smanji, a i izdašnost izvora koji utječu u jezera se smanji također pa je tlak slatke vode u zoni miješanja s morem manji te more više prodire u jezero. Obrnuta situacija je u hladnijim mjesecima pa more ne prodire u tolikoj količini kao u toplijim mjesecima. Međutim, ako u hladnijim mjesecima ne bude padalina odnosno i dalje je stanje hidrološkog minimuma, prodor mora će biti veći, a ne manji. Takva situacija se dogodila koncem listopada 2010. kada su uzeti uzorci voda s jezera te su tada izmjerene i najviše koncentracije klorida (tablica 4-1).



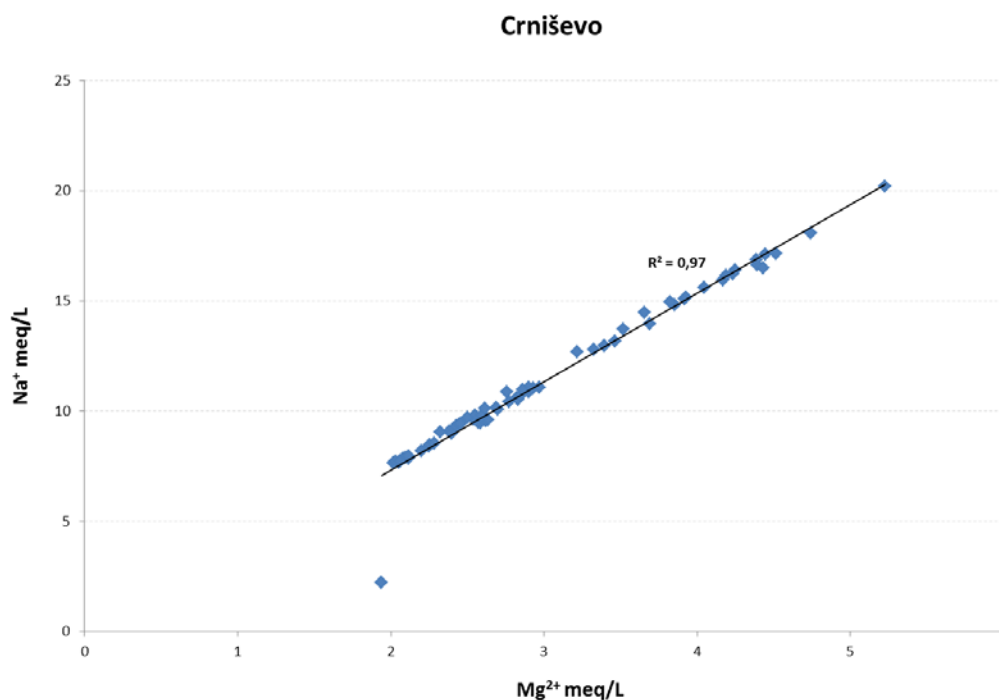
Slika 4-24 Raspodjela omjera  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  u vodi jezera Crniševa po dubini.



Slika 4-25 Raspodjela omjera  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  u vodi jezera Očuša po dubini.

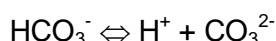
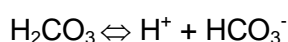
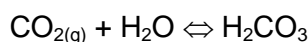


Slika 4-26 Odnos koncentracija  $Na^+/Cl^-$  u vodama jezera Crniševo po dubini.

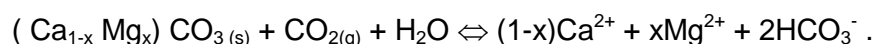


Slika 4-27 Odnos koncentracija  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$  u vodama jezera Crniševo po dubini.

S obzirom da je riječ o karbonatnom sustavu, kemijske reakcije koje su nazočne prilikom otapanja karbonatnih minerala su kombinacija hidrolize i disocijacije. Minerali kalcita i dolomita se teško otapaju u vodi, ali mogu ući u otopinu samo u prisutnosti ugljične kiseline ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) (Dimitrijević, 1988). Izvori kiselosti na području istraživanja su ugljični dioksid ( $\text{CO}_2$ ) iz atmosfere (vrijednost  $\log p\text{CO}_2 = -3.5$ ), te ugljični dioksid koji nastaje raspadom organske tvari i respiracijom biljaka i mikroorganizama. Količina otopljenih minerala ovisit će o parcijalnom tlaku  $\text{CO}_2$ , tj. o topljivosti  $\text{CO}_2$  u vodi jer povećanjem parcijalnog tlaka ugljičnog dioksida raste i njegova topljivost te se povećava količina ugljične kiseline, što dovodi do boljeg otapanja navedenih minerala (Stumm & Morgan, 1996). Reakcije otapanja  $\text{CO}_2$  u vodi, stupnjevi disocijacije ugljične kiseline obično se prikazuje sljedećim relacijama:



Otapanje karbonatnih minerala (kalcita i dolomita) prikazuje sljedećom jednačinom:



No, kada iz nekog razloga dođe do smanjenja parcijalnog tlaka  $\text{CO}_2$  dolazi do smanjenja i njegove topljivosti i tada je moguće da se odvija suprotna reakcija – taloženje karbonatnih minerala. Mjera koja služi kao pokazatelj promjene ravnotežnih uvjeta između krute

(karbonatnih minerala) faze i tekuće (vode) faze zove se indeks zasićenosti vode. Indeks zasićenosti za određenu mineralnu fazu (SI- saturation indeks) izračunava se iz izraza:

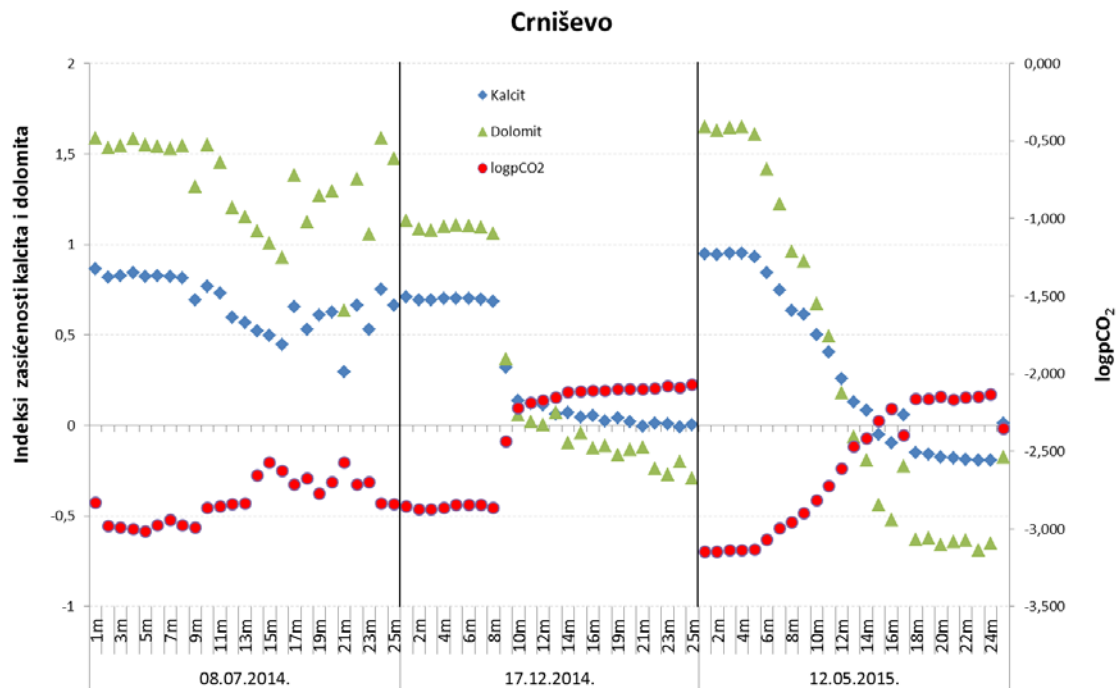
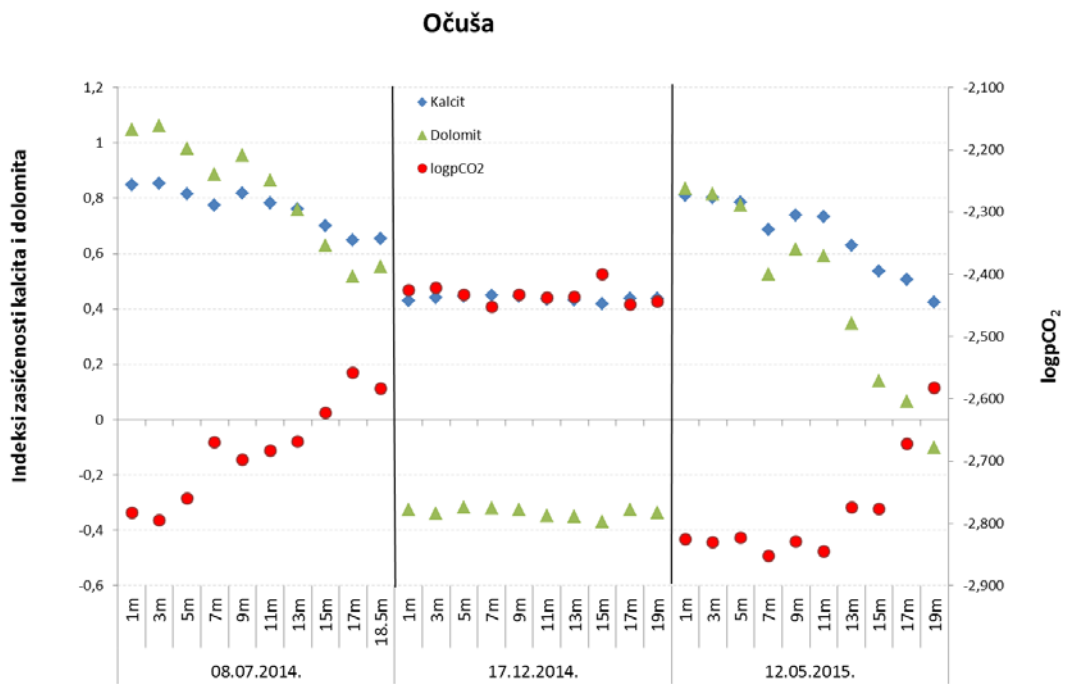
$$SI_{\text{minerala}} = \log (IAP/K_{sp})$$

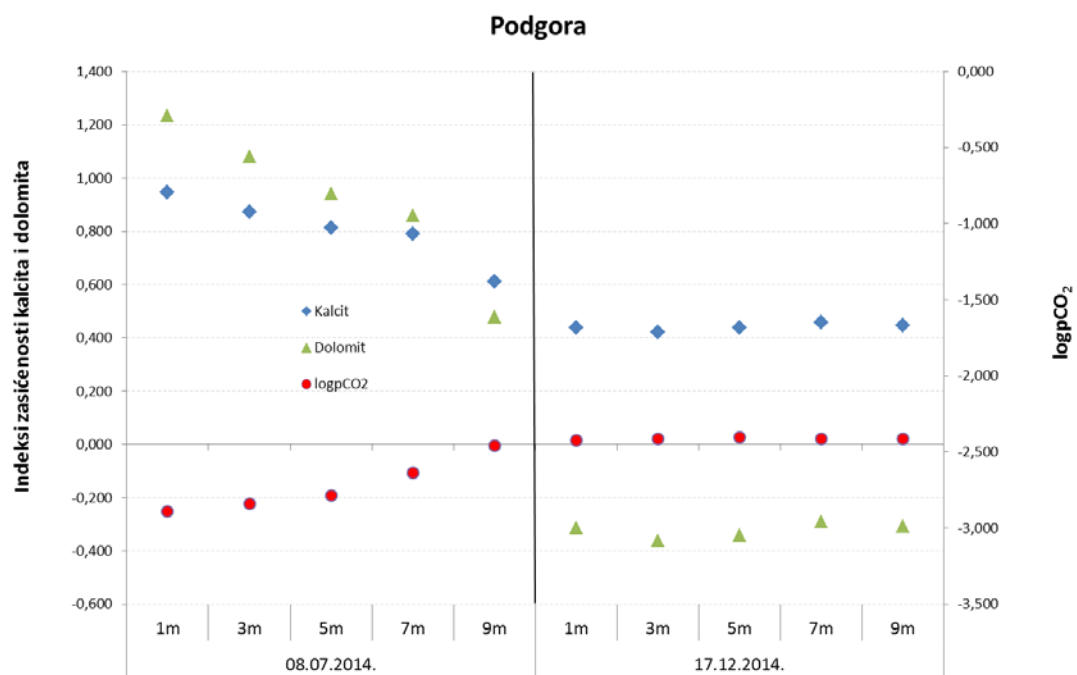
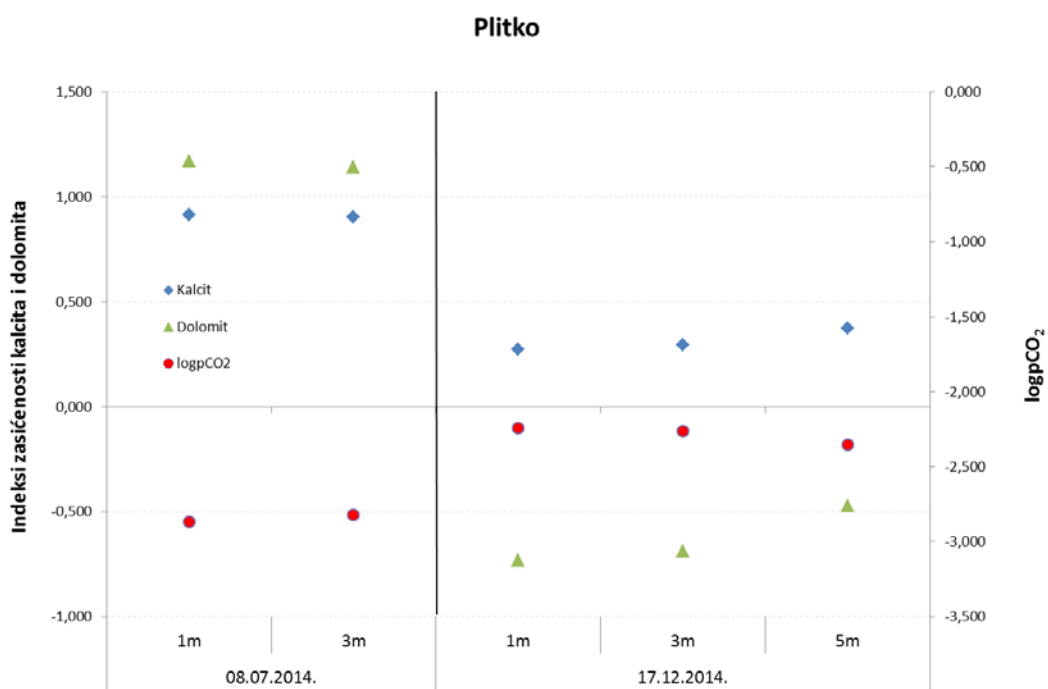
gdje je: IAP- produkt ionskog aktiviteta ( eng. ionic activity product);  $K_{sp}$ - produkt topljivosti.

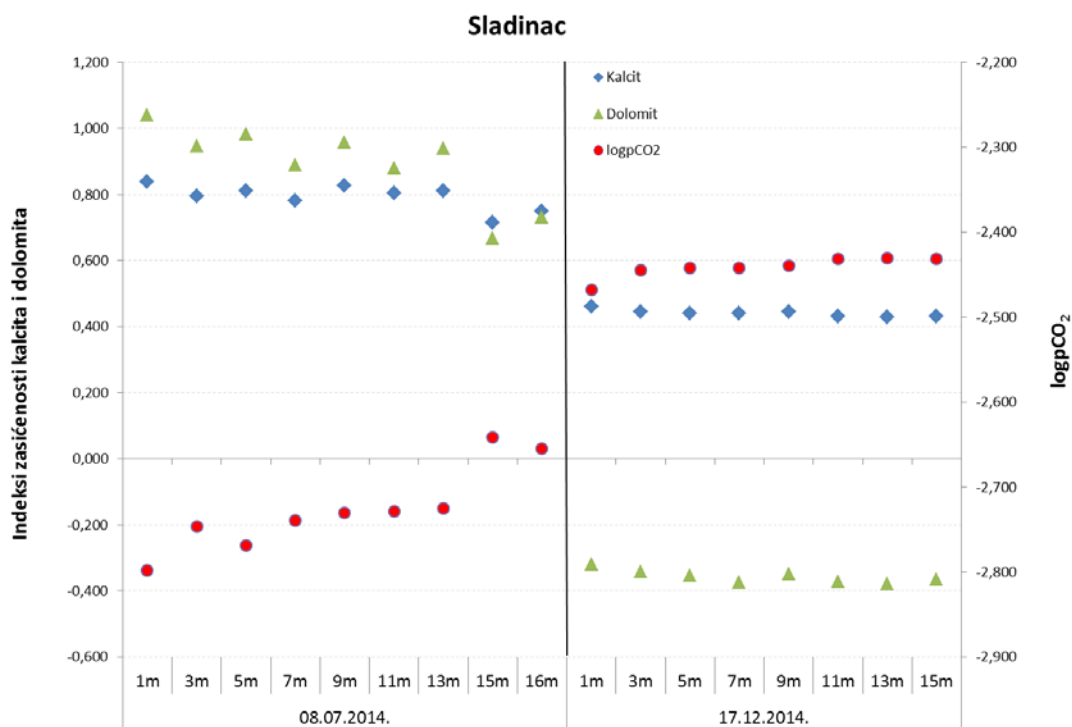
Ako je indeks zasićenosti negativan, tada je voda nezasićena u odnosu na specifičnu mineralnu fazu i ta se faza dalje otapa u vodi, a ako je indeks zasićenosti pozitivan, onda je voda zasićena u odnosu na specifičnu mineralnu fazu i može doći do taloženja tog specifičnog minerala. No, ako je indeks zasićenosti jednak nuli, to znači da postoji termodinamička ravnoteža između vode i krute faze (specifične mineralne faze). Iz rezultata dobivenih kemijskim analizama izračunati su parcijalni tlak  $CO_2$ , indeksi zasićenosti kalcita i dolomita pomoću geokemijskog modela ravnoteža masa NETPATH\_WIN (El-Kadi et al., 2010).

Iz slika 4-28, 4-29, 4-29, 4-30, 4-31, 4-32 je vidljivo da parcijalni tlak  $CO_2$  u vodama motrenih jezera je veći nego parcijalni tlak  $CO_2$  u atmosferi. Isto tako, u vodama svih jezera uočeno je da je parcijalni tlak  $CO_2$  u vodama uzetih u prosincu 2014. (hladniji mjesec) veći u odnosu na parcijalni tlak  $CO_2$  vodama uzetih u toplijim mjesecima (srpanj 2014, svibanj 2015.). Također, zapaženo je da u plićem dijelu profila jezera Crniševa, Podgore te cijelom profilu Plitkog jezera, parcijalni tlak  $CO_2$  je vrlo blizak onom u atmosferi tijekom toplijih mjeseci. Najniže vrijednosti su zabilježene u dubljem dijelu profila u jezeru Crniševu, zatim slijede dublji dijelovi profila u jezerima Očuša, Plitko, Podgora i Sladinac u prosincu 2014. Ovakva distribucija parcijalnog tlaka  $CO_2$  u motrenim jezerskim vodama su posljedica utjecaja temperature vode (viša temperatura vode dovodi do otplinjavanja plina iz vode pa se tlak smanjuje a niža temperatura vode dovodi do obrnutog procesa); količini organske tvari koja se ragađuje u jezeru; aktivnosti mikroorganizama i biljaka.



Slika 4-28 Indeksi zasićenosti kalcita i dolomita te parcijalni tlak CO<sub>2</sub> u vodi jezera Crniševno.Slika 4-29 Indeksi zasićenosti kalcita i dolomita te parcijalni tlak CO<sub>2</sub> u vodi jezera Očuša.

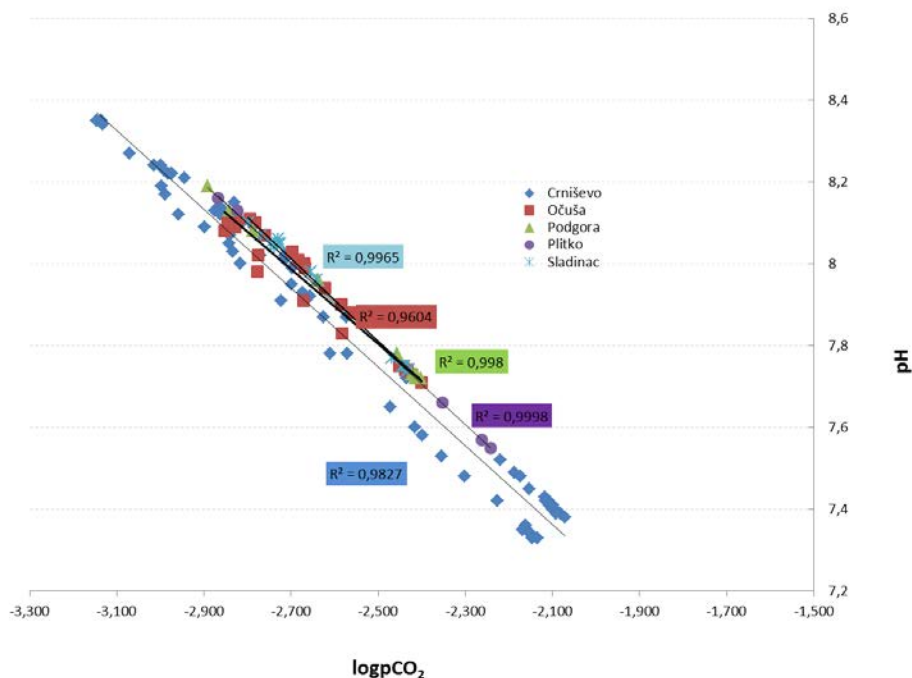
Slika 4-30 Indeksi zasićenosti kalcita i dolomita te parcijalni tlak CO<sub>2</sub> u vodi jezera Podgora.Slika 4-31 Indeksi zasićenosti kalcita i dolomita te parcijalni tlak CO<sub>2</sub> u vodi jezera Plitko.



Slika 4-32 Indeksi zasićenosti kalcita i dolomita te parcijalni tlak CO<sub>2</sub> u vodi jezera Sladinac.

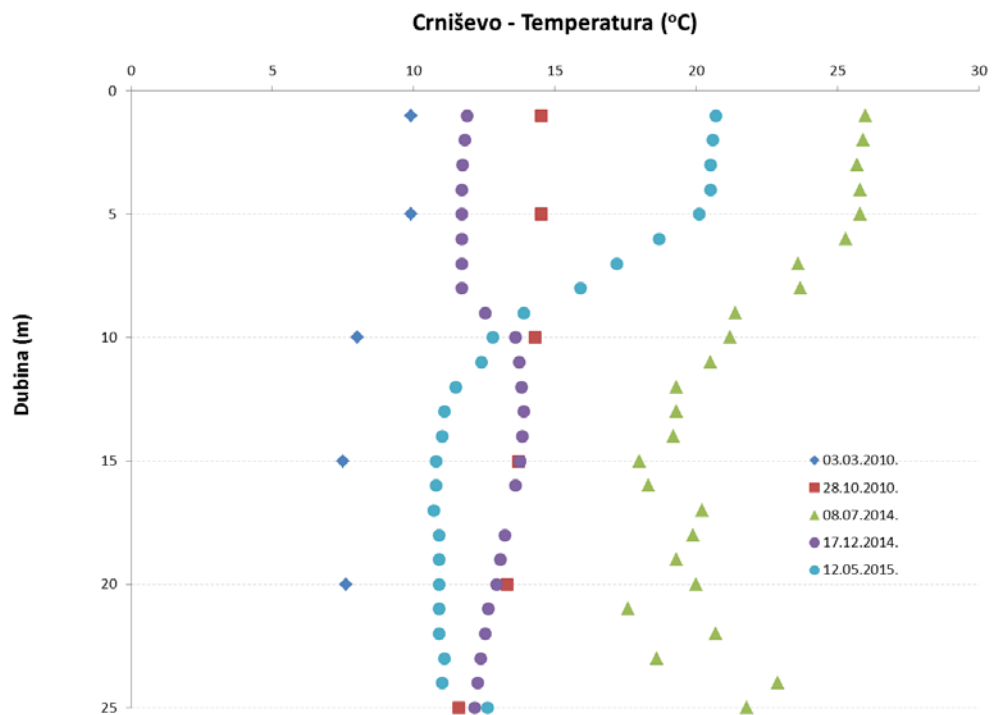
S obzirom da o parcijalnom tlaku CO<sub>2</sub>, tj. o topljivosti CO<sub>2</sub> u vodi ovisi da li će se karbonatni minerali otapati u vodi ili možda izluživati iz vode, u skladu su indeksi zasićenosti s parcijalnim tlakom CO<sub>2</sub> (slike 4-28, 4-29, 4-29, 4-30, 4-31, 4-32). Zapaža se da kada je tlak veći dolazi do otapanja, a kada se tlak smanji, voda je obogaćena dovoljno s karbonatnim mineralima te indeksi ukazuju na zasićenje pa kada se stvore povoljni uvjeti može doći do njihovog izluživanja iz vode. Najviše vrijednosti indeksa zabilježene su u vodi jezera Crniševa u srpnju 2014., a u svibnju 2015. na istom profilu se vidi jako dobro razlika između plićeg i dubljeg dijela profila. Ovakva razlika između plićeg i dubljeg dijela se zapaža još po profilu u jezeru Očuša, dok je u drugim jezerima distribucija indeksa po profilima ujednačena.

Osim na topljivost minerala parcijalni tlak CO<sub>2</sub> u vodama motrenih jezera uveliki utječe na pH-vrijednosti motrenih jezerskih voda. Iz slike 4-33 vidljivo je da u vodama svih jezera na promjenu pH-vrijednosti isključivo ima utjecaj količina otopljenog plina CO<sub>2</sub> u vodi. Što je veća količina otopljenog plina CO<sub>2</sub> u vodi niža će biti vrijednost pH. Najniže vrijednosti pH su izmjerene u duljem dijelu profila u jezeru Crniševu.

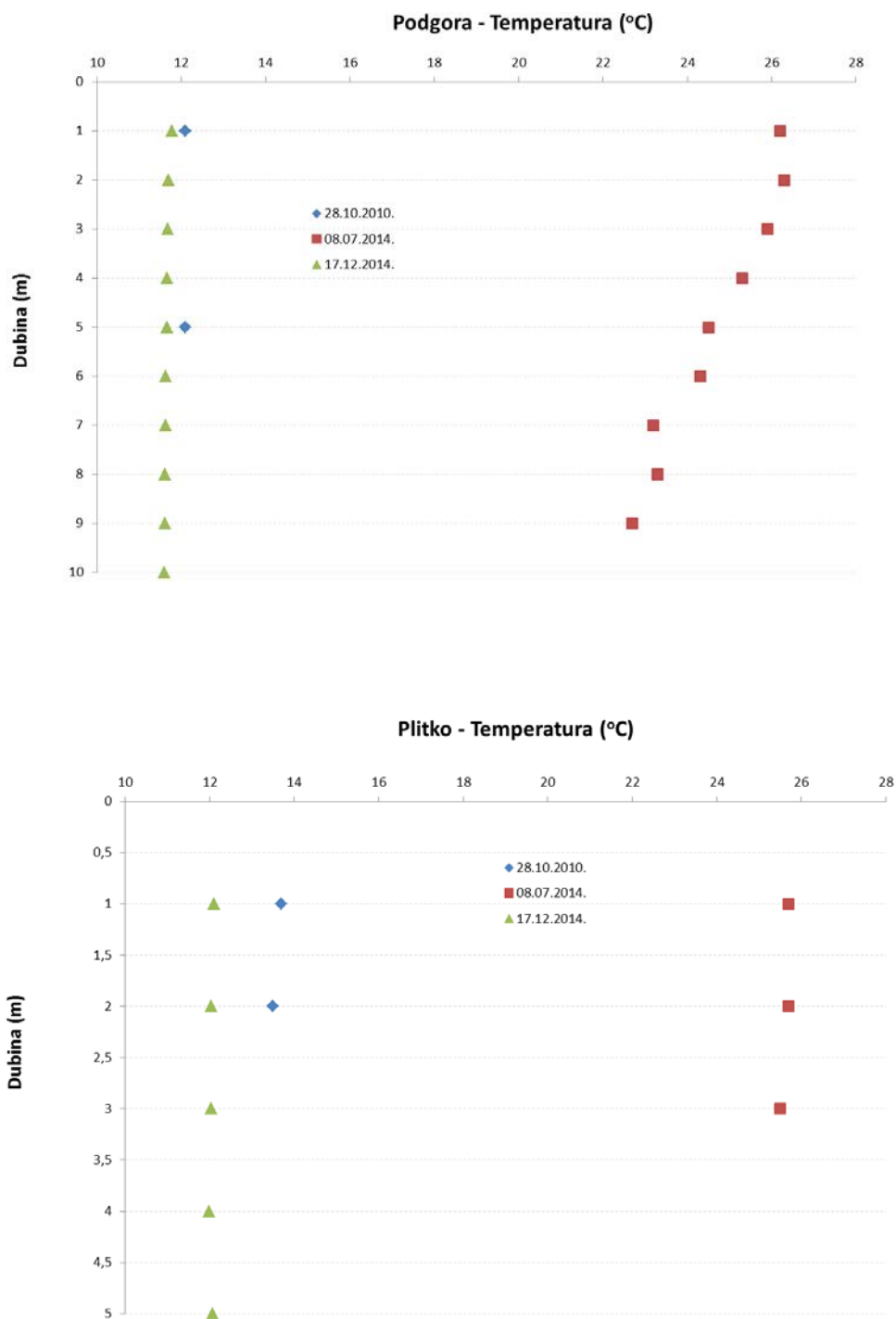


Slika 4-33 Zavisnost pH o količini otopljenog plina CO<sub>2</sub> u vodi.

Temperaturna stratifikacija je različita u Baćinskim jezerima. U jezeru Crniševo i Očuši uočava se temperaturna stratifikacija dimiktičnog jezera, u kojem se ljeti toplija voda nalazi bliže površini, a hladna i teža voda pri dnu, dok je zimi obrnuto, hladnija voda je bliže površini, a toplija bliže dnu. To znači da do cirkulacije vode dolazi 2 puta godišnje (proljeće i jesen). Ostala jezera pokazuju karakteristike monomiktičnih jezera, u kojima je toplija voda bliže površini tijekom ljetnih mjeseci i pokazuju blagu temperaturnu stratifikaciju, a tijekom zimskih mjeseci vlada temperaturna izotermija odnosno nema termalne stratifikacije. Takva jezera imaju jedan period cirkulacije godišnje (zimi). U Plitkom jezeru, koje je duboko 5 m, stratifikacije nema niti u ljetnom mjesecu. U svim motrenim profilima temperature vode su više tijekom ljeta nego zimi. Zapaža se u jezeru Crniševu po profilu da su u prosincu 2014. godine temperature bile više u dubljem dijelu profila nego u plićem što ukazuje na stvaranje termoklina, dio u stupcu vode u kojem nema miješanja.

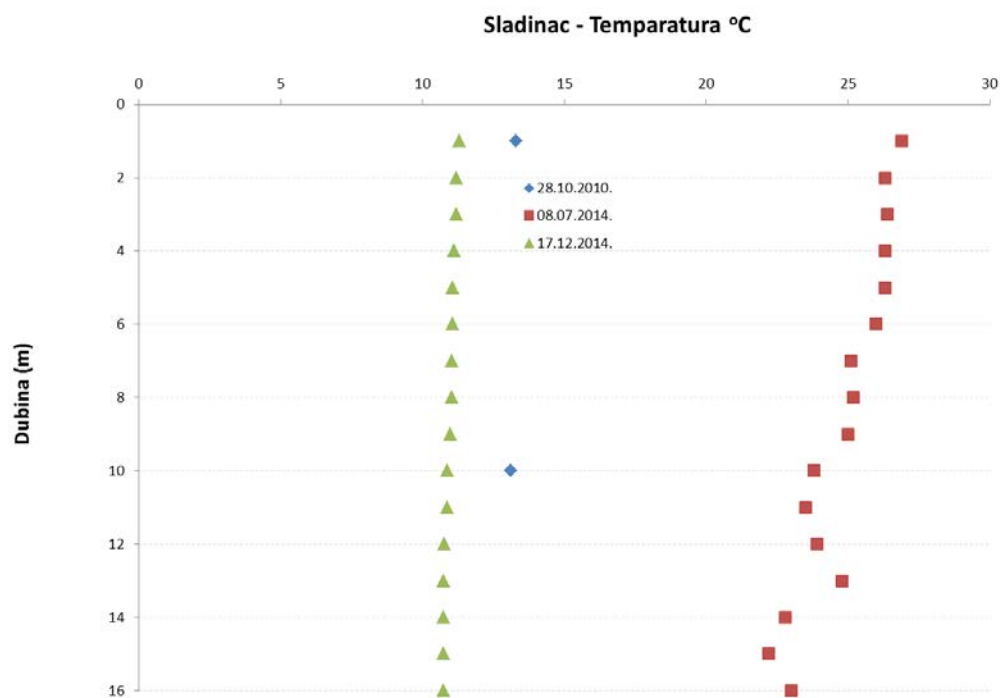


Slika 4-34 Raspodjela temperature u jezerskim vodama Crniševa i Očuča.



Slika 4-35 Raspodjela temperature u jezerskim vodama Podgore i Plitkog jezera.

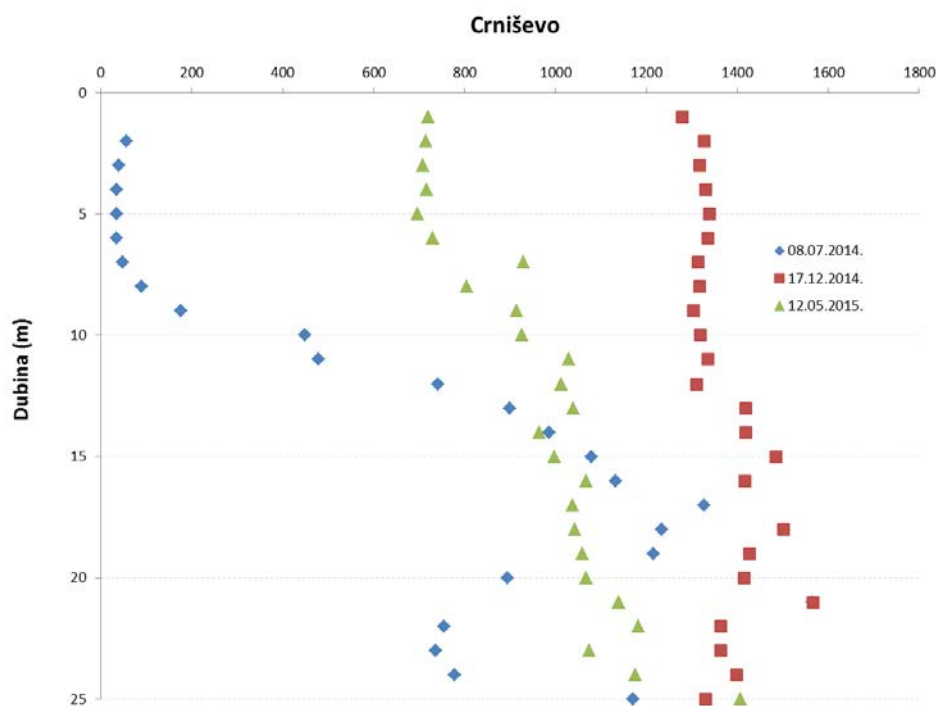




Slika 4-36 Raspodjela temperature u jezerskim vodama Sladinca.

### Ostali interesatni pokazatelji

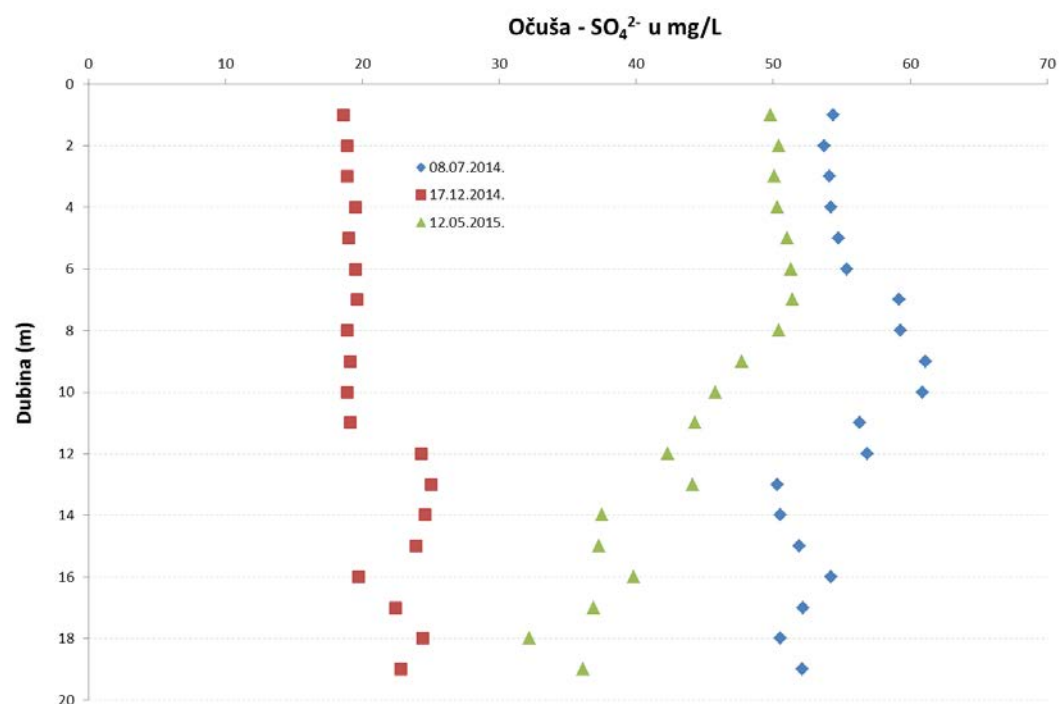
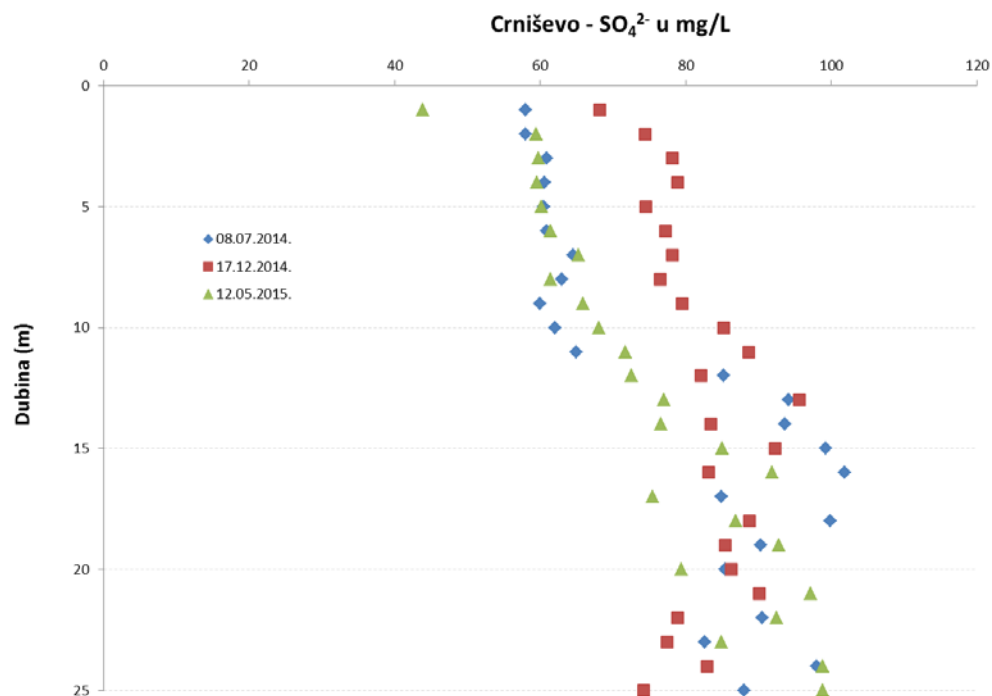
U vodama jezera (na slici 4-37 prikazana je samo raspodjela u jezeru Crniševo) pojavljuje se otopljen silicij u vodi. U slivnom području jezera ima izvora silicijskih minerala, međutim njihovo trošenje je vrlo dugotrajni proces te silicij u vodi ne može biti posljedica trošenja. Izvor silicija u vodi su silicijski mikroorganizmi – dijatomeje, koji su vrlo sitni i prolaze kroz filter, a zakiseljavanjem uzorka se razgrade. Količina silicija varira s obzirom na godišnje doba i njihov životni ciklus.



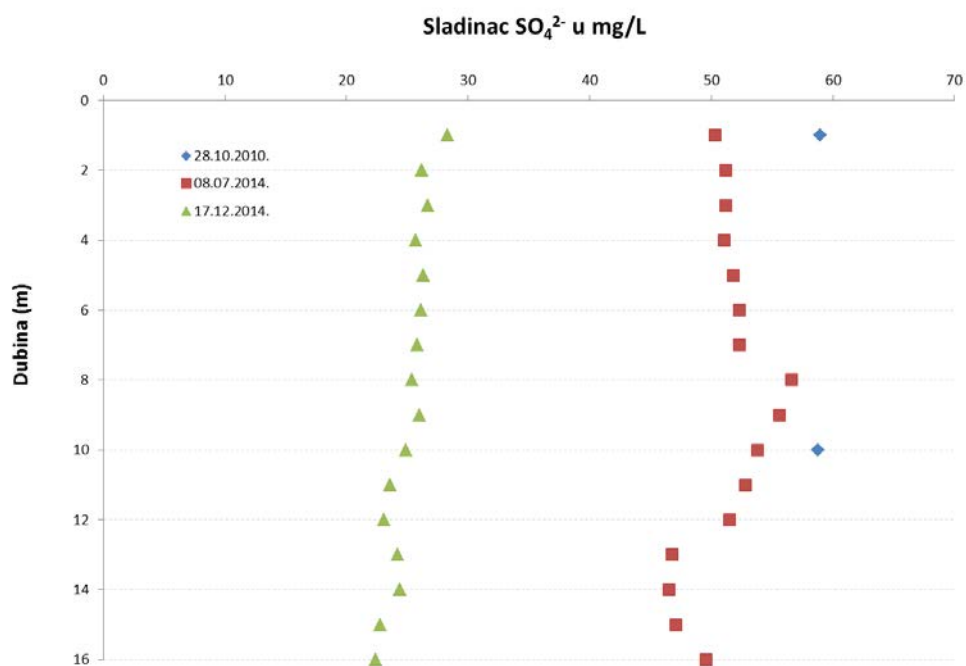
Slika 4-37 Raspodjela silicija po profilu u jezeru Crniševo.

U vodama jezera je zanimljiva i distribucija koncentracije sulfata. Koncentracije sulfata variraju od 15 do 235,6 mg/L (tablice 4-1, 4-2, 4-5, 4-6 i 4-7). Izvori sulfata mogu biti dvojaki: antropogeni i prirodni. Antropogeni izvori su: poljoprivredne površine i otpadne vode. Na poljoprivrednim površinama koriste se zaštitna sredstva koji u sebi sadržavaju sumpor te oksidacijom navedenog spoja u vodenom mediju nastaju sulfati. U Vrgoračkom polju postoje poljoprivredne površine koje se tretiraju s navedenim sredstvima, međutim trenutna uporaba navedenih sredstava je puno manja nego u prošlosti te se poljoprivreda može isključiti kao potencijalni izvor. Isto tako, da su ta sredstva izvor sulfata morale bi biti povišene koncentracije bakra u vodi, a one su vrlo niske. Međutim, otpadne vode iz kućanstva koje okružuju jezera ne treba isključiti kao izvor. No, najveći izvor sulfata u vodi jezera je najvjerojatnije prirodni. U jezeru Crniševo je najveći izvor sulfata more, zatim organska tvar, te tunelom iz Vrgoračkog polja dolazi voda u kojoj također ima povišenih koncentracija sulfata jer se u površinski tok utječu izvori u čijem slivnom području se nalaze gipsevi. Slišković et al., 1998 i Slišković & Marković, 2002 dokazali su da kao izvor sulfata u okruženju jezera su gipsevi. U jezeru Crniševo po dubini profila koncentracija sulfata se

povećava tijekom toplijih mjeseci, a smanjuje u hladnijim (slika 4-38a). U ostalim jezerima (uzet su za primjer Očuša i Sladinac) tijekom hladnijih mjeseci koncentracije su ujednačene po motrenom profilu, a tijekom toplijih mjeseci blago se smanjuju po profilu (slika 4-38b, 4-39).



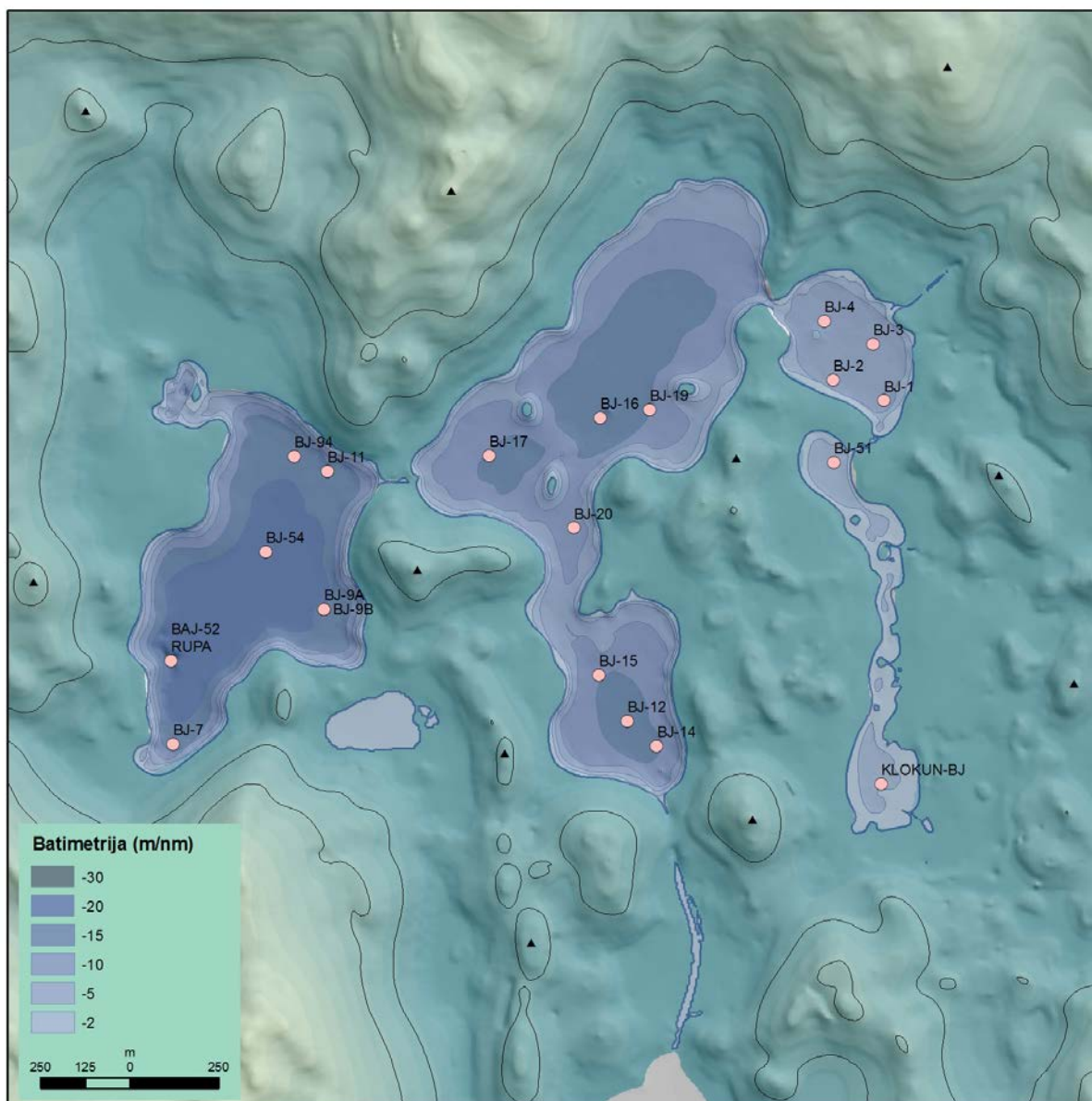
Slika 4-38 Raspodjela sulfata u motrenim jezerskim vodama a) Crniševa i b) Očuše.



Slika 4-39 Raspodjela sulfata u motrenim jezerskim vodama Sladinca.

#### 4.2. Rezultati karakterizacije površinskih sedimenata (kratke jezgre)

Površinski sedimenti, koji su uzorkovani gravitacijskim korerom, dugi su između 15 i 45 cm. Od ukupno 35 uzorkovanih kratkih jezgara, 19 jezgri sedimenata kemijski je analizirano (slika 4-40). Kratke jezgre poslužile su za analizu recentnog sedimenta i na temelju provedenih analiza i datiranja dugačkih jezgri te na temelju zabilježenih promjena u sastavu sedimenata većim dijelom obuhvaćaju razdoblje od posljednjih 100 do 150 godina. U jezeru Crniševo uočena je pojava laminiranih sedimenata u prvih 15-ak cm jezgre sedimenata.



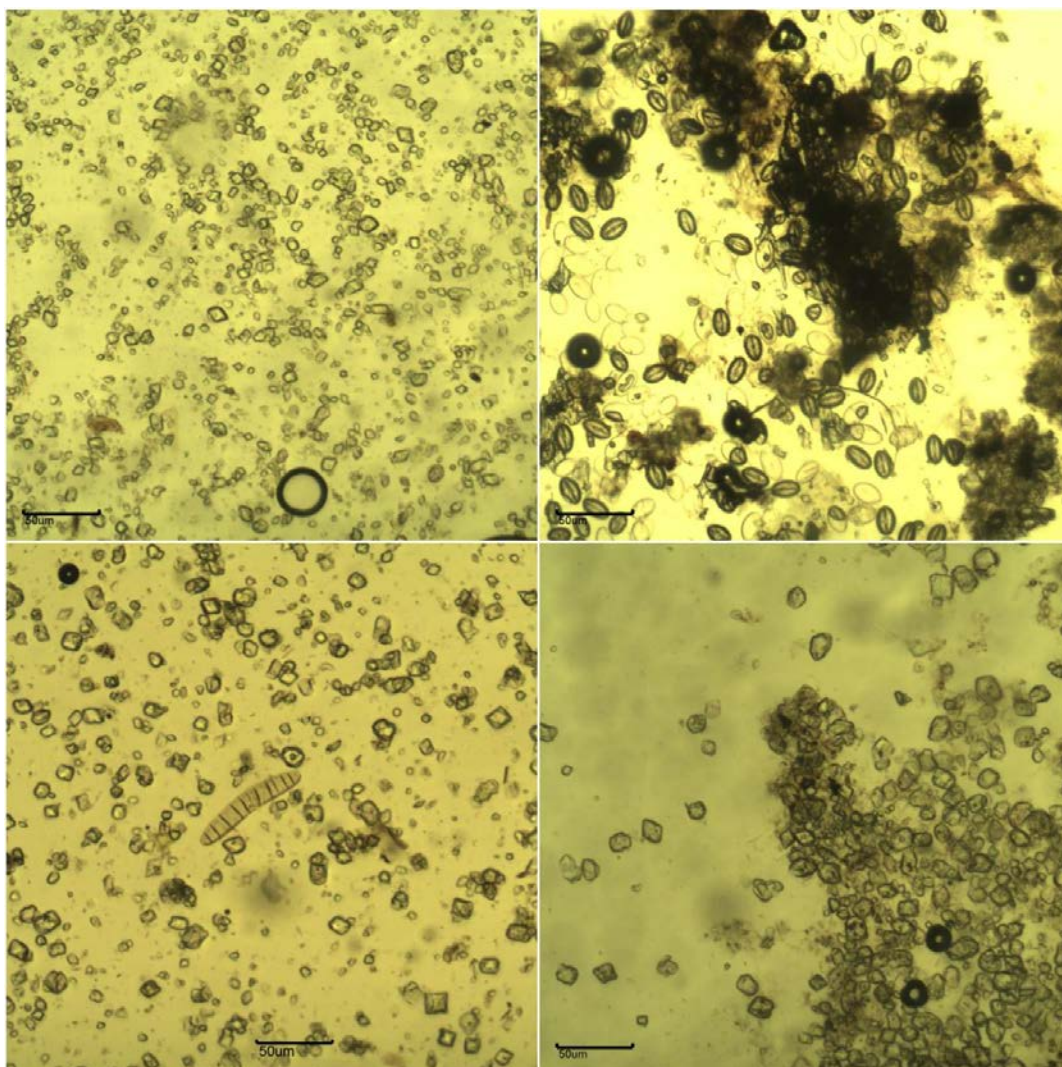
Slika 4-40 Točke uzorkovanja analiziranih kratkih jezgri iz Baćinskih jezera.



#### 4.2.1. Rezultati mikrofiziografske analize rastresitih sedimenata

Analiza razmazanih preparata petrografskim mikroskopom pokazala je većinski karbonatni sastav sedimenta. Kristali kalcita čine najveći dio svih ispitanih preparata. Kristali su mali, veličine od svega nekoliko, do najviše 15-ak  $\mu\text{m}$ . Različitih su oblika, a nepravilni kristali prevladavaju nad pravilno razvijenim romboedrima.

Organska tvar uočena je u većini preparata, a poglavito u onima izrađenim od tamnijih dijelova varvi, dok se preparati svijetlijih dijelova varvi sastoje većinom isključivo od kalcita. Organska tvar se najčešće prožima s kristalima kalcita ili čini zasebne nakupine. Uzorci su uzimani na dubini 10-15 mm, a izrađen je preparat za svaku pojedinačnu varvu na toj dubini, pa broj preparata označava redni broj varve. Važno je napomenuti prisutnost dijatomeja u preparatima BJ-10\_1 i BJ-10\_8.



Slika 4-41 Preparati odabranih uzoraka iz BJ-10\_10-15 mm: gornji red l-d: 2 - mnogobrojni kristalići kalcita različitih oblika; 1 - dijatomeje uz mnogo organske tvari; donji red l-d: 16 - nepoznati organizam među kristalićima kalcita; 7 – nakupina kristala kalcita.



#### 4.2.1.1. Opis laminiranih sedimenata iz jezera Crniševa

Laminirani sedimenti analizirani su u jezgri BJ-54. Jezgra se sušila u liofilizatoru, te je potom natopljena u epoksi smolu koja je stvrdnula sediment (slika 4-42) i iz njega je napravljen mikroskopski preparat koji je analizan pod lupom. Također je prvih 10 cm jezgre skenirano (slika 4-43). Laminirani sedimenti nazivaju se varvama kada se taloženje različitog materijala odvija unutar jedne godine. Varve su najčešće par svijetlih i tamnih slojeva sedimenta koje odgovaraju jednoj godini. Analizom varvi mogu se dobiti vrlo precizni podaci o promjenama okolišnih uvjeta u jezeru (temperature, vegetacije, eutrofikacije i antropogenog utjecaja).

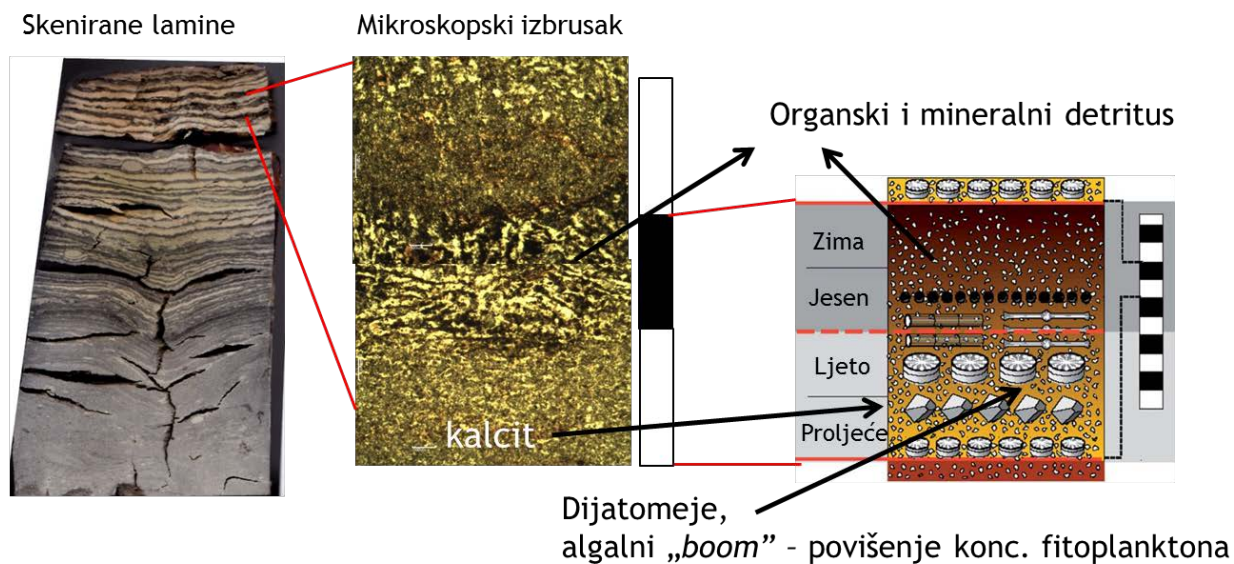


Slika 4-42 Stvrdnuta jezgra laminiranih sedimenata iz Crniševa.

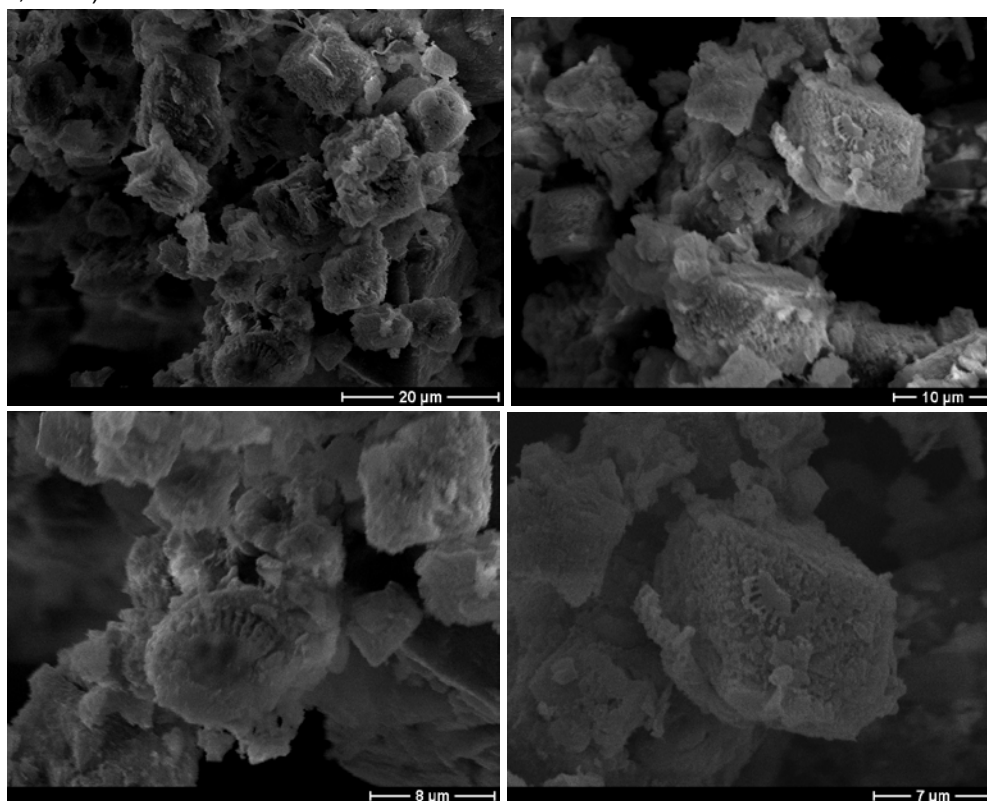
Krška jezera saturirana su Ca ionima odnosno voda je „tvrda“, te se kalcit taloži iz vode. Taloženje kalcita pospješuje manjak  $\text{CO}_2$ , do čega dolazi zbog fotosinteze (alge i vodeno bilje ga koriste), pri čemu raste pH vode. Također visoka temperatura potiče taj proces. Što je jezero produktivije, taloži se više karbonata. Nasuprot toga, raspad organske tvari dovodi do stvaranja  $\text{CO}_2$  i može dovesti do otapanja kalcita, te je udio kisika u vodi vrlo nizak (anoksija).

Svjetle lamine u laminiranim sedimentima Crniševa sastoje se od kalcita, koji se taloži u proljeće/ljeto, dok se tamne lamine sastoje od organskog materijala, taloženog u jesen/zimu. Svjetle lamine široke su oko 2 mm i deblje su od tamnih, koje imaju debljinu manje od 0,5 mm. Endogene varve karakteriziraju taloženje minerala iz stupca vode, u ovom slučaju, kalcita, te prema tome laminirane sedimente u Crniševu, možemo zvati endogene kalcitne varve. Povišena temperatura u proljeće/ljeto i algalni „bloom“ uzrokuju taloženje kalcita i

pojavu „bijeljenja“ jezera tijekom ljetnih mjeseci, dok tijekom zimskih mjeseci dolazi do anoksije pri dnu vodenog stupca, što je vidljivo pri analizama jezerske vode po dubini. Početak laminiranih sedimenata označilo je početak izmjene oksičnog i anoksičnog stanja u jezeru Crniševo. Gornjih 5 cm sedimenta sadrži oko 110 lamina, što znači da je početak anoksije u jezeru Crniševu započeo prije oko 55 godina.



Slika 4-43 Prikaz laminiranih sedimenata iz jezera Crniševo, skenirane lamine, mikroskopski izbrusak snimljen lupom te opis pojave svjetlih i tamnih lamina tijekom godine (crtež modificiran prema Zolitschka, 2007).



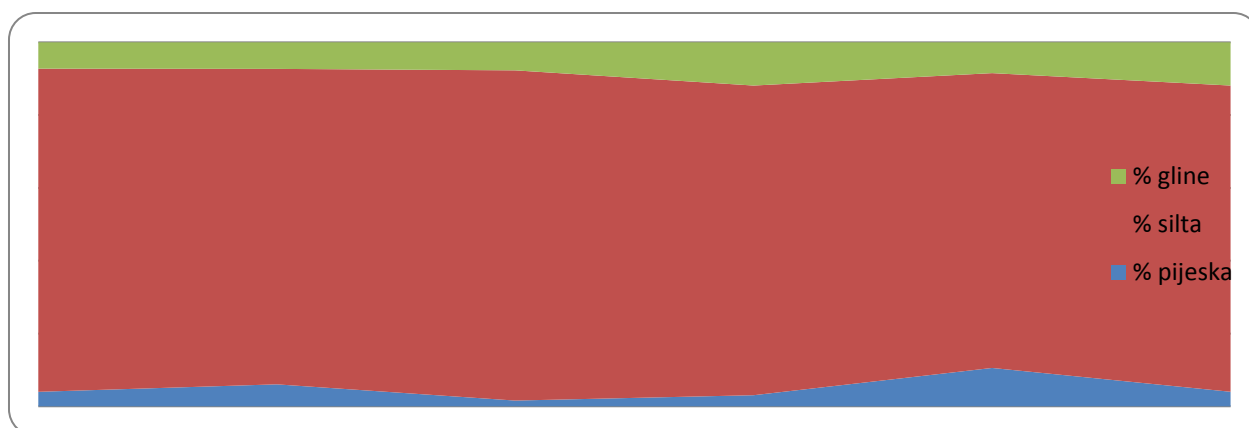
Slika 4-44 SEM snimke laminiranih sedimenata iz jezgre BJ-54 iz Crniševa - endogeni kalcit i dijatomeje.

#### 4.2.2. Rezultati granulometrijske analize

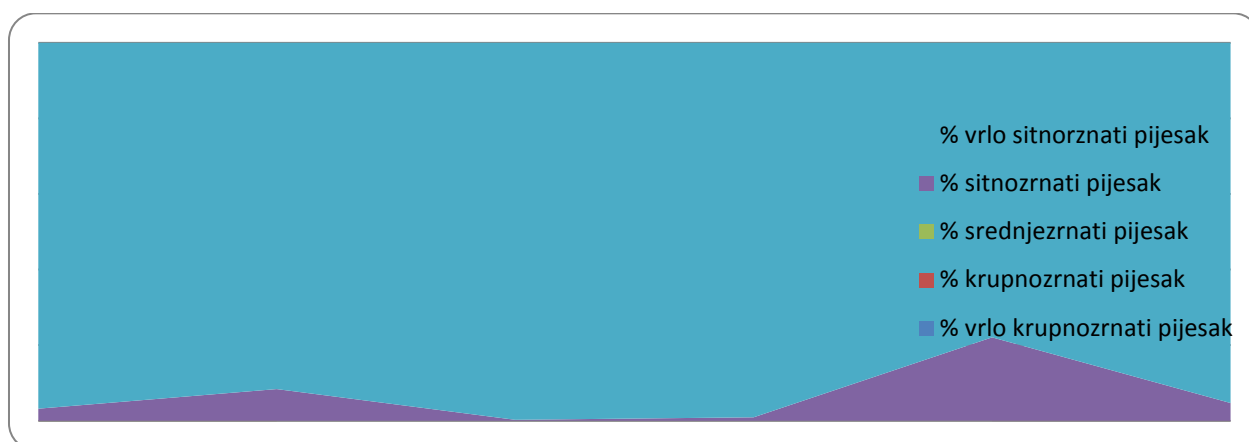
Na jezgri BJ-10 (Crniševo), učinjeno je šest granulometrijskih analiza. Silt prevladava u svim ispitanim uzorcima, a od 10-15 mm doseže čak 90,7% -tni udio. Podređeno se javljaju glina i pijesak, gdje udio pijeska varira, a najviše ga ima u uzorku 45-55 mm, koji sadržava najstarije varve, dok udio gline generalno raste sa dubinom, a najviše je ima u 105-115 mm, gdje varve u potpunosti izostaju. Frakcije silta donekle su ravnomjerno raspoređene, no ipak su u nešto većoj mjeri prisutni srednje- i krupnozrnati silt od sitnozrnatog. Najmanje ima vrlo sitno- i vrlo krupnozrnatog silta. Pijesak je u većini vrlo sitnozrnati, s značajnijim povećanjem udjela sitnozrnatog pijeska od 45-115 mm sa najstarijim varvama. Udjeli pojedinih frakcija prikazani su grafički na slikama 4-45., 4-46. i 4-47., i brojčano u tablici 4-12.

Tablica 4-12 Udjeli analiziranih frakcija u jezgri BJ-10 izraženi u postocima.

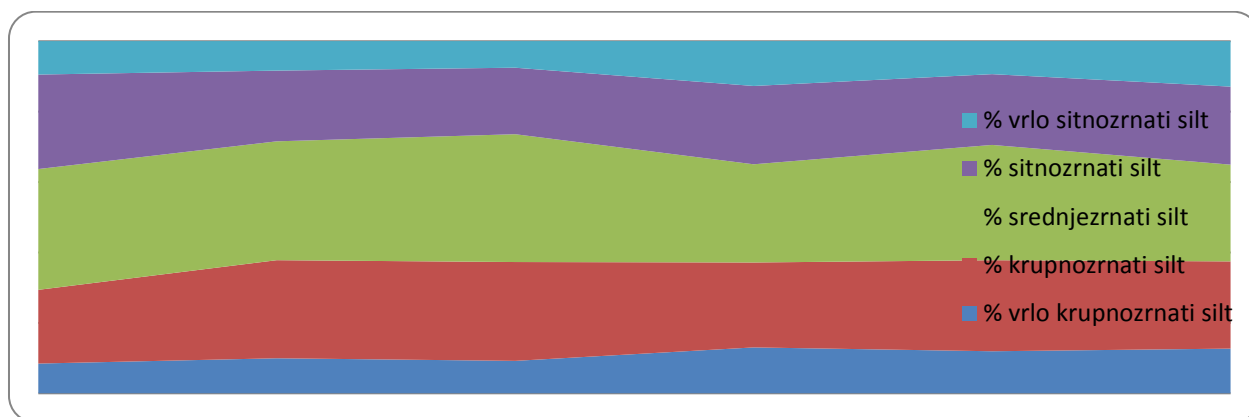
	<b>BJ-10_10- 15_varve (0-4)</b>	<b>BJ-10_10- 15_varve (4-11)</b>	<b>BJ-10_10- 15_varve (11-18)</b>	<b>BJ-10_45- 55_bez varvi_kontakt</b>	<b>BJ-10_45- 55_najstarije varve</b>	<b>BJ-10_105- 115</b>
% PIJESAK:	4.0%	6.0%	1.6%	3.1%	10.5%	4.0%
% MULJ:	96.0%	94.0%	98.4%	96.9%	89.5%	96.0%
% SITNI PIJESAK:	0.1%	0.5%	0.0%	0.0%	2.3%	0.2%
% V. SITNI PIJESAK:	3.9%	5.5%	1.6%	3.0%	8.2%	3.8%
% V. KRUPNI SILT:	7.5%	8.6%	8.3%	11.1%	9.7%	10.7%
% KRUPNI SILT:	18.6%	24.1%	25.5%	20.5%	20.9%	20.8%
% SREDNJI SILT:	30.4%	29.2%	32.9%	23.7%	26.5%	23.1%
% SITNI SILT:	23.8%	17.4%	17.1%	18.9%	16.3%	18.6%
% V. SITNI SILT:	8.4%	7.3%	6.8%	10.8%	7.6%	10.9%
% GLINA:	7.3%	7.3%	7.7%	11.9%	8.5%	11.9%
% SILT:	88.7%	86.6%	90.7%	85.0%	81.0%	84.1%



Slika 4-45 Raspodjela analiziranih frakcija u odabranim uzorcima duž jezgre BJ-10.

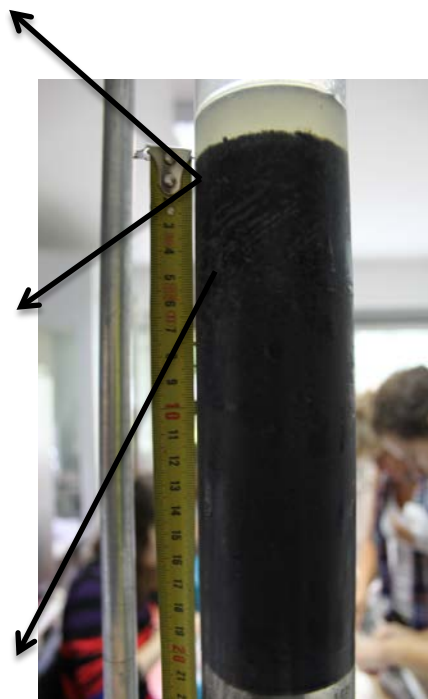
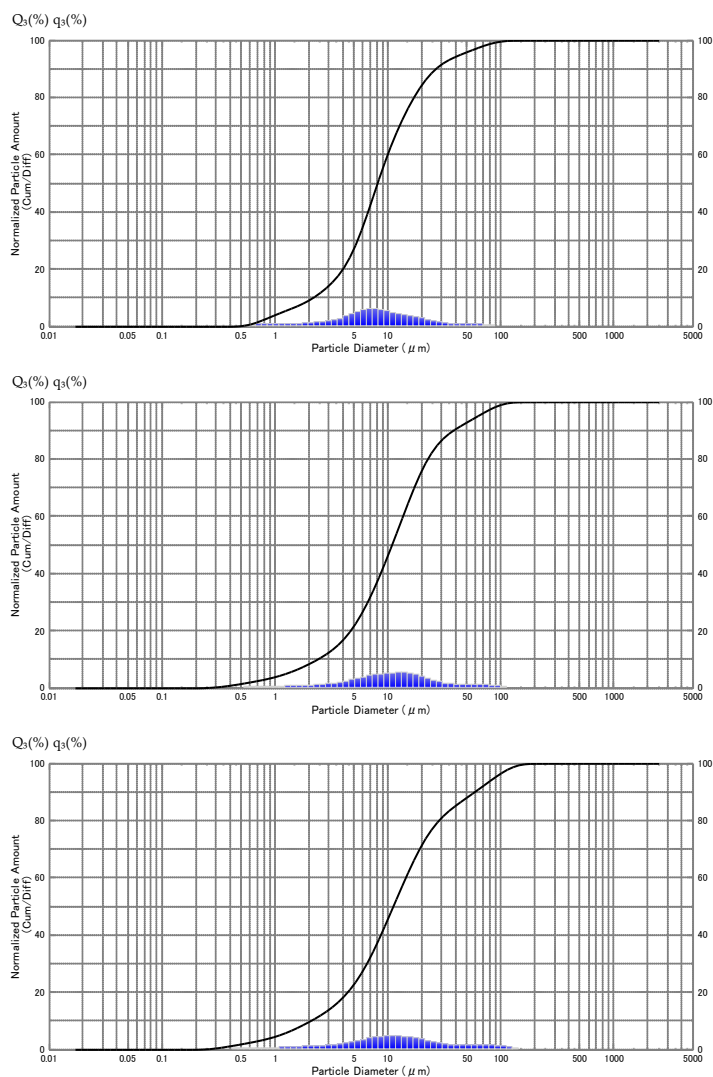


Slika 4-46 Raspodjela frakcija pijeska u odabranim uzorcima duž jezgre BJ-10.



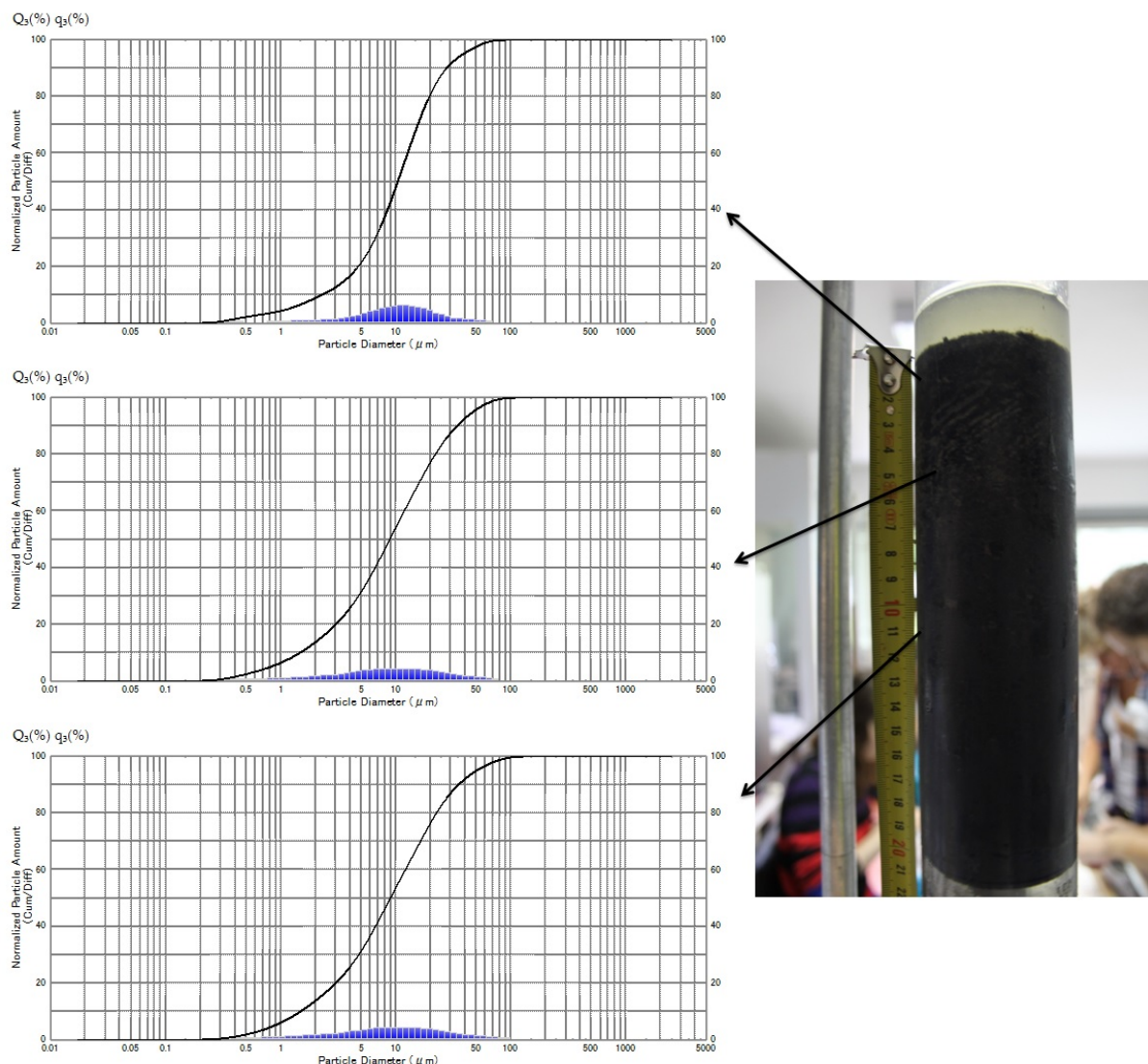
Slika 4-47 Raspodjela frakcija silta u odabranim uzorcima duž jezgre BJ-10.

Svi su uzorci, od 0-115 mm jezgre, slabo sortirani. Distribucija je unimodalna i bimodalna. Isprva se nepravilno izmjenjuje, a s povećanjem dubine postaje isključivo bimodalna. Koeficijent asimetričnosti raspodjele zrna ( $S_k$ ) ukazuje na simetrična i pozitivno zakošena (*fine skewed*) zrna, neovisno o dubini.



Slika 4-48 Granulometrijski dijagrami s krivuljama raspodjele u uzorcima 10-15\_0-4, 10-15\_4-11, i 45-55 mm s najstarijim varvama prikazani uz fotografiranu jezgru.



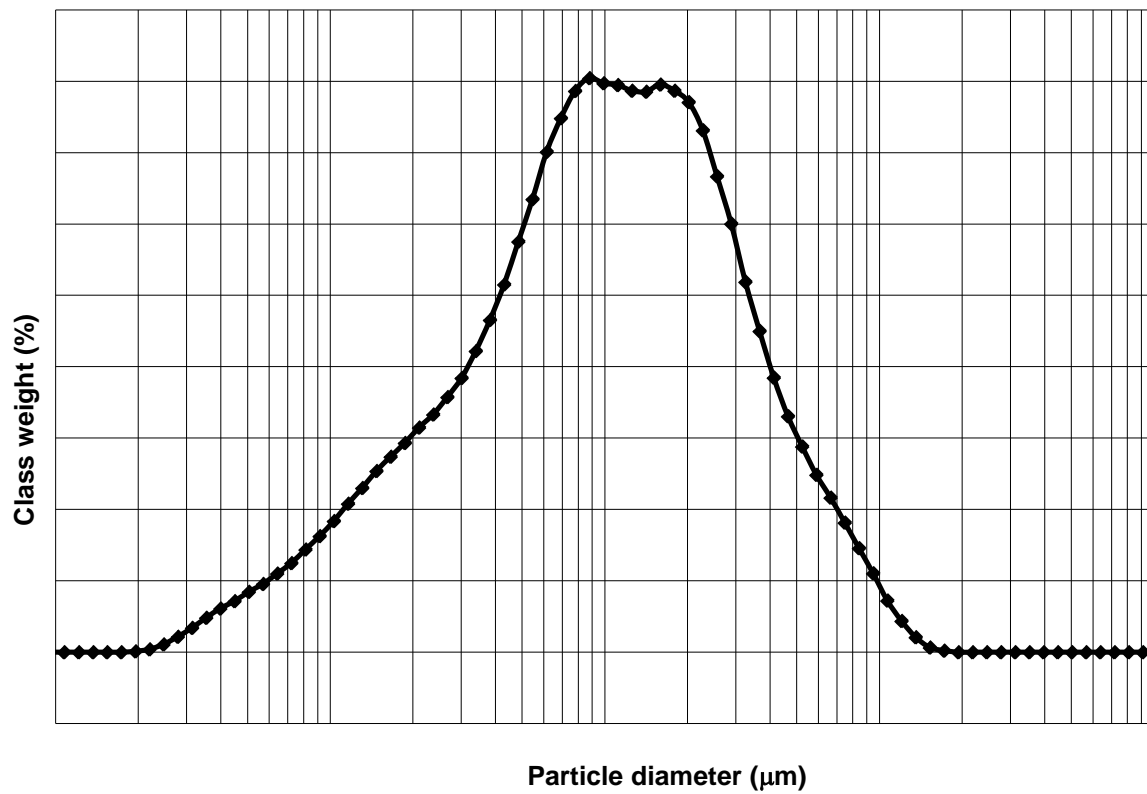


Slika 4-49 Granulometrijski dijagrami s krivuljama raspodjele u uzorcima 10-15\_11-18, 45-55 bez varvi, i 105-115 mm prikazani uz fotografiranu jezgru.

Prosječne veličine zrna kreću se oko 10-20  $\mu\text{m}$ , a krivulje raspodjele veličine čestica prikazane su na slikama 4-48., 4-49., i 4-50. Ističu se uzorak intervala 4-11 varve na dubini 10-15 mm, gdje veličina zrna dozeže 66,47  $\mu\text{m}$ , a posebice uzorak na 45-55 mm koji sadrži najstarije varve, sa prosječnom veličinom zrna i do 84,33  $\mu\text{m}$ . Osim ovih odstupanja, veličina zrna generalno raste s dubinom do zadnjih varvi, a zatim varira od 9,905 do 15,94  $\mu\text{m}$ .

Analiza kurtozisa ili zaoštrenosti krivulje (K) pokazala je zaoštrene krivulje (*leptokurtic*) u gornjem dijelu jezgre (0-55 cm), a nakon prestanka varvi na 45-55 mm, slijede srednje zaoštrene krivulje (*mezokurtic*) do zadnje ispitanog, 115 mm.





Slika 4-50 Krivulja raspodjele veličine čestica u jezgri BJ-10.

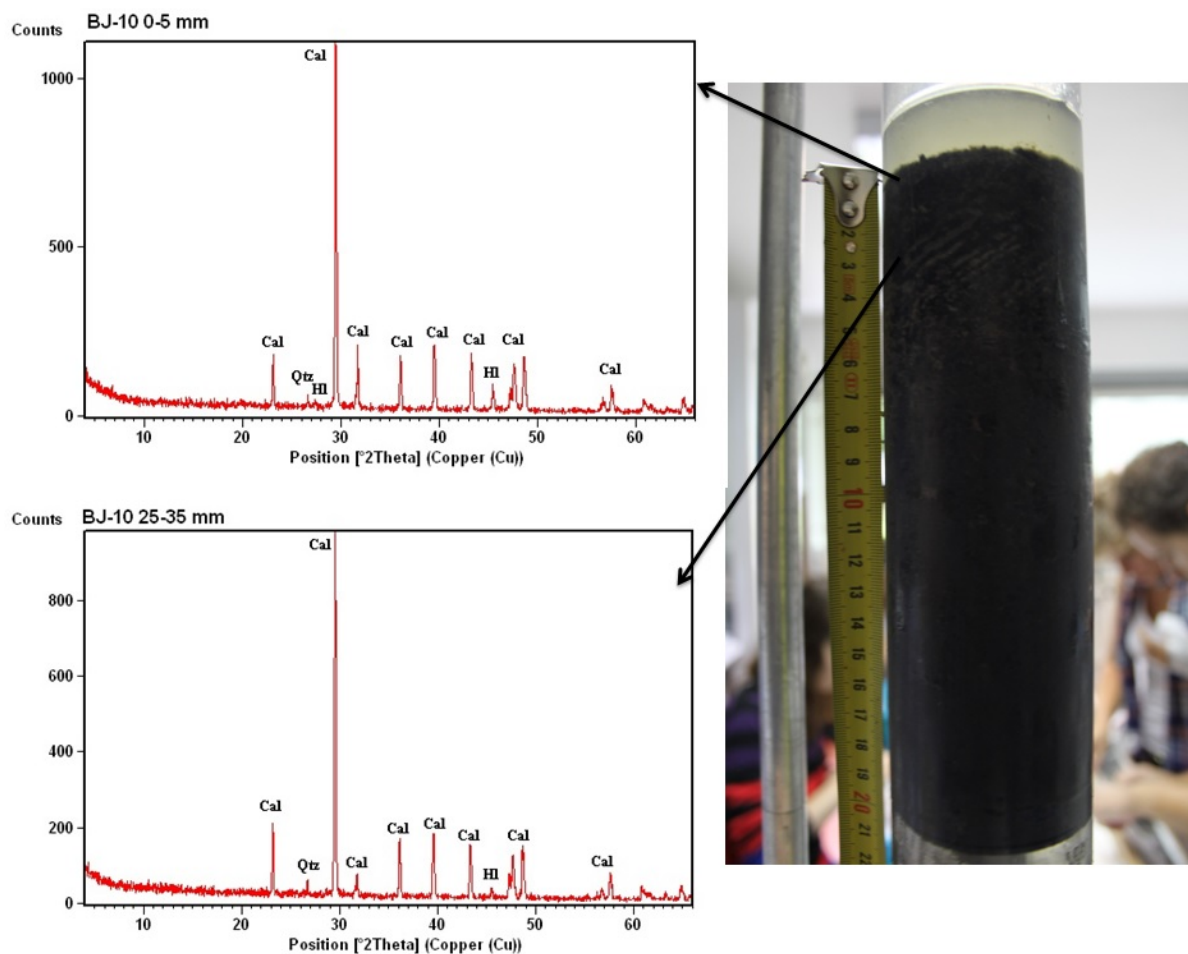
### 4.2.3. Rezultati mineraloških analiza

Primjenom rendgenske difrakcije na prahu, u jezgri BJ-10 analiziran je mineralni sastav 10 uzoraka. Odabrani rendgenogrami prikazani su na slikama 4-51., 4-52. i 4-53., a njihovo mjesto na jezgri označeno je na slici iste. Mineralni sastav prikazan je u tablici 4-13.

Tablica 4-13 Mineralne faze u uzorcima utvrđene XRD analizom. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, HI-halit, Qtz-kvarc, Mg-cal-Mg-kalcit, Ms/I-muskovit/ililit, Py-pirit.

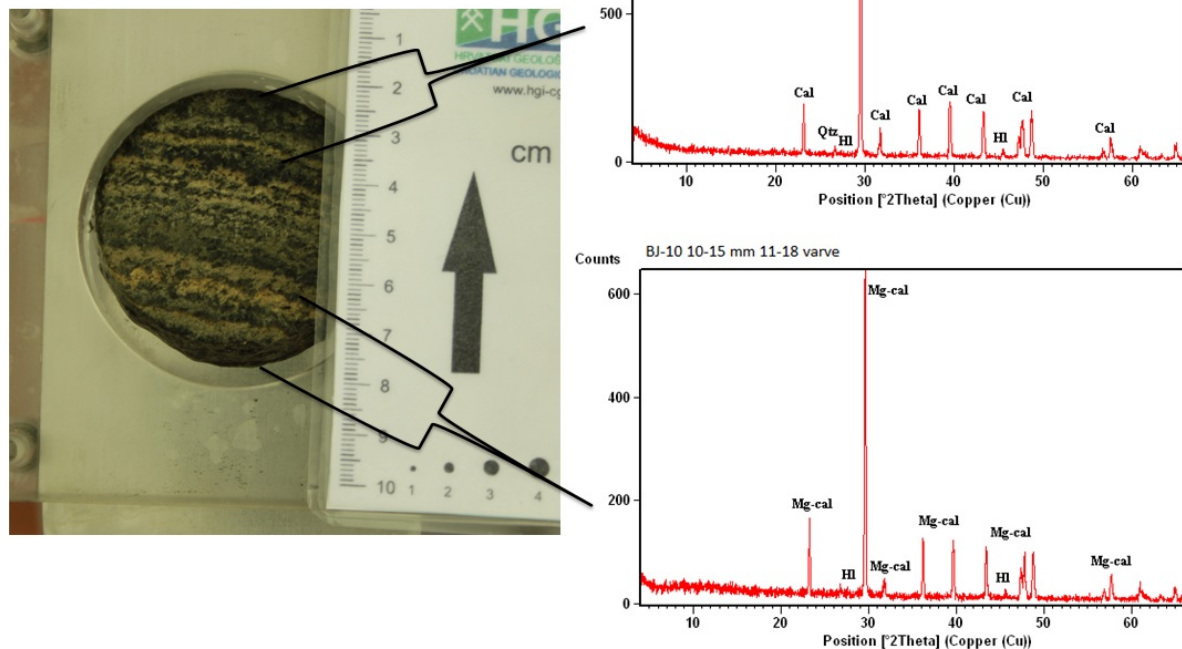
Uzorak	Mineralni sastav
<b>BJ-10 0-5</b>	Cal, HI, Qtz
<b>BJ-10 10-15 0-4</b>	Cal, HI, Qtz
<b>BJ-10 10-15 4-11</b>	Cal, HI, Qtz
<b>BJ-10 10-15 11-18</b>	Mg-cal, HI
<b>BJ-10 25-35</b>	Cal, HI, Qtz
<b>BJ-10 45-55 bez varvi</b>	Cal, HI, Qtz
<b>BJ-10 45-55 najstarije varve</b>	Mg-cal, HI, Qtz
<b>BJ-10 75-85</b>	Mg-cal, HI
<b>BJ-10 105-115</b>	Cal, Qtz, HI, Ms/I, Py
<b>BJ-10 145-185</b>	Cal, Qtz, Py

Dominantna faza u svim uzorcima je kalcit. Idući odozgora, isprva su kvarc i halit jedini primjetni minerali uz kalcit. Zbog prisutnosti varvi u prvih 5,5 cm, dubina 10-15 mm ispitana je na više uzoraka: 0-4, 4-11 i 11-18. Rendgenogrami ovih uzoraka pokazuju relativno iste rezultate kao kod uzorka 0-5 mm. Pri tome treba istaknuti Mg-kalcit u uzorku 11-18 na dubini 10-15 mm, te ponovo u većoj mjeri u uzorku najstarijih varvi na 45-55 mm, i uzorku na 75-85 mm koji je u potpunosti bez varvi. U ostatku uzoraka Mg-kalcit izostaje, i sastav je sličan prvim uzorcima. Kalcit dominira, a halit i kvarc dolaze u podređenoj količini.

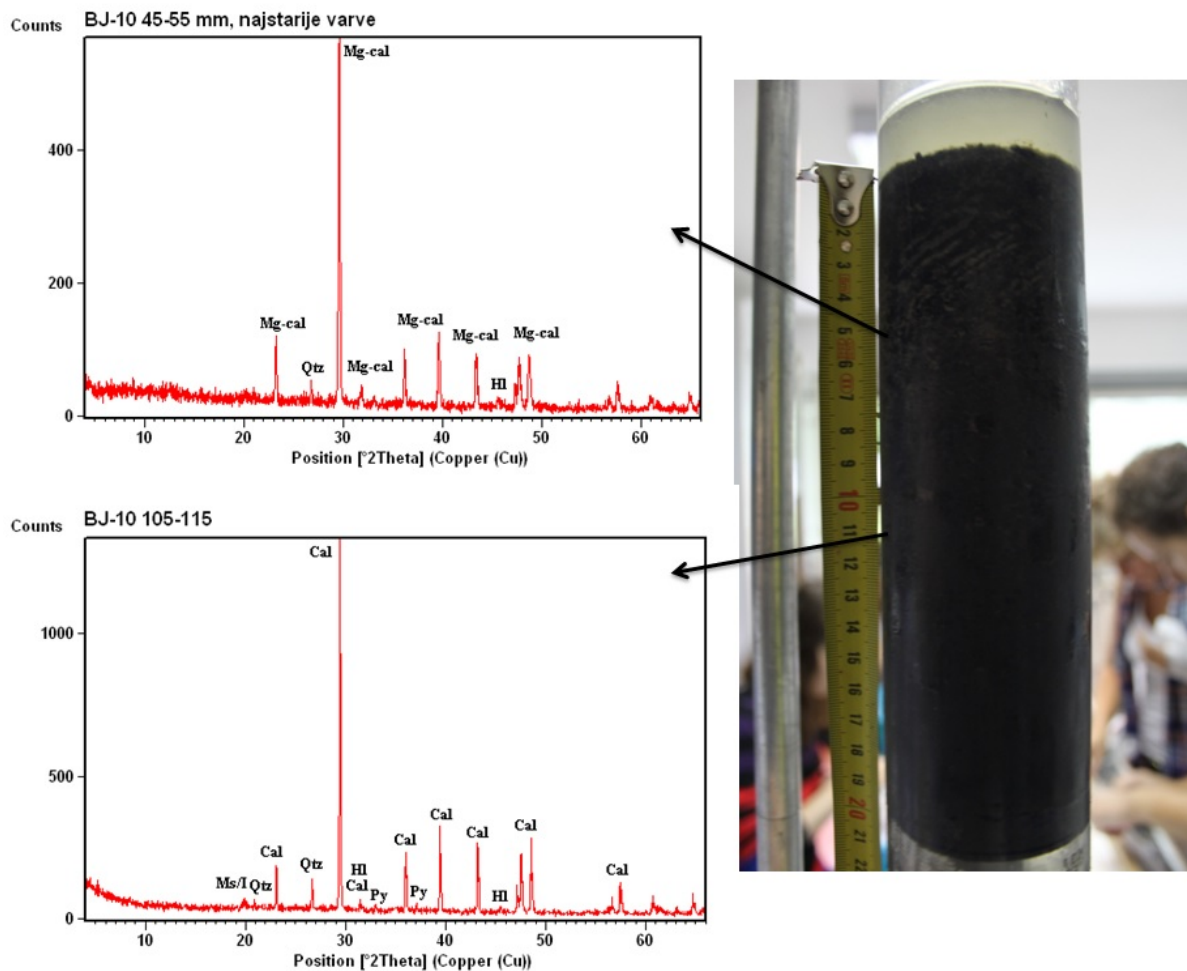


Slika 4-51 Rendgenogrami uzoraka 0-5mm i 25-35 mm, i njihovo odgovarajuće mjesto označeno na fotografiji jezgre. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, HI-halit.

Uz uobičajen sastav (kalcit, kvarc, halit, Mg-kalcit i kvarc), na dva rendgenograma uočeni su i minerali koji odudaraju. U uzorku iz intervala 105-115 mm i 145-185 mm dolazi do pojave pirita, a iznimno u uzorku iz intervala 105-115 mm prisutni su muskovit i ilit.



Slika 4-52 Rendgenogrami odabranih uzoraka iz presjeka jezgre na 10-15 mm, i njihovo odgovarajuće mjesto označeno na fotografiji presjeka jezgre. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Mg-cal-Mg-kalcit, Qtz-kvarc, HI-halit.



Slika 4-53 Rendgenogrami uzoraka 45-55 mm sa najstarijim varvama i 105-115 mm, i njihovo odgovarajuće mjesto označeno na fotografiji jezgre. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Mg-kal-Mg-kalcit, Qtz-kvarc, HI-halit, Py-pirit, Ms/l-muskovit/ilit.

#### 4.2.4. Rezultati kemijskih analiza

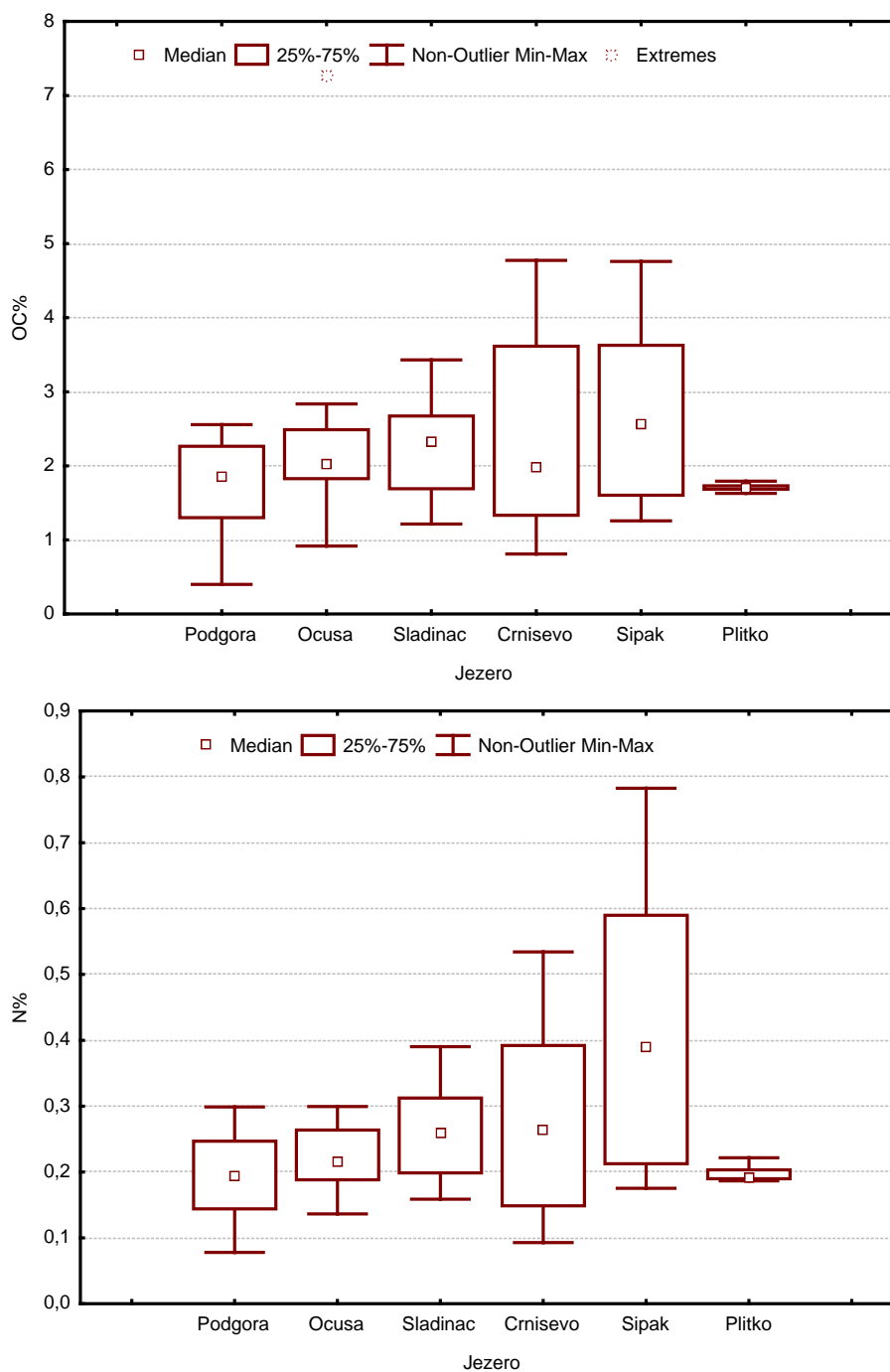
##### 4.2.4.1. Rezultati analize ukupnog organskog ugljika i dušika

Analiza ukupnog dušika i ugljika, te organskog ugljika (TOC) direktnom metodom, učinjena je na 92 uzoraka iz 21 kratke jezgre u intervalima svaki 5 cm), analize jezgre BJ-10 iz Crniševa koje su sadržavale laminirane sedimente detaljnije su anizirane u prvih 15 cm. Udio dušika uglavnom varira između 0,2 i 0,5 % u prvih 20 cm svih jezgara, a u površinskim uzorcima jezera Šipak doseže 0,78%. Duboke jezgre (BAJ-7) pokazuju varijaciju rasponu od 0,05 i 0,23 %. Slična distribucija je i organskog ugljika unutar prvih 10 cm u svim jezerima osim plitkog udio organskog uljika veći je od 2% a u jezerima Crniševo i Šipak udio organskog ugljika u pojedinim uzorcima prelazi 3 %. Najveći sadržaj organskog ugljika utvrđen je jezeru Šipak na dubini od 5-6 cm sa udjelom od 4,76%. Udio organskog ugljika u dubokim jezgrama varira između 0,2 i 1,90 %. Povišenim koncentracijama organskog ugljika i dušika u jezeru Crniševo je posljedica anoksije koje je prisutna u jezeru, te je analogijom slični proces moguć je i u jezeru Šipak budući da je protok vode puno manji nego u ostalim jezerima. Slično ponašanje pokazuje i distribucija fosfora ukazujući na izraženiju eutrofikaciju ova dva jezera u posljednjih 50 godina.

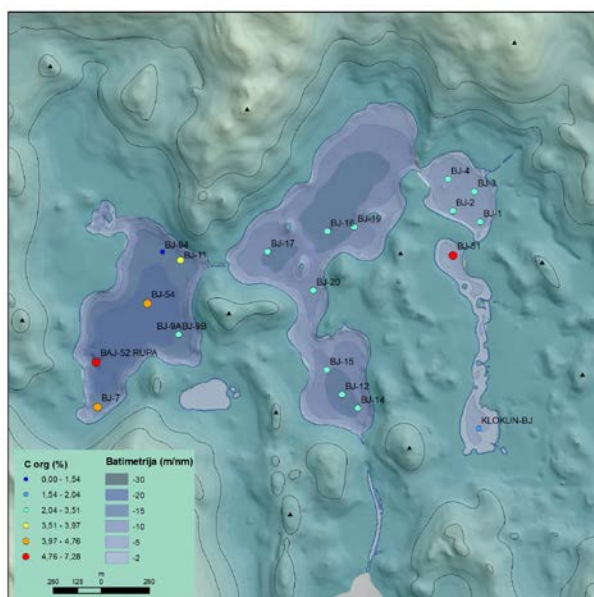
Tablica 4-14 Udjeli ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC) u analiziranim jezerima.

jezero_dubina u cm		Podgora_1	Podgora_5	Podgora_10	Podgora_15	Podgora_20	Podgora_25	Ocusa_1	Ocusa_5	Ocusa_10	Ocusa_20	Ocusa_15	Ocusa_25	
N	% sr.v.	0,27	0,24	0,18	0,16	0,11	0,11	0,29	0,25	0,21	0,17	0,21	0,17	
netopivi ostatak	% sr.v.	27,04	27,41	27,47	28,13	22,51	19,74	28,16	26,95	27,50	28,44	28,17	31,72	
organski ugljik	% sr.v.	2,38	2,05	1,44	1,58	1,18	0,57	2,64	2,28	1,77	3,42	1,84	1,79	
jezero_dubina u cm		Sladinac_1	Sladinac_5	Sladinac_10	Sladinac_15	Sladinac_20	Sladinac_25	Sladinac_30	Crniševo_1	Crniševo_5	Crniševo_10	Crniševo_15	Crniševo_20	
N	% sr.v.	0,36	0,31	0,25	0,26	0,20	0,18	0,16	0,43	0,27	0,21	0,17	0,12	
netopivi ostatak	% sr.v.	29,22	27,57	28,56	30,24	27,91	29,26	23,97	17,01	13,24	10,84	12,48	7,83	
organski ugljik	% sr.v.	2,90	2,66	2,41	2,41	1,69	1,30	1,33	3,57	2,52	1,59	1,54	0,86	
jezero_dubina u cm		Sipak_1	Sipak_5	Sipak_10	Sipak_15	Sipak_20	Sipak_25	Sipak_30	Sipak_35	Plitko_1	Plitko_5	Plitko_10	Plitko_15	Plitko_20
N	% sr.v.	0,78	0,73	0,45	0,44	0,34	0,22	0,18	0,20	0,20	0,22	0,19	0,19	0,19
netopivi ostatak	% sr.v.	29,92	27,06	25,13	26,62	19,53	22,36	24,07	24,33	24,52	23,82	24,02	23,34	23,21
organski ugljik	% sr.v.	2,67	4,76	3,51	3,75	2,46	1,56	1,26	1,64	1,73	1,79	1,63	1,68	1,70

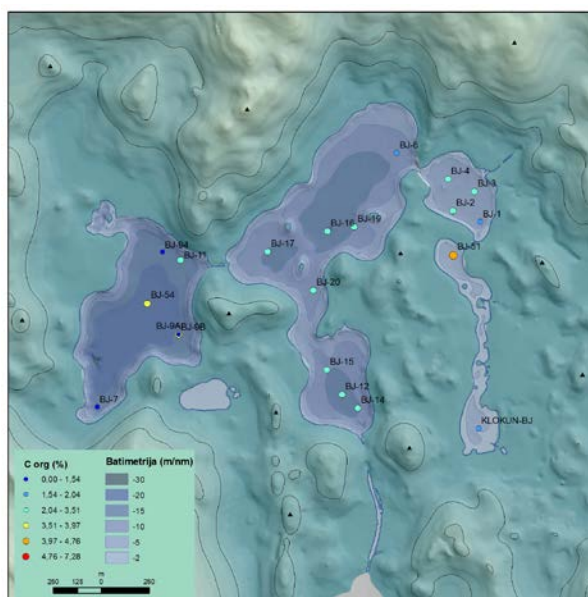




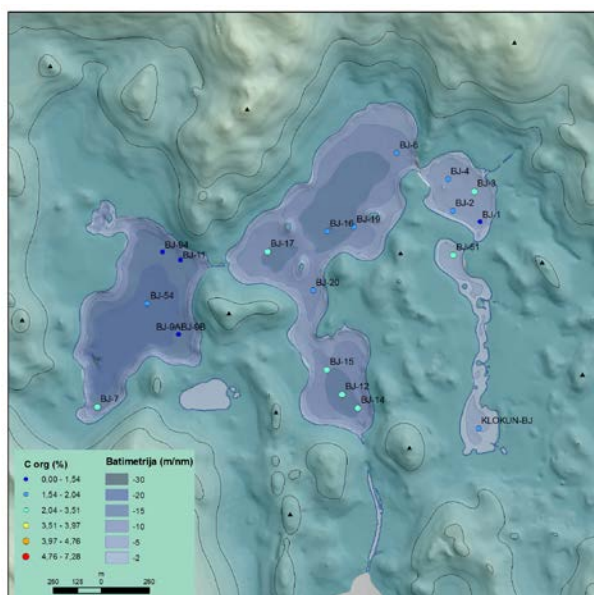
Slika 4-54 Distribucija ukupnog dušika i organskog ugljika, u analizirnim kratkim jezgrama (0-35 cm) Bačinskih jezera.



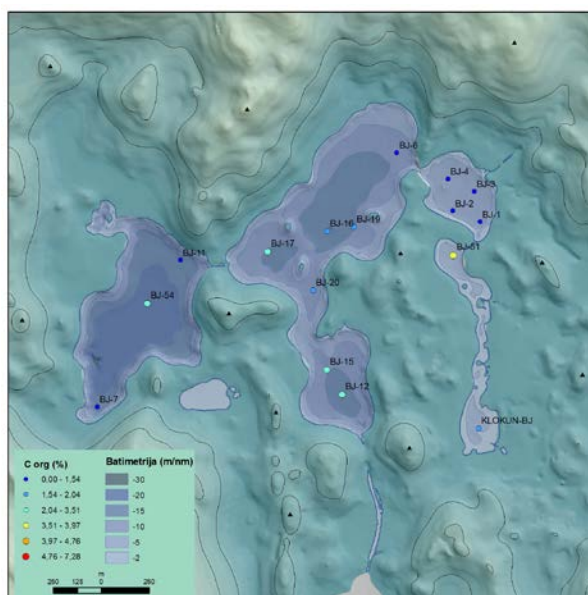
Organski ugljik (%) dubina od 0-1 cm



Organski ugljik (%) dubina od 5-6 cm

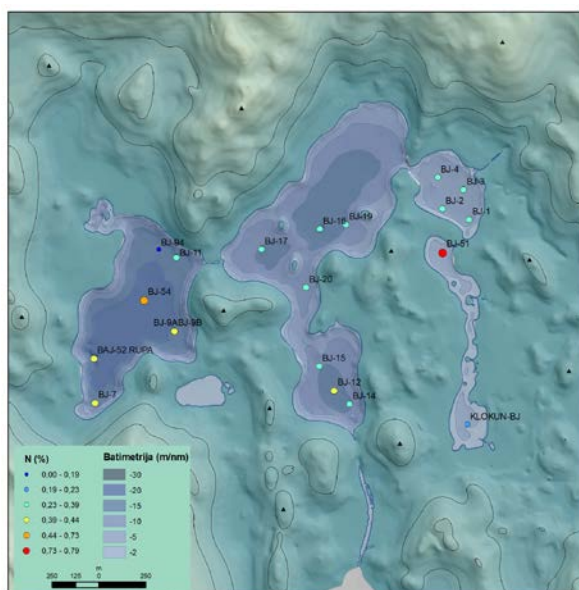


Organski ugljik (%) dubina od 10-11 cm

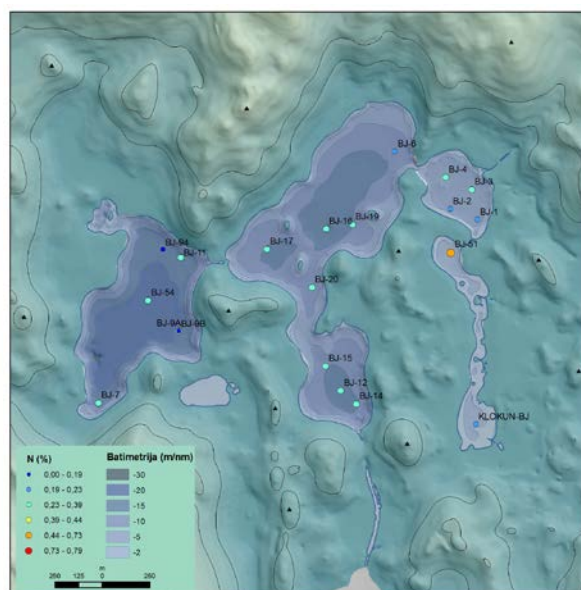


Organski ugljik (%) dubina od 15-16 cm

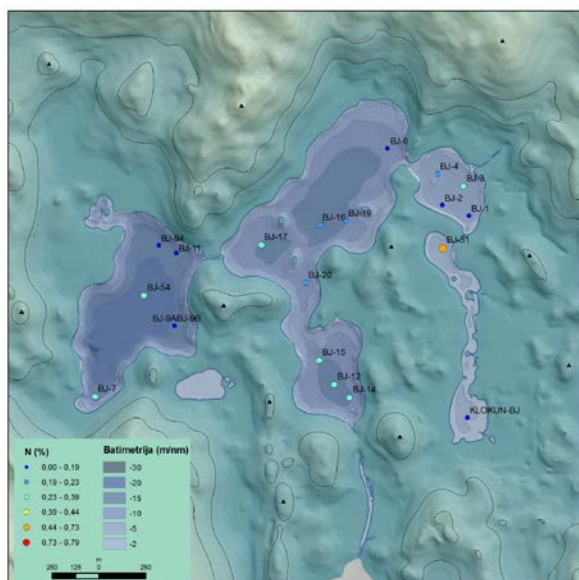
Slika 4-55 Karta distribucije organskog ugljika u analizirnim kratkim jezgrama (0-15 cm) Bačinskih jezera.



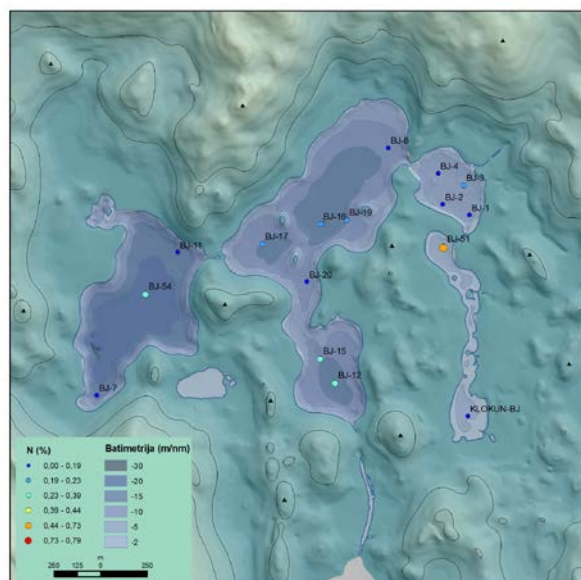
Ukupni dušik (%) dubina od 0-1 cm



Ukupni dušik (%) dubina od 5-6 cm

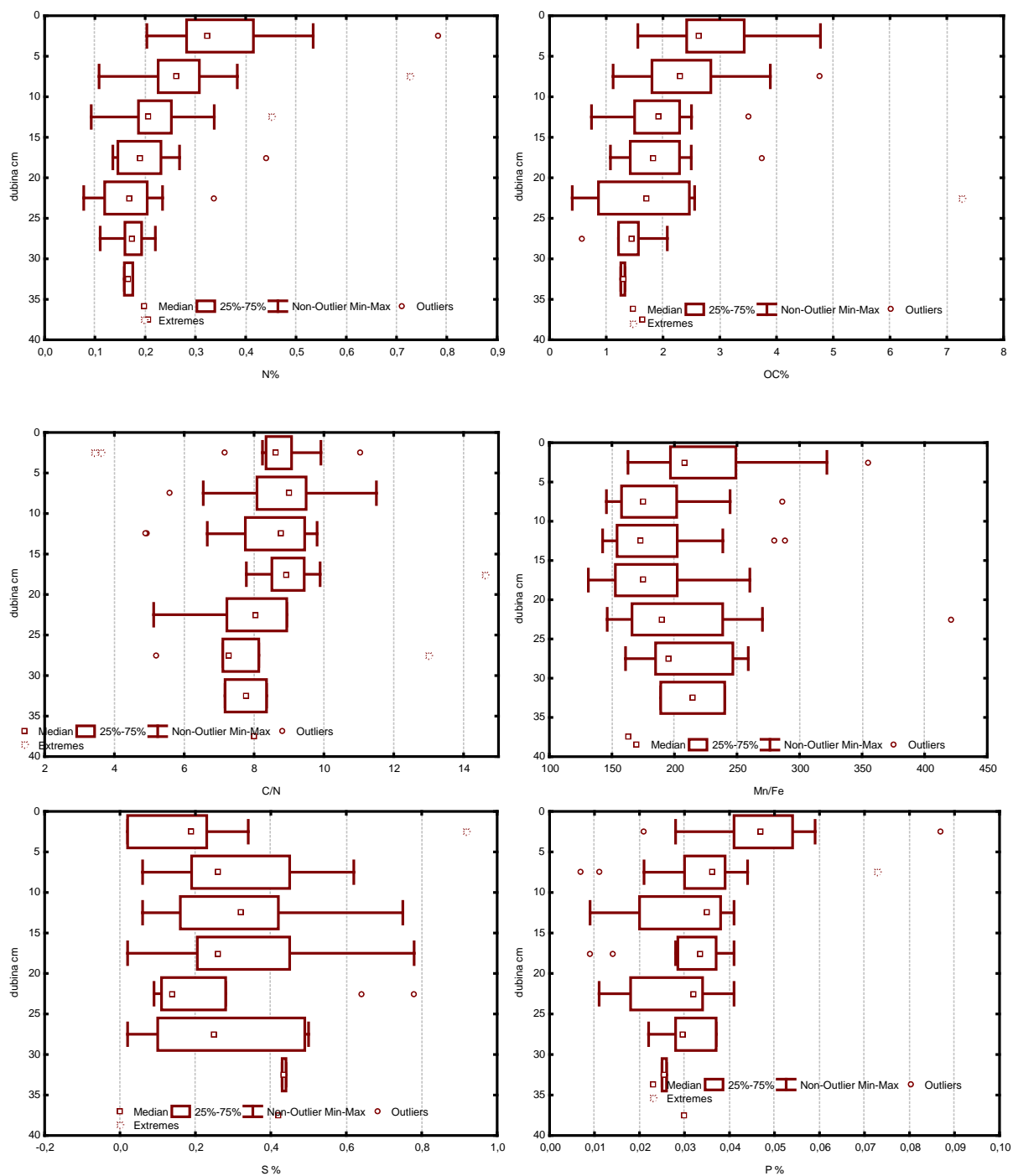


Ukupni dušik (%) dubina od 10-11 cm



Ukupni dušik (%) dubina od 15-16 cm

Slika 4-56 Karta distribucije ukupnog dušika u analizirnim kratkim jezgrama (0-15 cm) Bačinskih jezera.



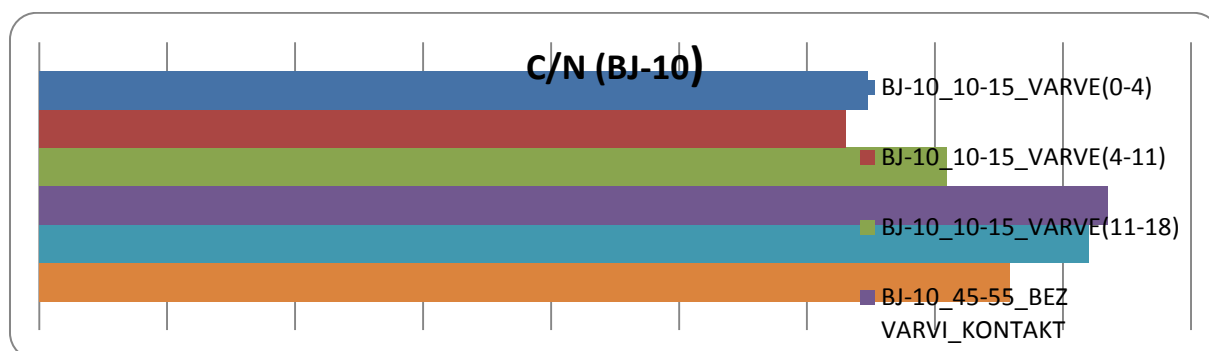
Slika 4-57 Kompozitni dijagrami distribucije ukupnog dušika, organskog ugljika, P i S te Mn/Fe kao indikatora redoks uvjeta u jezerima (N=91) na temelju analiziranih kratkih jezgri sedimenata.

Zbog već navedene pojave laminiranih sedimenata u jezeru Crniševo detaljno je analizirano prvih 15 cm jezgre BJ-10 u kojima se javljaju varve. Analiza ukupnog dušika i ugljika i organskog ugljika (TOC) direktnom metodom, učinjena je na šest uzoraka jezgre BJ-10.

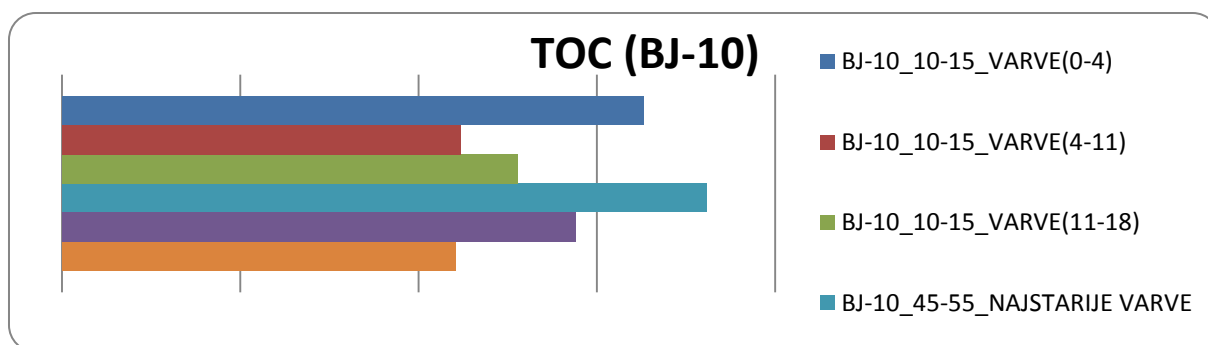
Tablica 4-15 Udjeli ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC), te omjer organskog ugljika i dušika (C/N).

BJ-10	% N	% C	% TOC	% TIC	C/N
BJ-10_10-15_VARVE(0-4)	0.504	13.667	3.262	10.405	6.477
BJ-10_10-15_VARVE(4-11)	0.355	12.598	2.236	10.362	6.307
BJ-10_10-15_VARVE(11-18)	0.360	12.660	2.556	10.104	7.096
BJ-10_45-55_BEZ VARVI_KONTAKT	0.345	10.737	2.880	7.857	8.348
BJ-10_45-55_NAJSTARIJE VARVE	0.441	12.613	3.613	9.000	8.200
BJ-10_105-115	0.291	10.337	2.208	8.129	7.587

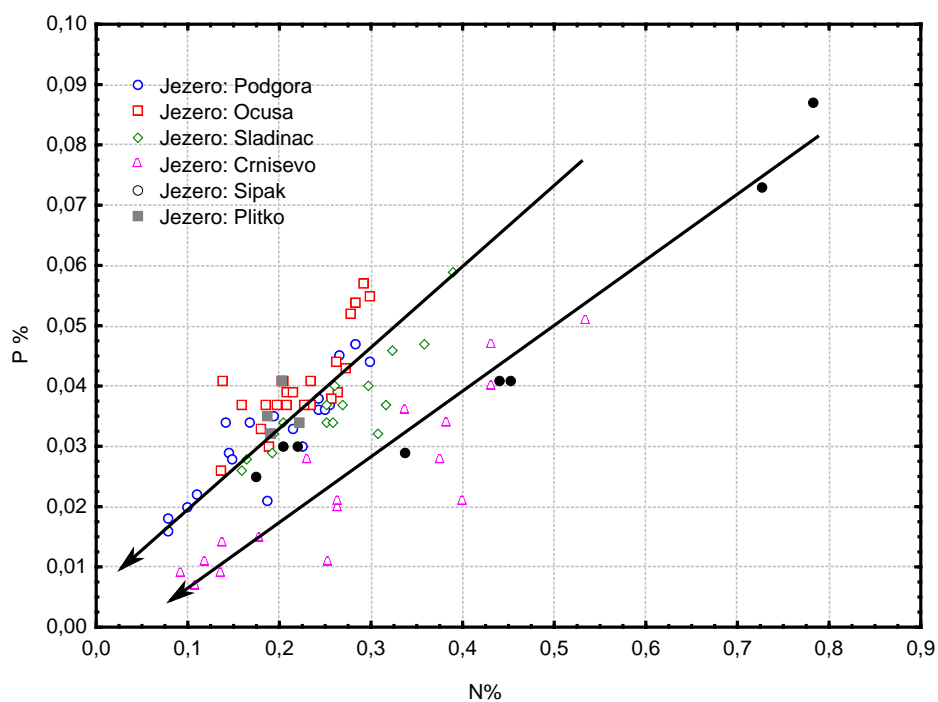
Udio dušika niži je i u pravilu opada s dubinom. Najviše ga je pri vrhu, 0,504%, a u najdubljem ispitanom dijelu jezgre iznosi svega 0,291%. Udio ugljika nešto je viši, ali kao i onaj dušika, postupno opada s dubinom, pa tako seže od 10,337% na 105-110 mm, do 13,667% na 10-15 mm. Udio organskog ugljika je relativno konstantan, a iznosi od 2,208% na 10-15 mm, do 3,262% na 105-115 mm. Anorganski ugljik također prati trend i relativno opada s dubinom. Međutim, najniži zabilježeni udio ipak je u intervali 45-55 mm, u uzorku gdje varve prvi put u potpunosti izostaju. Omjer C/N u rasponu je od 6,477-8,348%, a generalno raste s dubinom osim u zadnjem mjerenom intervalu, 110-115 mm, gdje počinje opadati.



Slika 4-58 Grafički prikaz omjera C/N u odabranim uzorcima u jezgri BJ-10.



Slika 4-59 Grafički prikaz ukupnog organskog ugljika (TOC) u odabranim uzorcima u jezgri BJ-10.



Slika 4-60 Odnos fosfora i dušika u analiziranim kratkim jezgrama koji ukazuje na dva različita procesa koja upravljau akumulacijom dušika i fosfora u jezeru Crniševo i Šipak (donji pravac) i ostalih jezera (gornji pravac).



#### 4.2.4.2. Rezultati analize glavnih elemenata i elemenata u tragovima

Kako bi se utvrdili antropogeni utjecaji na recentne jezerske sedimente analizirano je detaljno 20 kratkih jezgara koje su uzorkovane pomoću gravitacijskog korera. Datiranjem dugačkih jezgara i njihovom geokemijom, prvih 25 cm predstavlja razdoblje od probijanja tunela iz Vrgoračkog polja (1937). Osnovni statistički parametri za analizirane elemente dati su u tablici 4-16. Ujedno u tablici 4-17 prikazane su srednje vrijednosti koncentracija elemenata za svako pojedino jezero.

Tablica 4-16 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata u kratkim jezgrama.

		broj uzoraka	sr.vrijednost	Minimum	Maksimum
Mo	mg/kg	93	1,43	0,18	30,63
Cu	mg/kg	93	20,80	2,74	36,00
Zn	mg/kg	93	35,74	3,00	66,20
Ni	mg/kg	93	20,17	2,00	37,30
Co	mg/kg	93	4,71	0,70	8,20
Mn	mg/kg	93	200,48	44,00	444,00
Fe	mg/kg	93	1,04	0,17	1,57
As	mg/kg	93	1,82	0,10	4,70
Sr	mg/kg	93	285,81	168,40	434,10
Cd	mg/kg	93	0,74	0,11	4,29
V	mg/kg	93	30,84	6,00	58,00
Ca	%	93	29,27	20,86	37,80
P	%	93	0,035	0,007	0,087
La	mg/kg	93	9,59	1,40	15,30
Cr	mg/kg	93	27,52	4,20	41,10
Mg	%	93	0,26	0,14	0,55
Ba	mg/kg	93	36,49	11,40	61,70
Ti	%	93	0,0072	0,0020	0,0090
Al	%	93	0,97	0,16	1,45
Na	%	93	0,06	0,01	0,64
K	%	93	0,08	0,04	0,16
Tl	mg/kg	93	0,36	0,06	4,92
S	%	93	0,28	0,02	0,92
Hg	mg/kg	93	34,91	9,00	101,00
Se	mg/kg	93	0,65	0,10	1,90
Pb	mg/kg	93	15,26	2,69	33,70

Tablica 4-17 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata u kratkim jezgrama po jezeru, označene su srednje vrijednosti koje statistički značajno ostupaju od srednje vrijednosti (crveno-više/zeleno niže).

Jezero			Podgora	Očuša	Sladinac	Crmiševo	Šipak	Plitko	All Grps
Mo	mg/kg	sr.vr.	0,55	0,69	1,14	4,00	0,72	0,43	1,43
Cu	mg/kg	sr.vr.	19,10	25,76	22,92	15,07	22,23	18,92	20,80
Zn	mg/kg	sr.vr.	33,41	45,85	43,10	22,68	31,23	34,90	35,74
Ni	mg/kg	sr.vr.	22,40	26,58	23,72	9,29	17,11	18,48	20,17
Co	mg/kg	sr.vr.	5,57	6,11	5,39	2,16	3,60	4,52	4,71
Mn	mg/kg	sr.vr.	207,48	247,91	246,38	97,25	222,75	183,40	200,48
Fe	%	sr.vr.	1,22	1,29	1,19	0,46	0,96	1,00	1,04
As	mg/kg	sr.vr.	2,43	2,21	2,33	0,49	1,33	1,86	1,82
Sr	mg/kg	sr.vr.	331,25	264,17	240,01	272,29	335,28	316,00	285,81
Cd	mg/kg	sr.vr.	0,76	0,78	0,66	0,71	0,71	0,80	0,74
V	mg/kg	sr.vr.	36,29	38,13	34,69	18,15	22,63	26,00	30,84
Ca	%	sr.vr.	30,27	27,72	26,40	32,55	28,77	29,11	29,27
P	%	sr.vr.	0,03	0,04	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03
La	mg/kg	sr.vr.	12,30	11,67	9,55	3,89	9,24	12,08	9,59
Cr	mg/kg	sr.vr.	31,10	34,51	30,49	13,33	27,08	28,34	27,52
Mg	%	sr.vr.	0,24	0,25	0,27	0,33	0,20	0,20	0,26
Ba	mg/kg	sr.vr.	41,46	42,65	39,25	18,82	43,75	37,50	36,49
Ti	%	sr.vr.	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
Al	%	sr.vr.	1,24	1,20	1,06	0,43	0,83	0,94	0,97
Na	%	sr.vr.	0,01	0,01	0,04	0,22	0,01	0,01	0,06
K	%	sr.vr.	0,09	0,08	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08
S	%	sr.vr.	0,35	0,12	0,45	0,26	0,38	0,17	0,28
Hg	µg/kg	sr.vr.	38,76	38,61	31,56	36,25	25,50	22,20	34,91
Se	mg/kg	sr.vr.	0,40	0,61	0,58	0,70	1,40	0,70	0,65
Pb	mg/kg	sr.vr.	16,19	17,72	16,75	11,91	12,30	13,48	15,26
N%	mg/kg	sr.vr.	0,19	0,22	0,26	0,28	0,42	0,20	0,25
netopivi ostatak	% (*100)	sr.vr.	0,26	0,28	0,28	0,13	0,25	0,24	0,24
organski ugljik	%	sr.vr.	1,69	2,26	2,25	2,37	2,70	1,71	2,17

Tablica 4-18 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata u kratkim jezgrama po jezeru i po dubinskim intervalima 0-1 cm, 5-6 cm, 10-11, cm.

jezero_dubina u cm	Mo	Cu	Zn	Ni	Co	Mn	Fe	As	Sr	Cd	V	Ca	P	La	Cr	Mg
	sr.vr. mg/kg	sr.vr. mg/kg	sr.vr. mg/kg	sr.vr. mg/kg	sr.vr. mg/kg	sr.vr. mg/kg	% sr.v.	sr.vr. mg/kg	sr.vr. mg/kg	sr.vr. mg/kg	sr.vr. mg/kg	% sr.v.	% sr.v.	sr.vr. mg/kg	sr.vr. mg/kg	% sr.v.
Podgora 1	0,44	19,65	37,75	23,33	5,70	266,00	1,26	2,08	352,95	0,85	35,50	30,26	0,043	12,75	32,75	0,26
Podgora 5	0,65	20,37	36,40	22,58	5,73	210,25	1,28	2,48	341,93	0,81	36,75	30,32	0,034	12,60	33,18	0,25
Podgora 10	0,58	19,46	32,35	21,98	5,25	184,25	1,16	2,20	308,23	0,73	34,50	28,42	0,029	11,58	29,93	0,23
Podgora 15	0,67	20,85	34,92	24,74	6,34	206,60	1,41	3,36	330,14	0,81	40,60	30,01	0,031	13,28	33,18	0,26
Podgora 20	0,34	14,33	25,37	18,67	4,60	167,33	0,97	1,83	328,43	0,62	32,67	32,36	0,023	11,40	25,90	0,22
Podgora 25	0,47	15,97	24,90	19,10	4,70	180,00	0,94	1,70	307,80	0,53	34,00	32,49	0,022	10,10	26,10	0,22
Ocusa 1	0,51	22,96	43,65	23,55	5,50	379,50	1,31	2,23	260,78	0,79	33,00	27,19	0,055	11,13	32,63	0,23
Ocusa 5	0,73	24,54	43,52	24,44	5,70	203,20	1,19	1,84	274,28	0,78	35,60	28,34	0,040	11,28	33,28	0,25
Ocusa 10	0,71	25,60	44,32	25,58	6,18	217,60	1,26	1,92	277,56	0,78	39,00	28,35	0,037	11,82	34,44	0,25
Ocusa 20	0,68	25,95	45,87	27,60	6,33	211,00	1,29	2,47	260,80	0,73	40,00	27,04	0,036	11,33	34,47	0,26
Ocusa 15	0,75	28,34	49,05	27,75	6,35	228,25	1,32	2,50	257,60	0,79	39,50	27,67	0,037	12,20	35,20	0,26
Ocusa 25	0,76	29,43	53,45	36,65	7,35	267,00	1,55	2,90	230,45	0,76	47,00	26,80	0,037	12,80	40,25	0,30
Sladinac 1	0,94	21,45	43,10	22,67	5,17	285,33	1,15	1,97	233,00	0,67	34,33	25,65	0,051	9,67	30,17	0,24
Sladinac 5	1,25	21,28	40,23	21,50	5,07	192,67	1,10	2,27	239,70	0,66	31,67	26,11	0,036	9,10	28,77	0,23
Sladinac 10	0,99	22,91	43,50	23,80	5,57	202,33	1,20	2,60	241,33	0,67	35,67	26,30	0,037	9,90	31,30	0,28
Sladinac 15	1,68	27,03	48,65	24,85	6,05	239,50	1,25	2,40	241,00	0,77	36,50	26,24	0,036	10,10	32,45	0,30
Sladinac 20	1,73	23,52	43,70	24,95	5,65	316,50	1,34	2,35	244,65	0,64	35,00	27,34	0,033	9,25	30,65	0,30
Sladinac 25	0,66	25,10	44,65	27,90	5,65	278,00	1,27	2,70	238,00	0,62	38,00	26,44	0,029	10,20	33,05	0,31
Sladinac 30	0,60	18,52	35,10	20,20	4,20	233,00	0,97	1,90	250,80	0,49	31,00	28,13	0,026	7,70	24,90	0,26
Crnisevo 1	7,98	22,18	29,28	10,75	2,87	113,67	0,55	0,65	250,97	1,27	24,17	29,46	0,040	3,95	14,42	0,44
Crnisevo 5	4,69	13,83	24,82	8,44	1,78	88,80	0,41	0,46	298,34	0,57	16,60	33,95	0,020	3,34	12,40	0,34
Crnisevo 10	1,37	13,40	21,08	10,28	2,12	95,60	0,47	0,46	287,90	0,48	17,20	33,86	0,019	4,36	14,76	0,28
Crnisevo 15	0,52	9,66	14,17	8,10	1,80	89,33	0,43	0,40	253,03	0,38	14,00	33,94	0,017	4,23	12,57	0,23
Crnisevo 20	0,23	3,25	5,90	3,30	1,10	73,00	0,27	0,10	249,70	0,26	7,00	33,30	0,011	2,90	6,50	0,14
Sipak 1	0,44	20,53	31,90	15,10	3,20	162,00	0,87	0,50	301,70	0,77	18,00	26,50	0,087	9,20	25,80	0,18
Sipak 5	0,93	22,00	32,10	16,30	3,50	193,00	0,86	1,10	293,50	0,77	21,00	26,38	0,073	8,70	26,70	0,19
Sipak 10	0,73	24,28	30,50	16,10	3,10	210,00	0,88	1,10	306,70	0,75	20,00	27,18	0,041	8,30	27,50	0,20
Sipak 15	0,77	27,70	32,20	16,90	3,30	229,00	0,88	0,60	331,10	0,78	19,00	28,39	0,041	8,30	27,10	0,20
Sipak 20	0,84	21,58	27,10	13,80	2,40	299,00	0,71	0,70	327,60	0,58	17,00	30,26	0,029	6,80	22,80	0,16
Sipak 25	0,77	28,46	32,90	19,60	4,30	259,00	1,00	1,80	434,10	0,70	27,00	30,54	0,030	9,50	28,40	0,22
Sipak 30	0,41	17,62	31,40	19,10	4,40	225,00	1,19	2,50	325,20	0,63	28,00	29,88	0,025	11,40	28,30	0,22
Sipak 35	0,83	15,66	31,70	20,00	4,60	205,00	1,26	2,30	362,30	0,72	31,00	31,05	0,030	11,70	30,00	0,22
Plitko 1	0,36	19,14	36,70	19,00	4,70	241,00	1,10	2,20	314,70	0,84	27,00	30,44	0,041	13,60	29,80	0,20
Plitko 5	0,53	17,88	33,70	18,00	4,40	154,00	1,01	1,80	316,70	0,83	26,00	28,65	0,034	12,10	27,50	0,19
Plitko 10	0,44	19,51	35,40	19,40	4,60	178,00	1,01	1,70	321,70	0,79	26,00	29,53	0,035	12,40	29,10	0,21
Plitko 15	0,38	19,37	34,20	18,20	4,60	173,00	0,95	2,00	314,30	0,77	26,00	29,02	0,032	11,20	27,80	0,20
Plitko 20	0,44	18,70	34,50	17,80	4,30	171,00	0,93	1,60	312,60	0,79	25,00	28,14	0,032	11,10	27,50	0,21
All Grps	1,43	20,80	35,74	20,17	4,71	200,48	1,04	1,82	285,81	0,74	30,84	29,27	0,035	9,59	27,52	0,26

Pri određivanju graničnih vrijednosti od velike su koristi ekotoksikološke studije za pojedine parametre. Krajnje vrednovanje nivoa zagađenja uključuje kombiniranu ocjenu trenutnih uvjeta, usporedbe s referentnim vrijednostima, količine onečišćivača i volumena onečišćenog materijala. Kako bi se realno moglo ocijeniti stanje sedimenta u odnosu na koncentracije potencijalno toksičnih elemenata dobivenih zlatotopkom u tablici 4.19 su dati osnovni statistički parametri za zlatotopkom ekstrahirane koncentracije elementa iz vodotočnih sedimenta na prostoru Europe (SALMINEN et al., 2005, Geokemijski atlas Europe). Mnogobrojnim istraživanjima utvrđeno je da unos antropogenih metala u atmosferu danas prelazi prirodni unos Cu, Sb, Hg, As, Ni, Zn, V, Cd i Pb, te neki autori smatraju da se biosfera «truje» uslijed čovjekove aktivnosti (FÖRSTNER, 1995). Važnost geokemije površinskih uzoraka tla i uzoraka uzoraka tla iz dubljih horizonata je taj da oni predstavljaju glavni izvor teških metala u sedimentima koji nastaju erozijom te kao takvi se nalaze u interakciji sa površinskom vodom u sljevovima. Granične vrijednosti za koncentracije potencijalno toksičnih elemenata u sedimentima predstavljaju osnovu za diskusiju ocjene stanja PTE u istraživanim površinskim jezerskim sedimentima. U tablici 4.19. vrijednosti koncentracije PTE u sedimentima su definirane kao: ERL predstavljaju koncentracije kod kojih su zapažene veze između navedenih koncentracija elemenata i toksičnosti u manje od 10% slučajeva (<ERL) dok ERM predstavljaju vrijednosti kod kojih su zapaženi toksični efekti u većoj mjeri

(više od 70%) analiziranih uzoraka (Prema Sediment Quality Guidelines developed for the National Status and Trends Program 1999, NOAA).

Tablica 4-19 Osnovni statistički parametri za sedimente i tla iz „Geokemijskog atlasa Europe“ (SALMINEN et al., 2005) unutar koje se nalaze i podaci za Hrvatsku.

Tip uzorka	element	Jedinica	Broj lokacija	Median	Sr.vr.	Minimum	Maksimum
Vodotočni sed.	As	mg/kg	845	6	9,5	<5,0	231
Vodotočni sed.	Ba	mg/kg	845	86	117	4	3120
Vodotočni sed.	Cd	mg/kg	848	0,28	0,527	<0,02	43,1
Vodotočni sed.	Co	mg/kg	845	8	10,3	<1,0	245
Vodotočni sed.	Cr	mg/kg	845	21	31	2	1750
Vodotočni sed.	Cu	mg/kg	845	14	19	1	998
Vodotočni sed.	Hg	mg/kg	848	0,038	0,081	0,00074	13,6
Vodotočni sed.	Mn	mg/kg	845	452	716	24	18900
Vodotočni sed.	Mo	mg/kg	848	0,63	1,34	0,12	117
Vodotočni sed.	Ni	mg/kg	845	16	28,6	2	1200
Vodotočni sed.	Pb	mg/kg	845	14	29,8	<3,0	4880
Vodotočni sed.	S	mg/kg	845	510	923	<50	33500
Vodotočni sed.	Sb	mg/kg	848	0,615	1,07	<0,02	34,1
Vodotočni sed.	Tl	mg/kg	848	0,39	0,477	<0,02	7,9
Vodotočni sed.	U	mg/kg	852	2	3,73	<1,0	98
Vodotočni sed.	V	mg/kg	845	29	33	4	306
Vodotočni sed.	Zn	mg/kg	845	60	98	7	11400

Kao što je već napomenuto u tablici 4.19 prikazane su granične koncentracije pojedinih PTE koje je razvila američka agencija NOAA a u svrhu brze identifikacije lokacija i prostora koji su potencijalno opterećeni toksičnim elementima. Svrha je bila procijeniti „neškodljive“ koncentracije pojedinih potencijalno toksičnih tvari u sedimentima (utjecaj na amphipode) tj. koncentracije ispod kojih su pojave toksičnosti malo vjerojatne (vrijednost ERL). Također određene su koncentracije potencijalno toksičnih tvari kod kojih postoji velika vjerojatnost da će doći do pojava koje se mogu pripisati navedenim tvarima. Koncentracije ERL-a ne koriste se kao vrijednosti kod kojih nema toksičnih efekata već kao koncentracije kod kojih je mala vjerojatnost da će doći do navedenih efekata. Vrijednosti koncentracija ERM, dakle one kod kojih postoji velika vjerojatnost da će doći do toksičnih efekata su puno bolji indikatori stanja u sedimentima. Dakle svrha ovih graničnih vrijednosti je da se definiraju prioriteta područja u kojima postoji određeni stupanj vjerojatnosti toksičnosti za pojedine organizme kao posljedice onečišćenja te potrebe utvrđivanja prioriteta za dalja istraživanja (testova toksičnosti).

Vrijednosti iz tablica 4.19 i 4.20 trebaju poslužiti kao usporedba sa pojedinačnim rezultatima za i samih statističkih parametara za pojedine elemente u jezerskim sedimentima kako bi se vidjelo stanje opterećenosti te granične koncentracije (prvenstveno sedimentata). Litološki sastav podloge bitan konstituent koji određuje kemijski sastav sedimenta i tala, a indirektno i površinskih i podzemnih voda.

Tablica 4-20 Granične vrijednosti za koncentracije potencijalno toksičnih elemenata u sedimentima gdje ERL predstavljaju koncentracije kod kojih su zapažene veze između navedenih koncentracija elemenata i toksičnosti u manje od 10% slučajeva (<ERL) dok ERM predstavljaju vrijednosti kod kojih su zapaženi toksični efekti u većoj mjeri (više od 70%) analiziranih uzoraka (Prema Sediment Quality Guidelines developed for the National Status and Trends Program 1999, NOAA, Tueros et al., 2009).

	ERL mg/kg	ERM mg/kg	<ERL	ERL-ERM	>ERM
<b>Arsen</b>	8,2	70	5,0	11,1	63,0
<b>Kadmij</b>	1,2	9,6	6,6	36,6	65,7
<b>Krom</b>	81	370	2,9	21,1	95,0
<b>Bakar</b>	34	270	9,4	29,1	83,7
<b>Olovo</b>	46,7	218	8,0	35,8	90,2
<b>Živa</b>	0,15	0,71	8,3	23,5	42,3
<b>Nikal</b>	20,9	51,6	1,9	16,7	16,9
<b>Srebro</b>	1,0	3,7	2,6	32,3	92,8
<b>Cink</b>	150	410	6,1	47,0	69,8

Prosječne koncentracije As u sedimentima su 1,8 mg/kg i neznatno su niže od srednjih vrijednosti za europske vodotočne sedimente (9,5 mg/kg), i nijedan od analiziranih uzoraka ne prelazi vrijednosti ERL (8,1 mg/kg).

Prosječne koncentracije Cd u analiziranim sedimentima su 0,7 mg/kg i niže su od srednjih nešto su više vrijednosti za europske vodotočne sedimente (0,53 mg/kg), nekoliko analiziranih uzoraka prelazi vrijednosti ERL (1,2 mg/kg) ali ni jedan uzorak nije dosegao koncentraciju od 9,6 mg/kg (ERM). Uzorci sedimenta s najvišim koncentracijama Cd prikazani su u tablici 4-21. Naviše koncentracije Cd izmjerene su u sedimentu iz jezera Crniševa iz njegovog najdubljeg dijela (uzorak RUPA) tj. iz ponora na dubini od 39m.

Tablica 4-21 Prosječne koncentracije kadmija (Cs) i analiziranim sedimentima Baćinskih jezera.

Ime jezgre	Interval	Jezero		Cd	N%	OC%
	cm			mg/kg		
BAJ-52 RUPA	0-1	Crniševa	Crniševa_1	4,29	0,43	4,77
BJ-54	10-11	Crniševa	Crniševa_10	1,09	0,34	1,66
BJ-54	5-6	Crniševa	Crniševa_5	1,08	0,38	3,89
BJ-54	0-1	Crniševa	Crniševa_1	1,02	0,53	4,53
BJ-3	5-6	Podgora	Podgora_5	1,01	0,26	2,34
BJ-3	0-1	Podgora	Podgora_1	0,93	0,28	2,48

Prosječne koncentracije Cr u analiziranim sedimentima su 27 mg/kg i niže su od srednjih vrijednosti za europske vodotočne sedimente (31 mg/kg), analizirani uzorci ne prelaze vrijednosti ERL (81 mg/kg).

Prosječne koncentracije Cu u analiziranim sedimentima su 20,8 mg/kg i malo slične su srednjoj vrijednosti za europske vodotočne sedimente (19 mg/kg), 1 analizirani uzorak prelazi vrijednosti ERL (34 mg/kg) ali ni jedan uzorak nije dosegao koncentraciju od 270 mg/kg (ERM). Uzorci sedimenta s najvišim koncentracijama Cu prikazani su u Tablici 8.3.5.a. Povišene koncentracije nalaze se u istom uzorku kao i Cd, dok ostale povišene koncentracije nalaze se u jezgri iz jezera Oćuša, budući da se povišene koncentracije nalaze u dubljim dijelovima profila vjerojatno povišene koncentracije Cu imaju porijeklo iz Vrgoračkog polja i to za razdoblja prije 80 godina prošlog stoljeća i intenzivnog vinogradarstva i upotrebe modre galice kao herbicida.

Tablica 4-22 Prosječne koncentracije kadmija (Cs) i analiziranim sedimentima Baćinskih jezera.

Uzorak	Ime jezgre	Interval	Jezero		Cu
		cm			mg/kg
BAJ-52 RUPA	BAJ-52 RUPA	0-5	Crnisevo	Crnisevo_1	36
BJ-19 15-16	BJ-19	15-16	Ocusa	Ocusa_15	31,9
BJ-19 20-21	BJ-19	20-21	Ocusa	Ocusa_20	31,47
BJ-19 25-26	BJ-19	25-26	Ocusa	Ocusa_25	31,38

Prosječne koncentracije Pb u analiziranim sedimentima su 15,3 mg/kg i niže su od srednjih vrijednosti za europske vodotočne sedimente (29 mg/kg), analizirani uzorci ne prelaze vrijednosti ERL (46 mg/kg).

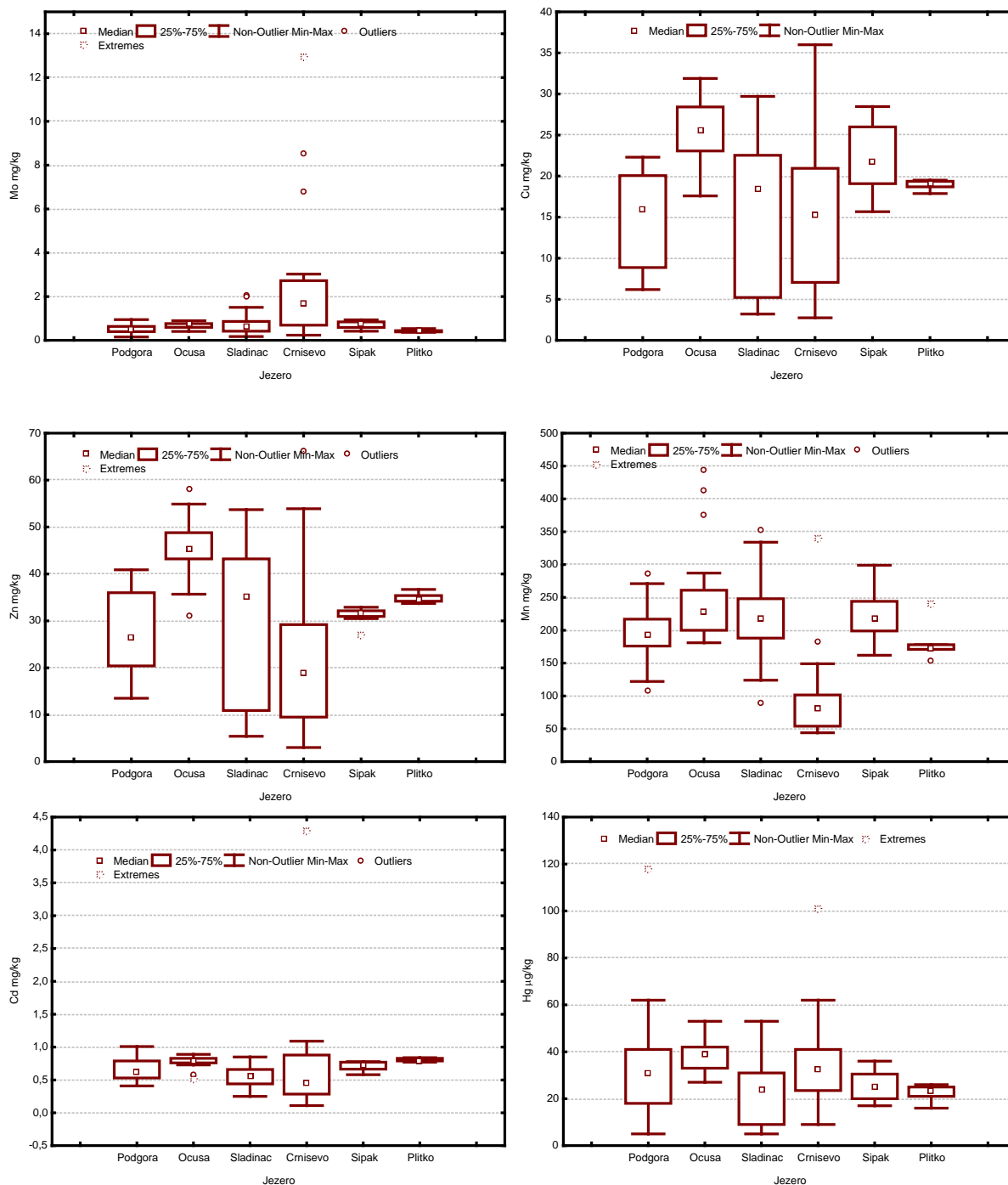
Prosječne koncentracije Hg u analiziranim sedimentima su 0,034 mg/kg i niže su od srednjih vrijednosti za europske vodotočne sedimente (0,081mg/kg), analizirani uzorci neprelaze vrijednosti ERL (0,15 mg/kg).

Prosječne koncentracije Mo u analiziranim sedimentima su 1,4 mg/kg i slične su srednjim vrijednostima za europske vodotočne sedimente (1,34 mg/kg). Vrijednosti ERL/ERM za ovaj element ne postoje ali prema Geokmijskom atlasu Europe ovaj prostor jedan od nekoliko koji imaju anomalne koncentracije Mo koje se pripisuje geogenim/litogenim faktorima. Povišene koncentracije u sedimentima jezera Crniševo i Sladinac može se pripisati utjecaju prodora mora u navedena jezera što potvrđuju i povišene koncentracije Na i u sedimentu i u jezerkoj vodi jezera Crniševo.

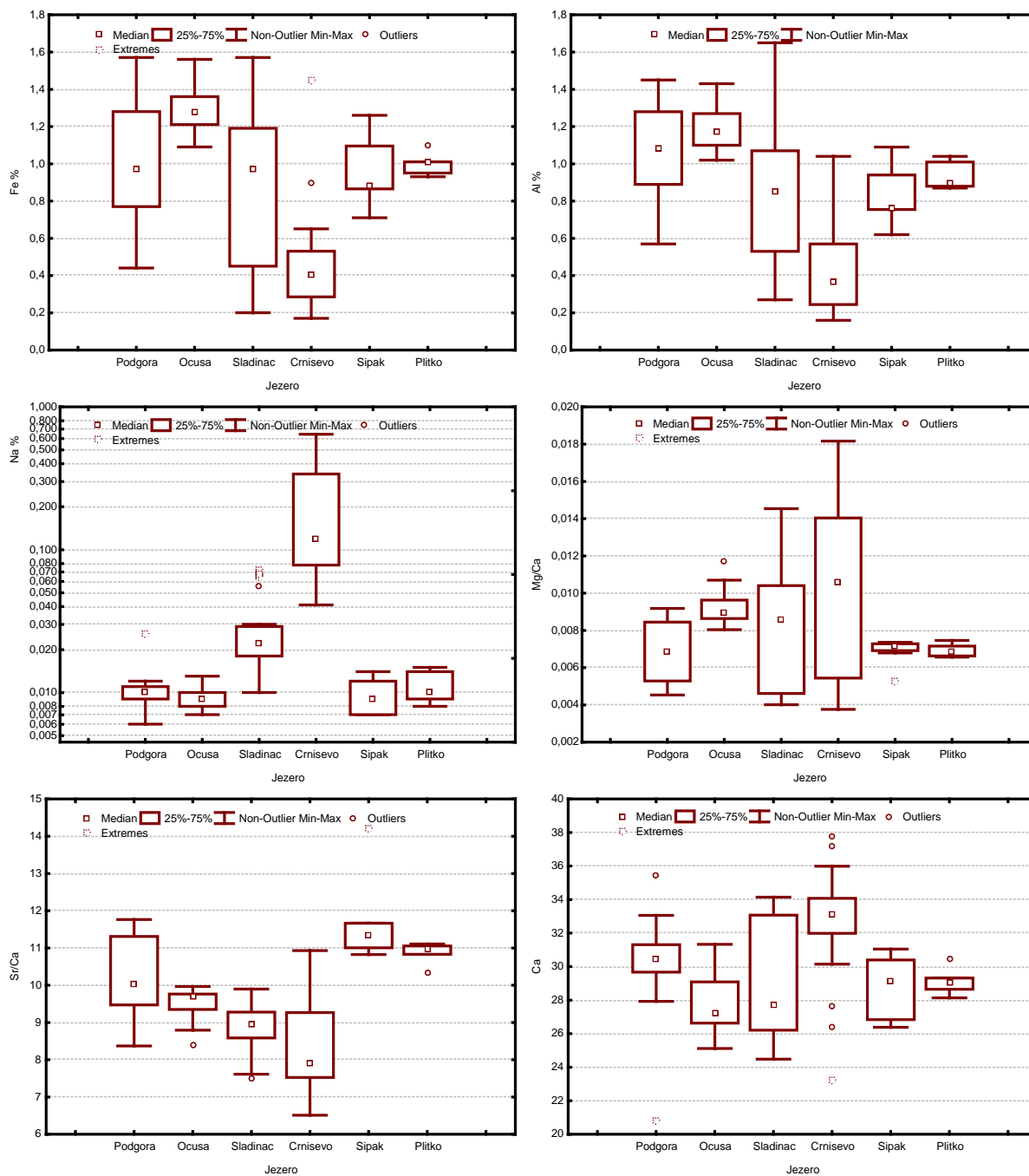
Srednje vrijednosti koncentracije pojedinih geogenih elemenata prikazane su u tablici 4-18. Vrijednosti koncentracija većine litogenih elemenata je u funkciji koncentracije **Ca** koji potječe



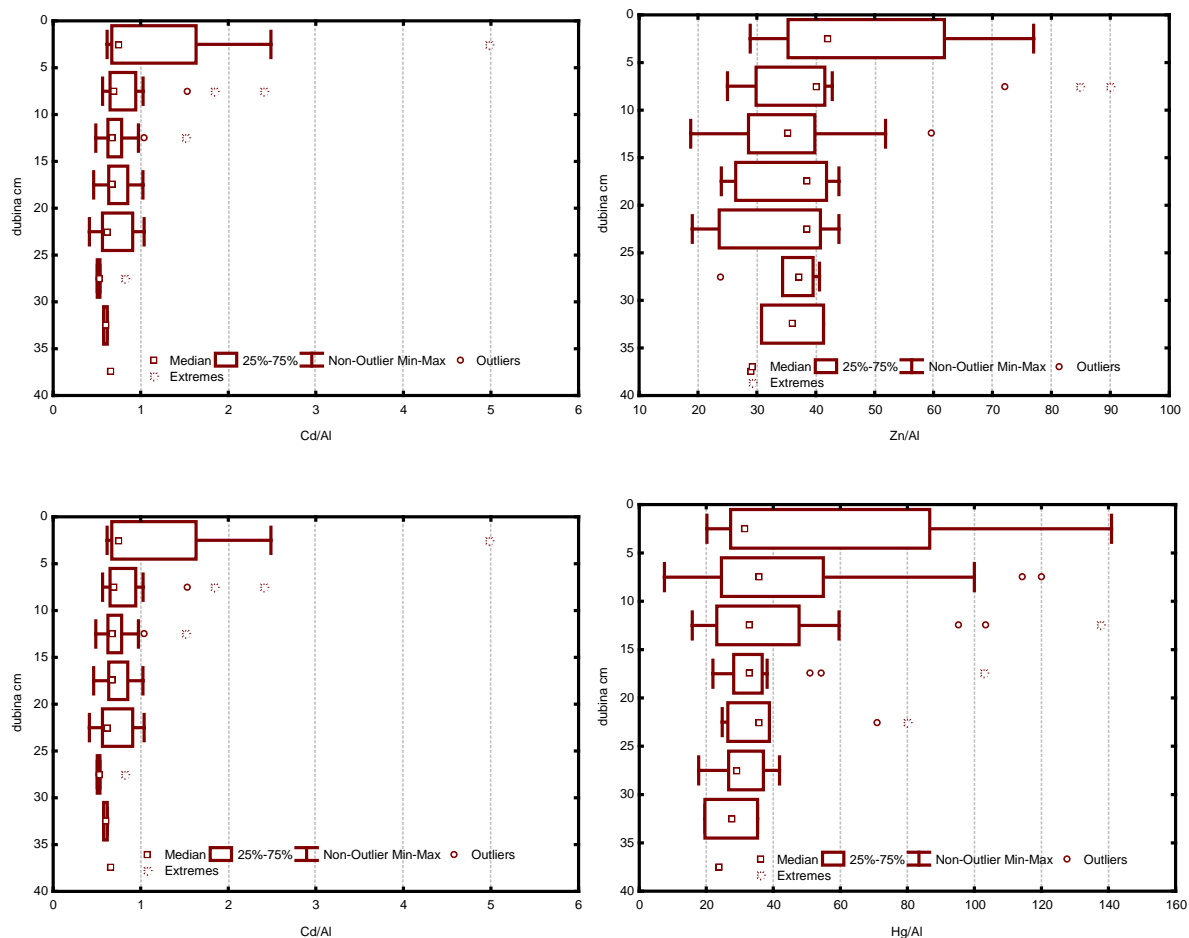
iz karbonatne mineralne faze u uzorcima (poglavlje o mineraloškom sastavu analiziranih uzoraka). Količine kalcita u pojedinačnim uzorcima bitno mijenja koncentraciju ostalih elemenata (u smislu smanjenja koncentracija ostalih elemenata-tzv. carbonate dilution faktor ili faktor razrjeđenja karbonatima).



Slika 4-61 Distribucija odabranih teških metala u analizirnim kratkim jezgrama (0-35 cm) Baćinskih jezera.



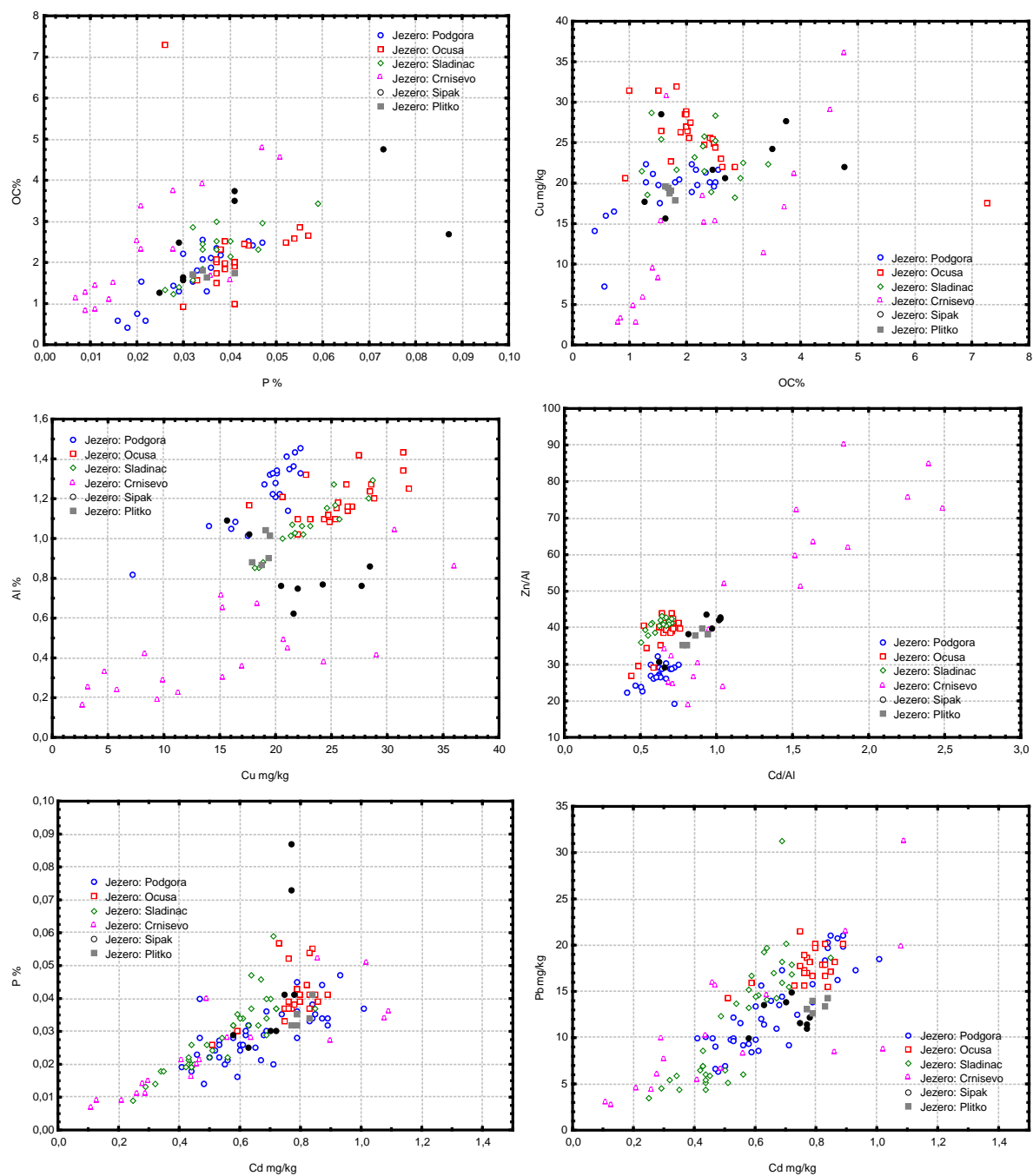
Slika 4-62 Distribucija odabranih litogenih elemenata u analizirnim kratkim jezgrama (0-35 cm) Baćinskih jezera.



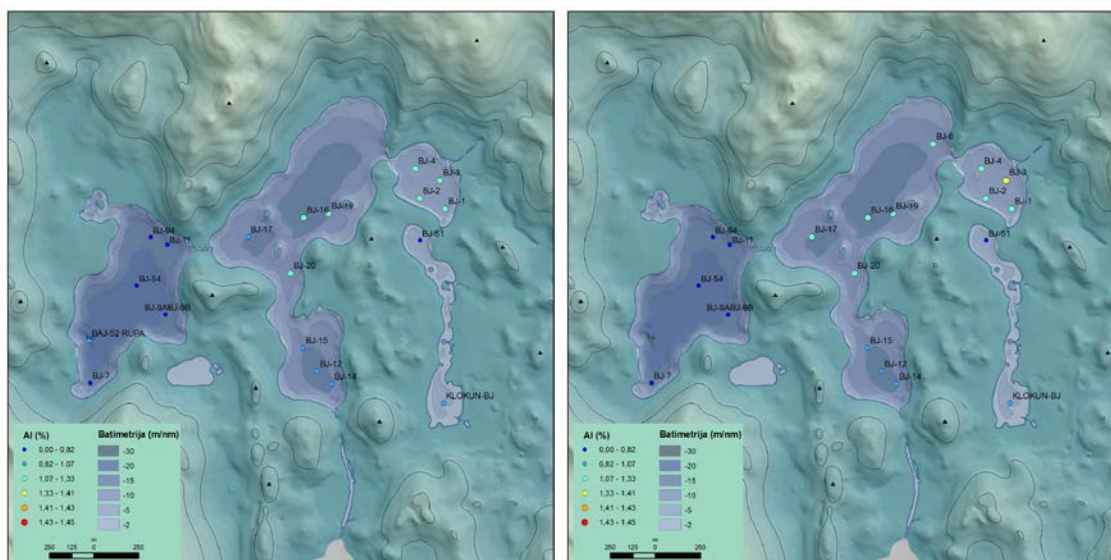
Slika 4-63 Distribucija odabranih teških elemenata normaliziranih na litogenih element Al u analizirnim kratkim jezgrama Baćinskih jezera u kompozitnom profilu.

Tablica 4-23 Kolrelacijska matrica za analizirane kratke jezgre.

	Mo	Cu	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Sr	Cd	Ca	P	Cr	Mg	Al	Na	Hg	N%
Mo	1,00																
Cu	0,27	1,00															
Zn	0,24	0,92	1,00														
Ni	-0,03	0,80	0,89	1,00													
Mn	0,08	0,63	0,72	0,73	1,00												
Fe	-0,02	0,73	0,84	0,95	0,77	1,00											
As	-0,09	0,54	0,67	0,82	0,62	0,89	1,00										
Sr	-0,06	-0,05	-0,13	0,00	0,08	0,13	0,13	1,00									
Cd	0,85	0,56	0,56	0,36	0,39	0,39	0,23	0,08	1,00								
Ca	-0,06	-0,63	-0,67	-0,59	-0,48	-0,54	-0,42	0,46	-0,28	1,00							
P	0,12	0,61	0,60	0,45	0,56	0,48	0,25	0,00	0,39	-0,54	1,00						
Cr	-0,08	0,79	0,88	0,96	0,74	0,97	0,82	0,14	0,36	-0,57	0,53	1,00					
Mg	0,58	0,41	0,32	0,11	0,00	0,02	-0,03	-0,17	0,44	-0,10	0,14	0,00	1,00				
Al	-0,17	0,64	0,76	0,93	0,65	0,95	0,85	0,21	0,26	-0,45	0,38	0,96	-0,03	1,00			
Na	0,73	0,08	-0,02	-0,29	-0,23	-0,36	-0,40	-0,14	0,47	0,16	-0,03	-0,36	0,74	-0,42	1,00		
Hg	0,52	0,43	0,45	0,38	0,26	0,34	0,26	0,01	0,62	-0,12	0,11	0,32	0,44	0,31	0,32	1,00	
N	0,29	0,28	0,14	-0,13	0,06	-0,13	-0,30	-0,10	0,28	-0,33	0,72	-0,06	0,29	-0,22	0,29	-0,01	1,00
OC	0,39	0,30	0,21	0,05	0,14	0,03	-0,12	-0,17	0,36	-0,40	0,47	0,05	0,32	-0,06	0,28	0,20	0,62

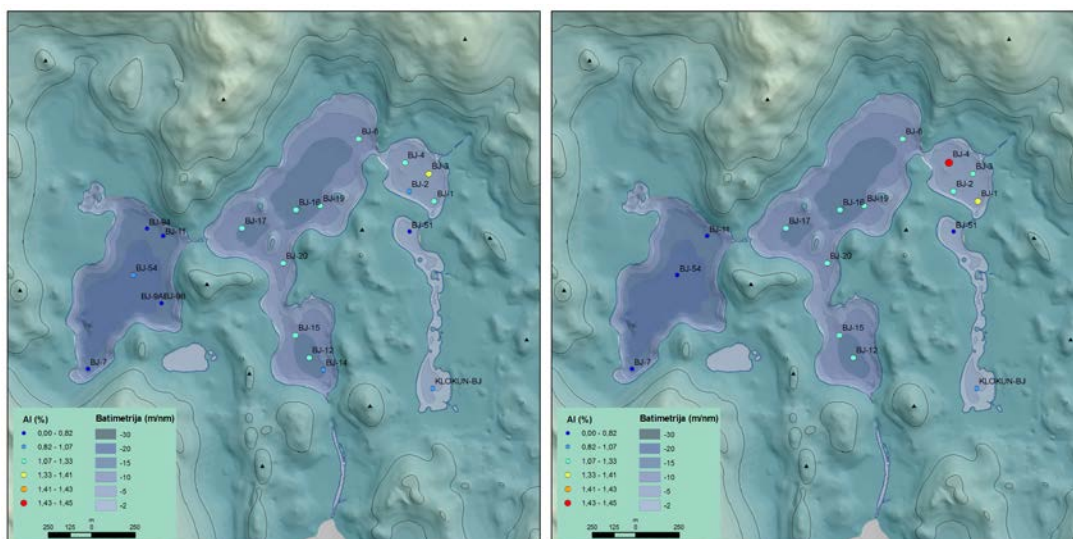


Slika 4-64 Dijagrami raspršenja koji pokazuju međuovisnost različitih elementa, te ukazuju na različite faktore koji utječu na biogeokemiju pojedinih elemenata u različitim jezerima. Posebno se izdvaja Crniševo gdje je vidljivo da organska tvar ima značajnu ulogu u kontroli geokemije teških metala dok u ostalim jezerima značajniju ulogu imaju siliciklastične čestice (Al).



Al % dubina od 0-1 cm

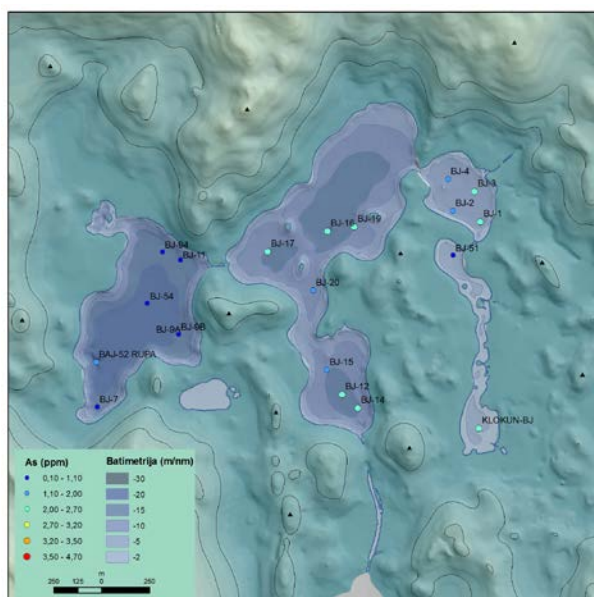
Al % dubina od 5-6 cm



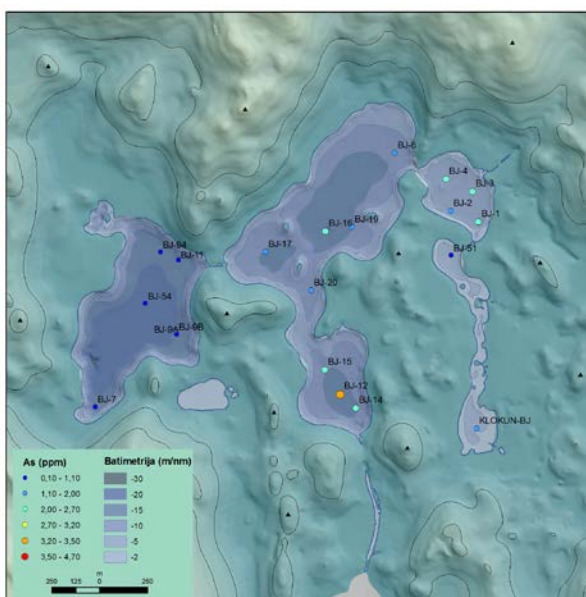
Al % dubina od 10-11 cm

Al % dubina od 15-16 cm

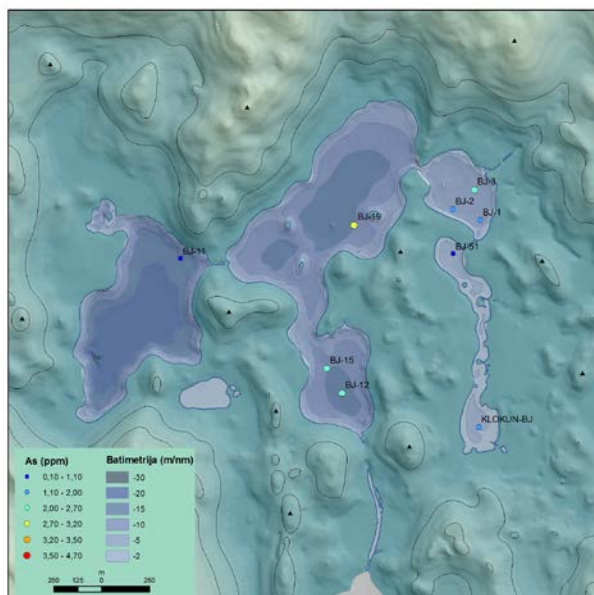
Slika 4-65 Koncentracija Al u površinskim uzorcima Baćinskih jezera.



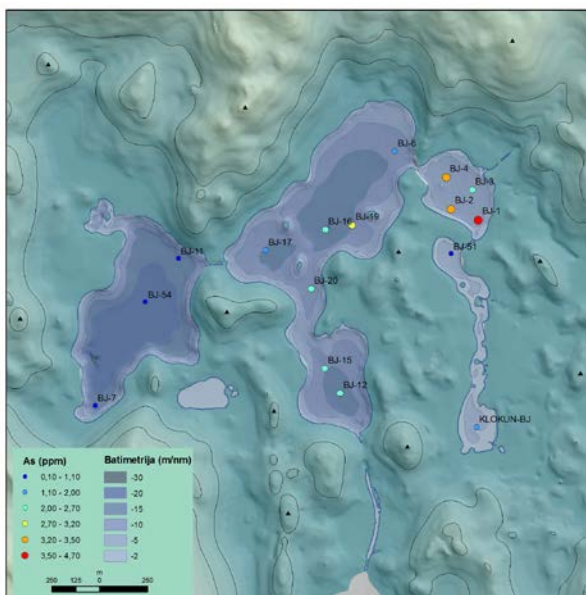
As mg/kg dubina od 0-1 cm



As mg/kg dubina od 5-6 cm



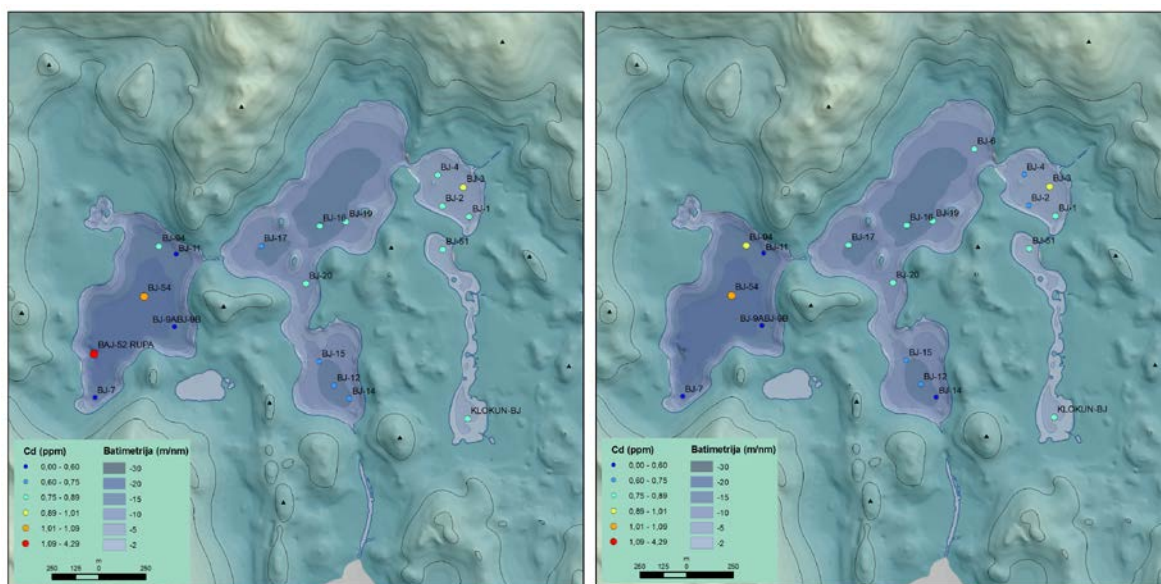
As mg/kg dubina od 15-16 cm



As mg/kg dubina od 20-21 cm

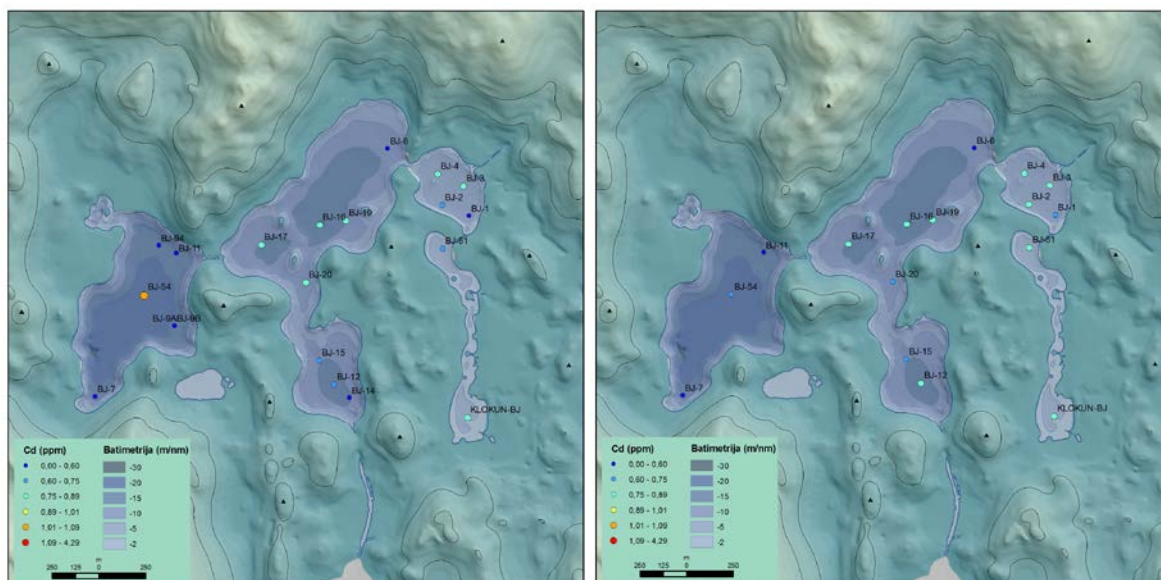
Slika 4-66 Koncentracija As u površinskim uzorcima Bačinskih jezera.





Cd mg/kg dubina od 0-1 cm

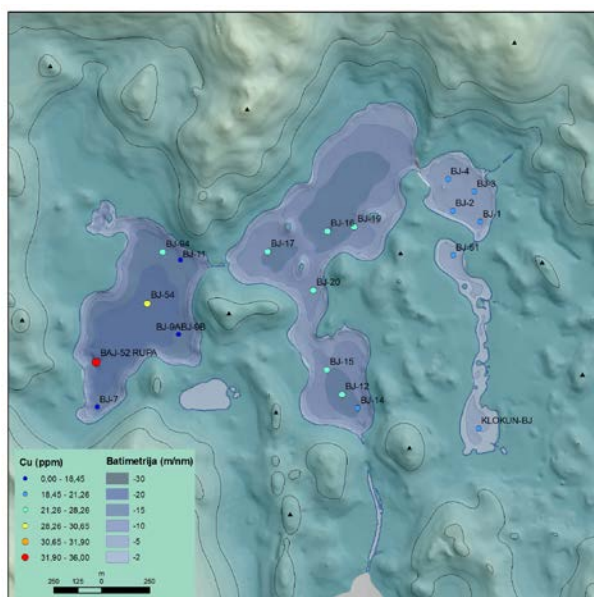
Cd mg/kg dubina od 5-6 cm



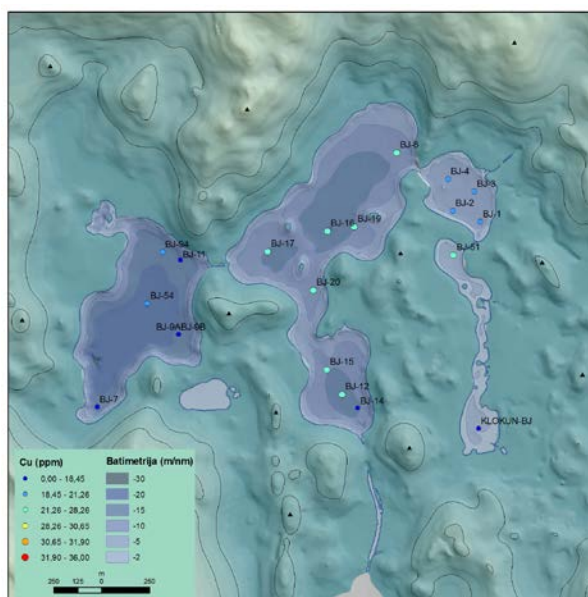
Cd mg/kg dubina od 10-11 cm

Cd mg/kg dubina od 15-16 cm

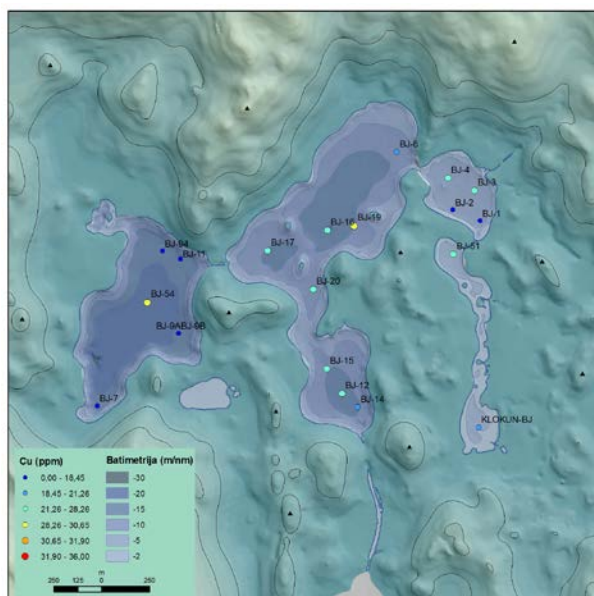
Slika 4-67 Koncentracija Cd u površinskim uzorcima Baćinskih jezera.



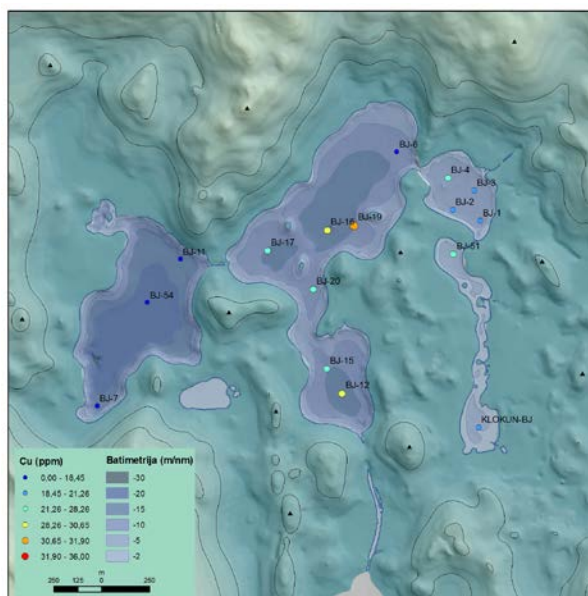
Cu mg/kg dubina od 0-1 cm



Cu mg/kg dubina od 5-6 cm

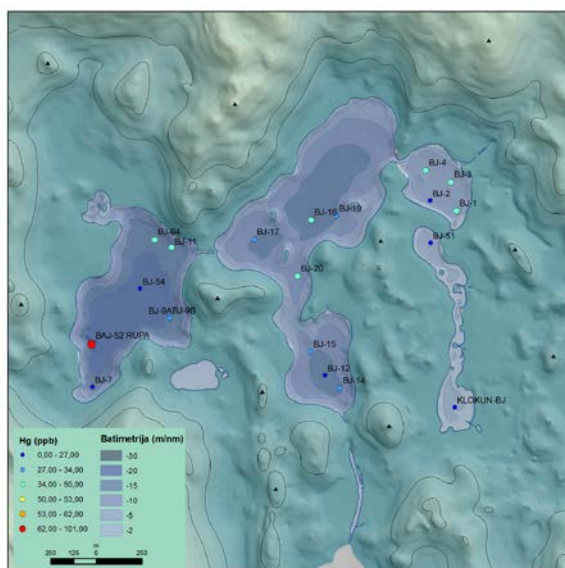


Cu mg/kg dubina od 10-11 cm

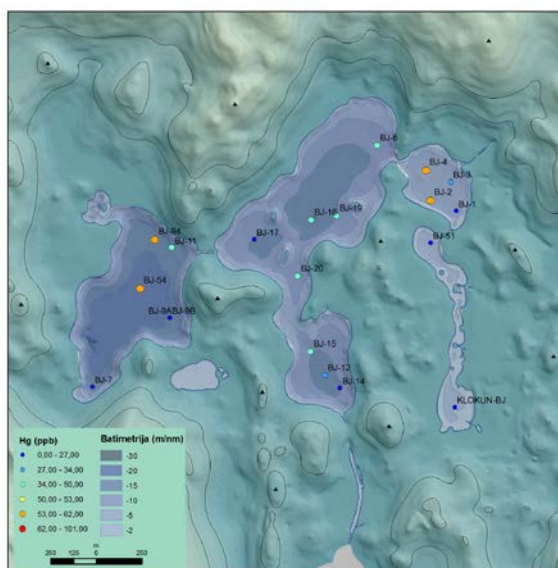


Cu mg/kg dubina od 15-16 cm

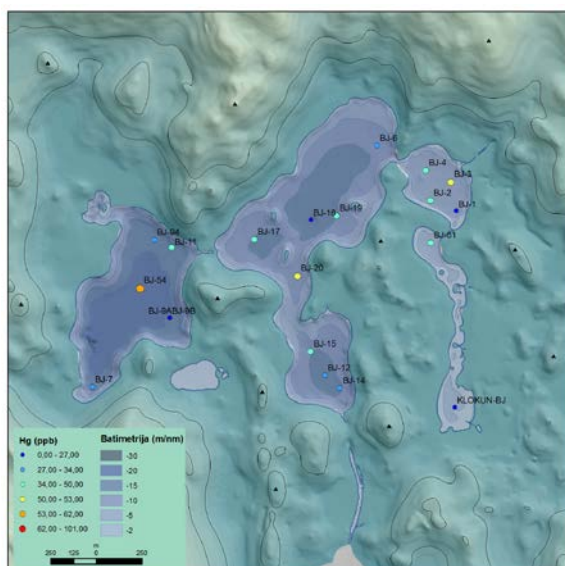
Slika 4-68 Koncentracija Cu u površinskim uzorcima Baćinskih jezera.



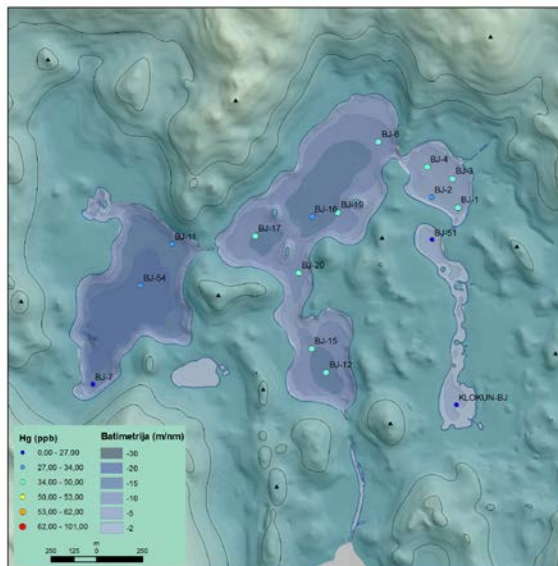
Hg □g/kg dubina od 0-1 cm



Hg □g/kg dubina od 5-6 cm



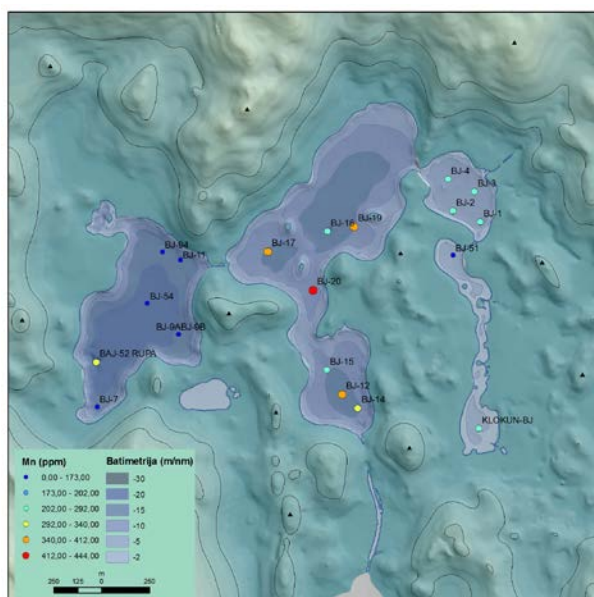
Hg □g/kg dubina od 10-11 cm



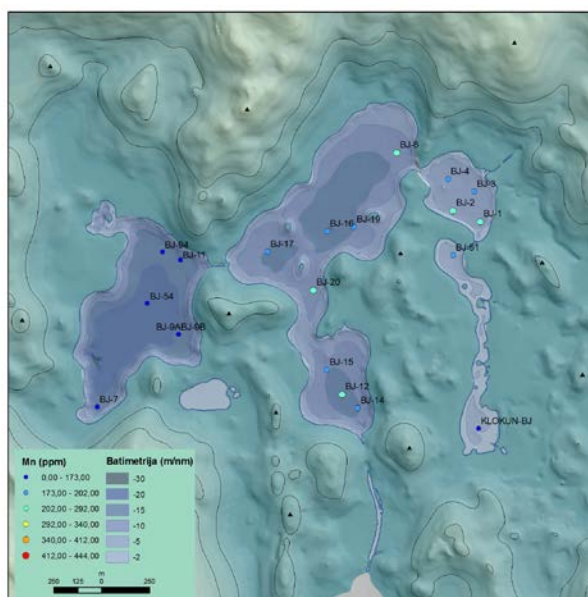
Hg □g/kg dubina od 15-16 cm

Slika 4-69 Koncentracija Hg u površinskim uzorcima Baćinskih jezera.

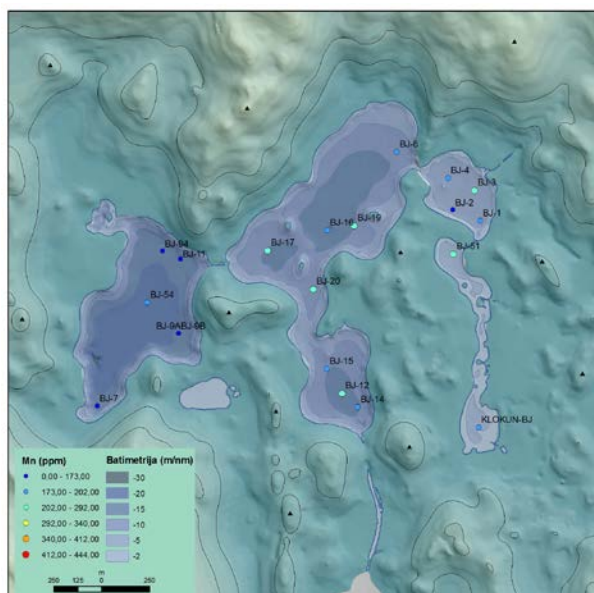




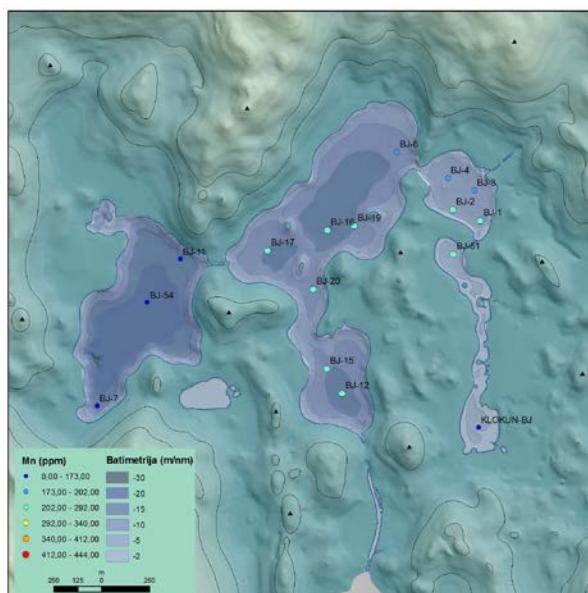
Mn mg/kg dubina od 0-1 cm



Mn mg/kg dubina od 5-6 cm

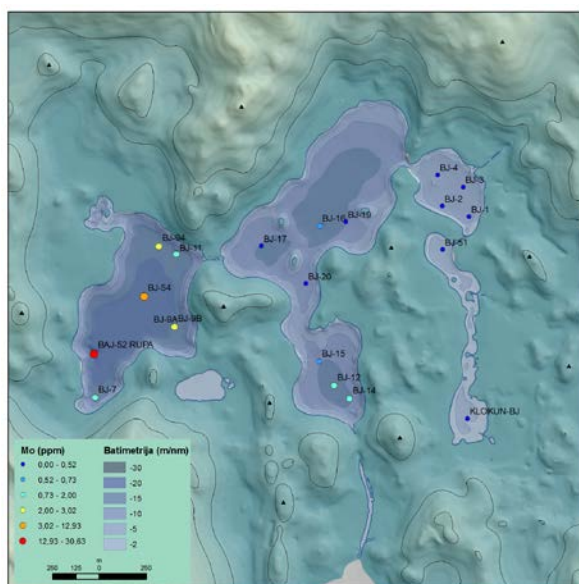


Mn mg/kg dubina od 10-11 cm

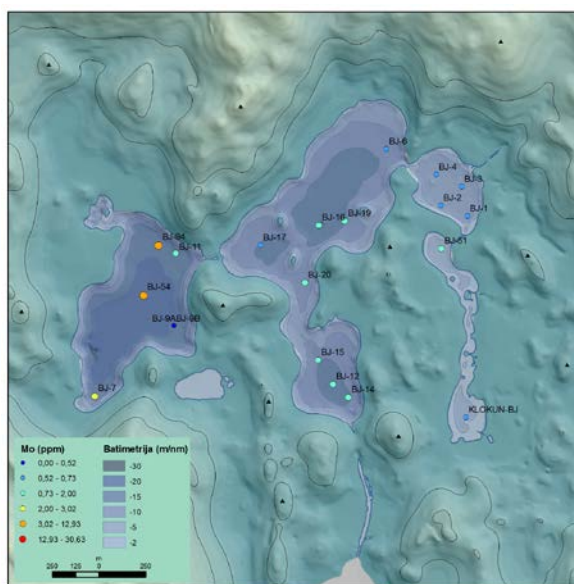


Mn mg/kg dubina od 15-16 cm

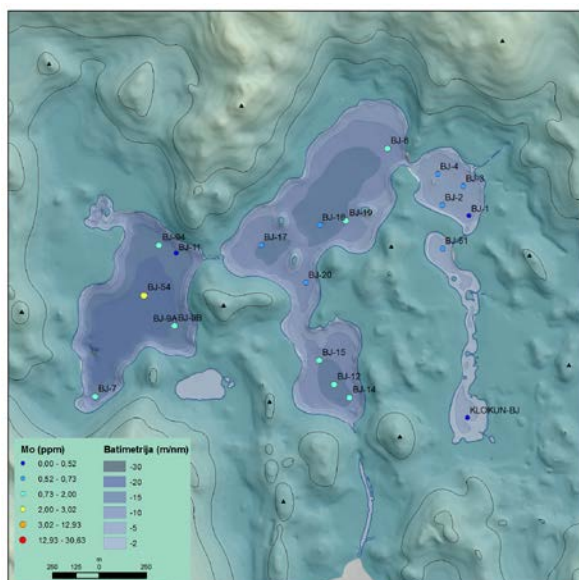
Slika 4-70 Koncentracija Mn u površinskim uzorcima Baćinskih jezera.



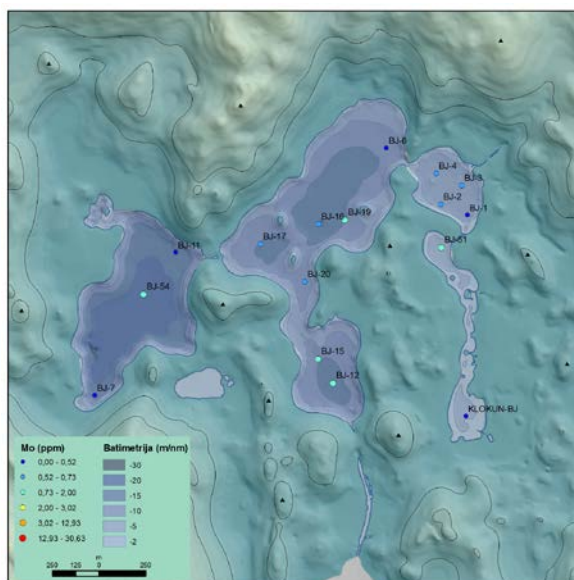
Mo mg/kg dubina od 0-1 cm



Mo mg/kg dubina od 5-6 cm

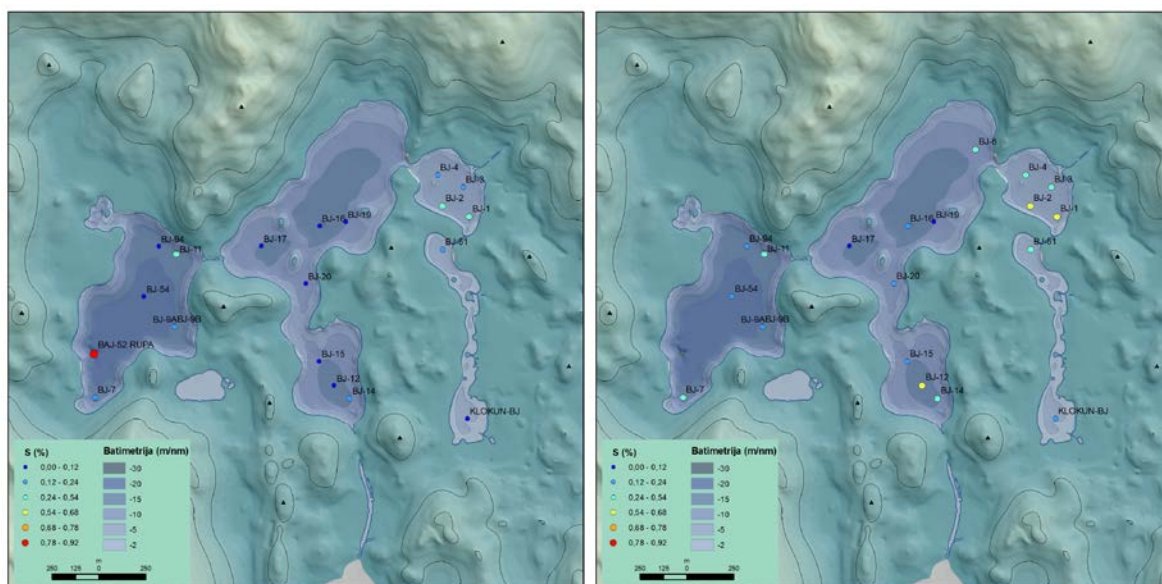


Mo mg/kg dubina od 10-11 cm



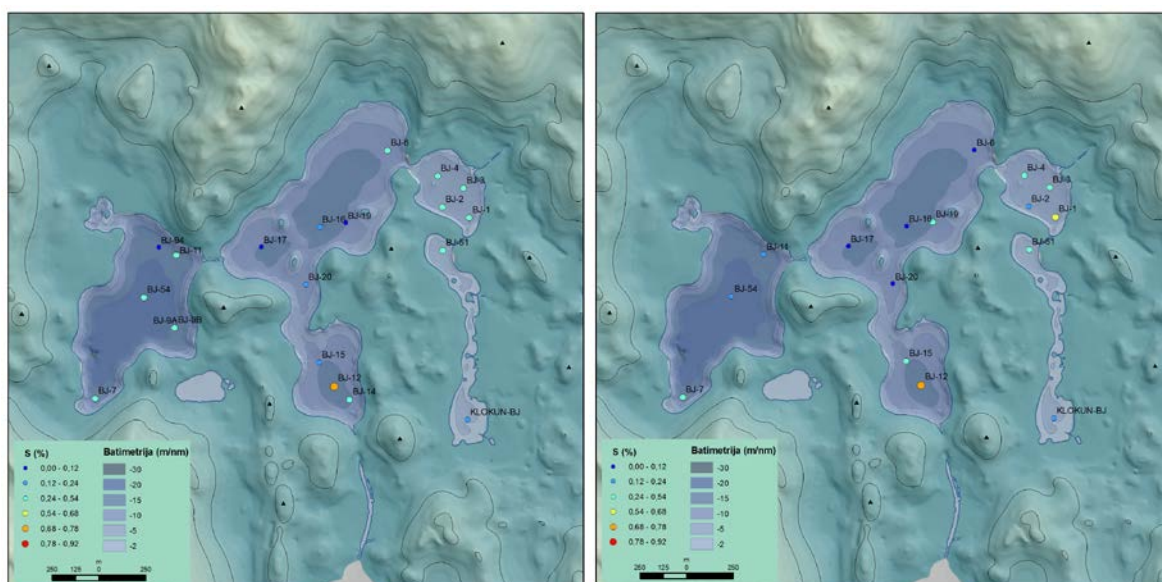
Mo mg/kg dubina od 15-16 cm

Slika 4-71 Koncentracija Mo u površinskim uzorcima Baćinskih jezera.



S (%) dubina od 0-1 cm

S (%) dubina od 5-6 cm

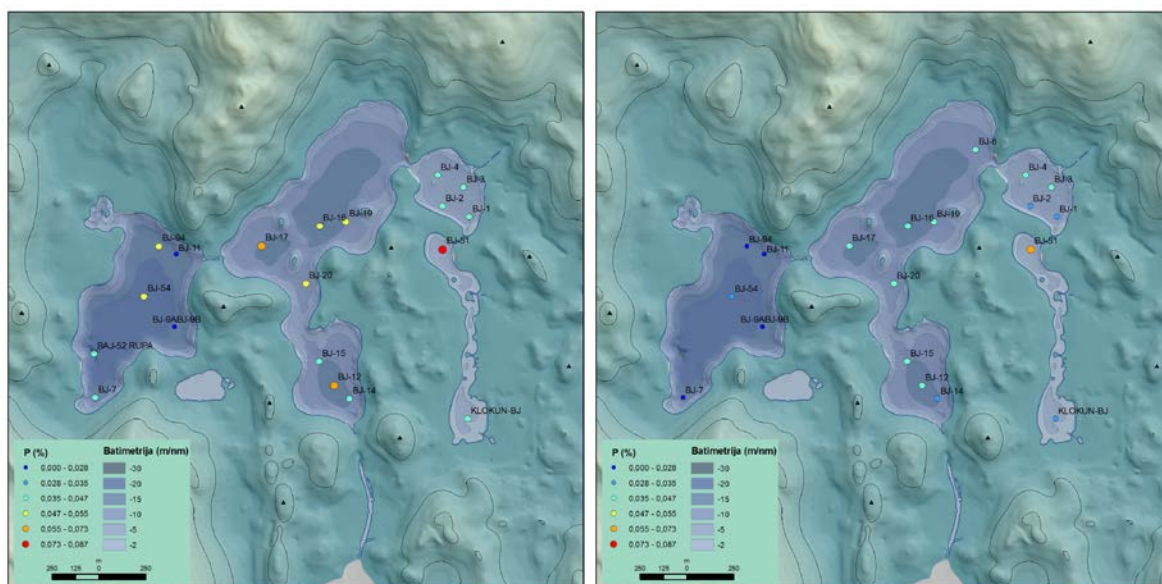


S (%) dubina od 10-11 cm

S (%) dubina od 15-16 cm

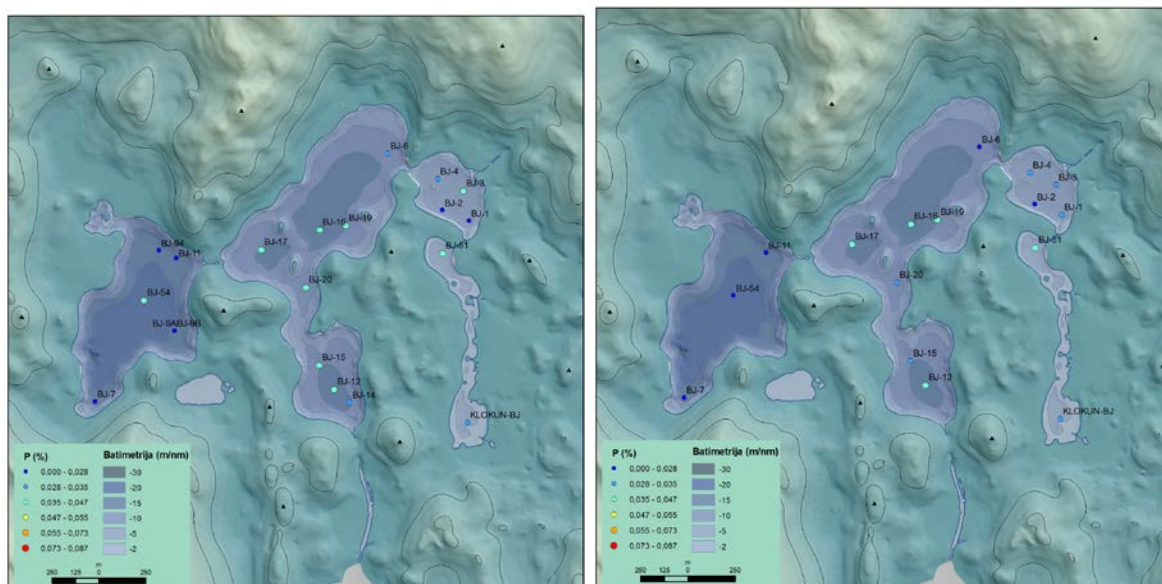
Slika 4-72 Koncentracija S u površinskim uzorcima Baćinskih jezera.





P (%) dubina od 0-1 cm

P (%) dubina od 5-6 cm



P (%) dubina od 10-11 cm

P (%) dubina od 15-16 cm

Slika 4-73 Koncentracija P u površinskim uzorcima Baćinskih jezera.

#### 4.2.4.3. Rezultati izotopnih analiza olova

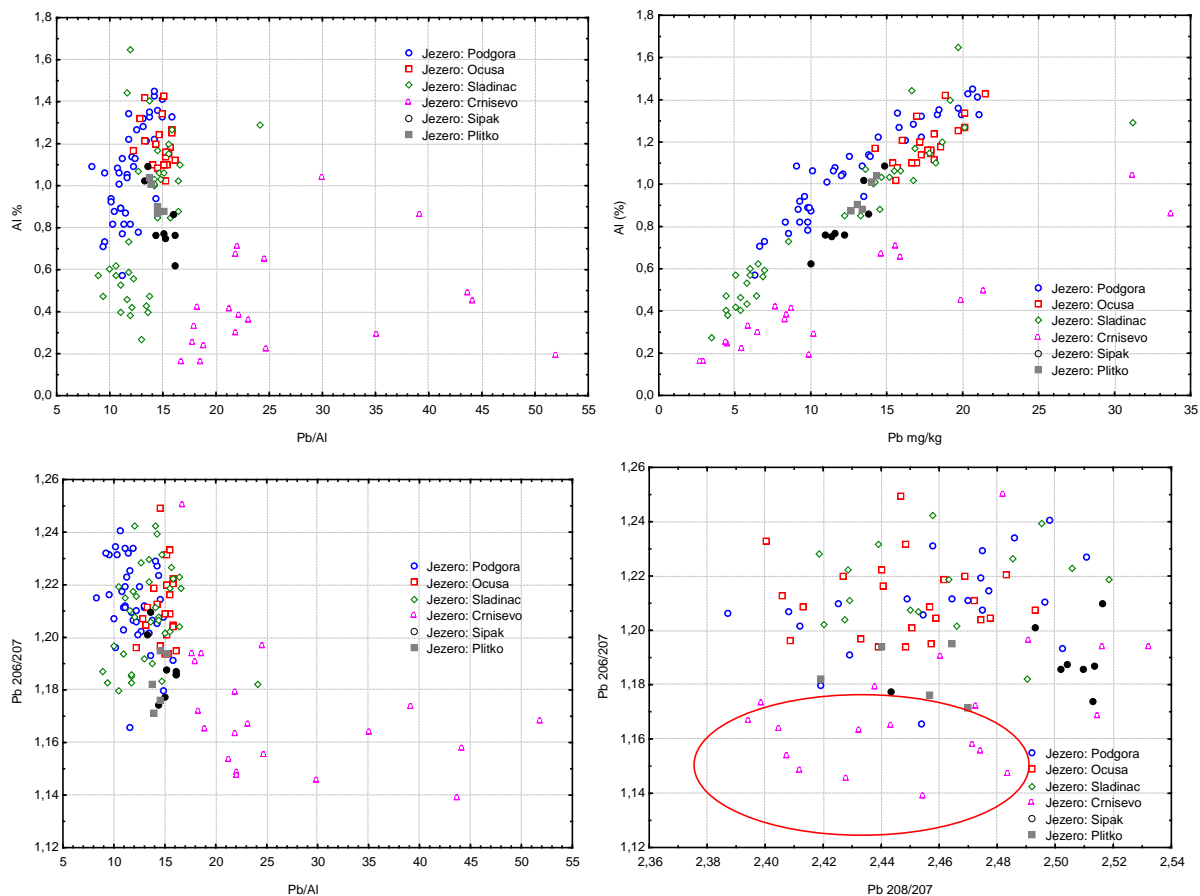
Analiza izotopa olova  $^{208}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$  i  $^{204}\text{Pb}$  na uzorcima sa lokacija kratkih jezgri te u prvih 100 cm dugačkih jezgri BAJ-1 (Podgora) i BAJ-5 (Sladinac) napravljeno je ukupno 120 analiza sa masenim spektrometrom s induciranom spregnutom plazmom (ICP-MS) i termalnom ionizacijskom masenom spektrometrijom (TIMS) u komercijalnom laboratoriju Activation Laboratories Ltd., Ancaster, Kanada. Preciznost metode pri masenim udjelima olova u uzorcima od  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  je 0,5 %. Za kontrolu točnosti analiza korišten je standard SRM 981 s točnošću od +/- 0,5 % relativne standardne devijacije. Osnovni statistički parametri za analize izotopnog sastava prikazani su u tablici .

Izotopni sastav olova u recentnim površinskim sedimentima pokazuje da je omjer  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  puno viši u prosjeku iznad 1,20, manje radiogenog/starijeg olova nalazi se u tri jezera Crniševo, Šipak i Plitko gdje u analiziranim profilima jezgri je srednja vrijednost omjera  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  između 1,16 i 1,19 osim

Pregledom distribucije  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  u u profila jezgri uočava se sličnost u vrijednosti omjera  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  nalaze se u rasponu od 1,22 do 1,25 što odgovara regionalnoj litogenoj signaturi (1,20 do 1,35). Vršni mlađi djelovi profila iz jezera Crniševo karakterizira varijabilnost omjera  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  ali u intervalu od 1,16 do 1,18 što je karakteristična vrijednost za sedimente opterćene olovom nastalo izgaranjem benzina (automobilsko olovo) ili olova iz industrijskih izvora. Najniže vrijednosti  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  u jezgrama iz jezera Crniševo najvjerojatnije su vezana za ispiranja i akumulaciju olova iz benzina koji se je masovno koristio u prošlosti. Kako je olovo regionalna onečišćujuća tvar samo smanjenje korištenja olova u benzinu ne smanjuje njegovu koncentraciju u sedimentima već je to proces koji će uslijed erozije površinskih horizonata tla trajati stanovito razdoblje. Generalno niže vrijednosti omjera  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  prisutne su u pojedinačnim profilima u 50% naliziranih jezgri. Jezgre iz jezera Crniševa pokazuju akumulaciju olova u prvih 15 cm što se manifestira sa povišenim vrijednostima faktora obogaćenja (EF), vrijednosti su povišene ale ne prelaze vrijednosti koje bi ukazivale na onečišćenje.

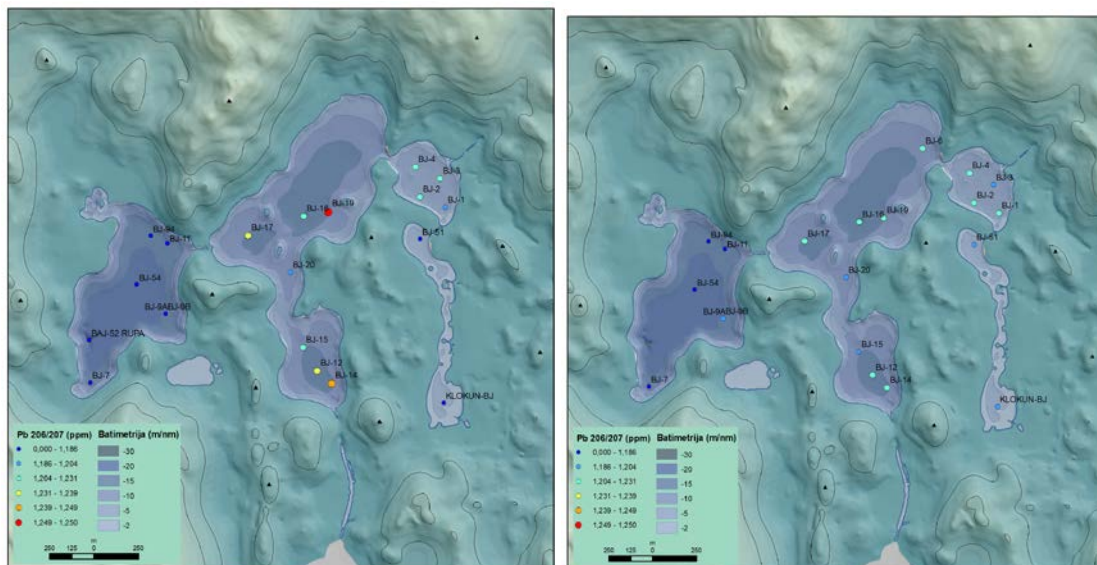
Tablica 4-24 Osnovni statistički parametri za izotopni sastav Pb u analiziranim uzorcima (kratke jezgre) i faktor obogaćenja (EF).

jezero_dubina u cmma	Pb	Pb 206/204	Pb 207/204	Pb 208/204	Pb 206/207	Pb 208/207	Pb/Al	EF Pb
	sr.vr. mg/kg	sr.vr.	sr.vr.	sr.vr.	sr.vr.	sr.vr.	sr.vr.	sr.vr.
Podgora_1	16,513	19,021	15,707	38,477	1,211	2,450	13,0	1,12
Podgora_5	17,130	18,690	15,459	37,776	1,209	2,443	13,4	1,15
Podgora_10	15,848	19,006	15,650	38,630	1,214	2,468	13,0	1,12
Podgora_15	18,228	18,696	15,547	38,153	1,203	2,454	13,6	1,17
Podgora_20	12,923	18,938	15,386	38,229	1,231	2,485	11,3	0,97
Podgora_25	12,170	18,938	16,250	39,875	1,165	2,454	11,6	1,00
Ocusa_5	17,336	18,756	15,508	38,198	1,209	2,463	15,0	1,06
Ocusa_10	18,546	19,177	15,803	38,858	1,213	2,459	15,2	1,07
Ocusa_20	17,187	19,179	15,971	38,616	1,201	2,418	13,8	0,97
Ocusa_1	15,818	19,464	15,893	38,964	1,225	2,452	14,7	1,04
Ocusa_15	18,235	19,112	15,822	38,560	1,208	2,437	15,2	1,07
Ocusa_25	20,220	19,226	15,891	38,818	1,210	2,443	14,2	1,00
Sladinac_1	14,647	19,003	15,467	37,772	1,228	2,442	14,3	0,99
Sladinac_5	15,330	19,228	15,800	39,275	1,217	2,486	15,7	1,09
Sladinac_10	17,500	18,775	15,525	37,651	1,209	2,425	16,0	1,11
Sladinac_15	18,450	18,857	15,474	38,553	1,219	2,491	16,1	1,12
Sladinac_20	15,775	18,841	15,408	38,112	1,223	2,474	14,3	1,00
Sladinac_25	22,415	18,616	15,451	37,930	1,205	2,454	18,5	1,28
Sladinac_30	12,270	19,625	16,250	39,813	1,208	2,450	14,4	1,00
Crnisevo_1	11,862	18,970	16,356	39,580	<b>1,160</b>	2,420	25,4	<b>1,43</b>
Crnisevo_5	13,956	18,467	15,905	39,620	<b>1,161</b>	2,491	36,1	<b>2,03</b>
Crnisevo_10	13,540	18,758	15,849	38,901	<b>1,185</b>	2,456	24,9	<b>1,40</b>
Crnisevo_15	8,377	17,781	15,086	36,919	1,178	2,447	19,6	1,10
Crnisevo_20	4,440	18,500	15,500	39,000	1,194	2,516	17,8	1,00
Sipak_1	10,930	18,000	15,333	38,533	<b>1,174</b>	2,513	14,4	1,06
Sipak_5	11,410	19,000	16,000	40,067	<b>1,188</b>	2,504	15,2	1,12
Sipak_10	11,610	19,467	16,533	40,400	<b>1,177</b>	2,444	15,1	1,11
Sipak_15	12,240	19,063	16,063	40,375	<b>1,187</b>	2,514	16,1	1,18
Sipak_20	9,990	19,154	16,154	40,538	<b>1,186</b>	2,510	16,1	1,18
Sipak_25	13,820	19,167	16,167	40,444	<b>1,186</b>	2,502	16,1	1,18
Sipak_30	13,510	18,944	15,778	39,333	1,201	2,493	13,2	0,97
Sipak_35	14,850	18,750	15,500	39,000	1,210	2,516	13,6	1,00
Plitko_1	14,360	19,158	16,211	39,211	<b>1,182</b>	2,419	13,8	0,95
Plitko_5	13,340	18,833	15,778	38,500	1,194	2,440	15,2	1,05
Plitko_10	14,020	18,368	15,684	38,737	<b>1,171</b>	2,470	13,9	0,96
Plitko_15	13,050	19,235	16,353	40,176	<b>1,176</b>	2,457	14,5	1,00
Plitko_20	12,610	18,765	15,706	38,706	1,195	2,464	14,5	1,00



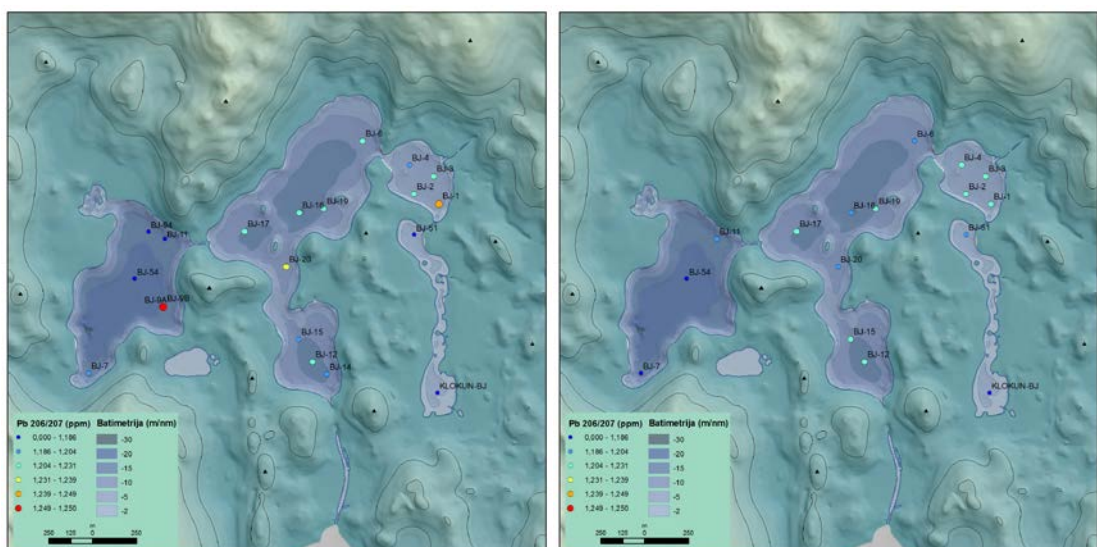
Slika 4-74 Odnos olova i izotopa olova u analiziranim kratkim jezgrama, u jezero Crniševo uočava se jasna distribucija koja ukazuje na antropogeni utjecaj (crveni krug).





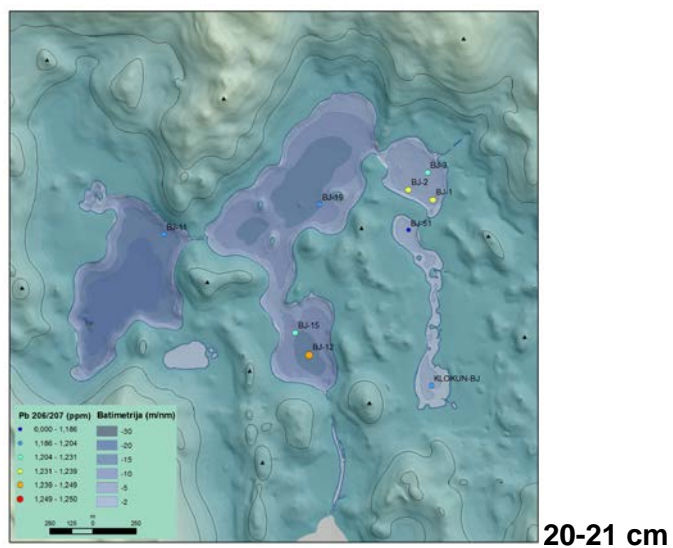
0-1 cm

5-6 cm



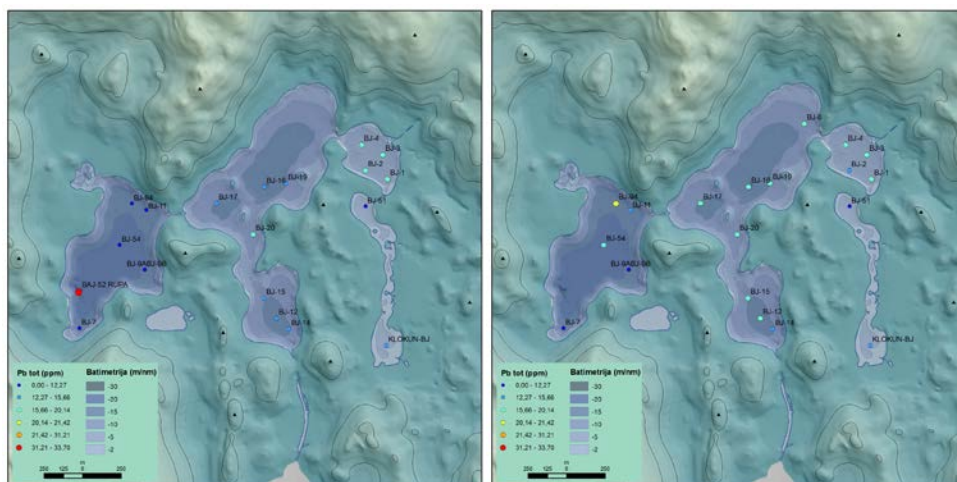
10-11 cm

15-16 cm



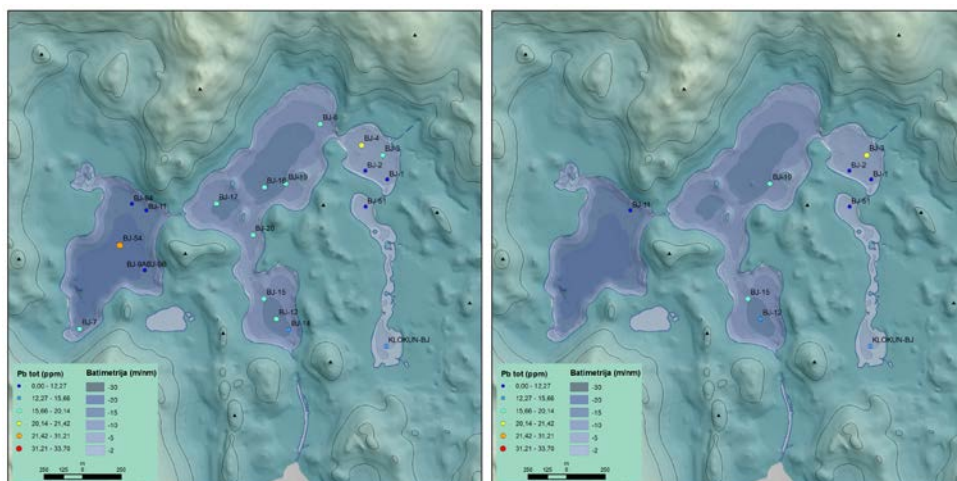
20-21 cm

Slika 4-75 Raspodjela  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  po dubinama od 0-1cm do 20-21 cm.



0-1 cm

5-6 cm

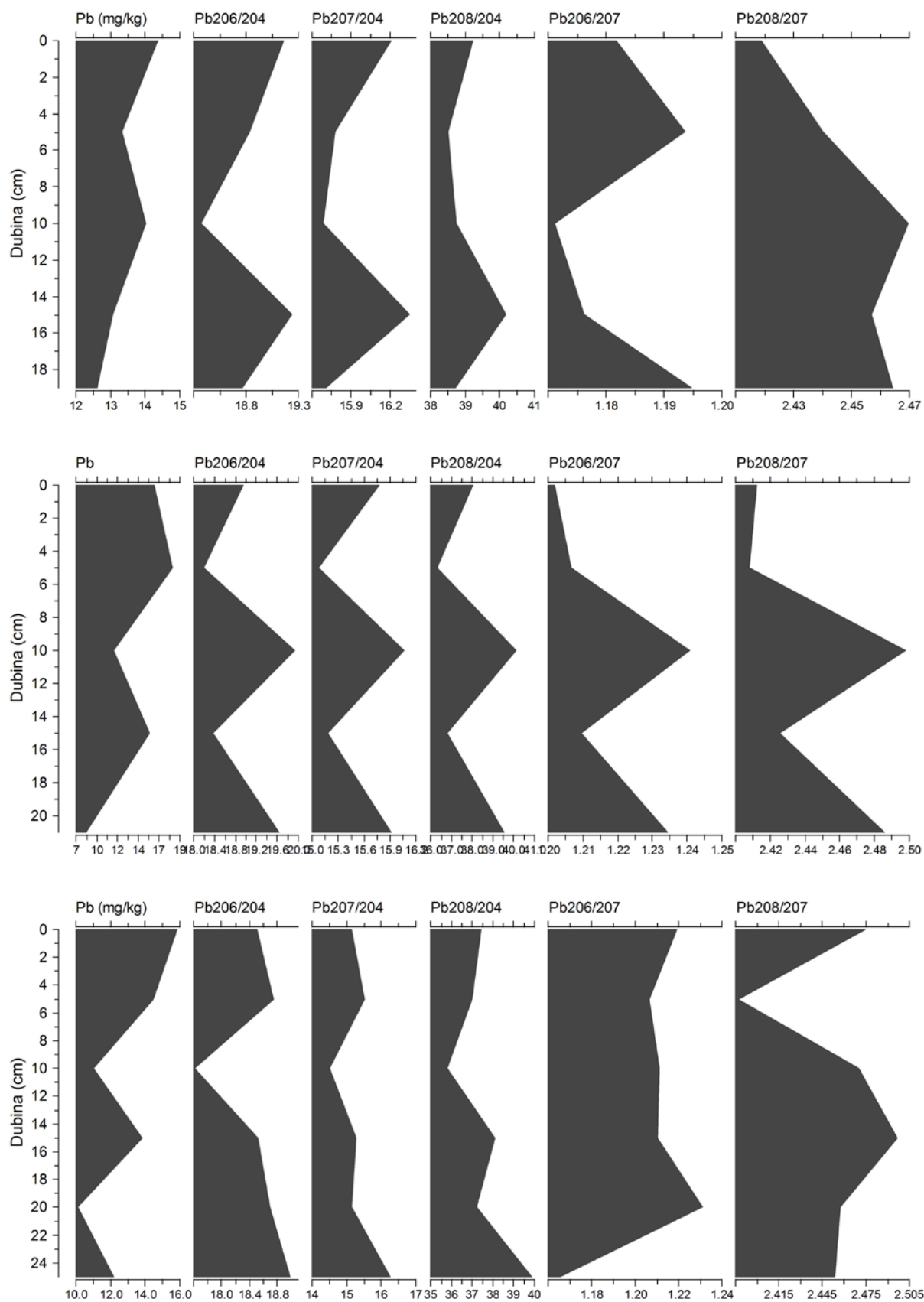


10-11 cm

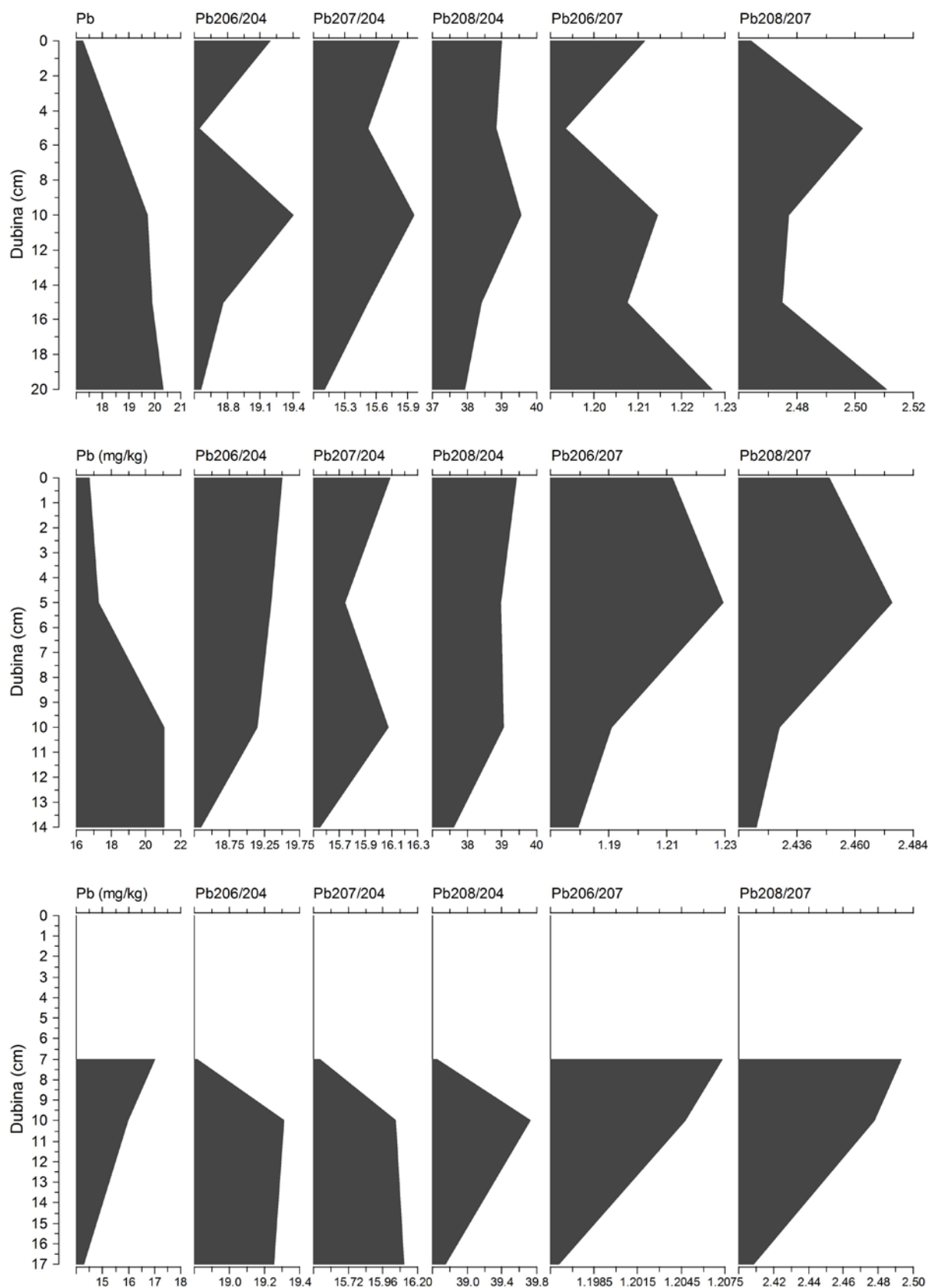
15-16 cm

Slika 4-76 Rapodjela ukupnog olova u mg/kg po dubinama od 0-1cm do 15-16 cm.

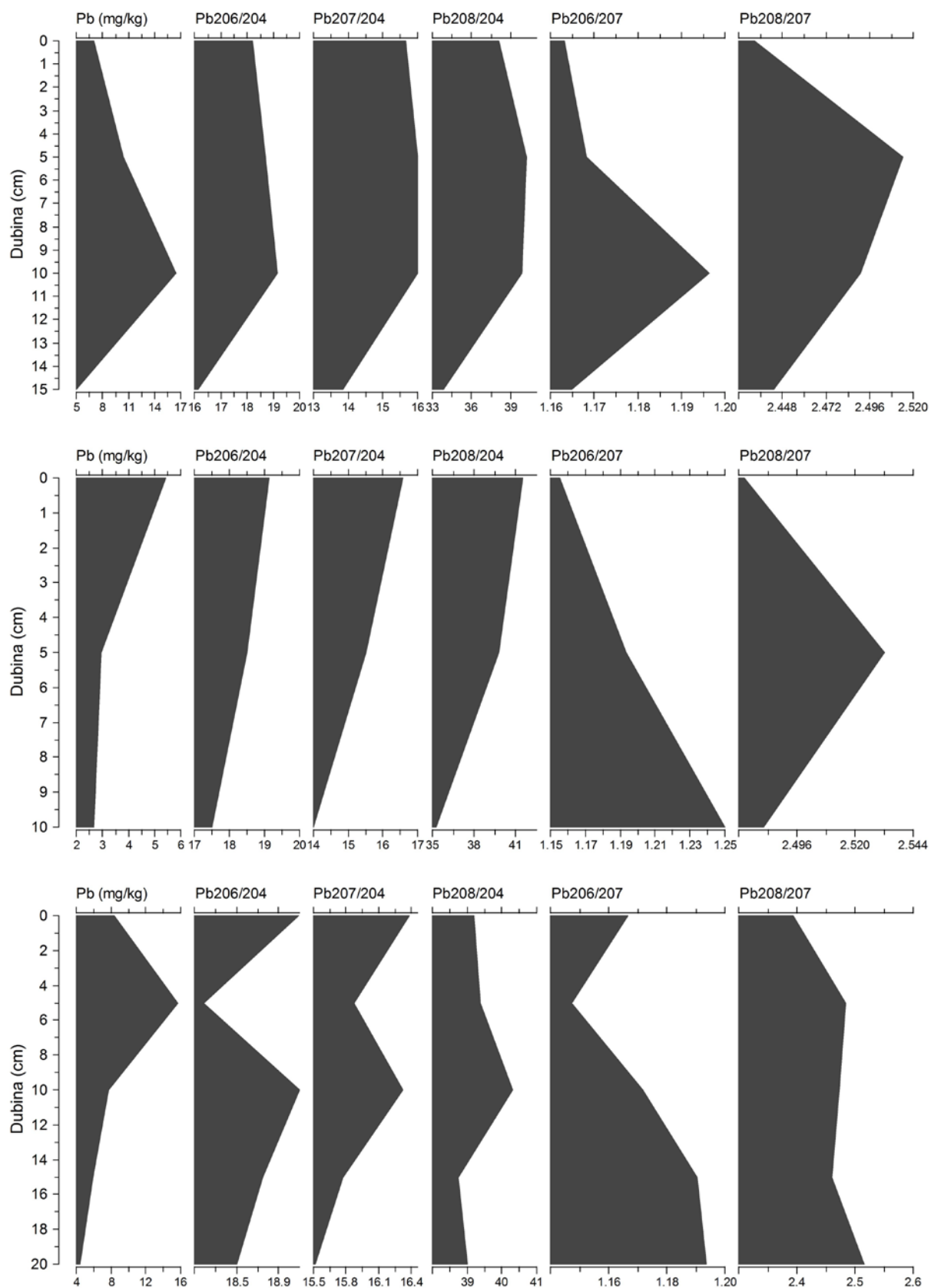




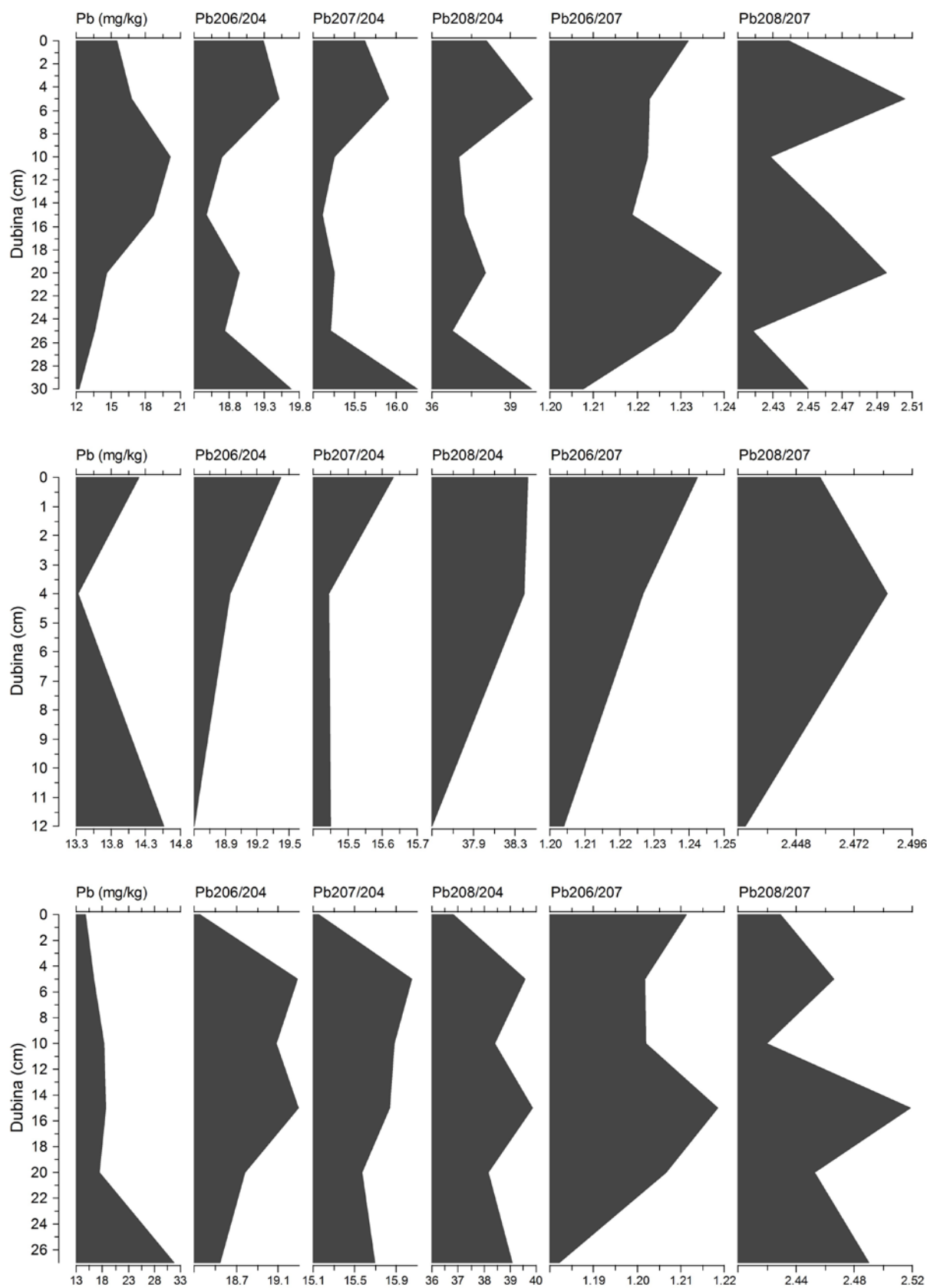
Slika 4-77 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-1, BJ-2, BJ-3 po dubinama.



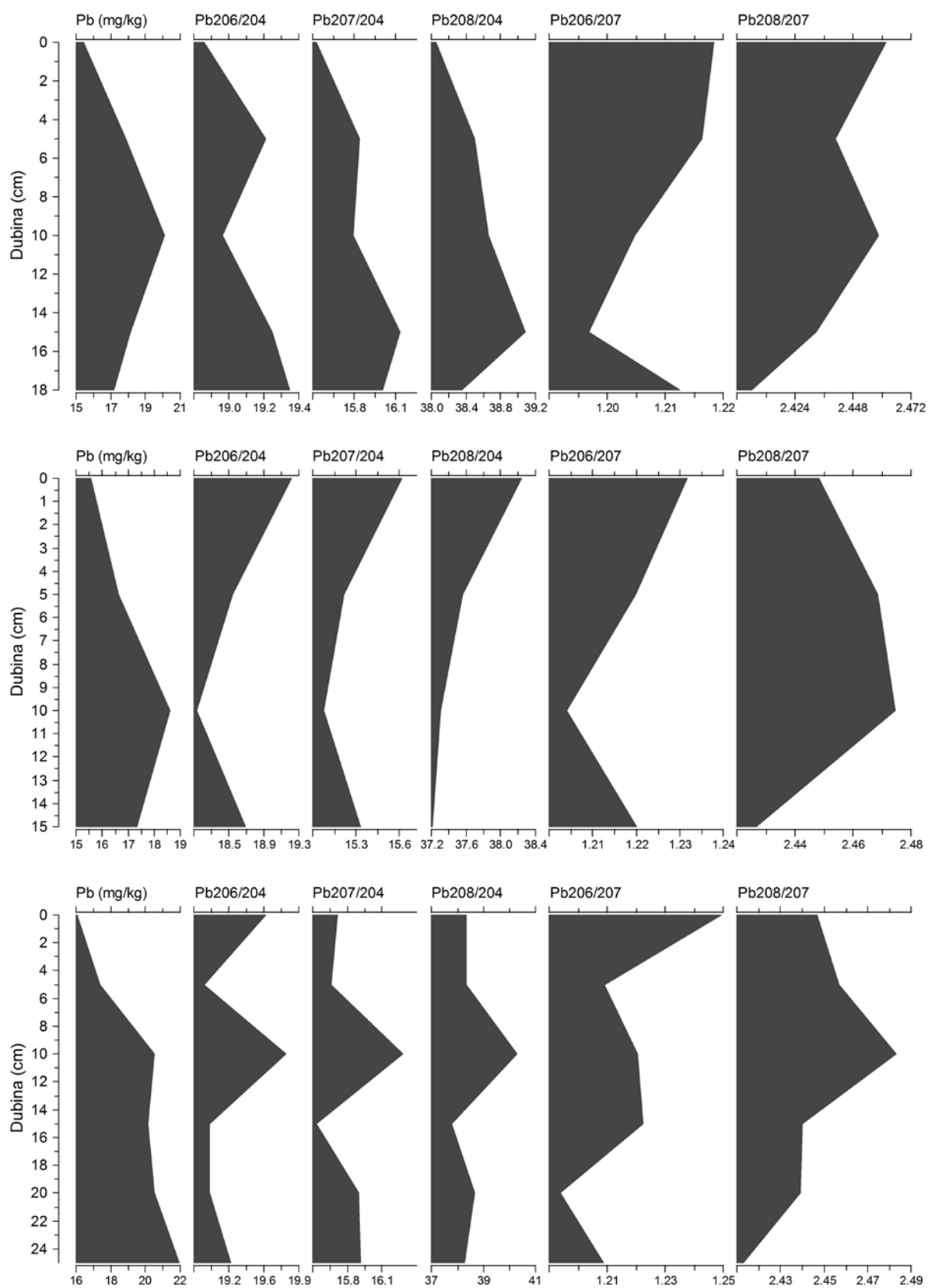
Slika 4-78 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgama BJ-4, BJ-6, i BJ-7 po dubinama.



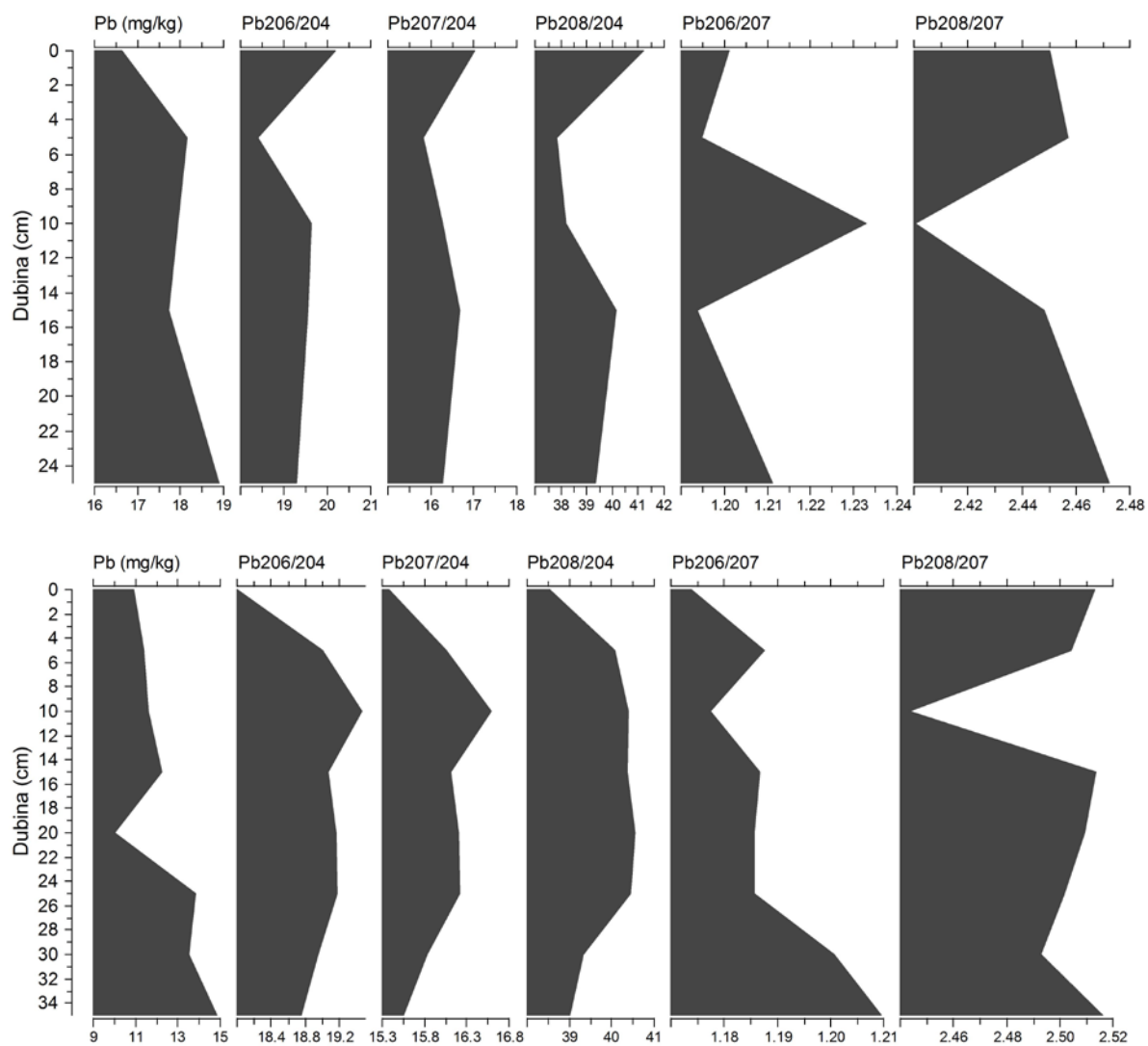
Slika 4-79 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-9B, BJ-11 i BJ-12 po dubinama.



Slika 4-80 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-14, BJ-15 i BJ-16 po dubinama.

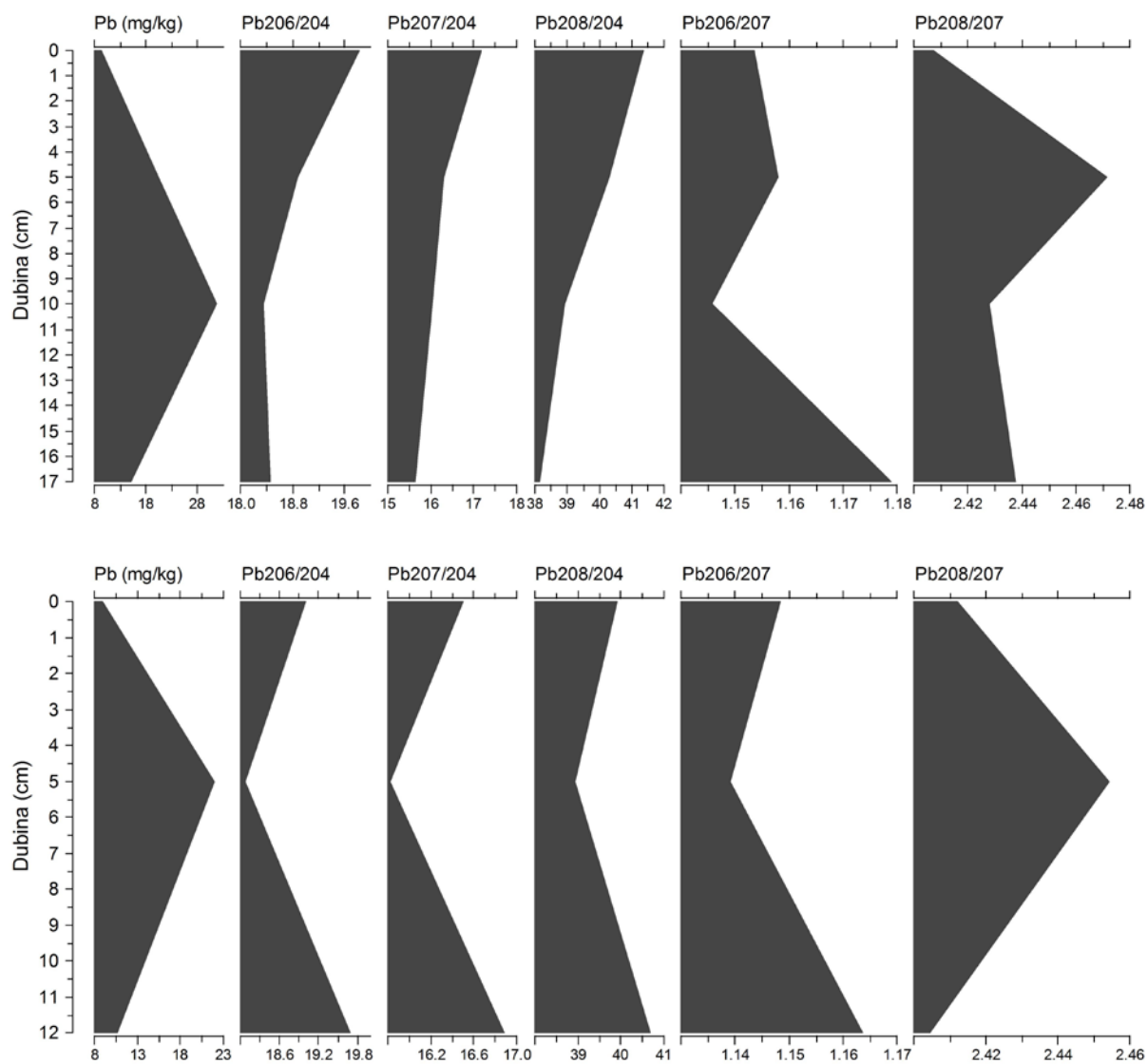


Slika 4-81 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-17, BJ-19 i BJ-20 po dubinama.



Slika 4-82 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-51 i BJ-54 po dubinama.





Slika 4-83 Raspodjela ukupnog olova i izotopa olova u jezgrama BJ-94 i BJ-Klokun (Plitko jezero) po dubinama.

#### 4.2.4.4. Rezultati analize policikličkih aromatskih ugljikovodika

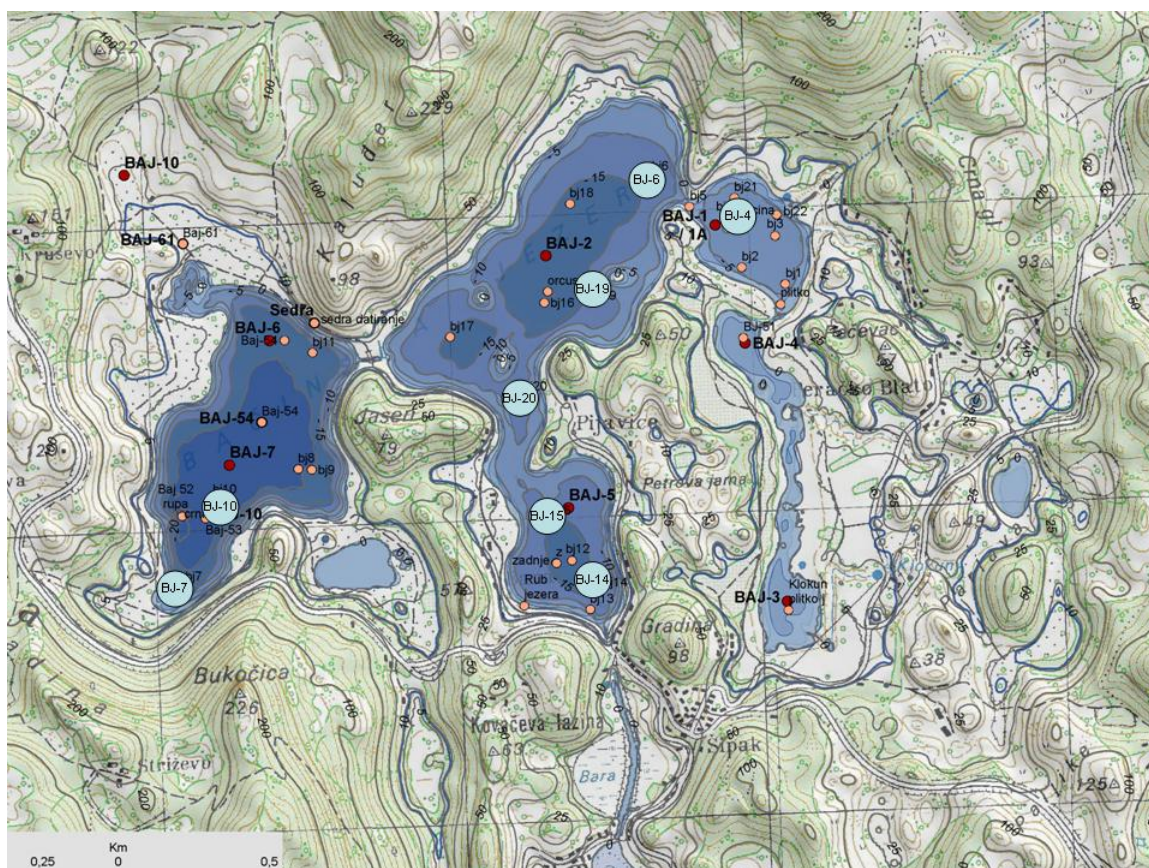
Organske onečišćujuće tvari poliaromatski ugljikovodici (PAHo-vi PCB) nalaze se u skupini prioriternih opasnih organskih tvari (Uredba o opasnim tvarima u vodama NN 137/2008). Svim tim spojevima zajednička su svojstva postojanost, lipofilnost, toksičnost, bioakumulacija i mogućnost prenošenja zrakom na velike udaljenosti i dio su skupine postojanih organskih onečišćivala (engl. persistent organic pollutants; POPs). Zbog tih svojstava nalaze se zajedno u svim dijelovima okoliša i u njima se raspodjeljuju. Najčešće je prvi primalac onečišćenja zrak. U zraku su prisutni u plinskoj fazi i vezani na površini čestica prašine. Zbog prisutnosti organske tvari u tlu i sedimentu POPs se vrlo čvrsto vežu te se čestice tla i sedimenta ponašaju kao okolišni skupljači i rezervoari. Na taj način te čestice postaju sekundarni izvor onečišćenja voda, biljaka, životinja te naposljetku i samog čovjeka. Zbog svoje lipofilnosti kod ljudi i životinja se skupljaju u tkivima koja sadržavaju mast (jetra, bubrezi, masno tkivo) te u serumu i mlijeku. Policiklički aromatski ugljikovodici široko su rasprostranjeni u okolišu zbog svoje kemijske stabilnosti i inertnosti. Osnovni put uklanjanja PAH iz okoliša jest mikrobiološka razgradnja pri čemu dolazi do enzimske oksidacije PAH. Abiotičkom razgradnjom može se ukloniti oko 2 % do 20 % PAH s dva ili tri aromatska prstena iz tla, dok su PAH s četiri ili više aromatskih prstena jače vezani na organsku tvar i čestice te se teže biološki razgrađuju. PAH-ovi nastaju kao posljedica nepotpunog sagorijevanja organskih tvari a do njihovog ispuštanja u atmosferu dolazi kroz postrojenja za proizvodnju energije, toplane, izgaranja benzina, spaljivanja otpada ali također ulaze u okoliš putem prirodnih procesa kao što su vulkanska aktivnost i šumskih požara. Nakon oslobađanja u atmosferu dolazi do njihove redistribucije između plinovitih i čvrstih faza te se kao takvi talože u pripovršinskom okolišu bilo u vidu suhog ili mokrog taloženja. Prije taloženja njihov put transporta može biti dugačak. PAH-ovi u sustav tlo sediment dolaze prvenstveno taloženjem na tlo iz atmosfere ili u slučaju poljoprivrede tretiranjem tla biotpadom (kada se koristi kao gnojivo). Cilj analize sedimenata na organske onečišćivače prvenstveno je imao cilj da se utvrdi dali aktivni tokovi koji dreniraju poljoprivredne površine sadrže navedene organske opasne tvari. Ovaj dio istraživanja prvenstveno ima cilj utvrđivanja eventualnog onečišćenja i odudaranja od graničnih vrijednosti.

Ukupno je analizirano 8 uzoraka jezerskih sedimenata od 0-5 cm dubine iz četiri jezera (slika 4-84); Crniševo, Očuše, Sladinca i Podgore, a rezultati analiza prikazani su tablici 4-25. Sve analize napravljene su u komercijalnom EN ISO/IEC 17025 akreditiranom laboratoriju ALS Czech Republic, s.r.o iz Češke Republike, analize su načinjene sa HRGC-HRMS tehnikama koja su opisana u metodama laboratorija (na njihovim web stranicama). Izmjerene

koncentracije PCB-a u svim analiziranim uzorcima bile su ispod granice detekcije (tablica 4-26).

16 EU prioritetna PAH spojeva koja su ispitana u okviru ovog rada su: benzo[c]fluoren (BcL), benzo[a]antracen (BaA), ciklopenta[c,d]piren (CPP), hrizen (CHR), 5-metilhrizen (5MC), benzo[b]fluoranten (BbF), benzo[j]fluoranten (BjF), benzo[k]fluoranten (BkF), benzo[a]piren (BaP), benzo[g,h,i]perilen (BgP), dibenzo[a,h]antracen (DhA), indeno[1,2,3-cd]piren (IcP), dibenzo[a,e]piren (DeP), dibenzo[a,h]piren (DhP), dibenzo[a,i]piren (DiP) i dibenzo[a,l]piren (DIP), te 7 PCB-a. BaP se najčešće koristi kao marker i indikator karcinogenosti PAH-ova.

U tablici 4-27 prikazani su analizirani organski spojevi sa granicama detekcije. U četiri uzoraka izmjerene su koncentracije naphthalena i phenanthrena (PAH) iznad koncentracija 0,01 mg/kg suhe tvari (s.t). Granične vrijednosti za sedimente postoje samo u Nizozemskoj za marine sedimente gdje data granična koncentracija za sumu PAH-ova od 8 mg/kg.



Slika 4-84 Lokacije uzoraka sedimenata na kojima su analizirani policiklički aromatski ugljikovodici (PAH) i PCB.

PAH nastaju za vrijeme nepotpunog izgaranja ili pirolize organskih tvari te tijekom industrijskih procesa i drugih ljudskih aktivnosti. Također nastaju kao posljedica prirodnih procesa kao što je karbonizacija. Mogu se pronaći u zraku, tlu, vodi, vegetaciji, hrani i sedimentu. U zraku je pronađeno više od pet stotina PAH. Najpoznatiji je i najviše proučavan benzo[a]piren (BaP) koji se često rabi kao indikator za prisutnost PAH u hrani i zraku. BaP nije nužno i najzastupljeniji spoj, ali se uvijek javlja kad su prisutni PAH. Emisije PAU iz motornih vozila ovise o vrsti motora, njegovu radu i opterećenju, sastavu i vrsti goriva i ulja te starosti vozila. Dizelska goriva emitiraju većinom PAU manjih molekularnih masa, dok benzinski motori ispuštaju uglavnom PAU većih molekularnih masa kao što je benzo[ghi]perilen (BghiP).

Na osnovu razlika u osobinama pravi se gruba podjela PAH – ova na PAH – ove niske molekulske mase (LMW) i PAH – ove velike molekulske mase (HMW). Tako se, na primjer, otpornost prema oksidaciji ili redukciji smanjuje sa povećanjem molekulske mase, dok rastvorljivost u vodi i isparljivost opadaju sa povećanjem molekulske mase jedinjenja. Na osnovu razlika u osobinama pravi se gruba podjela PAH – ova na PAH – ove niske molekulske mase (LMW) i PAH – ove velike molekulske mase (HMW). Tako se, na primjer, otpornost prema oksidaciji ili redukciji smanjuje sa povećanjem molekulske mase, dok topljivost u vodi i isparljivost opadaju sa povećanjem molekulske mase spoja.

PAH – ovi koji su poznati po svojim kancerogenim, teratogenim i mutagenim svojstvima su: benzo[a]antracen i krisen, benzo[b]fluoranten, benzo[j]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[a]piren, benzo[ghi]perilen, koronen, dibenzo[a,h]antracen (C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>), indeno[1,2,3-cd]piren i ovalen.

Koncentracija PAH – ova u sedimentima se smanjuje zahvaljujući djelovanju mikroorganizama, kao što su bakterije i gljivice, koje mogu dovesti do transformacije PAH – ova do drugih organskih ili jednostavnih neorganskih spojeva. Krajnji proizvod degradacije djelovanjem mikroorganizama jesu ugljični dioksid i voda. Neki mikroorganizmi koriste PAH – ove kao izvor ugljika i energije potrebne za funkcioniranje.

Koncentracije PAH-ova u sedimentima variraju u širokim rasponima uglavnom kao posljedice blizine izvora onečišćenja i načina transporta. U tlima i sedimentima onečišćenih i prirodnih okoliša varira od 1 µg/kg do više od 300 g/kg. Uglavnom odnos Phe/An <10 i odnos Flu/Pyr >1 ukazuje na porijeklo PAH-ova kao posljedice izgaranja (pirogenetski). Slično, fluoranthen (Flu) je manje termodinamično stabilan nego piren (Pyr); a bući da zajedno dolaze prevladavanje Flu u odnosu na Pyr ukazuje na pirolitički proces, dok u PAH-ovim porijeklom iz benzina, piren dominira u odnosu na fluoranthene. Neke tipične vrijednosti za ove indekse date su u tablici 4-27 i 4-28. Rezultati pokazuju da je odnos Flu/Pyr >1 za sve analizirane



uzorke dok odnos Phe/An nije bilo moće odrediti jer su koncentracije An (antracen) bile ispod granice detekcije. Kocentracije fluoranthena i pirena pokazuju signifikantnu korelaciju ( $r = 0.90$ ,  $p < 0.0001$ ), što ukazuje da PAHovi u sedimentima Baćinskih jezera imaju sličnu povijest/porijeklo (tablice 4-27 i 4-28) bez obzira na jezero i moguće utjecaje. Odnos Flu/(Flu+Pyr) je jako sličan i kreće se u uskom rasponu od 0,50 do 0,56 i može biti indikativa također na porijeklo PAH-ov iz procesa izgaranja ili izgaranja ugljena. Odnos Chry/BaA bilo je moguće utvrditi samo iz uzorka BJ-10 iz Crniševa a budući da je manji od 1 također je indikativan za pirogeno porijeklo PAH-ova. Također odnos LMW/HMW je relativno nizak što također ukazuje na pirolitičko porijeklo PAH-ova u Baćinskim jezerima. Najviše koncentracije PAH-ova zabilježene su u sedimentima Crniševa te kao takvi se možda mogu pripisati utjecaju odlagališta iznad Crniševa kod Kruševa.

Tablica 4-25 Koncentracije 16 PAH izmjerene u pripovršinskim uzorcima sedimenata iz Baćinskih jezera.

<i>Parametar</i>	<i>LOR</i>	<i>Unit</i>	<b>BJ-7</b>	<b>BJ-10</b>	<b>BJ-19</b>	<b>BJ-6</b>	<b>BJ-4</b>	<b>BJ-15</b>	<b>BJ-20</b>	<b>BJ-14</b>
Naphthalene	0,010	mg/kg	<0,010	<b>0,018</b>	<b>0,010</b>	<0,010	<0,010	<b>0,011</b>	<b>0,011</b>	<0,010
Acenaphthylene	0,010	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaphthene	0,010	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluorene	0,010	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Phenanthrene	0,010	mg/kg	<b>0,012</b>	<b>0,031</b>	<b>0,012</b>	<0,010	<0,010	<0,010	<b>0,013</b>	<0,010
Anthracene	0,010	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranthene	0,010	mg/kg	<b>0,022</b>	<b>0,056</b>	<b>0,022</b>	<b>0,011</b>	<b>0,014</b>	<b>0,016</b>	<b>0,018</b>	<b>0,014</b>
Pyrene	0,010	mg/kg	<b>0,021</b>	<b>0,050</b>	<b>0,019</b>	<b>0,011</b>	<b>0,013</b>	<b>0,016</b>	<b>0,016</b>	<b>0,011</b>
Benz(a)anthracene	0,010	mg/kg	<0,010	<b>0,025</b>	<b>0,011</b>	<0,010	<0,010	<0,010	<b>0,011</b>	<0,010
Chrysene	0,010	mg/kg	<0,010	<b>0,024</b>	<b>0,011</b>	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(b)fluoranthene	0,010	mg/kg	<b>0,018</b>	<b>0,075</b>	<b>0,019</b>	<b>0,016</b>	<b>0,014</b>	<b>0,015</b>	<b>0,025</b>	<b>0,013</b>
Benzo(k)fluoranthene	0,010	mg/kg	<b>0,013</b>	<b>0,034</b>	<b>0,011</b>	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(a)pyrene	0,010	mg/kg	<b>0,010</b>	<b>0,039</b>	<b>0,015</b>	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Indeno(1.2.3.cd)pyrene	0,010	mg/kg	<b>0,012</b>	<b>0,039</b>	<b>0,013</b>	<0,010	<0,010	<0,010	<b>0,012</b>	<0,010
Benzo(g,h,i)perylene	0,010	mg/kg	<0,010	<b>0,035</b>	<b>0,010</b>	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dibenz(a,h)anthracene	0,010	mg/kg	<0,010	<b>0,021</b>	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Suma 16 PAH-ova	0,160	mg/kg	<0,160	<b>0,447</b>	<0,160	0,160	<0,160	<0,160	0,160	<0,160

Tablica 4-26 Koncentracije PCB-a izmjerene u pripovršinskim uzorcima sedimenata iz Bačinskih jezera, svi uzorci ispod granice detekcije < od 0,018 mg/kg.

Parametar		Metoda ALS-a	LOR	jedinica		Izmjerene koncentracije u 8 uzoraka sedimenata	
PCB	28	S-PCBECD01	0.0030	mg/kg	DW	<0.0030	----
PCB	52	S-PCBECD01	0.0030	mg/kg	DW	<0.0030	----
PCB	101	S-PCBECD01	0.0030	mg/kg	DW	<0.0030	----
PCB	118	S-PCBECD01	0.0030	mg/kg	DW	<0.0030	----
PCB	138	S-PCBECD01	0.0030	mg/kg	DW	<0.0030	----
PCB	153	S-PCBECD01	0.0030	mg/kg	DW	<0.0030	----
PCB	180	S-PCBECD01	0.0030	mg/kg	DW	<0.0030	----
Suma 6 PCB-a		S-PCBECD01	0.018	mg/kg	DW	<0.018	----
Suma 7PCB-a		S-PCBECD01	0.021	mg/kg	DW	<0.021	----

Tablica 4-27 Izračunati karakteristični indeksi za diskriminaciju porijela PAH-ova

indeks		porijeklo	BJ-7	BJ-10	BJ-19	BJ-6	BJ-4	BJ-15	BJ-20	BJ-14
Chry/BaA	<1	pirolitično		0,32						
Phe/An										
Flu/Pyr	>1	pirolitično	1,05	1,12	1,16	1,00	1,08	1,00	1,13	1,27
Flu/(Flu+Pyr)	0,5	pirolitično	0,53	0,54	0,50	0,52	0,50	0,53	0,56	0,56

Tablica 4-28 Vrijednosti karakteristični indeksa za diskriminaciju porijela PAH-ova

Index	Pirolitično porijeklo	Petrogenetsko/benzinsko porijeklo	
Phe/An	<10	>15	Baumard et al., 1998
Chr/BaA	<1	>1	Soclo et al., 1999
Flu/Pyr	>1	<1	Baumard et al., 1998
Flu/(Flu +Pyr)	>0.5	<0.5	Budzinski et al., 1997
LMW/HMW	Nisko	Visoko	Budzinski et al., 1997

Tablica 4-29 Kemijske i ekotoksiološke granice za CCT test za ocjenu kvalitete marinskih sedimenata u Nizozemskoj.

Test/compound	Group	Units	Granica
Suma 10-PAHs	PAH	mg/kg s.t.	8
Hexachlorobenzene	OCP	µg /kg s.t.	20
Suma DDT's	OCP	µg /kg s.t.	20
Mineral oil (C10-40)	Oil	mg/kg s.t.	1250
Sum 7-PCB s	PCB	µg /kg s.t.	100



Tablica 4-30 Granične koncentracije organskih onečišćujućih tvari sa zanemarivim ekotoksikološkim rizikom u tlima (*mg/kg s.t.*).

	Belgija	Češka Rep.	Nizozemska	Slovačka
<b>Benzene</b>	0,1	0,03	0,01	
<b>Ethylbenzene</b>	0,1	0,04	0,0021	
<b>Toluene</b>	0,1	0,03	0,0007	
<b>Xylene</b>	0,2	0,03	0,0007	
<b>Naphtalene</b>		0,05		0,01
<b>Anthracene</b>		0,1		0,1
<b>Benzo(a)anthracene</b>	0,01	0,1		1
<b>Benzo(g,h,i)perylene</b>	0,01	0,05		10
<b>Benzo(a)pyrene</b>	0,01	0,1		0,1
<b>Trichloroethylene</b>			0,1	0,01
<b>PCB</b>		0,02	0,02	

Za ocjenu kemijskog stanja postoje mogućnosti usporedbe sa definiranim graničnim vrijednostima za opasne tvari. Nažalost, na nivou Europe ne postoje jedinstvene granične vrijednosti (*Screening values*). Uobičajno je koristiti vrijednosti koje preporučuje US-NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), koje su definirane na temelju istraživanja ekotoksičnih posljedica pojedinih opasnih tvari na organizme i utvrđenih posljedica. U tablici 4-31 vrijednosti koncentracije PTE u sedimentima su definirane kao: ERL predstavljaju koncentracije kod kojih su zapažene veze između navedenih koncentracija elemenata i toksičnosti u manje od 10% slučajeva (<ERL), dok ERM predstavljaju vrijednosti kod kojih su zapaženi toksični efekti u većoj mjeri (više od 70%) analiziranih uzoraka (prema *Sediment Quality Guidelines developed for the National Status and Trends Program 1999, NOAA*). Izmjerene koncentracije PAH-ova ukazuju da su ispod granica vrijednosti ERL i ERM. Jedine povišene koncentracije su u uzorku BJ-10, koje su 10X niže od koncentracija kada počinje utjecaj na žive organizme. Ova vrijednosti PAH-ova ne isključuju moćnost biološkog utjecaja na s obzrom na specifični okoliš jezera Crniševo stoga budući monitorinzi i istraživanja ekološkog stausa jezere svakako trebaju uključiti PAH-ove.

Tablica 4-31 Standardni kriteriji za onečišćenje sedimenata PAH-ovima (ng/g)

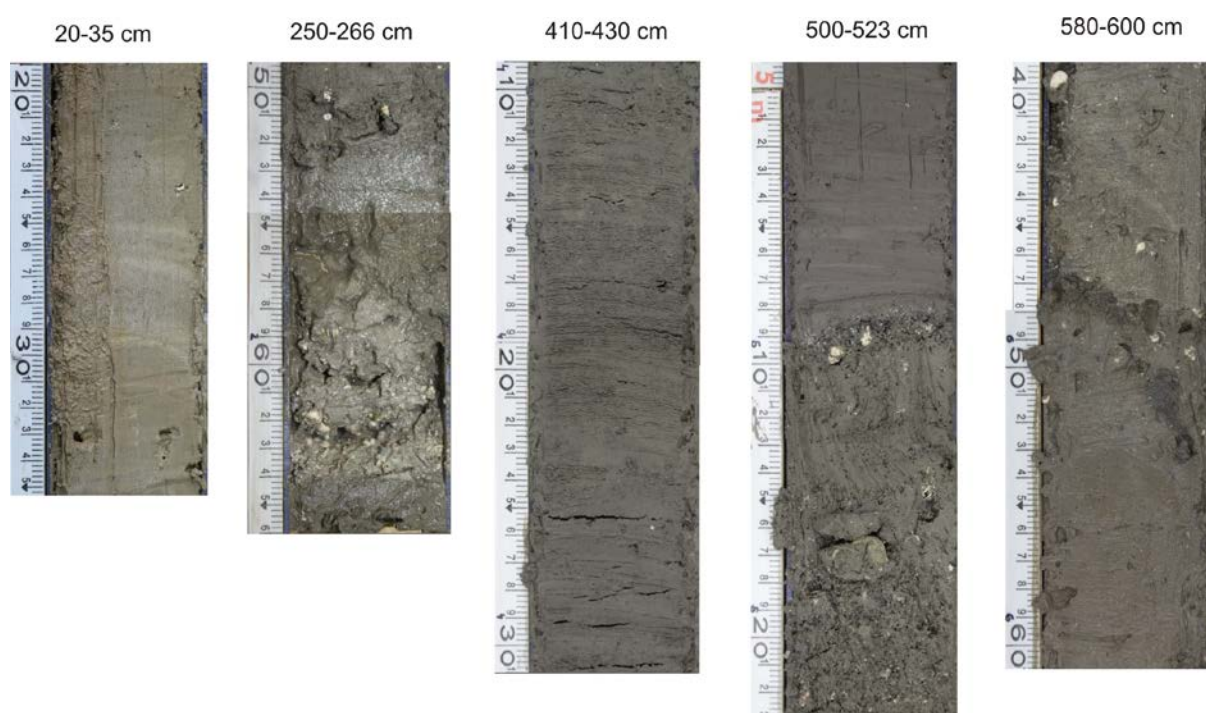
<b>Spoj</b>	<b>ERL</b>	<b>ERM</b>
	Srednja vrijednost	Maksimum
Naphthalene	160	2100
Acenaphthylene	44	640
Acenaphthene	16	500
Fluorene	19	540
Phenanthrene	240	1500
Anthracene	853	1100
Fluoranthene	600	5100
Pyrene	665	2600
Benzo[a]anthracene	261	1600
Chrysene	384	2800
Benzo[b]fluoranthene	NAa	NA
Benzo[k]fluoranthene	NA	NA
Benzo[a]pyrene	430	1600
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	NA	NA
Dibenzo[a,h]anthracene	63.4	260
Benzo[ghi]perylene	NA	NA
Ukupno 16 PAH	4000	44,792

### 4.3. Rezultati paleolimnoških istraživanja (dugačke jezgre)

#### 4.3.1. Opis jezgre i analiza razmazanih preparata

##### Jezgra sedimenata Podgore (BAJ-1)

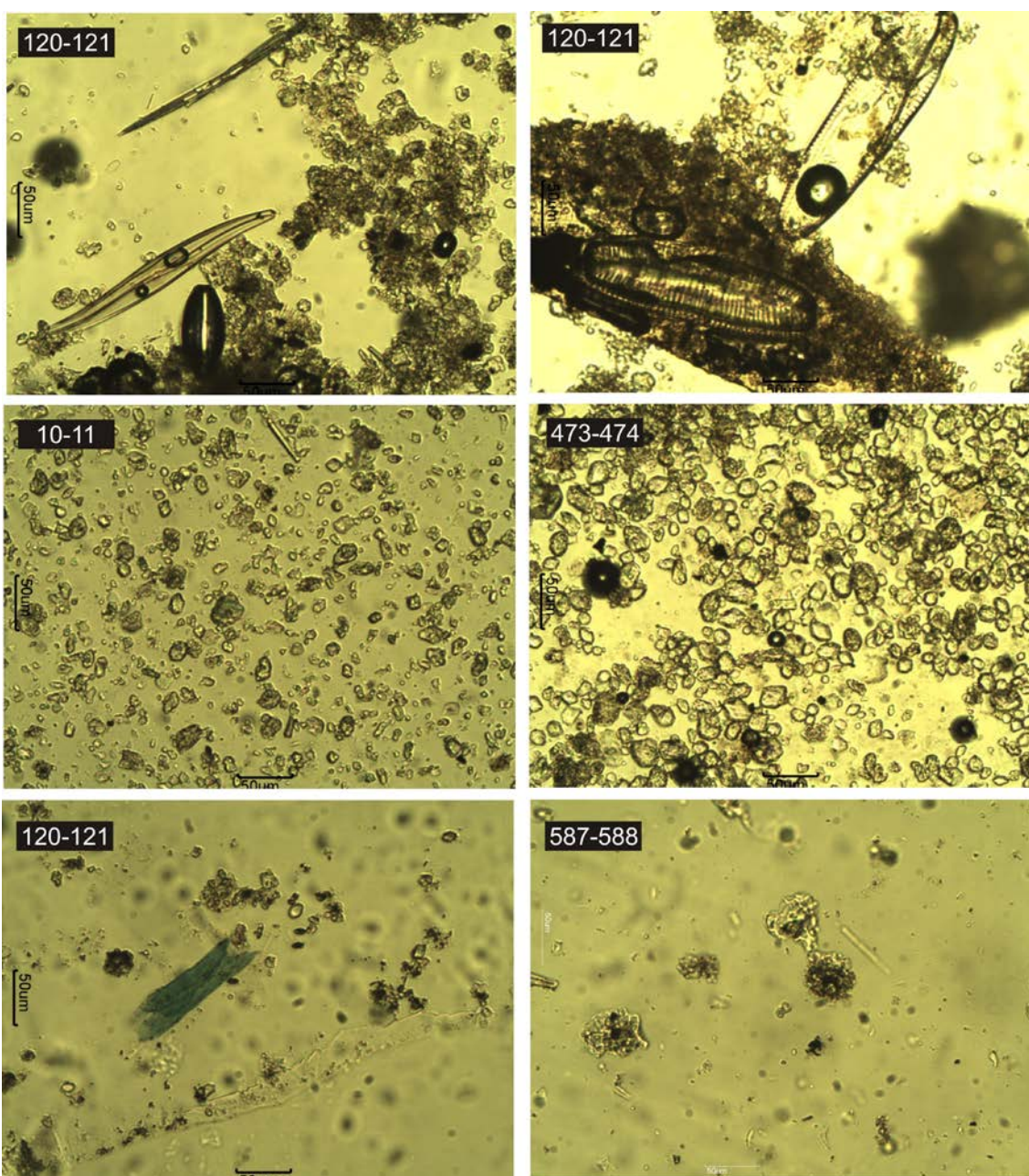
Jezgra sedimenata iz jezera Podgora (BAJ-1) pokazuje dosta ujednačen sastav, s vrlo jasnim promjenama u sedimentaciji (slika 4-85). Gornji dio jezgre, posebno prvih 60 cm, je nešto svjetliji od ostatka jezgre, dosta kompaktna, s vrlo malo ljuštura u sedimentu, kojih ima više u intervalu od 250 do 270 cm (svjetliji interval). Od oko 400. cm jezgre sediment postaje tamniji i još kompaktniji, do oštre granice na 509. cm, nakon kojeg sediment postaje rastresit, nehomogeniji i pojavljuje se mnoštvo biljnog ostatka i ljuštura.



Slika 4-85 Fotodokumentirani dijelovi jezgre sedimenata iz jezera Podgora: 20-35 cm – svjetliji sediment; 250-266 cm – nehomogen svjetliji sediment s ljušturicama; 410-430 cm – kompaktna tamniji sediment; 500-523 cm – prijelaz iz kompaktnog u nehomogen, rastresitiji sediment; 580-600 cm – tamniji sloj u sedimentu, djelomično poremećen.



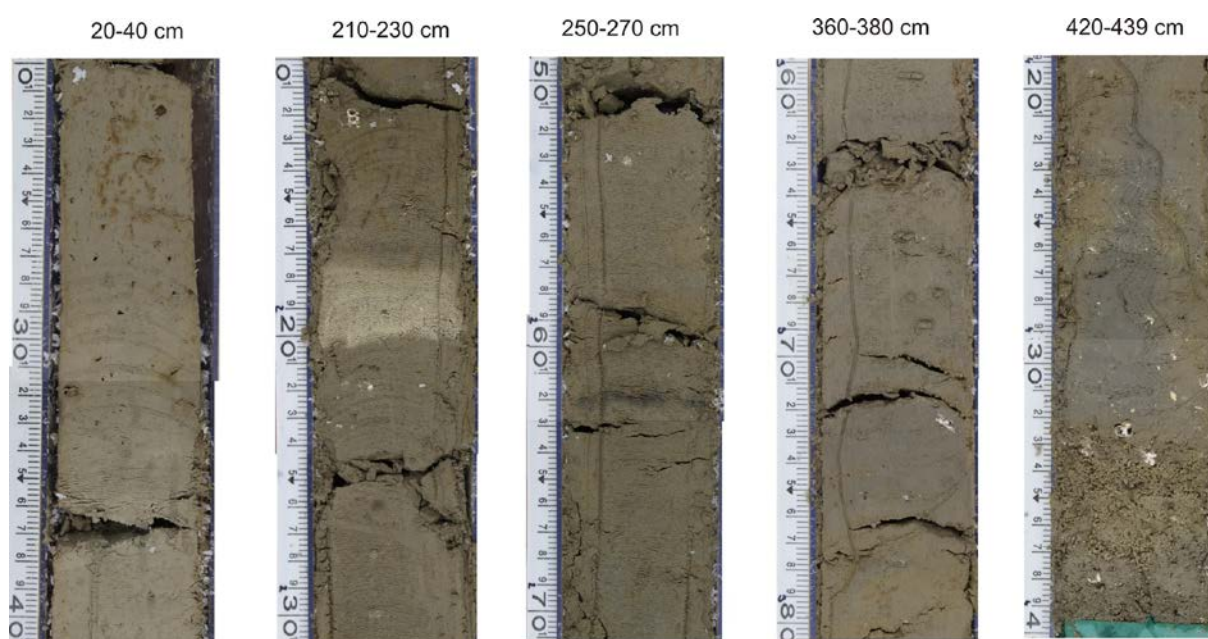
U razmazanim preparatima (*smear slideovima*) kroz jezgru sedimenata Podgore vidljivo je da glavni dio sedimenata čine karbonanti minerali, kalciti, koji su uglavnom sitnozrnati, dok se u pojedinim intervalima pojavljuju krupnija zrna kalcita (slika 4-86). U sedimentu se pojavljuje i nemineralna frakcija, koju čine spikule spužvi i razne vrste dijatomeja (izdužene i okrugle). U uzorku 120-121 cm utvrđena je prisutnost minerala vivijanita, prepoznatog po izrazito plavkastoj boji u mikroskopskim izbruscima i pleokroizmu. Vivijanit je fosfatni željezoviti mineral, koji se pojavljuje u reduktivnim sredinama i postaje plav uslijed oksidacije. Čest je u jezerskim sedimentima. U uzorku 587-588 cm vidljiva su zrna vulkanskog stakla.



Slika 4-86 Razmazani preparati (*smear slideovi*) odabranih uzoraka iz jezgre sedimenata Podgore (BAJ-1): 120-121 cm (gore) – spikule spužvi i više vrsti dijatomeja; 10-11 cm sitnozrnati kalciti; 473-474 cm – krupnija zrna kalcita; 120-121 cm (dolje) – kristal vivijanita; 587-588 cm – vulkanska stakla.

### Jezgra sedimenata Sladinca (BAJ-5)

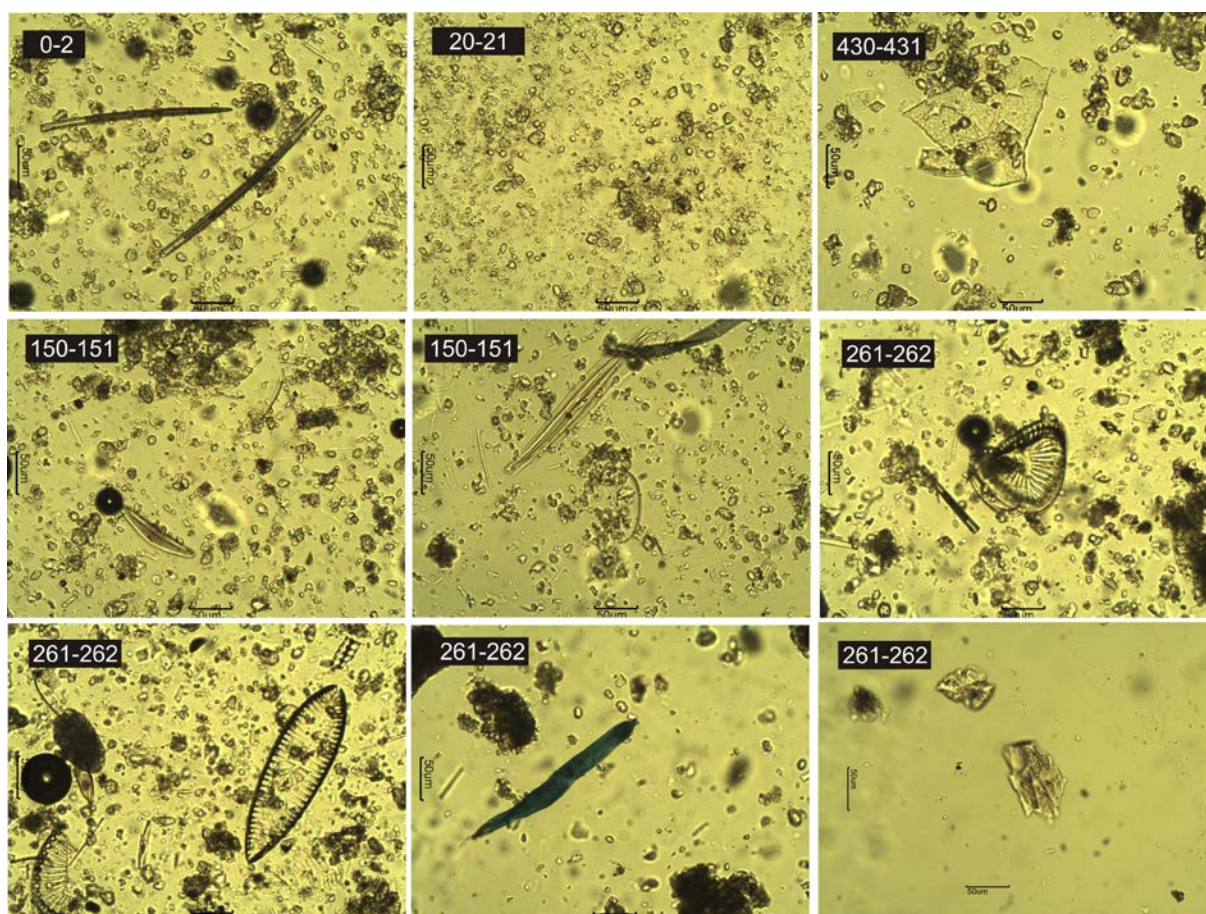
U jezgri sedimenata iz jezera Sladinca (BAJ-5) sediment je ujednačene boje i kompaktnosti, s vrlo malo promjena (slika 4-87). Tek je u gornjem dijelu, od 10. do 30. cm, sediment nešto tamniji od ostatka jezgre, a potom je jedina promjena u intervalu od 196. do 200. cm, s izrazito svjetlijim sedimentom, ujedno i pjeskovitijim. Uočava se tamni sloj na 261. cm, koji upućuje na pojavu tefronosnog sloja. Ostatak jezgre je vrlo homogen i kompaktno, posebno od 200. do 400. cm, s vrlo malo ljuštura. U posljednjim centimetrima jezgre, od 330. cm do kraja jezgre, sediment je vidljivo krupnozrnatiji.



Slika 4-87 Fotodokumentirani dijelovi jezgre sedimenata iz jezera Sladinac: 20-40 cm – tamniji sediment; 210-230 cm – svjetliji pjeskovitiji interval; 250-270 cm – tamni sloj tefre na 261. cm;; 360-380 cm – homogen, kompaktni sediment; 420-439 cm – prijeleaz u pjeskoviti interval od 433. cm.



U razmazanim preparatima (*smear slideovima*) kroz jezgru sedimenata Sladinca uočava se veći udio dijatomeja u karbonatnom/kalcitnom matriksu, posebno od 100 do 300. cm. jezgre sedimenata (slika 4-88). U sedimentu su prisutne spikule spužvi te odlomci ljuštura. U uzorku 261-262 cm, koji čini tamniji sloj, uočena je pojava vulkanskog stakla. U tom je uzorku prisutan i mineral vivijanit, reduktivni željezoviti fosfat.

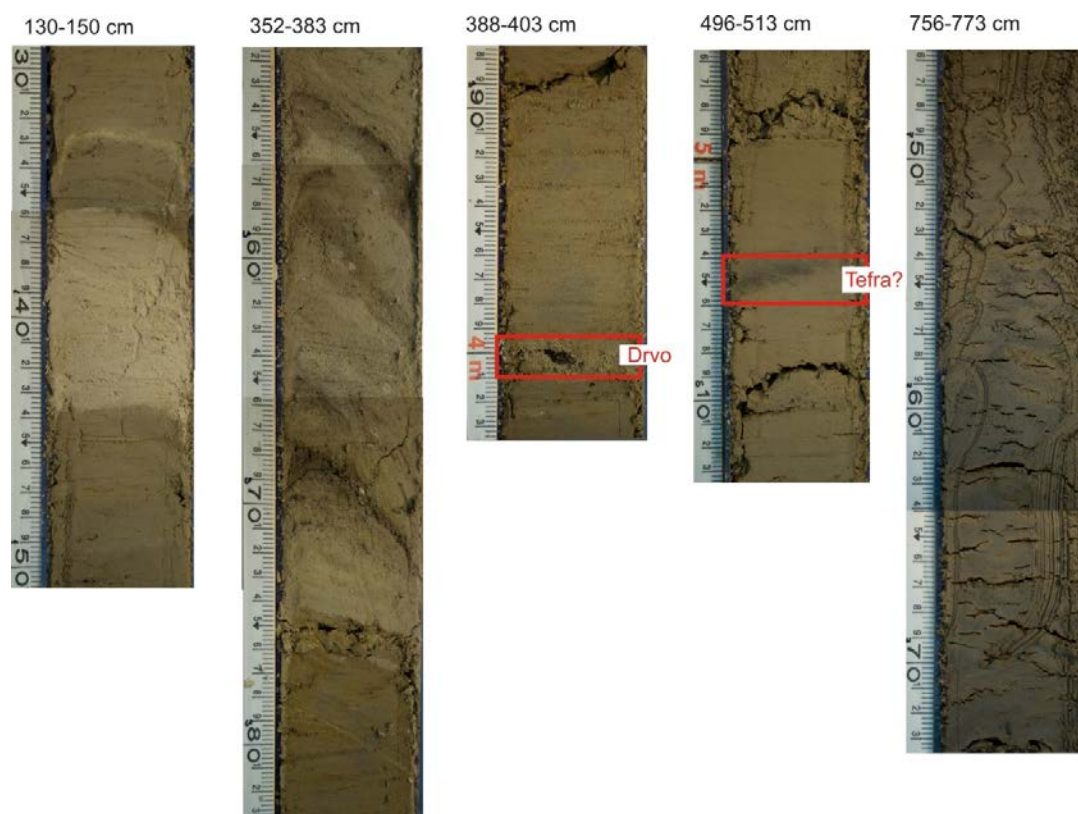


Slika 4-88 Razmazani preparati (*smear slideovi*) odabranih uzoraka iz jezgre sedimenata Sladinac (BAJ-5): 0-2 cm – spikule spužvi; 20-21 cm sitnozrnati kalciti; 430-431 cm – odlomci ljuštura i krupnija zrna kalcita; 150-151 i 261-262 cm – više vrsti dijatomeja; 261-261 cm – kristal vivijanita i vulkansko staklo.



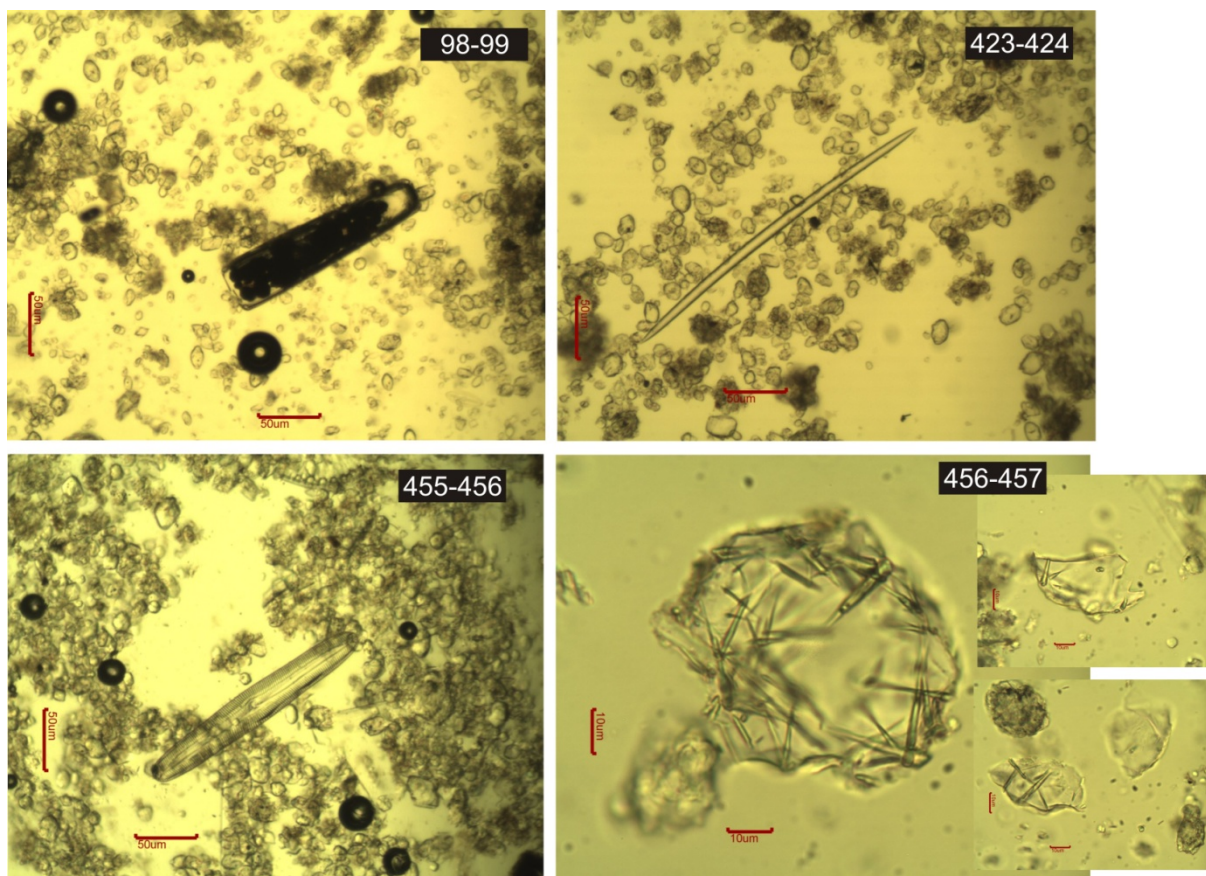
### Jezgra sedimenata Crniševa (BAJ-7)

U jezgri sedimenata iz jezera Crniševo (BAJ-7) sedimenti su karbonatni, dosta homogeni, silti, te nema pravilnih lamina (slika 4-89). U pojedinim dijelovima jezgre se javljaju pjeskoviti intervali, pogotovo u gornjem dijelu jezgre (46-47, 71-72, 95-97), te 590-605 cm. Od oko 180 do 500 cm, prevladava pjeskovita frakcija, s izmjenama glinovitih intervala. U uzorcima su pronađeni dijelovi biljaka, korijena, listova, sjemenke, ugljen, ljuštura puževa, te su uočeni ostrakodi. Na pojedinim dijelovima jezgre uočeni su golim okom framboidalni piriti (20 cm), te Fe oksidi i nodule (72 cm). Boja je u gornjim dijelovima jezgre prema Munsellu 5Y5/2, a u intervalu od 95 do 97 cm sediment je pjeskovitiji i svjetlije boje (2,5Y6/3). Od 136 do 143 cm nalazi se izrazito pjeskovit i svjetliji sediment boje 2,5Y7/2. Primjer tog pjeskovitog intervala prikazan je na slici 102. Boja se potom izmjenjuje između 2,5Y5/3, 5Y6/3, 5Y6/2. Od 300 do 375 cm sediment se sastoji od nepravilno ispremiješanih glinovitih i pjeskovitih proslojaka, boje 5Y7/2 do 2,5Y7/2 i 2,5Y6/3. Od 352 cm do oko 370 cm uočavaju se valovite svjetlije i tamnije lamine, a unutar sedimenta se nalazi organska tvar. Na 375 cm dolazi do nagle promjene boje u tamnu (2,5Y5/3) i u glinovitiji sediment, te on sadrži puno Fe oksida u obliku crvenih Fe nodula. Potom sediment opet postaje pjeskovitiji od 390-400 cm, a nakon 400 cm postaje glinovitiji, a boja varira između 5Y5/2 i 2,5Y5/3. Uzorci između 420 i 460 su crveniji. Od 504 do 506 cm proteže se tamniji, crni sloj sedimenta (5Y4/1). Slijedi dosta homogen sediment, boje 2,5Y 6/3, 2,5Y4/2, u kojem nema ljuštura ili biljaka, ali glinovitiji je nakon oko 750 cm. Od 705 do 720 cm (5Y5/2), pa od 754 do 780 cm (5Y4/2, 5Y3/1), te od 787 do 810 cm (5Y3/2, 2,5Y4/2) pojavljuju se tamno crni proslojci.



Slika 4-89 Fotodokumentirani dijelovi jezgre BAJ-7: 130-150 cm – pjeskoviti interval u siltnom sedimentu; 352-383 cm – valovite svjetlije i tamnije lamine, s organskom tvari; 388-403 cm – pjeskoviti sediment do 4 m, ispod čega prelazi u glinovitiji tamniji sediment, na kontaktu je drvo koje je upotrijebljeno za datiranje; 496-513 cm – na 504-506 cm je uočen tamniji sloj, za koji se kemijskim analizama pretpostavlja da je sloj tefre; 756-773 cm – crni proslojci u glinovitom sedimentu.

U razmazanim preparatima pronađene su kroz cijelu jezgru dijatomeje, spikule spužvi (slika 4-90), u karbonatnom matriksu. Kristali kalcita su većinom alotriomorfni, može se pronaći vrlo malo pravilnih kristala romboedra kalcita. U uzorku 98-99 cm uočeni su framboidalni piriti unutar dijatomeje. U uzorku 456-457 cm vidljiva su nekoliko kristala vulkanskog stakla, unutar koji se nalaze kristaliti.

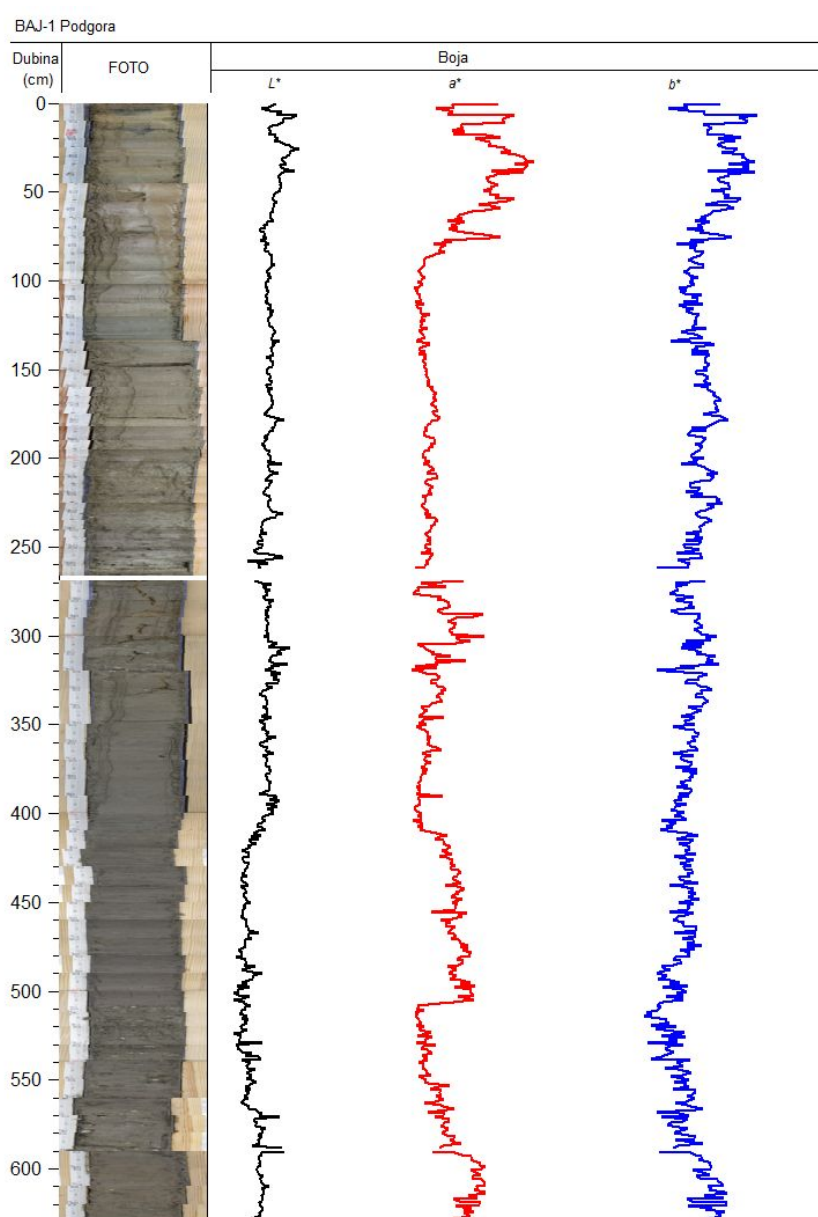


Slika 4-90 Razmazani preparati (*smear slideovi*) odabranih uzoraka iz BAJ-7: 98-99 cm – piriti u dijatomeji u karbonatnom matriksu., 423-424 cm – spikula spužve, 455-456 cm – dijatomeja, 456-457 cm – vulkanska stakla s kristalima.

### 4.3.2. Rezultati spektralne analize boje

#### Jezgra sedimenata Podgore

U jezgri sedimenata iz jezera Podgora boja sedimenata je dosta ujednačena, s promjenama u gornjem i donjem dijelu jezgre (slika 4-91). U prvih 60 cm jezgre sediment je svjetliji od ostatka jezgre ( $L^*$  vrijednosti su više), te su crveniji ( $b^*$  vrijednosti su više) i žući ( $a^*$  vrijednosti su više). Povremeno se pojavljuju svjetliji prosljoci. Od oko 400. cm jezgre sediment postaje tamniji, crveniji i žući, do oko 520. cm, nakon čega se smanjuju vrijednosti  $a^*$  i  $b^*$ . Od oko 560. cm ponovno postepeno sediment postaje tamniji, te rastu vrijednosti  $a^*$  i  $b^*$ .

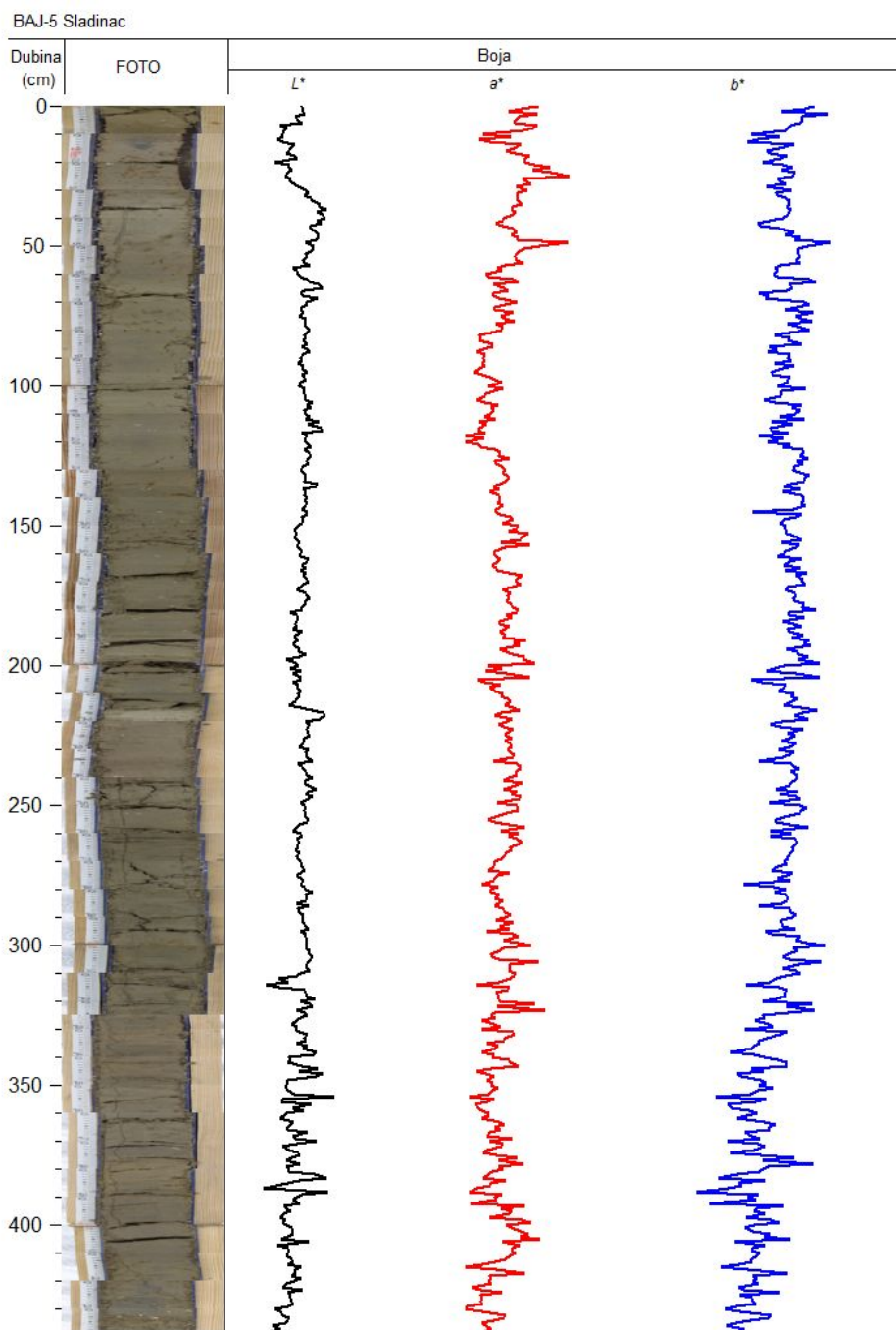


Slika 4-91 Spektralna analiza boje (CIE  $L^*a^*b^*$ ) jezgre sedimenata iz Podgore, s fotografijama jezgre..



## Jezgra sedimenata Sladinca

U jezgri sedimenata iz jezera Sladinca sediment je ujednačene boje, s vrlo malo promjena (slika 4-92). Tek je u gornjem dijelu, od 10. do 30. cm, sediment nešto tamniji od ostatka jezgre, crvenkastiji, s povišenim vrijednostima boje  $a^*$ . Potom je jedina promjena u intervalu od 196. do 200. cm, s izrazito svjetlijim sedimentom. Izmjene svjetlijih i tamnijih slojeva vidljive su u intervalu od 340. do 420. cm.

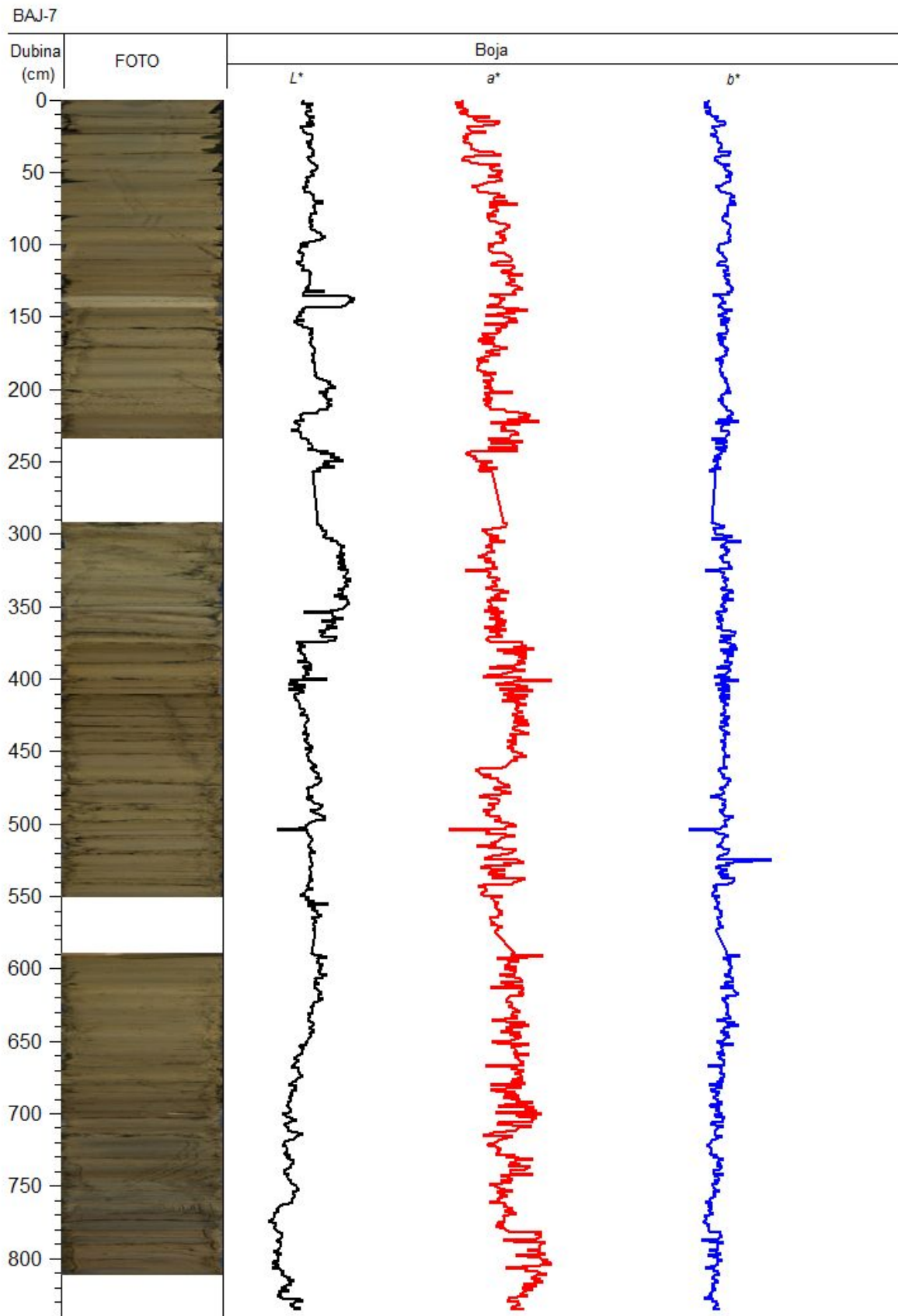


Slika 4-92 Spektralna analiza boje (CIE  $L^*a^*b^*$ ) jezgre sedimenata iz Sladinca, s fotografijama jezgre..



### Jezgra sedimenata Sladinca

Boja jezgre sedimenata iz Crniševa dobivena je spektralnom analizom boje u obliku CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednosti (slika 4-93).  $L^*$  vrijednost u gornjem dijelu jezgre do 193 cm varira između 44,84 i 56,51, s izrazito svjetlom bojom od 136 do 143 cm (62,63-67,07). Od 194 do 214 sedimenti su svijetli (55,72-60,19), nakon toga opet postaju tamniji od 215 do 242 cm (44,06-53,76) i svijetli od 243 do 257, s najsvjetlijom bojom na 249 cm (63,20). Od 292 cm postaje svjetlije do 374 cm (53,42-65,90), s nižom vrijednošću na 354 cm (48,47), nakon čega se  $L^*$  snižava i od 375 cm do 688 iznosi između 42,79 i 56,74, s iznimkama na 504 cm (38,50) i 592 cm (57,16). Nakon toga od 689 do 763 vrijednost  $L^*$  je još niža (40,41-46,64), s povišenom vrijednošću na 714 cm (47,97), te od 764 do 812 je nizak  $L^*$  (35,26-40,52), s najvišom vrijednošću na 809 cm (41,09), te nakon toga raste pri kraju jezgre od 813 do 835 (38,85-48,05). Vrijednost boje  $a^*$  dosta varira unutar jezgre, u rasponu od 1,50 do 4,89, s niskim vrijednostima na 2 cm (0,96), 504 cm (0,71). Nešto je viša od 216 do 242 cm, od 375 do 460 cm, te od 782 do 835 cm. Vrijednost boje  $b^*$  je dosta ujednačena kroz cijelu jezgru (10,50-18,96), iako postepeno se smanjuje od 600 cm do kraja jezgre, s izrazito većom vrijednošću na 525 cm (26,76), niža je karakteristična za 504 cm (6,88).

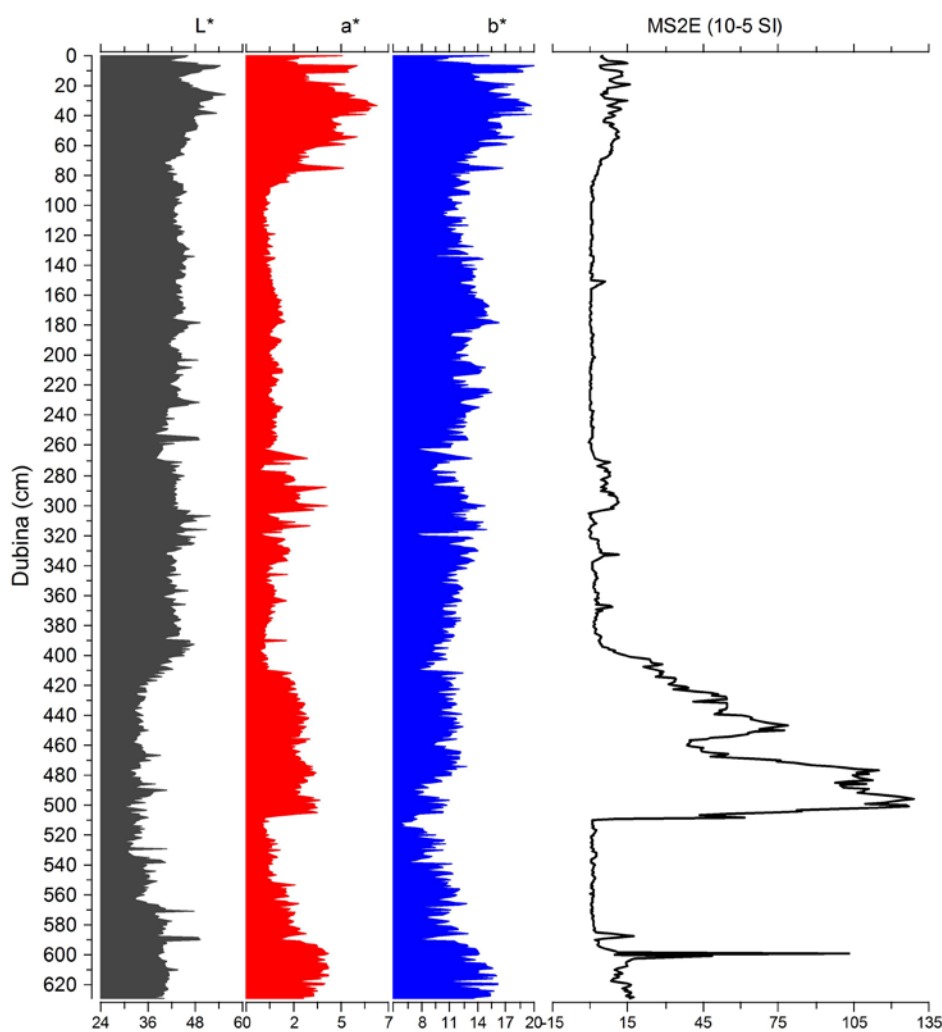


Slika 4-93 Spektralna analiza boje (CIE L\*a\*b\*) jezgre sedimenata iz Crniševa, s fotografijama jezgre..

### 4.3.3. Rezultati analize magnetskog susceptibiliteta

#### Jezgra sedimenata Podgore

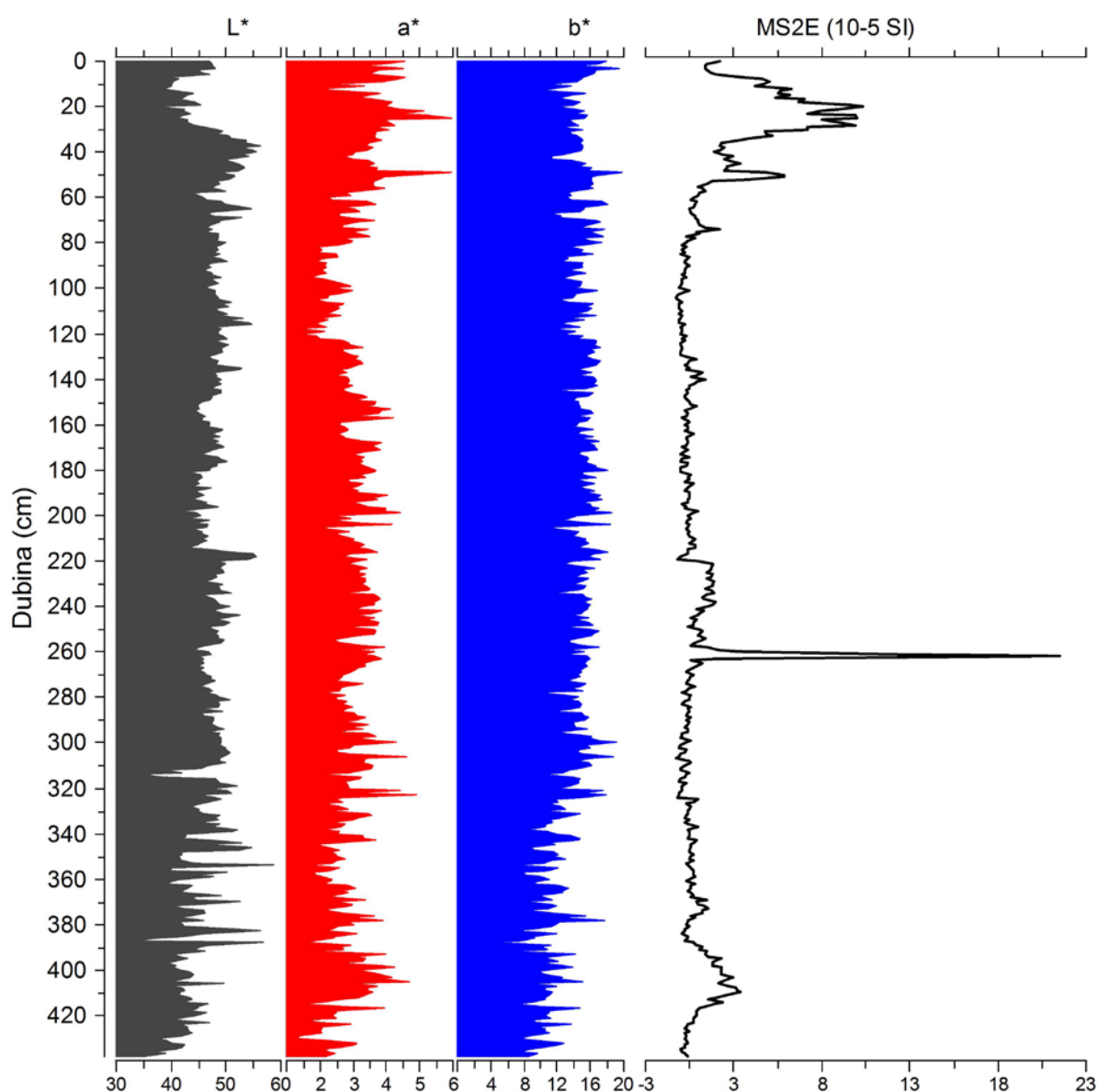
Magnetski susceptibilitet (MS) u jezgri sedimenata iz Podgore pokazuje blago povišene vrijednosti u prvih 70 cm jezgre (do  $15,9 \times 10^{-5}$  SI), što se podudara s tamnijim, crvenkastijim i žućkastijim sedimentom (niže vrijednostima boje L\*, više vrijednosti boje a\* i b\*), nakon čega su vrijednosti vrlo niske ( $-0,6$  do  $3 \times 10^{-5}$  SI), kao posljedica dominantnosti kalcita (slika 4-94). Slične slabo povišene vrijednosti magnetskog susceptibiliteta pokazuju sedimenti u intervalu od 270 do 305 cm, te slojevi 333 i 367-369 cm ( $11,3$  i  $8,8 \times 10^{-5}$  SI). Izrazito povišenje magnetskog susceptibiliteta uočava se od 400. cm, te je visok do 510. cm, nakon čega je ponovno vrlo nizak. Taj interval visokog magnetskog susceptibiliteta od 400 do 510 cm (do  $128,8 \times 10^{-5}$  SI), prekinut je nižim vrijednostima od 455. do 460. cm (oko  $40 \times 10^{-5}$  SI). Uočavaju se visoki intenziteti magnetskog susceptibiliteta na 587. cm ( $17,1 \times 10^{-5}$  SI) i 599. cm ( $103 \times 10^{-5}$  SI).



Slika 4-94 Magnetski susceptibilitet MS2E (crna linija) jezgre iz Podgore, u usporedbi sa spektralnom analizom boje (CIE L\*a\*b\*).

### Jezgra sedimenata Sladinca

Magnetski susceptibilitet (MS) u jezgri sedimenata Sladinca povišen je u gornjim dijelovima jezgre, od 8. do 30. cm (od 5 do 10 x 10<sup>-5</sup> SI), što se podudara s tamnijim sedimentima (slika 4-95). Nakon toga je magnetski susceptibilitet niži, s vrlo malim varijacijama, tek je sloj 50-52 cm nešto višeg magnetskog susceptibiliteta (oko 5 x 10<sup>-5</sup> SI) od ostatka jezgre sedimenata (varira između -0,8 i 2 x 10<sup>-5</sup> SI). Visok magnetski susceptibilitet pojavljuje se na 261. i 262. cm jezgre (12 i 21 x 10<sup>-5</sup> SI), te se podudara s tamnijim slojem uočenim pri početnom opisu jezgre.

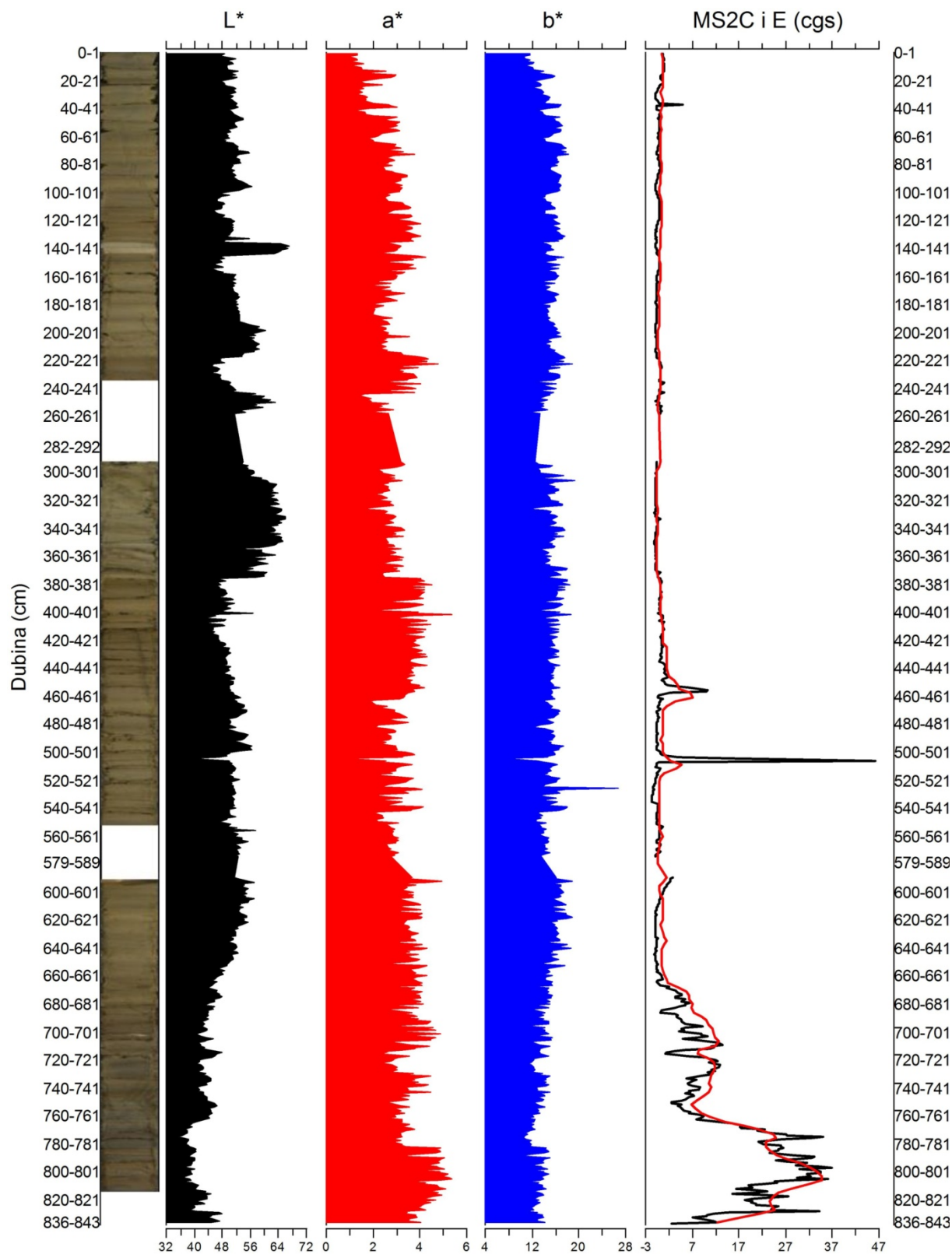


Slika 4-95 Magnetski susceptibilitet MS2E (crna linija) jezgre iz Sladinca, u usporedbi sa spektralnom analizom boje (CIE L\*a\*b\*).

### Jezgra sedimenata Crniševa

Magnetski susceptibilitet (MS) jezgre iz jezera Crniševo izmjeren je pomoću MS2C senzora za jezgru sedimenata u cijevi u 3 cm intervalu. Nakon što se pristupilo uzorkovanju jezgre, odmah nakon piljenja jezgre na 2 polovice, izmjeren je magnetski susceptibilitet pomoću MS2E senzora za površinske uzorke. Dobiveni rezultati (slika 4-96) skoro potpuno se preklapaju i pokazuju generalni trend – niski MS u gornjem dijelu jezgre, zatim 2 visoka MS-a i potom povišenje MS-a u donjem dijelu jezgre od 670 cm. Viši susceptibilitet na 36 cm ( $5 \times 10^{-6}$  cgs) pojavljuje se samo u rezultatima mjerenja pomoću MS2E senzora. Općenito se može uočiti viši susceptibilitet u sedimentima mjerenim pomoću MS2E senzora, te je on korišten pri daljnjim prikazima rezultata. Magnetski susceptibilitet u intervalu od 452 do 457 cm iznosi između  $4-10,4 \times 10^{-6}$  cgs, zatim na 504 i 506 cm iznosi  $15,6$  i  $46,3 \times 10^{-6}$  cgs. Povišenje MS-a od 670 cm prema kraju jezgre može se podijeliti na 2 dijela – od 670 do 750 cm, s maksimalnim MS-om na 708 cm ( $13,5 \times 10^{-6}$  cgs) i 723 cm ( $12,9 \times 10^{-6}$  cgs), te od 750 do 836 cm s maksimalnim MS-om na 774 cm ( $35,1 \times 10^{-6}$  cgs), 796 cm ( $36,8 \times 10^{-6}$  cgs), 804 cm ( $36,1 \times 10^{-6}$  cgs) i 827 cm ( $34,2 \times 10^{-6}$  cgs).





Slika 4-96 Spektralna analiza boje (CIE L\*a\*b\*) i magnetski susceptibilitet MS2C (crvena linija) i MS2E (crna linija) jezgre iz Crniševa.

Magnetski susceptibilitet izmjeren je u uzorcima iz sliva Baćinskih jezera, u koji su uključeni i uzorci iz Vrgoračkog polja, pomoću MS2G senzora (tablica 4-32). Visoke su vrijednosti u gornjem dijelu jezgre BAJ-10 (iznad  $100 \times 10^{-6}$  cgs) i u uzorku BAJ-11, dok je MS nizak jedino u uzorku 195-205 cm ( $19,4 \times 10^{-6}$  cgs). U profilu iz Vrgoračkog polja magnetski susceptibilitet iznosi između  $1,1$  i  $20,2 \times 10^{-6}$  cgs.

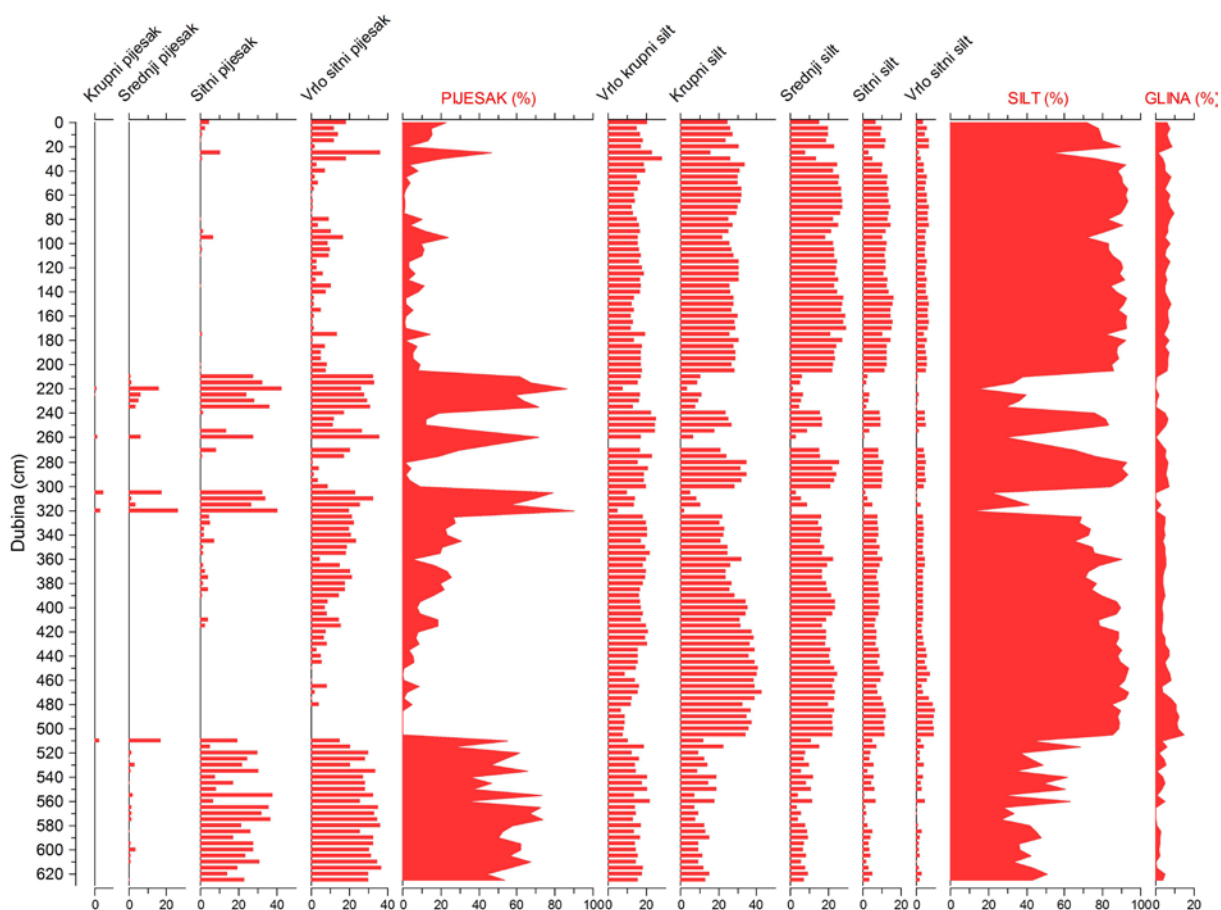
Tablica 4-32 Rezultati mjerenja magnetskog susceptibiliteta u uzorcima PP Vrana sliv, pomoću MS2G senzora.

<b>BAJ-7 SLIV</b>	<b>MS2G (<math>\times 10^{-6}</math> cgs)</b>		<b>MS2G (<math>\times 10^{-6}</math> cgs)</b>
BAJ-10 10-20	160,1	VP-3 0-30	13,7
BAJ-10 40-50	179,1	VP-3 50-100	1,1
BAJ-10 90-100	289,7	VP-3 150-200	4,7
BAJ-10 140-150	106,2	VP-3 250-275	14,4
BAJ-10 195-205	19,4	VP-3 350-370	20,2
BAJ-11 PERKA	361	VP-3 500-550	14

#### 4.3.4. Rezultati granulometrijskih analiza

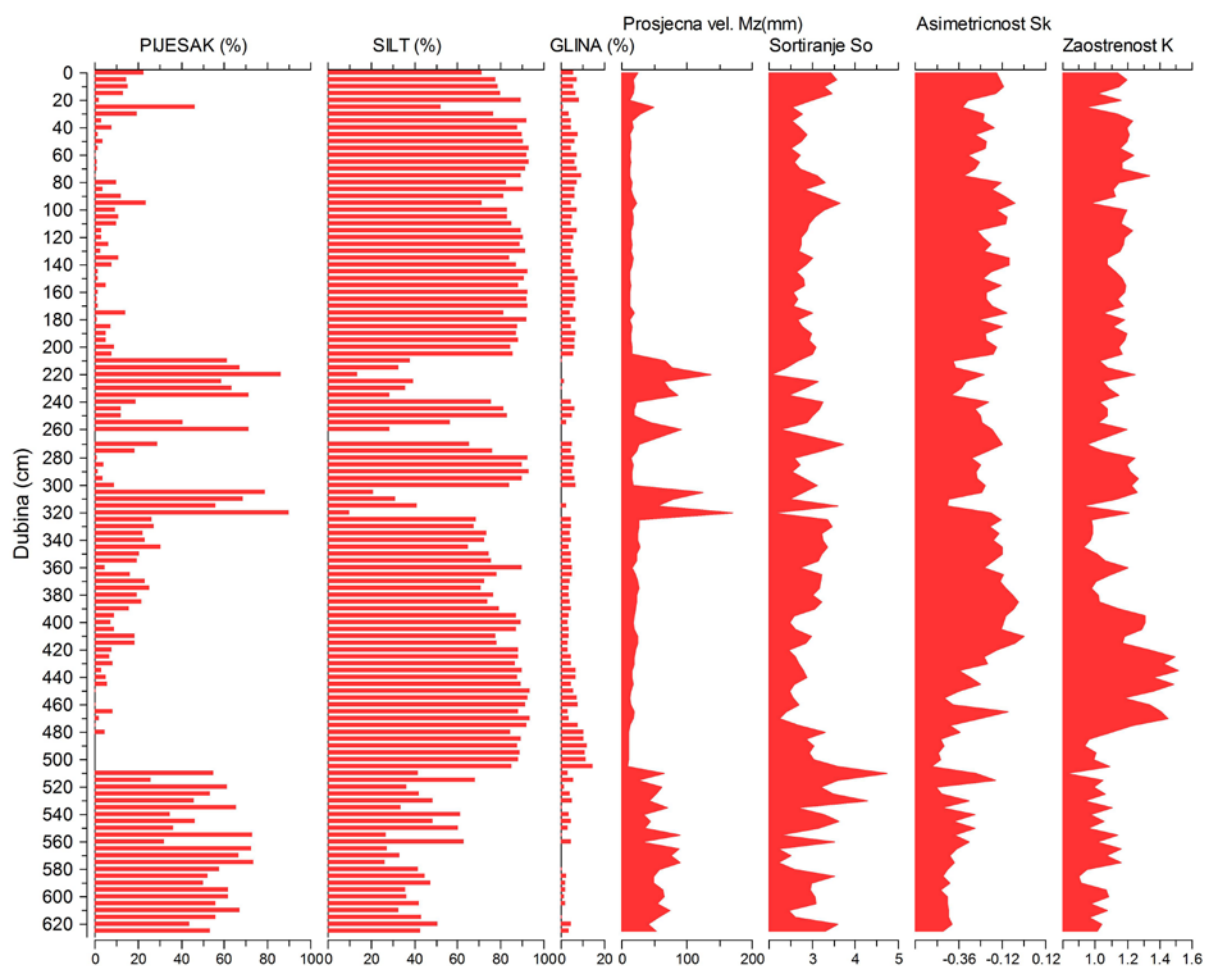
##### Jezgra sedimenata Podgore BAJ-1

Granulometrijske analize u sedimentima jezera Podgore pokazale su da je do 510. cm jezgre dominantna frakcija silt (63-2  $\mu\text{m}$ ), nakon čega se njegov udio smanjuje s oko 80 % na oko 40 % do kraja jezgre (630. cm) Veća promjena u granulometrijskom sastavu vidljiva je u intervalu od 210 do 320 cm, u kojem je dominantan udio pjeskovite frakcije (od 60 do 80 %), ali unutar tog intervala prisutni su dijelovi u kojima je silt glavna frakcija. Udjeli pojedinih frakcija kroz jezgru sedimenata iz Podgore grafički su prikazani na slici 4-97. U frakciji pijeska prevladavaju sitni i vrlo sitni pijesak, dok su u frakciji silta prisutni vrlo krupni, krupni i srednji silt, a sitnog i vrlo sitnog silta ima manje. Glinovita frakcija je niska kroz cijelu jezgru sedimenta i ne prelazi 10 %, osim u intervalu od 475 do 505 cm, gdje je udio gline slabo povišen (10-14 %). Najniži udio gline nalazi se u intervalima gdje je najviši udio pijeska.



Slika 4-97 Rezultati granulometrijske analize i raspodjele analiziranih frakcija jezgre sedimenata iz Podgore.

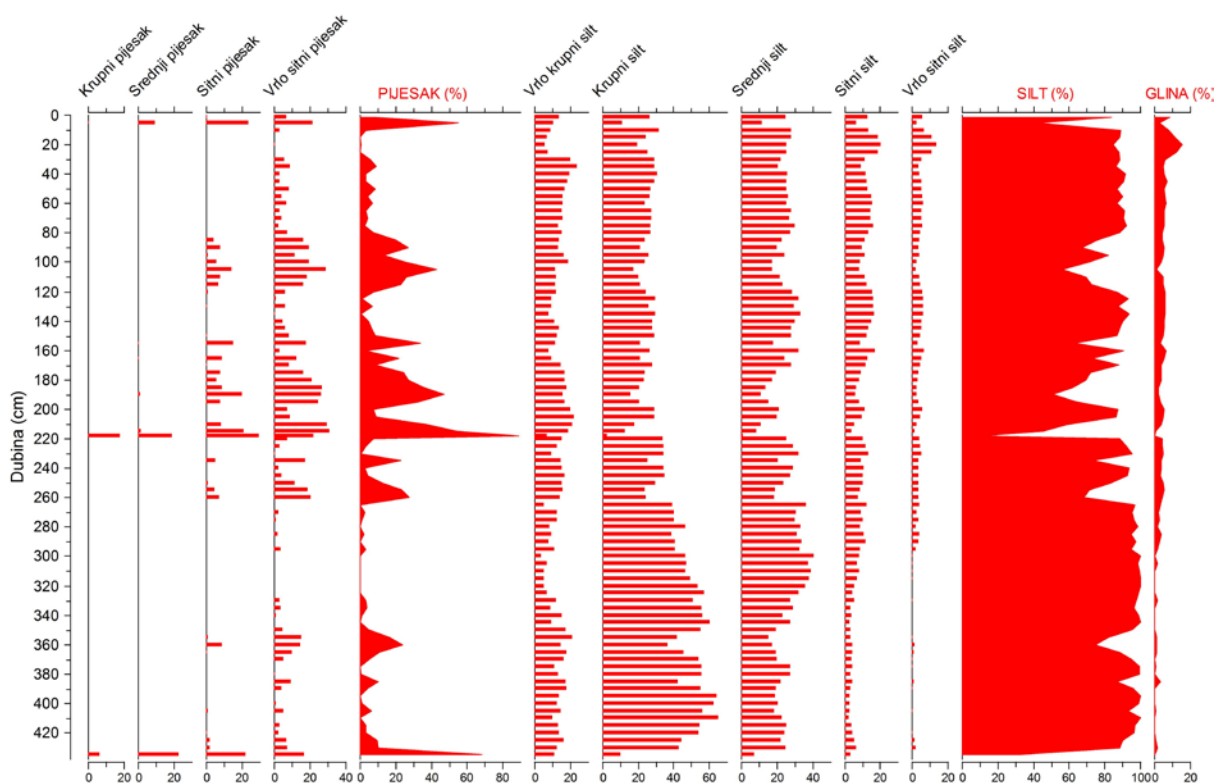
Raspodjela glavnih frakcija (pijesak, silt i glina) uspoređena je s ostalim parametrima granulometrijske analize (slika 4-98), te se dijelovi jezgre sedimenata s višim udjelom pijeska podudaraju s dijelovima s većom prosječnom veličinom čestica. Prosječna veličina čestica većim dijelom jezgre iznosi 10 do 30  $\mu\text{m}$ , dok u pjeskovitim dijelovima iznosi od 50 do 170  $\mu\text{m}$ . Uzorci su duž cijele jezgre slabo sortirani, dok su u uzorcima 510-511 i 530-531 cm vrlo slabo sortirani. Koeficijent asimetričnosti raspodjele zrna ( $S_k$ ) pokazuje da su uzorci većinom pozitivno zakošeni (*fine skewed*), povremeno čak i simetrični, a u dijelovima gdje su pjeskovitiji su vrlo pozitivno zakošeni (*very fine skewed*). Analiza kurtozisa ili zaoštrenosti krivulje ( $K$ ) pokazala je da uzorci većinom imaju zaoštrene krivulje (*leptokurtic*), povremeno srednje zaoštrene (*mezokurtic*) krivulje, posebno u pjeskovitom dijelu jezgre, od 480. cm do kraja jezgre.



Slika 4-98 Rezultati raspodjele glavnih frakcija (pijesak, silt i glina) i usporedba s ostalim parametrima granulometrijske analize jezgre sedimenata Podgora.

## Jezgra sedimenata Sladinca

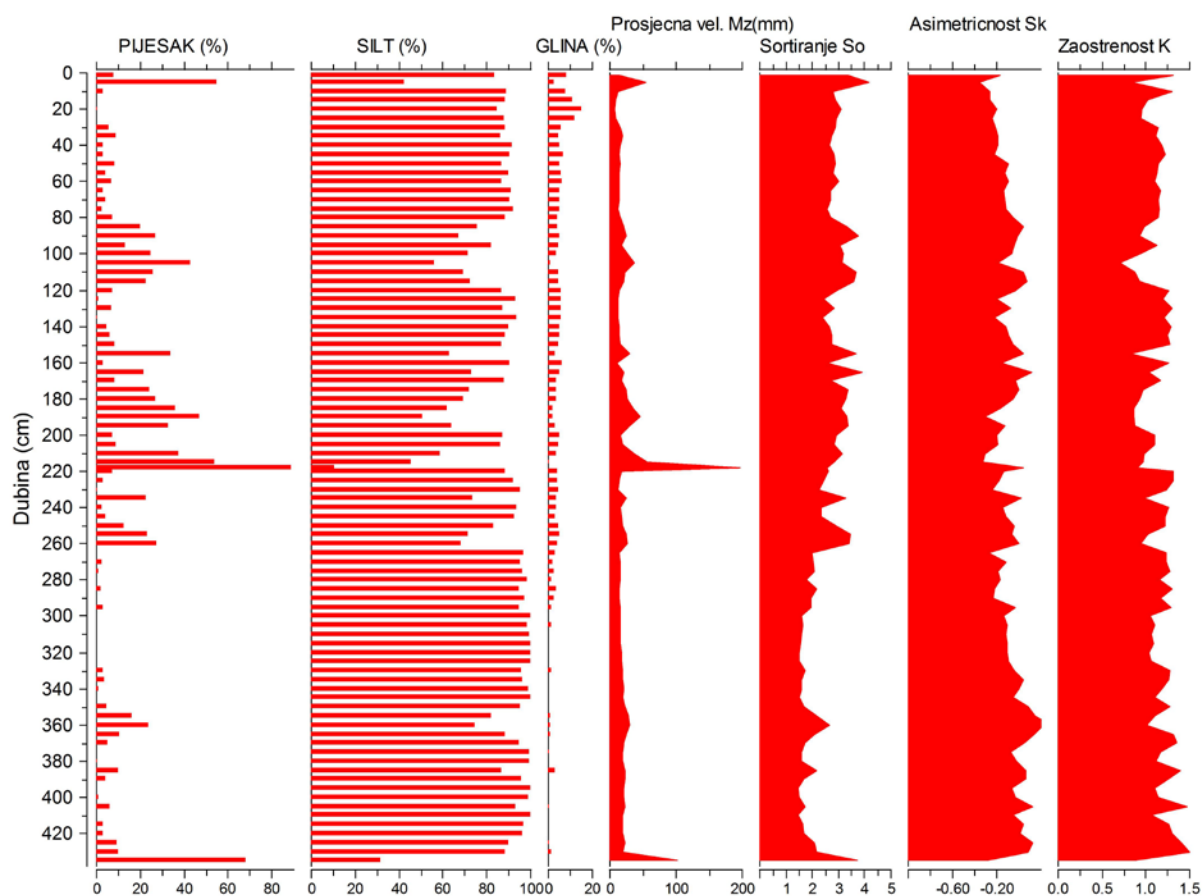
Granulometrijske analize u sedimentima jezera Sladinca pokazale su ujednačen granulometrijski sastav, s dominantnom frakcijom silta (oko 80 %). Niži udjeli silta pojavljuju se uzorcima 5-6 cm (42 %), 85-115 cm (55-75 %), zatim u pojedinim uzorcima od 160. do 260. cm (20-60 %), te 360-361 cm (75 %) i u posljednjem uzorku 435-436 cm (31 %). U tim su dijelovima jezgre udjeli pijeska viši. Udjeli pojedinih frakcija kroz jezgru sedimenata iz Sladinca grafički su prikazani na slici 4-99. U frakciji pijeska prevladava vrlo sitni pijesak, uz sitni pijesak, dok su u frakciji silta dominantni krupni i srednji silt, uz prisutnost vrlo krupnog silta, sitnog i vrlo sitnog silta. Glinovita frakcija je niska kroz cijelu jezgru sedimenta, primjećuje se trend smanjenja s dubinom, od oko 15 % u gornjem dijelu jezgre prema sve nižim vrijednostima prema kraju jezgre.



Slika 4-99 Rezultati granulometrijske analize i raspodjele analiziranih frakcija jezgre sedimenata Sladinca.



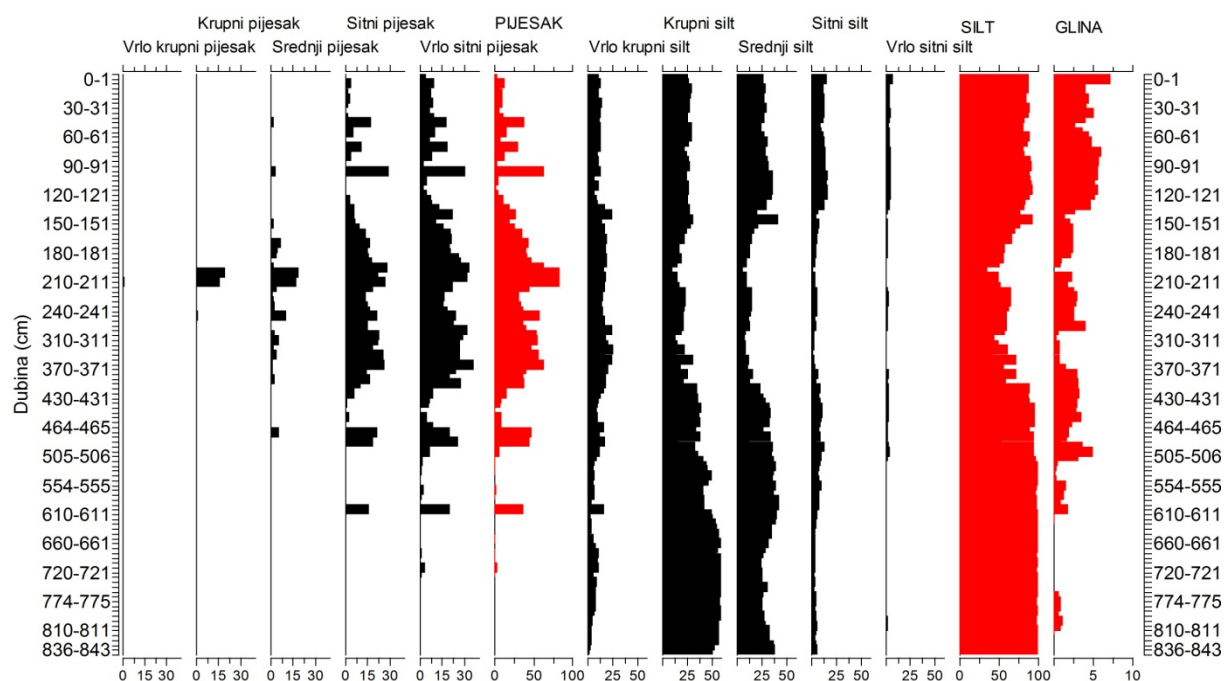
Raspodjela glavnih frakcija (pijesak, silt i glina) uspoređena je s ostalim parametrima granulometrijske analize (slika 4-100). Prosječna veličina čestica većim dijelom jezgre je konstantna i iznosi 10 do 25  $\mu\text{m}$ , dok je u pjeskovitijim dijelovima veća, u uzorcima 5-6 cm (55  $\mu\text{m}$ ), 218-219 cm (197  $\mu\text{m}$ ) i u posljednjem uzorku 435-436 cm (102  $\mu\text{m}$ ). Sedimenti po veličini čestice većim dijelom pripadaju srednjem siltu, te s dubinom prelaze u krupni silt. Uzorci su u gornjem dijelu jezgre slabo sortirani, te od 300. cm prelaze u srednje dobro sortirane sedimente, u izmjeni s dobro i slabo sortitanim sedimentima. Sedimenti su većim dijelom jezgre pozitivno zakošeni (*fine skewed*), povremeno simetrični, a u donjim dijelovima prelaze u negativno zakošene (*coarse skewed*). Prema zaoštrenosti krivulje (K) sedimenti se izmjenjuju između zaoštrenih krivulja (*leptokurtic*) i srednje zaoštrenih (*mezokurtic*) krivulja, a u pjeskovitijim dijelovima jezgre prelaze u zaravnjene (*platykurtic*) krivulje.



Slika 4-100 Rezultati raspodjele glavnih frakcija (pijesak, silt i glina) i usporedba s ostalim parametrima granulometrijske analize jezgre sedimenata Sladinca.

## Jezgra sedimenata Crniševa

Duž jezgre BAJ-7 učinjeno je 119 granulometrijskih analiza. Udjeli pojedinih frakcija grafički su prikazani na slici 4-101. U frakciji pijeska prevladavaju sitni i vrlo sitni pijesak te je njihov najviši udio uočeni u intervalu od 120 do 430 cm. Također je nešto viši udio u prvom metru jezgre, gdje uzorak 95-96 cm ima izrazito velik udio pijeska (31 %). U dubljem dijelu jezgre od 500 cm do kraja jezgre pijeska ima vrlo malo ili ga nema, ali u uzorku 600-601 cm se pojavljuje i ima ga 21 %. Silt je dominantna frakcija u jezgri, ima ga i do 100 %, pogotovo u donjem dijelu jezgre od 400. cm. Najviši je udio krupnog i srednjeg silta, pojavljuje se u gornjem dijelu jezgre od 0-150 cm, zatim se udio smanjuje i niži je do 400. cm, a nakon toga se ponovno povećava do kraja jezgre. Udio gline je najviši u gornjem dijelu jezgre, te se postepeno smanjuje s dubinom. Najniži udio je u donjem dijelu jezgre ili glinena frakcija nije prisutna od 600 cm do kraja jezgre.



Slika 4-101 Rezultati granulometrijske analize i raspodjele analiziranih frakcija jezgre sedimenata Crniševa.

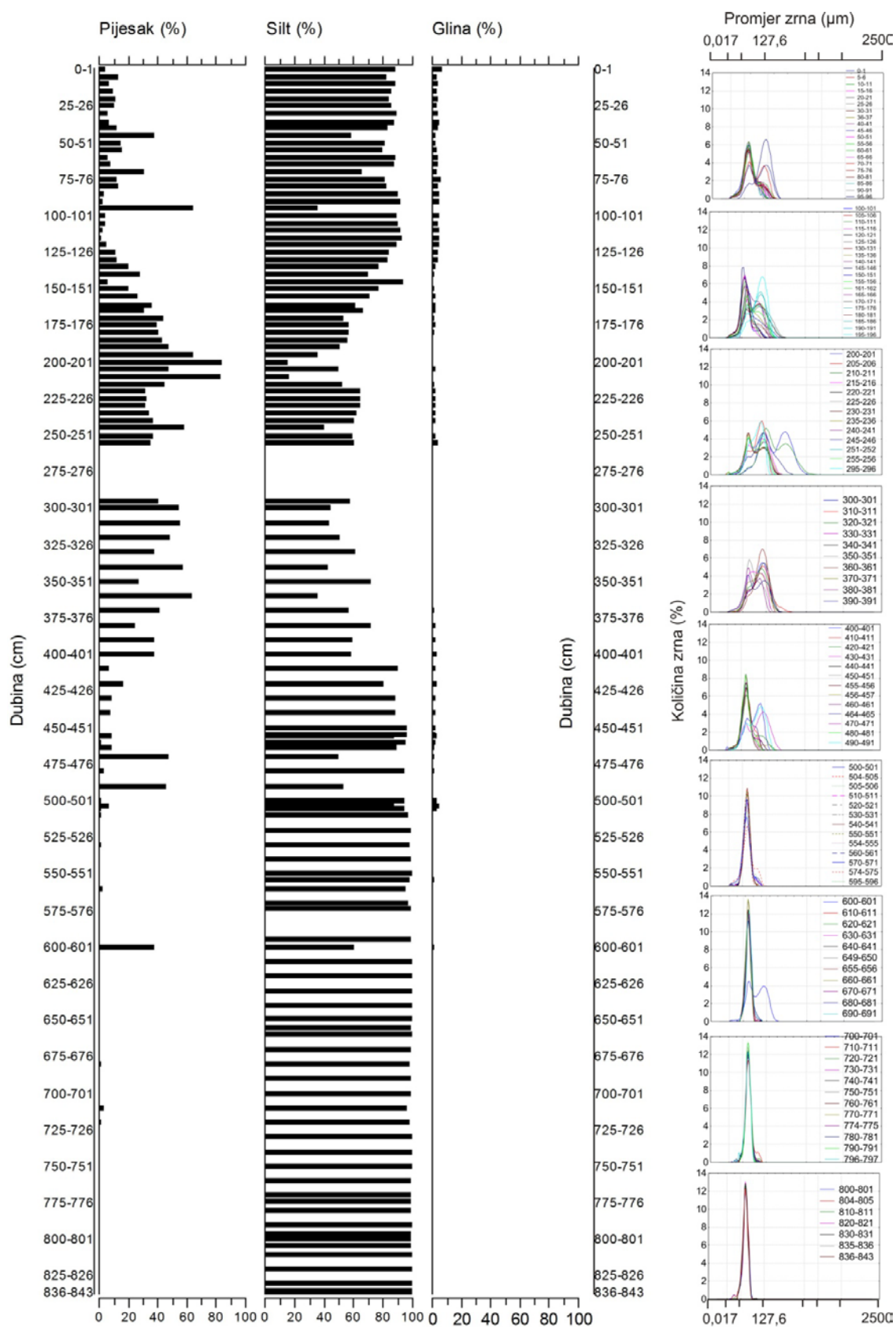
Uzorci su slabo sortirani od 0 do 500 cm, s tim da su pojedini uzorci srednje sortirani (na dubinama 145, 455, 460, 480 cm). Od 510 cm do kraja jezgre uzorci su bolje sortirani – izmjenjuje se srednja i srednje dobra sortiranoost, osim uzorka na 600 cm koji je slabo sortirani. Srednje sortirani su uzorci od 510-530 cm, 550-570 cm i na 710 cm, a srednje dobro su sortirani uzorci na 540 cm, 574-595 cm, 610-700 cm i 720-836 cm.

Koeficijent asimetričnosti raspodjele zrna ( $S_k$ ) u uzorcima jezgre BAJ-7 pokazuje da su uzorci većinom simetrični i pozitivno zakošeni (*fine skewed*). U gornjem dijelu jezgre, od 0-

400 cm, uzorci su uglavnom simetrični, a javljaju se i pozitivno zakošeni (0 cm, 85-90 cm, 110-115 cm, 175-190 cm, 215 cm, 245-251 cm, 295-320 cm, 340 i 370 cm), svega nekoliko ima vrlo pozitivno zakošenih (*very fine skewed*)(95, 195, 205 i 360 cm) i nekoliko uzoraka negativno zakošenih (*coarse skewed*) (145-150 cm i 350-351 cm). U donjem dijelu jezgre nepravilno se izmjenjuju pozitivno zakošeni uzorci i simetrični uzorci.

Analiza kurtozisa ili zaoštrenosti krivulje (K) u uzorcima BAJ-7 pokazala je da uzorci imaju zaoštrene krivulje (*leptokurtic*) u gornjem dijelu jezgre (0-130 cm), nakon toga slijedi izmjena zaoštrenih i srednje zaoštrenih (*mezokurtic*) krivulja i od 161 cm pojavljuju se i zaravnjene (*platykurtic*) krivulje, te od 161 cm se izmjenjuju srednje zaoštrene krivulje i zaravnjene krivulje do 400 cm. Nakon toga slijedi izmjena zaoštrenih i zaravnjenih krivulja do 505 cm, pa slijede ponovno izmjene srednje zaoštrenih i zaoštrenih krivulja do kraja jezgre, jedino je uzorak 600 cm zaravnjene krivulje. Zaoštrene krivulje imaju uzorci pri kraju jezgre (820-836 cm).

Udio pijeska, silta i gline po dubini jezgre BAJ-7 prikazani su na slici 4-102, zajedno s krivuljama učestalosti pojedinih veličina zrna. Unimodalna i bimodalna te i trimodalna distribucija pojavljuju se u nepravilnim razmacima u gornjim dijelovima jezgre od 0 do 500 cm, s prosječnim veličinama zrna od 11,42-68,67  $\mu\text{m}$ , a od 150 do 400 cm zrna su veća, veličine od 25,02 do 182,2  $\mu\text{m}$ . Trimodalna distribucija karakteristična je za uzorke na dubinama 15, 36, 105, 120, 155, 190, 245, 330, 430 i 440 cm. Krivulje su unimodalne u uzorcima od 500 cm do 836 cm (prevladavaju zrna prosječne veličine između 13,37-19,74  $\mu\text{m}$ ), s nekoliko uzoraka bimodalne raspodjele, s prosječnim veličinama zrna: 504-506 cm oko 15  $\mu\text{m}$  i 600-601 cm 39,83  $\mu\text{m}$ .



Slika 4-102 Udio ukupnog pijeska, silta i gline po dubini jezgre BAJ-7, s krivuljama učestalosti pojedinih veličina zrna u analiziranim uzorcima, grupiranim u metarskim intervalima.

### 4.3.5. Rezultati mineraloških analiza

#### 4.3.5.1. Rezultati analize ukupnih uzoraka

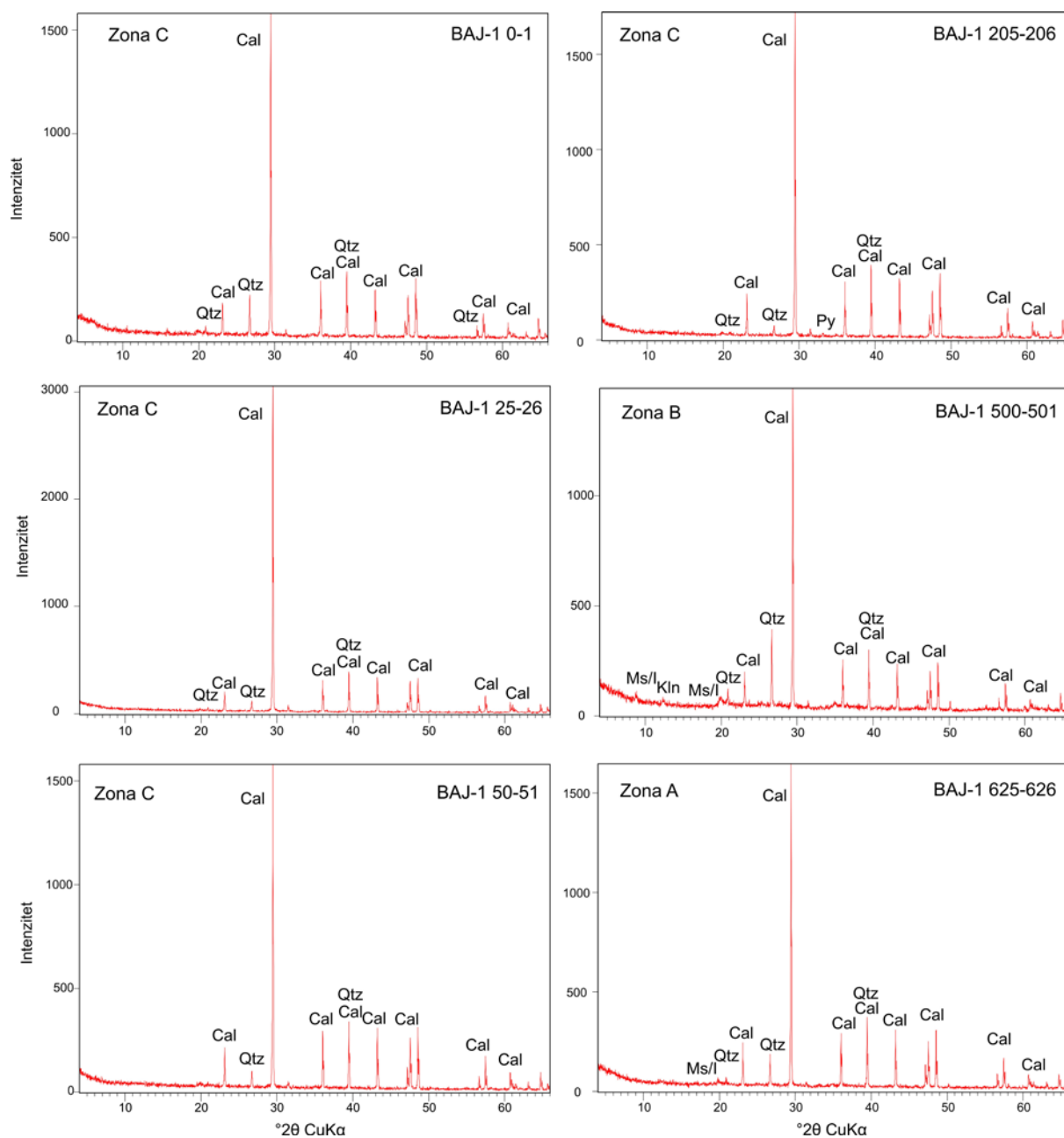
#### Jezgra sedimentata Podgore

Mineralni sastav u sedimentima jezera Podgore utvrđen je na 25 uzoraka (tablica 4-33, slika 4-103). Dominantna mineralna faza je kalcit, dok su kvarc, muskovit/illit i pirit sporedne mineralne faze, te su se prema njihovom pojavljivanju utvrdile mineralne zone, idući odozdo prema vrhu jezgre. Zonu C čini gornji dio jezgre od 400 do 0 cm, s mineralnom fazom kalcitom, kao dominantnom, i kvarcom, kao sporednom mineralnom fazom. Povremeno se u uzorcima pojavljuju muskovit/illit i pirit, sulfid stabilan u reduktivnim uvjetima. U uzorku 333-334 cm, koji ima povišen magnetski susceptibilitet, prisutan je plagioklas. U zoni B (430-510 cm) viši je udio kvarca i muskovit/illita, prisutan je i kaolinit. U zoni A (535-630 cm) niži je udio kvarca.

Tablica 4-33 Mineralni sastav sedimentata iz Podgore i izdvojene zone (MIN-A, B i C). Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Kln-kaolinit, Py-pirit.

MIN zone	Uzorak BAJ-1 (cm)	Glavne mineralne faze	Sporedne mineralne faze
MIN-C	0-1	Cal	Qtz
	5-6	Cal	Qtz, Ms/l
	25-26	Cal	Qtz
	50-51	Cal	Qtz
	75-76	Cal	Qtz, Ms/l
	100-101	Cal	Qtz
	151-152	Cal	Qtz, Py
	205-206	Cal	Qtz, Py
	250-251	Cal	Qtz, Py
	295-296	Cal	Qtz
	310-311	Cal	Qtz, Py
	333-334	Cal	Qtz, Pl, Ms/l, Py
	360-361	Cal	Qtz, Py
400-401	Cal	Qtz	
MIN-B	430-431	Cal	Qtz, Ms/l
	457-458	Cal	Qtz, Ms/l, Py
	465-466	Cal	Qtz, Ms/l
	500-501	Cal	Qtz, Ms/l, Kln
	504-505	Cal	Qtz, Ms/l
	510-511	Cal	Qtz, Py
MIN-A	535-536	Cal	Qtz, Py
	565-566	Cal	Qtz, Ms/l
	590-591	Cal	Qtz, Ms/l
	600-601	Cal	Qtz, Ms/l
	625-626	Cal	Qtz, Ms/l





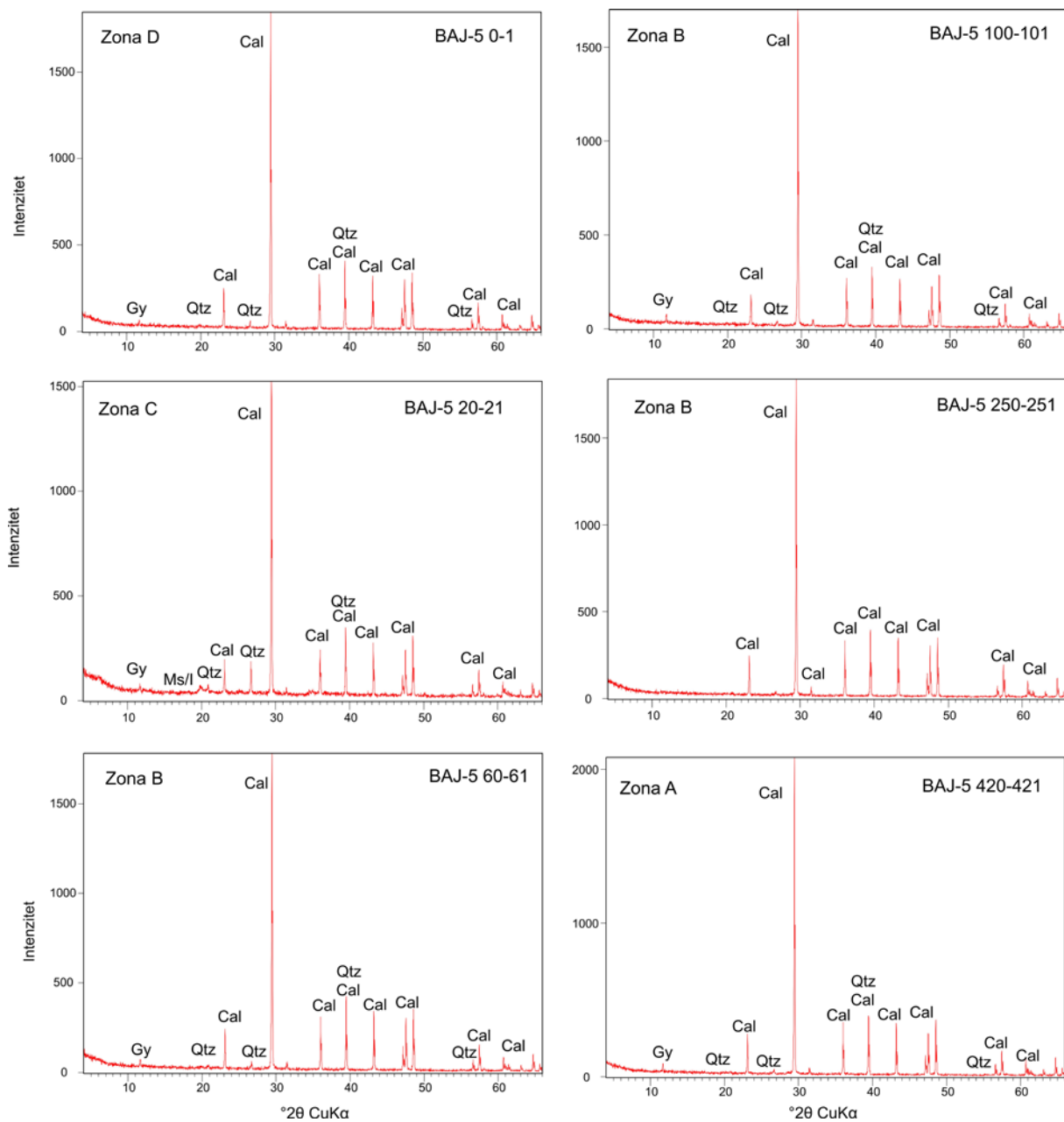
Slika 4-103 Rendgenogrami odabranih uzoraka iz jezgre Podgore. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/I-muskovit/illit, Ms/I-muskovit/illit, Kln-kaolinit, Py-pirit.

### Jezgra sedimenata Sladinca

Mineralni sastav u sedimentima jezera Sladinca utvrđen je na 22 uzoraka (tablica 4-34, slika 4-104). Također je dominantna mineralna faza kalcit, dok su kvarc, muskovit/illit i gips sporedne mineralne faze (slika 4-20). Gips se pojavljuje u uzorcima kao posljedica oksidacije pirita, za što je i važna prisutnost kalcija i sumpora – sekundarni gips. Zonu D čini gornji dio jezgre od 10 do 0 cm, s mineralnom fazom kalcitom kao dominantnim, a kvarc je prisutan u manjim količinama. U zoni C (10-30 cm) uz kalcit se u većim količinama pojavljuju kvarc i muskovit/illit. U zoni B, koja čini najveći interval, od 40 do 325 cm, kalcit je prisutan kao samostalna mineralna faza, uz manje količine kvarca. U zoni A (350-430 cm) ponovno je viši udio kvarca.

Tablica 4-34 Mineralni sastav sedimenata iz Sladinca i izdvojene zone (MIN-A, B, C i D). Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Gy-gips.

MIN zone	Uzorak BAJ-5 (cm)	Glavne mineralne faze	Sporedne mineralne faze
MIN-D	0-1	Cal	Qtz, Gy
	5-6	Cal	Qtz, Gy
MIN-C	10-11	Cal	Qtz, Ms/l
	20-21	Cal	Qtz, Gy, Ms/l
	30-31	Cal	Qtz, Gy, Ms/l
MIN-B	40-41	Cal	Qtz
	50-51	Cal	Qtz
	60-61	Cal	Qtz, Gy
	100-101	Cal	Qtz, Gy
	150-151	Cal	Qtz, Gy
	200-201	Cal	Qtz, Gy
	225-226	Cal	Qtz
	250-251	Cal	
	262-263	Cal	Qtz
	300-301	Cal	
MIN-A	325-326	Cal	Qtz, Gy
	350-351	Cal	Qtz
	375-376	Cal	Qtz, Gy
	400-401	Cal	Qtz, Gy
	411-412	Cal	Qtz, Gy
	420-421	Cal	Qtz, Gy
	430-431	Cal	Qtz



Slika 4-104 Rendgenogrami odabranih uzoraka iz jezgre Sladinac. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Ms/l-muskovit/illit, Gy-gips.

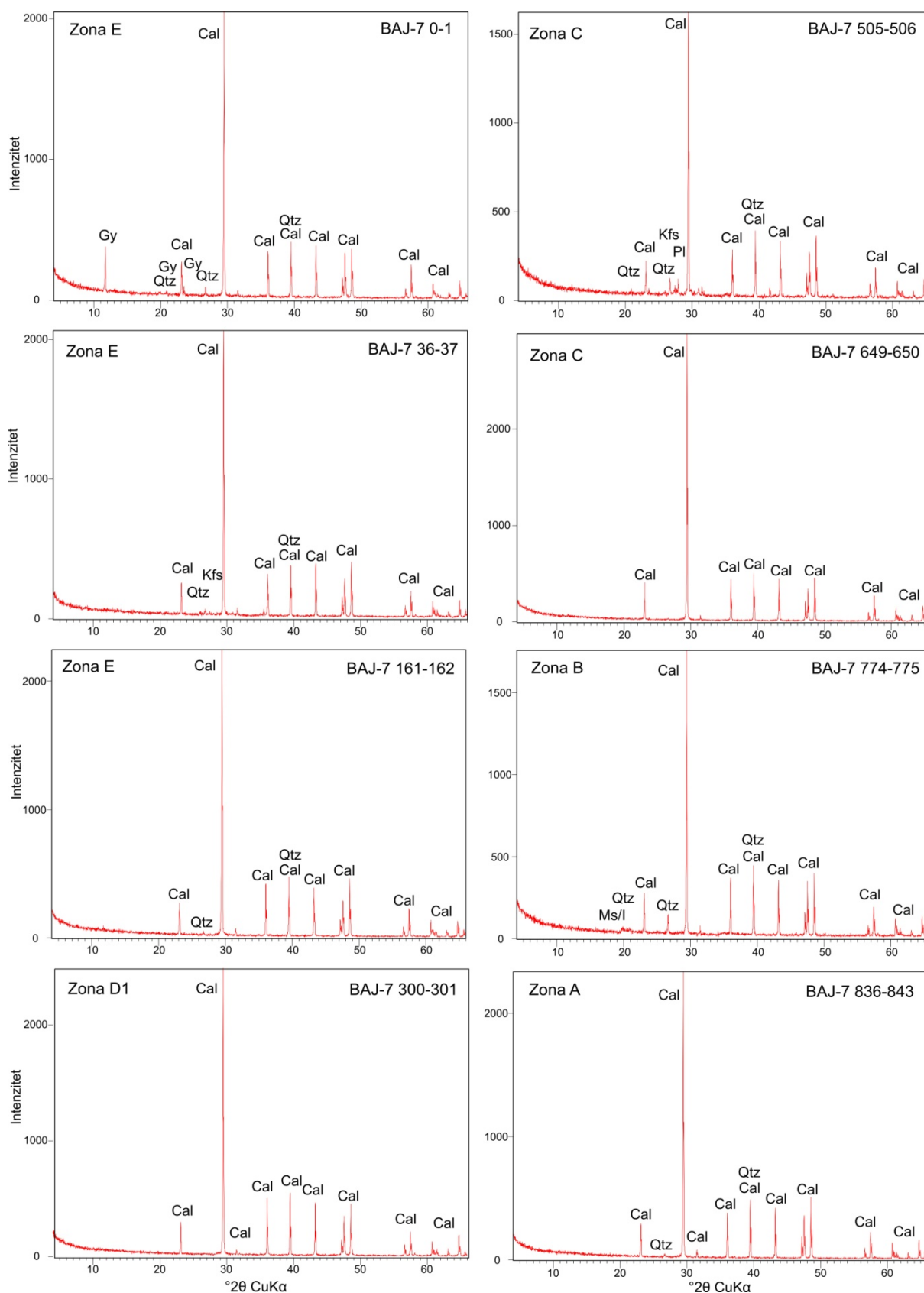
### Jezgra sedimenata Crniševa

U jezgri BAJ-7 analiziran je mineralni sastav 31 uzorka (tablica 4-35, slika 4-105). Dominantna mineralna faza u svim uzorcima je kalcit. Gips se pojavljuje u uzorcima 0-1, 80-81 i 100-101 cm. Kvarc je sporedna mineralna faza u uzorcima, pojavljuje se u intervalima, te su prema njegovom pojavljivanju izdvojene mineralne zone, idući odozdo prema vrhu jezgre. Zona E čini gornji dio jezgre od 161 do 0 cm, s mineralnim fazama kalcitom i kvarcom. U uzorku 36-37 cm javlja se uz kvarc i kalijski feldspat. Zona MIN-D odvojena je na 3 zone, D1 u kojoj je prisutan samo kalcit, zatim D2 u kojoj se pojavljuje i kvarc, te opet zona D3 samo s kalcitom. Od 774 do 380 cm odvojena je zona MIN-C, u kojoj dominira kalcit, uz prisutnost kvarca. Unutar njega postoje intervali s vrlo malo kvarca, npr. 570-571 cm i 649-650 cm. Karakteristična je pojava veće količine kvarca te kalijskog feldspata i plagioklasa u intervalu 504-506 cm. U uzorcima od 800 do 774 cm prisutan je kvarc i muskovit/illit, koji čine zonu MIN-B. U donjem dijelu jezgre, od 843-835 cm u uzorcima ima vrlo malo kvarca, te je taj interval određen kao zona MIN-A.

Tablica 4-35 Mineralni sastav sedimenata iz jezgre BAJ-7 i izdvojene zone (A-E)-podzone (1-3). Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Gy-gips, Kfs-kalijski feldspat, Pl-plagioklas.

BAJ-7 (cm)	Mineralne faze - glavne	Mineralne faze - sporedne	Zone
0-1	Cal	Qtz, Gy	MIN-E
36-37	Cal	Qtz, Kfs	
80-81	Cal	Qtz, Gy	
100-101	Cal	Qtz, Gy	
130-131	Cal	Qtz	
161-162	Cal	Qtz	
200-201	Cal		MIN-D3
225-226	Cal	Qtz	MIN-D2
251-252	Cal	Qtz	
300-301	Cal		MIN-D1
330-331	Cal		
360-361	Cal		
370-371	Cal		MIN-C
380-381	Cal	Qtz	
400-401	Cal	Qtz	
440-441	Cal	Qtz	

BAJ-7 (cm)	Mineralne faze - glavne	Mineralne faze - sporedne	Zone
455-456	Cal	Qtz	MIN-C
504-505	Cal	Qtz, Kfs, Pl	
505-506	Cal	Qtz, Kfs, Pl	
554-555	Cal	Qtz	
570-571	Cal		
600-601	Cal	Qtz	
649-650	Cal		
670-671	Cal	Qtz	
700-701	Cal	Qtz	
720-721	Cal	Qtz	
750-751	Cal	Qtz	MIN-B
774-775	Cal	Qtz, Ms/l	
800-801	Cal	Qtz, Ms/l	MIN-A
835-836	Cal	Qtz	
836-843	Cal	Qtz	



Slika 4-105 Rendgenogrami odabranih uzoraka iz jezgre BAJ-7, reprezentativnih za izdvojena zone-podzona. Oznake minerala (Kretz, 1983): Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/I-muskovit/illit, Gy-gips, Kfs-kalijski feldspat, Pl-plagioklas.

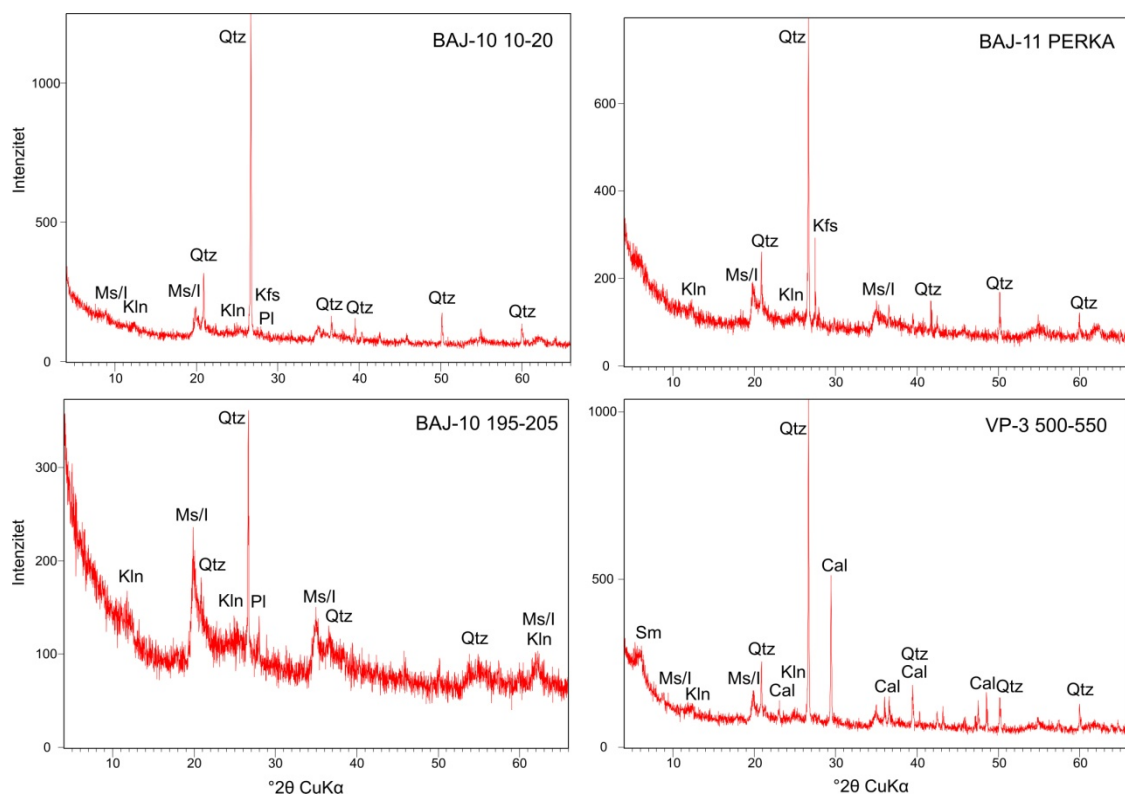


### Slivno područje Baćinskih jezera i Vrgoračko polje

Mineralni sastav uzoraka iz sliva Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja prikazan je u tablici 4-36 i na slici 4-106. Jezgra u neposrednoj blizini jezera Crniševa (BAJ-10) sastoji se u gornjem dijelu od kvarca, te malo muskovit/illita, kaolinita, kalijskog feldspata i plagioklasa. S dubinom se smanjuje se udio kvarca, povećava se udio minerala glina muskovit/illita i kaolinita, te od feldspata preostaje samo plagioklas. Mineralni sastav crvenice BAJ-11 PERKA je sljedeći: kvarc, muskovit/illit, kaolinit i kalijski feldspat. Uzorci iz Vrgoračkog polja su u gornjem dijelu izgrađeni samo od kalcita i kvarca, dok u dubljim dijelovima kad prelazi u crvenicu sadrže manje kalcita, kvarca, muskovit/illita, kaolinita, smektita i vermikulita.

Tablica 4-36 Mineralni sastav sliva Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja. Oznake minerala (Kretz, 1983): Qtz-kvarc, Cal-kalcit, Ms/l-muskovit/illit, Kln-kaolinit, Sm-smektit, V-vermikulit, Kfs-kalijski feldspat, Pl-plagioklas, Ant-anatas.

BAJ_SLIV	Mineralne faze -glavne	Mineralne faze -sporedne
BAJ-10 10-20	Qtz	Ms/l, Kln, Kfs, Pl
BAJ-10 40-50	Qtz,	Ms/l, Kln
BAJ-10 90-100	Qtz, MS/l, Kln	Ms/l, Kln
BAJ-10 140-150	Qtz, Ms/l, Ant	Ms/l, Kln
BAJ-10 195-205	Qtz, Ms/l	Kln, Pl
BAJ-11 PERKA	Qtz, Ms/l, Kfs	Kln
VP-3 0-30	Cal	Qtz
VP-3 50-100	Cal	Qtz
VP-3 150-200	Cal	Qtz
VP-3 250-275	Cal	Qtz, Ms/l, Sm, V
VP-3 350-370	Qtz, Cal	Ms/l, Sm, V
VP-3 500-550	Qtz, Cal	Ms/l, Kln, Sm, V



Slika 4-106 Rendgenogrami uzoraka iz sliva Baćinskih jezera (BAJ-10 i BAJ-11) i Vrgoračkog polja (VP-3). Oznake minerala (Kretz, 1983): Qtz-kvarc, Cal-kalcit, Ms/l-muskovit/illit, Kln-kaolinit, Sm-smektit, Kfs-kalijski feldspat, Pl-plagioklas.

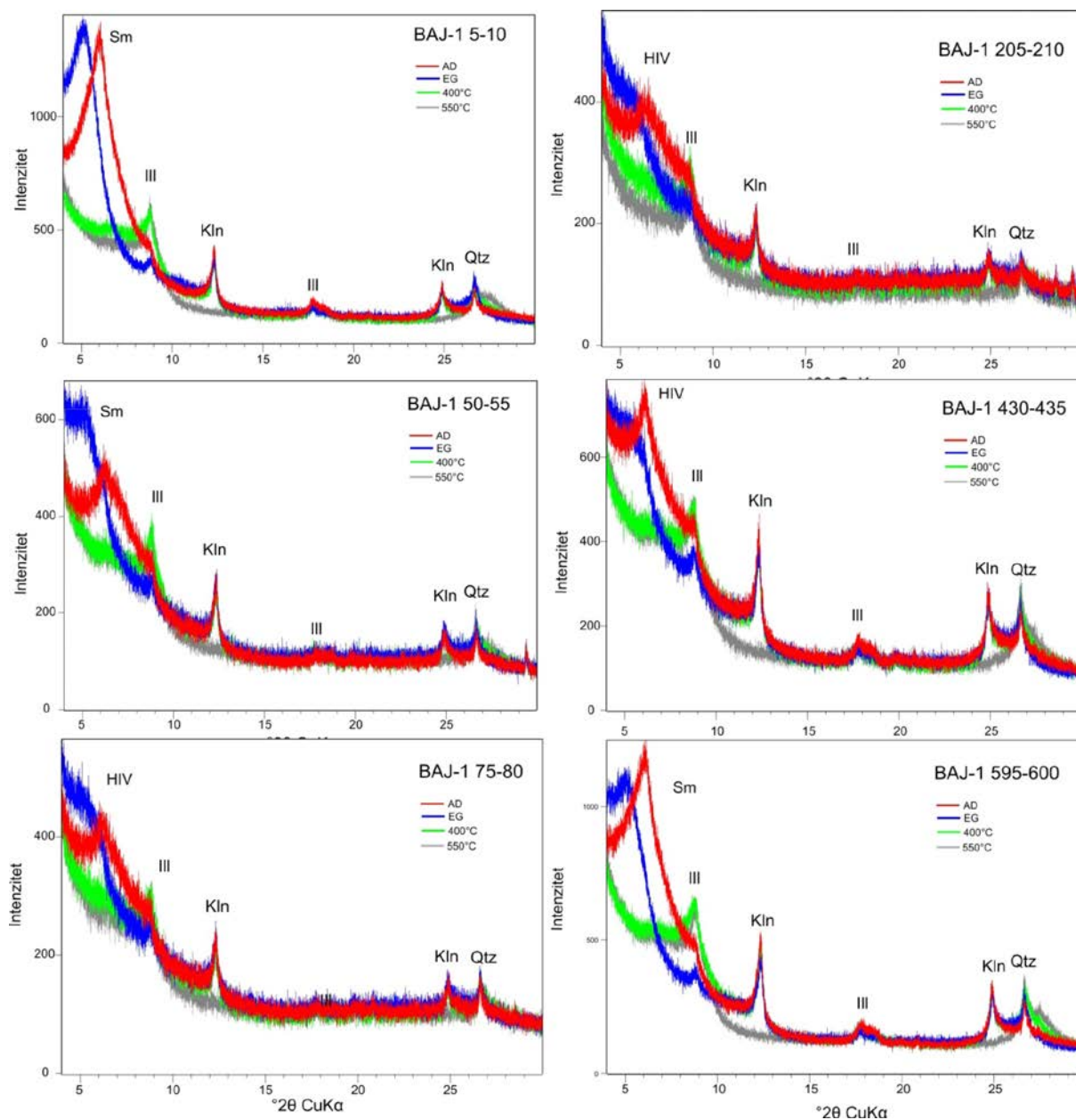
### 4.3.5.2. Rezultati analize minerala glina

#### Jezgra sedimenata Podgore

U ukupnom mineralnom sastavu sedimenata iz Podgore dominira kalcit, te je uz njega vidljiva prisutnost kvarca i minerala glina. Minerali glina detaljno su utvrđeni nakon otapanja kalcita i izrade orijentiranih preparata, te tretiranjem tih uzoraka raznim dijagnostičkim postupcima. U jezgri sedimenata iz Podgore minerali glina određeni su u 17 uzoraka (tablica 4-37, slika 4-107). U gornjim uzorcima jezgre, od 5. do 50. cm utvrđeni su smektit, illit i kaolinit. Nakon toga, od 75. do 430. cm jezgre, prisutni su hidroksil interstratificirani vermikulit, illit, kaolinit. Od 460. cm do kraja jezgre, prisutni su ponovno smektit, illit i kaolinit. Hidroksil interstratificirani vermikulit (HIV) ili sekundarni klorit u uzorcima je identificiran time što se maksimum na 14 Å ostaje ili malo pomiče na 17 Å tretmanom s etilen glikolom, a žarenjem na 10 Å. Također, nakon saturiranja s kalijem ostaje maksimum na 14 Å, koji se pomiče na 10 Å nakon žarenja na 350°C takvog uzorka. To je dokaz prisutnosti HIV-a ili sekundarnog klorita. Illit je određen maksimumima na 10 i 5 Å, koji ostaju nepromijenjeni. Kaolinit ima maksimume na 7,1 i 3,56 Å, koji nestaju nakon žarenja na 550°C. Tretmanom s DMSO, kaolinit nije pomaknuo maksimum sa 7,1 na 11,2 Å, što znači da je prisutan kaolinit neuređen.

Tablica 4-37 Analizirani uzorci kroz jezgru iz Podgore i dijagnostički postupci kojim su podvrgnuti, te utvrđeni minerali glina. Oznake: AD-sušen na zraku, EG-tretiran s etilen glikolom, G-tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, Sm-smektit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit.

BAJ-1	AD	EG	400°C	550°C	DMSO	K-AD	K-350°C	Mg-G	Minerali glina
5-10	x	x	x	x	x	x	x	x	Sm, Ill, Kln
25-30	x	x	x	x					Sm, Ill, Kln
50-55	x	x	x	x					Sm, Ill, Kln
75-80	x	x	x	x					HIV, Ill, Kln
100-105	x	x	x	x					HIV, Ill, Kln
205-210	x	x	x	x	x	x	x	x	HIV, Ill, Kln
295-300	x	x	x	x					HIV, Ill, Kln
400-405	x	x	x	x					HIV, Ill, Kln
430-435	x	x	x	x	x	x	x	x	HIV, Ill, Kln
460-465	x	x	x	x					Sm, Ill, Kln
480-485	x	x	x	x					Sm, Ill, Kln
500-505	x	x	x	x					Sm, Ill, Kln
510-515	x	x	x	x					Sm, Ill, Kln
540-541	x	x	x	x					Sm, Ill, Kln
565-570	x	x	x	x					Sm, Ill, Kln
595-600	x	x	x	x	x	x	x	x	Sm, Ill, Kln
625-630	x	x	x	x					Sm, Ill, Kln



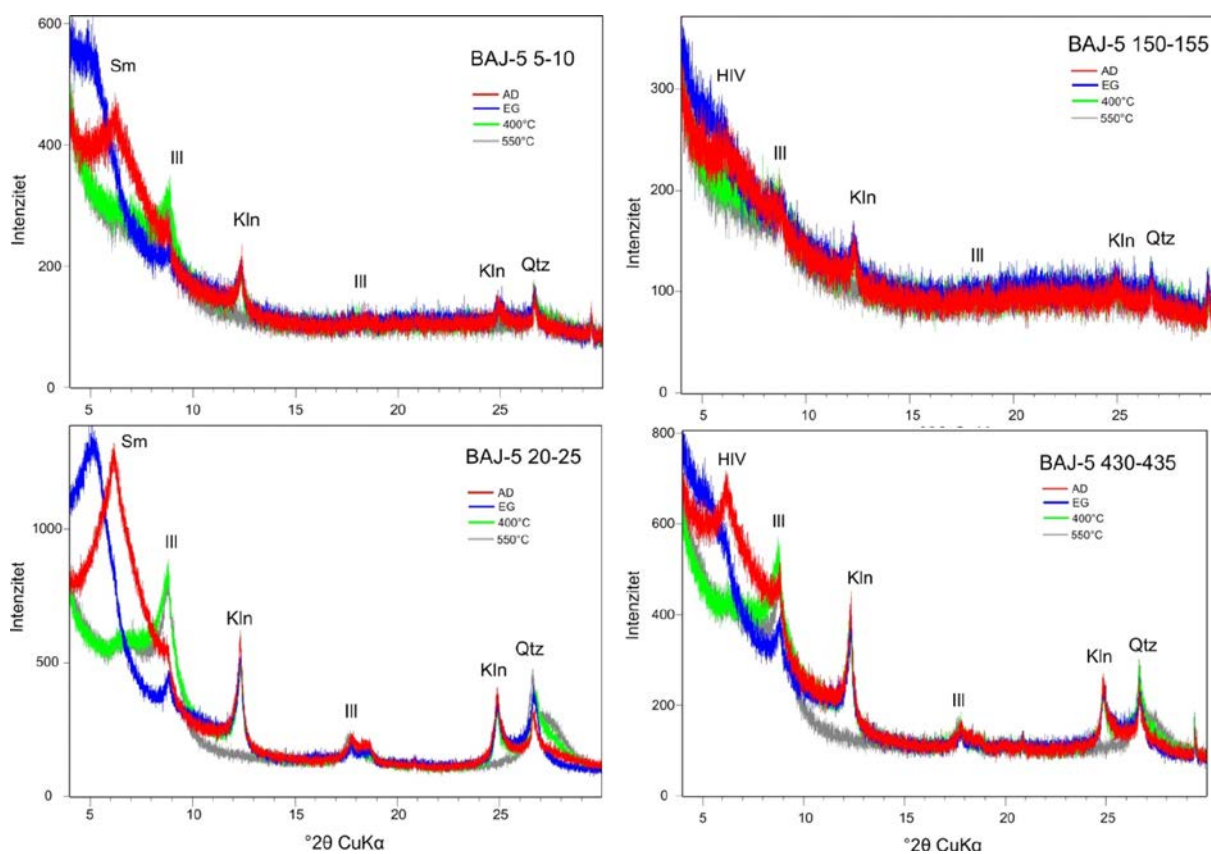
Slika 4-107 Rendgenogrami orijentiranih preparata iz jezgre Podgore. Oznake: AD-sušen na zraku, EG- tretiran s etilen glikolom, Sm-smektit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit.

### Jezgra sedimenata Sladinca

U ukupnom mineralnom sastavu sedimenata iz Sladinca također dominira kalcit, te je uz njega u pojedinim zonama vidljiva prisutnost kvarca i minerala glina. Minerali glina detaljno su utvrđeni nakon otapanja kalcita i izrade orijentiranih preparata, te tretiranjem tih uzoraka raznim dijagnostičkim postupcima. U jezgri sedimenata iz Sladinca minerali glina određeni su u 9 uzoraka (tablica 4-38, slika 4-108). U gornjim uzorcima jezgre, od 5. do 20. cm utvrđeni su smektit, illit i kaolinit. Nakon toga, od 35. cm do kraja jezgre, prisutni su hidroksil interstratificirani vermikulit, illit, kaolinit. Hidroksil interstratificirani vermikulit (HIV) ili sekundarni klorit u uzorcima je identificiran time što se maksimum na 14 Å ostaje ili malo pomiče na 17 Å tretmanom s etilen glikolom, a žarenjem na 10 Å. Također, nakon saturiranja s kalijem ostaje maksimum na 14 Å, koji se pomiče na 10 Å nakon žarenja na 350°C takvog uzorka. Illit je određen maksimumima na 10 i 5 Å, koji ostaju nepromijenjeni. Kaolinit ima maksimume na 7,1 i 3,56 Å, koji nestaju nakon žarenja na 550°C. Tretmanom s DMSO, kaolinit nije pomaknuo maksimum sa 7,1 na 11,2 Å, što znači da je prisutan kaolinit neuređen.

Tablica 4-38 Analizirani uzorci kroz jezgru iz Sladinca i dijagnostički postupci kojim su podvrgnuti, te utvrđeni minerali glina. Oznake: AD-sušen na zraku, EG-tretiran s etilen glikolom, G-tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, Sm-smektit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit.

BAJ-5	AD	EG	400°C	550°C	DMSO	K-AD	K-350°C	Mg-G	Minerali glina
5-10	x	x	x	x					Sm, Ill, Kln
20-25	x	x	x	x	x	x	x	x	Sm, Ill, Kln
35-40	x	x	x	x	x	x	x	x	HIV, Ill, Kln
60-65	x	x	x	x					HIV, Ill, Kln
150-155	x	x	x	x					HIV, Ill, Kln
250-255	x	x	x	x	x	x	x	x	HIV, Ill, Kln
300-305	x	x	x	x					HIV, Ill, Kln
405-410	x	x	x	x					HIV, Ill, Kln
430-435	x	x	x	x	x	x	x	x	HIV, Ill, Kln



Slika 4-108 Rendgenogrami orijentiranih preparata iz Sladinca. Oznake: AD-sušen na zraku, EG-tretiran s etilen glikolom, Sm-smektit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit.

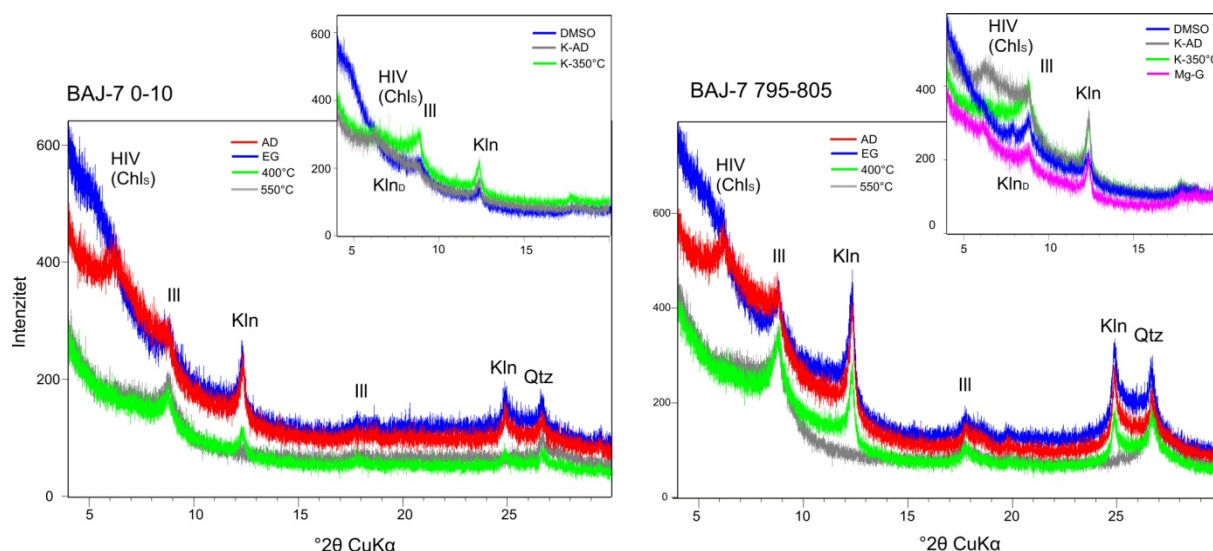


### Jezgra sedimenata Crniševa

Minerali glina određeni su u 13 uzoraka kroz jezgru Crniševa, te je u tablici 4-39 prikazano koji su postupci korišteni za pojedine uzorke i koji su minerali glina određeni (slika 4-109). Minerali glina pokazuju homogenost kroz jezgru, sastoje se od hidroksil interstratificiranog vermikulita ili sekundarnog klorita, illita, uređenog i neuređenog kaolinita. Razlika je u količini prisutnih minerala glina, u donjem dijelu jezgre, u uzorku 836-843 cm ima manje gline nego u sljedećim uzorcima na 826, 795, 770 i 695 cm, koji imaju najviše minerala glina, s maksimumima većeg intenziteta. Najmanje minerala glina i jedva uočljive maksimume imaju uzorci 500-510 i 550-560 cm. Hidroksil interstratificirani vermikulit (HIV) ili sekundarni klorit u uzorcima je identificiran time što se maksimum na 14 Å ostaje ili malo pomiče na 17 Å tretmanom s etilen glikolom, a žarenjem na 10 Å. Također, nakon saturiranja s kalijem ostaje maksimum na 14 Å, koji se pomiče na 10 Å nakon žarenja na 350°C takvog uzorka. To je dokaz prisutnosti HIV-a ili sekundarnog klorita, te se pojavljuje duž cijelu jezgru. Illit je određen maksimumima na 10 i 5 Å, koji ostaju nepromijenjeni. Kaolinit ima maksimume na 7,1 i 3,56 Å, koji nestaju nakon žarenja na 550°C. Tretmanom s DMSO, utvrđeni su uređeni kaoliniti (11,2 Å) u svim uzorcima osim 156-166, 500-510, 550-560 i 645-650 cm. Uzorci 0-10, 395-405 i 836-843 cm imaju vrlo slabi maksimum na 11,2 Å.

Tablica 4-39 Analizirani uzorci kroz jezgru BAJ-7 i dijagnostički postupci kojim su podvrgnuti, te utvrđeni minerali glina. Oznake: AD-sušen na zraku, EG-tretiran s etilen glikolom, G-tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, Kln<sub>D</sub>-uređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Chl<sub>S</sub>-sekundarni klorit.

BAJ-7 (cm)	AD	EG	400°C	550°C	DMSO	K-AD	K-350°C	Mg-G	Minerali glina
0-10	x	x	x	x	x	x	x		HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln, Kln <sub>D</sub>
156-166	x	x	x	x					HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln
246-256	x	x	x	x	x	x	x		HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln, Kln <sub>D</sub>
395-405	x	x	x	x	x			x	HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln, Kln <sub>D</sub>
450-460	x	x	x	x	x	x	x		HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln, Kln <sub>D</sub>
500-510	x	x	x	x					HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln
550-560	x	x	x	x					HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln
645-655	x	x	x	x	x	x	x		HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln
695-705	x	x	x	x	x	x	x		HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln, Kln <sub>D</sub>
770-780	x	x	x	x	x	x	x		HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln, Kln <sub>D</sub>
795-805	x	x	x	x	x	x	x	x	HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln, Kln <sub>D</sub>
826-836	x	x	x	x	x	x	x		HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln, Kln <sub>D</sub>
836-843	x	x	x	x	x	x	x		HIV ili Chl <sub>S</sub> , Ill, Kln, Kln <sub>D</sub>



Slika 4-109 Rendgenogrami orijentiranih preparata iz jezgre BAJ-7, s više minerala glina, 0-10 cm i 795-805 cm. nake: AD-sušen na zraku, EG- tretiran s etilen glikolom, G- tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit, Kln<sub>D</sub>-uređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Chl<sub>S</sub>-sekundarni klorit.

### Slivno područje Baćinskih jezera i Vrgoračko polje

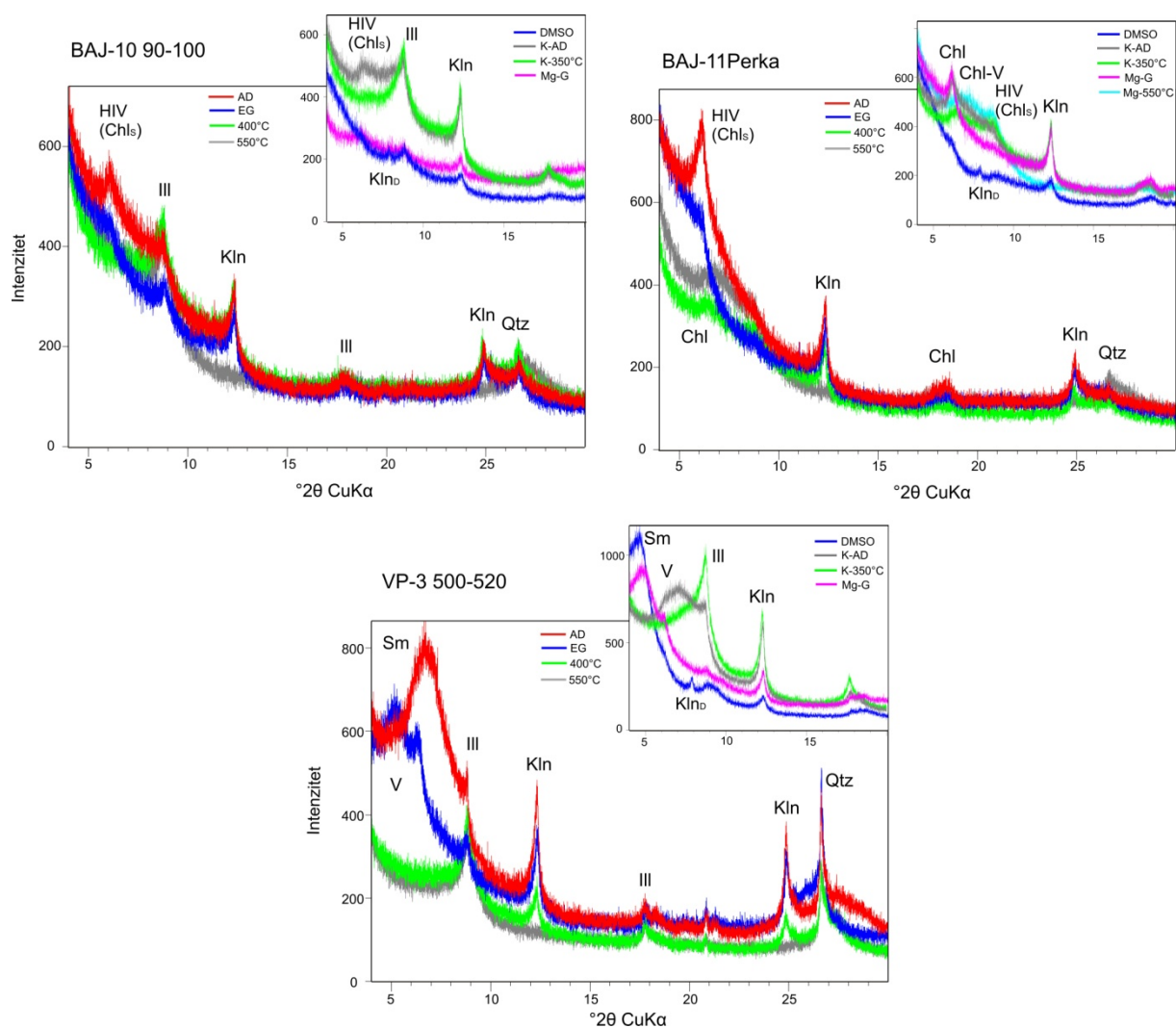
Minerali glina u uzorcima iz sliva Baćinskih jezera, pokazali su različit sastav (tablica 4-40, slika 4-110) Unutar jezgre BAJ-10 prisutni su sljedeći minerali glina: hidroksil interstratificirani vermikulit (HIV) ili sekundarni klorit, illit i uređeni i neuređeni kaolinit. HIV ili sekundarni klorit je određen maksimumom na 14 Å, koji ostaje na tom mjestu ili se lagano povisuje nakon tretmana s etilen glikolom, a nakon žarenja pada na 10 Å, a potvrđen je time što mu maksimum ostaje na 14 Å nakon saturiranja s kalijem, a žarenjem tog uzorka pada na 10 Å. Illit je ostao nepromijenjen na 10 Å nakon svih dijagnostičkih postupaka, dok su kaolinitu maksimumi na 7,1 i 3,56 Å nestali žarenjem na 550°C. Tretmanom s DMSO u uzorcima se pojavljuje maksimum na 11,2 Å, što znači da su prisutni i uređeni kaoliniti. U uzorku BAJ-11 Perka pronađeni su klorit, HIV ili sekundarni klorit i uređen i neuređen kaolinit. HIV ili sekundarni klorit je utvrđen prethodno spomenutim postupcima, a klorit po tome što mu maksimumi na 14 Å ostaju nakon žarenja na 400 i 550°C, a saturiranjem s kalijem i žarenjem na 350°C također ostaje na 14 Å. No, nakon saturiranja uzorka s magnezijem i žarenja na 550°C, preostali su maksimumi na 12,1 i 10 Å. Maksimum na 12,1 Å dokaz je moguće prisutnosti miješanoslojnog minerala klorit/vermikulit.

Unutar profila VP-3 u Vrgoračkom polju, javljaju se smektit, vermikulit, illit i uređeni i neuređeni kaolinit. U uzorcima se maksimum na 14 Å, nakon tretiranja s etilen glikolom ostaje na 14 Å i pomiče se na 18 Å, a nakon žarenja pomiče na 10 Å. Nakon saturiranja s

kalijem, maksimum se pomiče na 13 Å (smektit) i pomiče se na 10 Å (vermikulit). Ti minerali glina su potvrđeni nakon tretiranja s magnezijem i etilen glikolom, kad se također pojavljuje maksimum smektita (18 Å) i vermikulita (14 Å).

Tablica 4-40 Popis analiziranih uzoraka iz slivnog područja Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja i dijagnostički postupci kojim su podvrgnuti pojedini uzorci, te utvrđeni minerali glina. Oznake: AD-sušen na zraku, EG- tretiran s etilen glikolom, G- tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, III-illit, Kln-kaolinit, Kln<sub>D</sub>-kaolinit koji stvara kompleks s DMSO, V-vermikulit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Chl-klorit, Sm-smektit.

BAJ SLIV (cm)	AD	EG	400°C	550°C	DMSO	K-AD	K-350°C	Mg-G	Mg-550°C	Minerali glina
BAJ-10 10-20	x	x	x	x	x					HIV ili Chl <sub>S</sub> , III, Kln, Kln <sub>D</sub>
BAJ-10 90-100	x	x	x	x	x	x	x	x		HIV ili Chl <sub>S</sub> , III, Kln, Kln <sub>D</sub>
BAJ-10 195-205	x	x	x	x	x					HIV ili Chl <sub>S</sub> , III, Kln, Kln <sub>D</sub>
BAJ-11 PERKA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Chl, Chl-V, HIV ili Chl <sub>S</sub> , III, Kln, Kln <sub>D</sub>
VP-3 50-100	x	x	x	x						Sm, V, III, Kln
VP-3 250-275	x	x	x	x	x					Sm, V, III, Kln, Kln <sub>D</sub>
VP-3 500-550	x	x	x	x	x	x	x	x		Sm, V, III, Kln, Kln <sub>D</sub>



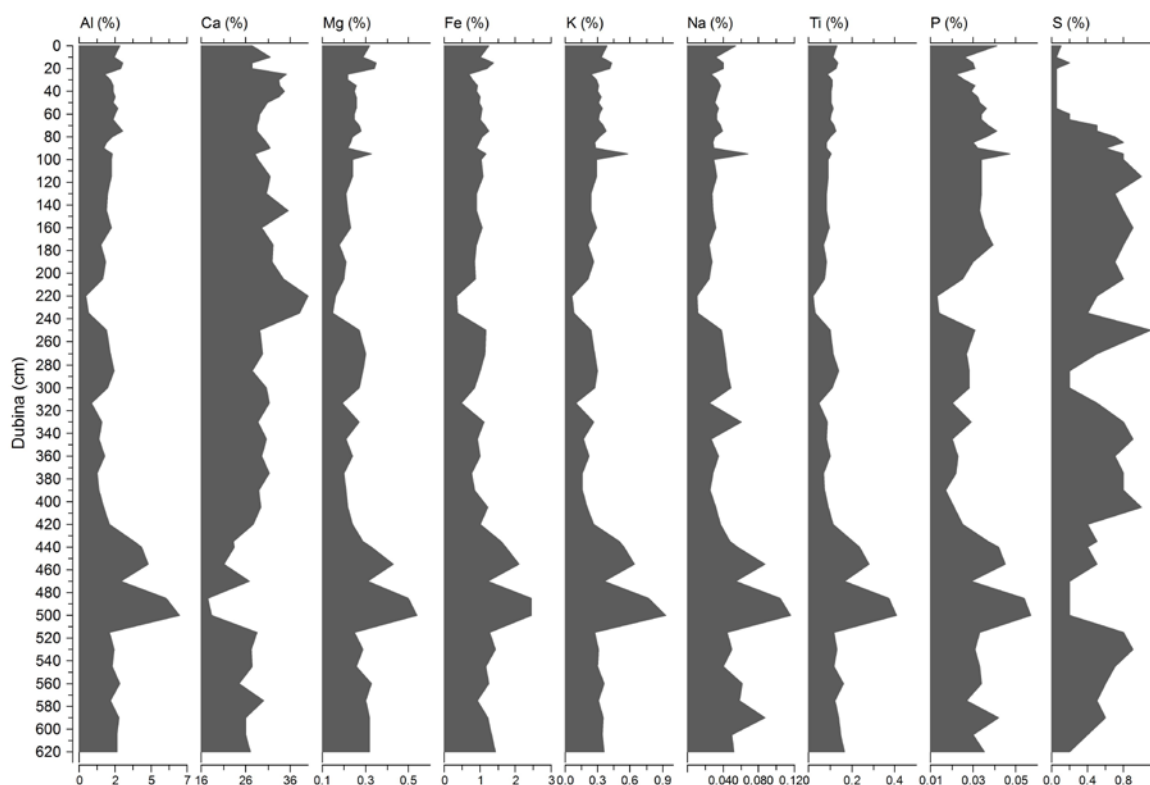
Slika 4-110 Rendgenogrami orijentiranih uzoraka iz sliva Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja. AD-sušen na zraku, EG- tretiran s etilen glikolom, G- tretiran s glicerolom, DMSO-dimetil sulfoksid, III-illit, Kln-neuređen kaolinit, Kln<sub>D</sub>-uređen kaolinit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Chl<sub>S</sub>-sekundarni klorit, Sm-smektit, V-vermikulit, Qtz-kvarc.

### 4.3.6. Rezultati geokemijskih analiza

#### 4.3.6.1. Rezultati analize glavnih elemenata i elemenata u tragovima

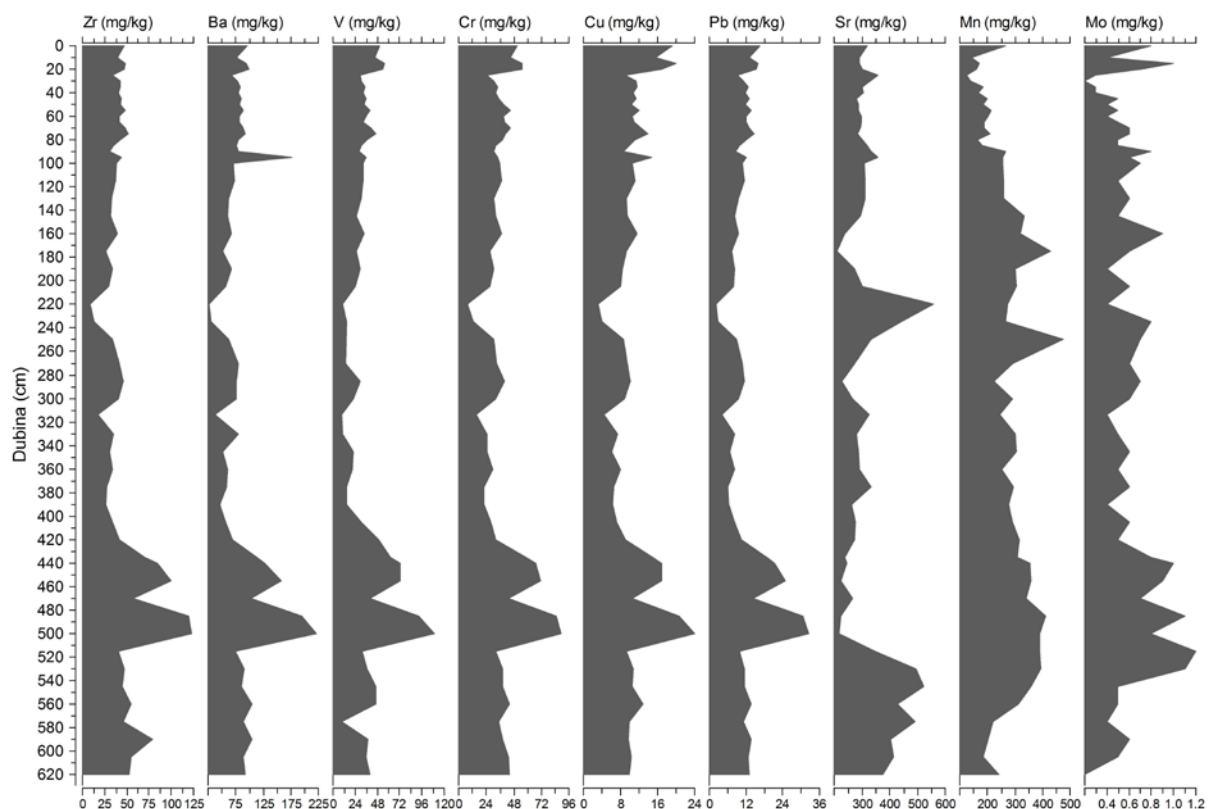
##### Jezgra sedimentata Podgore

Kemijska analiza u sedimentima jezera Podgore učinjena je na 55 uzoraka (tablica 4-41). Rezultati su prikazani kao distribucija određenih makro (%) i mikro elemenata (mg/kg) po dubini jezgre (slike 4-111 i 4-112). Izdvojene mineralne zone (MIN-A, B i C) u skladu su s promjenama u kemijskom sastavu. U cijeloj jezgri dominira kalcit, što je vidljivo iz kemijskog sastava, udio kalcija je visok kroz cijelu jezgru i iznosi oko 30 %, tek je nešto niži udio u intervalu 430 do 510 cm (oko 20 %). U tom se dijelu jezgre u većoj količini pojavljuju kvarc i minerali glina, kao i udio aluminija (oko 6 %). Povišen udio kalcija uočen je u intervalu od 220. do 240. cm, gdje iznosi 38-40 %, što znači da je u uzorku prisutan gotovo samo kalcit kao mineralna faza. Udio aluminija je u tom dijelu vrlo nizak (oko 0,5 %), a u ostatku jezgre iznosi oko 2 %. Ostali makro elementi (Ti, Fe, K, Na, Mg i P) imaju slično ponašanje s dubinom jezgre kao i aluminij, a obrnuto u odnosu na kalcij. Udjeli kalija, natrija, magnezija i željeza povišeni su u uzorku 95-96 cm. Udio sumpora u jezgri varira s dubinom (0,2-0,8 %) i podudara se s pojavljivanjem minerala pirit u sedimentu, nizak je u prvom metru jezgre, gdje također nije utvrđen pirit, te u intervalu od 430 do 510 cm, s povišenim udjelom siliciklastične komponente (Al, te kvarca i minerala glina).



Slika 4-111 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru Podgore, distribucija makro elemenata (%).

Distribucija mikro elemenata kroz jezgru Podgore podudara se s makro elementima, odnosno siliciklastična komponenta, koju čine elementi Al, Fe, K, Na i Mg, ima isti trend kao i Zr, Ba, V, Cr, Cu, Pb, dok Ca ima isti trend kao i Sr. Udio barija je povišen u uzorku 95-96 cm, kao i K, Na i Mg. Udjeli V, Cr, Cu i Pb povišeni su u gornjim dijelovima jezgre, u prvih 20 cm jezgre. Mangan i molibden se ponačaju neovisno o ostalim elementima i upućuju na reduktivne uvjete, djelomično se slažu sa sumporom.



Slika 4-112 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru Podgore, distribucija mikro elemenata (mg/kg) po dubini.

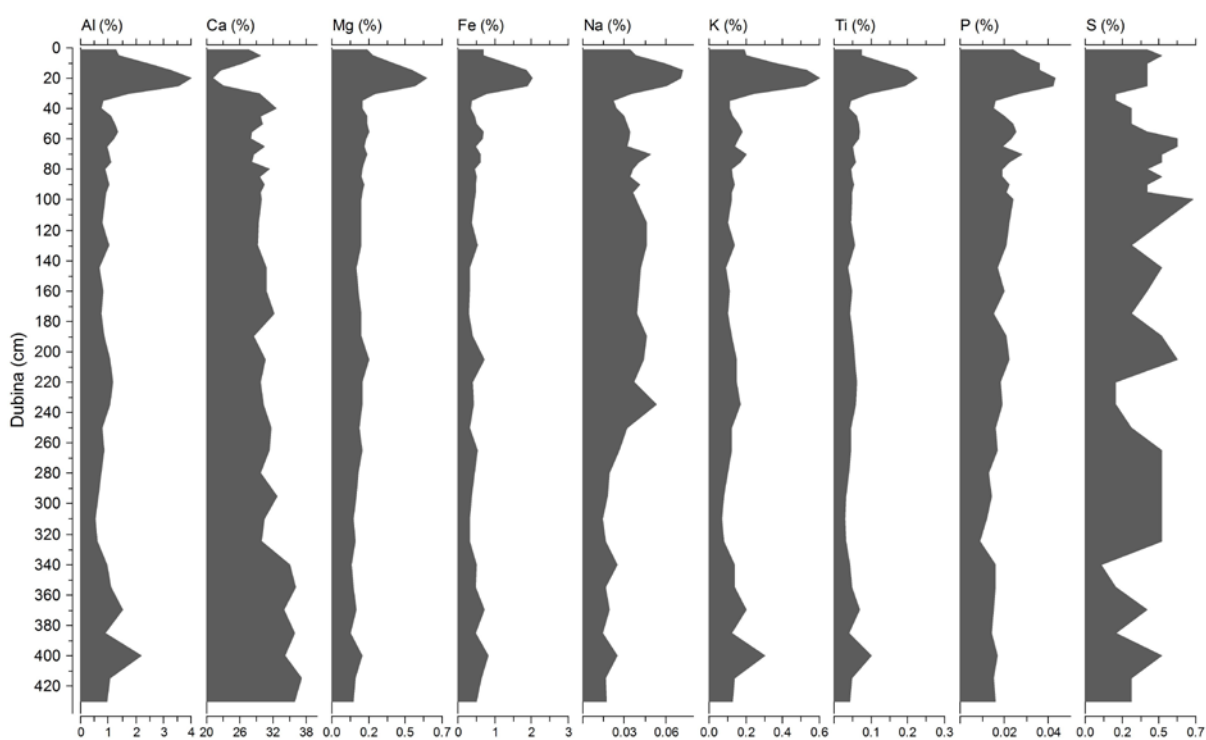


Tablica 4-41 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata jezgre sedimenata iz Podgore.

Element	N	Minimum	Maksimum	Prosječna vr.	Medijan	Standardna devijacija
Al (%)	55	0,45	6,67	2,31	2,22	1,05
As (mg/kg)	55	0,5	10	3,18	3	2,21
Ba (mg/kg)	55	27	222	84,73	80	35,15
Be (mg/kg)	55	0,5	4	1,15	1	0,76
Bi (mg/kg)	55	0,05	0,7	0,20	0,2	0,12
Ca (%)	55	17,53	40	29,36	29,31	4,06
Cd (mg/kg)	55	0,2	1,3	0,70	0,7	0,23
Ce (mg/kg)	55	6	91	30,56	28	14,72
Co (mg/kg)	55	1,2	14,5	5,06	4,6	2,59
Cr (mg/kg)	55	8	89	37,95	35	14,92
Cu (mg/kg)	55	3,2	24	11,00	10,4	4,04
Fe (%)	55	0,34	2,45	1,11	1,04	0,39
Hf (mg/kg)	55	0,2	3,3	1,10	1	0,54
In (mg/kg)	55	0,025	0,08	0,03	0,025	0,01
K (%)	55	0,06	0,93	0,32	0,3	0,15
La (mg/kg)	55	3,8	58,1	17,51	15,8	9,07
Li (mg/kg)	55	5,6	64,2	27,57	25,3	11,17
Mg (%)	55	0,15	0,54	0,27	0,26	0,07
Mn (mg/kg)	55	124	474	266,16	265	79,28
Mo (mg/kg)	55	0,2	1,2	0,60	0,6	0,22
Na (%)	55	0,011	0,116	0,04	0,035	0,02
Nb (mg/kg)	55	1,3	18,4	6,33	5,8	3,12
Ni (mg/kg)	55	4,3	48,1	21,83	21,2	8,67
P (%)	55	0,013	0,057	0,03	0,031	0,01
Pb (mg/kg)	55	2,1	32,5	11,91	11,6	5,46
Rb (mg/kg)	55	6,8	110,2	37,82	36	17,28
Re (mg/kg)	55	0,0025	0,007	0,00	0,0025	0,00
S (%)	55	0,05	1,1	0,49	0,5	0,31
Sb (mg/kg)	55	0,05	0,8	0,21	0,2	0,15
Sc (mg/kg)	55	0,5	11	3,52	3	1,78
Se (mg/kg)	55	0,5	2	0,95	1	0,57
Sn (mg/kg)	55	0,2	47,4	3,21	1,1	6,73
Sr (mg/kg)	55	212	557	316,51	299	74,66
Ta (mg/kg)	55	0,05	1,1	0,36	0,3	0,18
Te (mg/kg)	55	0,25	7,4	2,08	1,8	1,47
Th (mg/kg)	55	1	20	6,13	5,6	3,27
Ti (%)	55	0,02	0,407	0,12	0,107	0,07
Tl (mg/kg)	55	0,25	1,6	0,58	0,6	0,29
U (mg/kg)	55	0,6	2,7	1,28	1,2	0,46
V (mg/kg)	55	0,5	109	35,68	33	19,42
W (mg/kg)	55	0,2	2,1	0,65	0,6	0,36
Y (mg/kg)	55	1,9	27	8,67	8	4,31
Zn (mg/kg)	55	7	83	33,33	32	13,66
Zr (mg/kg)	55	9,2	123	45,28	41,7	21,14

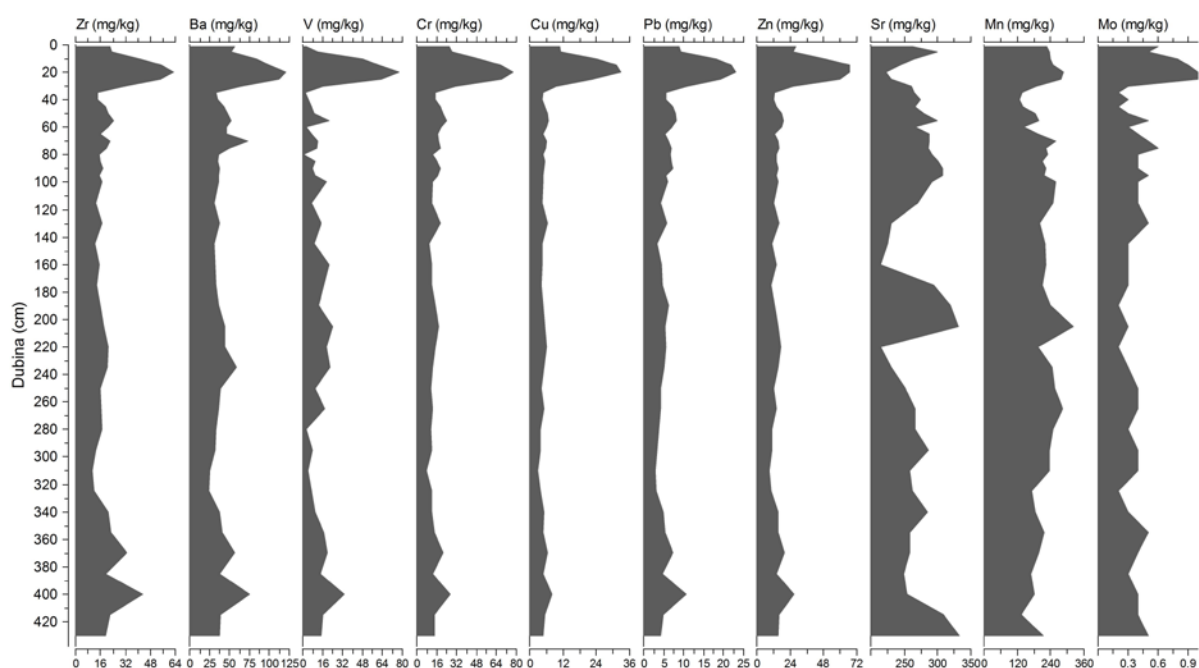
## Jezgra sedimenata Sladinca

Za kemijsku karakterizaciju sedimenata iz jezera Sladinac analizirano je 43 uzorka (tablica 4-42). Rezultati su prikazani kao distribucija određenih makro (%) i mikro elemenata (mg/kg) po dubini jezgre (slike 4-113 i 4-114). Izdvojene mineralne zone (MIN-A, B, C i D) u skladu su s promjenama u kemijskom sastavu. U cijeloj jezgri, kao i u sedimentima iz jezera Podgora, dominira mineral kalcit, te je udio kalcija visok kroz cijelu jezgru i iznosi oko 30 %, a postepeno raste odozgo prema dolje. Niži udio kalcija prisutan je u gornjem dijelu jezgre, u intervalu od 10. do 30. cm (iznosi oko 20%). U tom je intervalu udio aluminija viši nego u ostatku jezgre, iznosi oko 4 %, za razliku od ostatka jezgre gdje iznosi oko 1 %. Ostali makro elementi (Ti, Fe, K, Na, Mg i P) imaju slično ponašanje s dubinom jezgre kao i aluminij, a obrnuto u odnosu na kalcij. Udio sumpora u jezgri varira s dubinom (0,1 do 0,7 %) i podudara se s pojavljivanjem minerala gipsa u sedimentu. Pojava gipsa je sekundarna, nastao je oksidacijom pirita, uslijed prisutnosti iona kalcija i sumpora, koji su omogućili njegovo nastajanje.



Slika 4-113 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru Sladinca, distribucija makro elemenata (%) po dubini.

Distribucija mikro elemenata kroz jezgru Sladinca međusobno se podudara, osim Sr, Mn i Mo. Siliciklastični elementi (Al, Fe, K, Na i Mg), imaju isti trend kao i Zr, Ba, V, Cr, Cu, Pb i Zn, povišeni su u intervalu od 10. do 30. cm, a nakon toga su relativno konstantni kroz jezgru. Stroncij, mangan i molibden se ponačaju neovisno o ostalim elementima i upućuju na reduktivne uvjete, djelomično se slažu sa sumporom.



Slika 4-114 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru Sladinca, distribucija mikro elemenata (mg/kg) po dubini.

Tablica 4-42 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata jezgre sedimenata iz Sladinca.

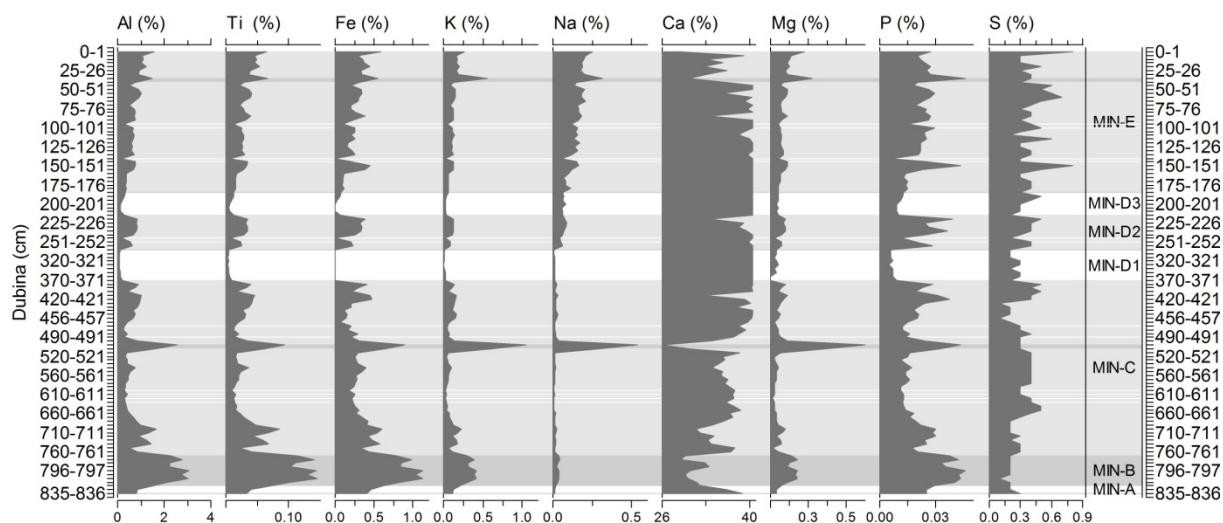
Element	N	Minimum	Maksimum	Prosječna vr.	Medijan	Standardna devijacija
Ag (mg/kg)	43	0,05	0,1	0,05	0,05	0,01
Al (%)	43	0,53	4	1,23	1,04	0,75
As (mg/kg)	43	0,5	9	2,74	2	2,41
Ba (mg/kg)	43	24	121	47,88	39	21,57
Be (mg/kg)	43	0,5	2	0,67	0,5	0,40
Bi (mg/kg)	43	0,05	0,4	0,10	0,05	0,09
Ca (%)	43	21,06	37,11	30,30	30,09	3,28
Cd (mg/kg)	43	0,3	0,9	0,52	0,5	0,13
Ce (mg/kg)	43	7	36	14,72	13	7,24
Co (mg/kg)	43	1,1	8,7	2,67	2,1	1,79
Cr (mg/kg)	43	8	77	20,95	15	15,40
Cu (mg/kg)	43	3	32,9	7,55	5	6,79
Fe (%)	43	0,28	2,02	0,62	0,49	0,40
Hf (mg/kg)	43	0,3	1,6	0,54	0,4	0,31
K (%)	43	0,07	0,6	0,17	0,14	0,12
La (mg/kg)	43	4,6	20,4	8,77	7,6	3,99
Li (mg/kg)	43	0,6	47,8	14,59	11,7	9,33
Mg (%)	43	0,12	0,62	0,22	0,2	0,10
Mn (mg/kg)	43	127	322	215,63	221	42,90
Mo (mg/kg)	43	0,2	1	0,42	0,4	0,19
Na (%)	43	0,014	0,072	0,03	0,034	0,01
Nb (mg/kg)	43	1,5	8,6	3,09	2,6	1,64
Ni (mg/kg)	43	5,2	59,7	12,56	8,2	11,97
P (%)	43	0,009	0,043	0,02	0,019	0,01
Pb (mg/kg)	43	2,8	23	7,23	5,6	4,68
Rb (mg/kg)	43	9,1	69,5	19,93	15,8	13,04
Re (mg/kg)	43	0,0025	0,005	0,00	0,0025	0,00
S (%)	43	0,1	0,7	0,40	0,4	0,13
Sb (mg/kg)	43	0,05	0,6	0,19	0,2	0,15
Sc (mg/kg)	43	0,5	7	1,59	1	1,44
Se (mg/kg)	43	0,5	2	0,69	0,5	0,36
Sn (mg/kg)	43	0,3	89,2	3,27	0,5	13,43
Sr (mg/kg)	43	214	333	271,30	267	29,60
Ta (mg/kg)	43	0,05	0,6	0,17	0,2	0,12
Te (mg/kg)	43	0,25	8	3,47	3,3	1,90
Th (mg/kg)	43	1,3	7,5	2,95	2,6	1,48
Ti (%)	43	0,03	0,225	0,07	0,05	0,04
Tl (mg/kg)	43	0,25	1,1	0,33	0,25	0,22
U (mg/kg)	43	0,5	1,4	0,89	0,9	0,20
V (mg/kg)	43	0,5	77	16,27	12	16,66
W (mg/kg)	43	0,1	1	0,30	0,2	0,18
Y (mg/kg)	43	2,8	11,6	4,89	4,2	2,23
Zn (mg/kg)	43	9	67	19,65	15	14,03
Zr (mg/kg)	43	10,6	62,7	22,19	19,1	11,76

### Jezgra sedimenata Crniševa

Kemijska analiza učinjena je na 117 uzoraka iz jezgre BAJ-7 (slike 4-115 i 4-116). Rezultati su prikazani kao distribucija određenih makro (%) i mikro elemenata (mg/kg) po dubini jezgre. Izdvojene mineralne zone (MIN-A, B, C, D1, D2, D3, E) su u skladu s promjenama u kemijskom sastavu. Na temelju koncentracije aluminija su uzorci grupirani u 3 grupe, prikazane na slici 112 kao različite pozadine: bijela pozadina - 1. grupa (niže koncentracije Al), siva pozadina - 2. grupa (srednje koncentracije Al), tamnosiva pozadina - 3. grupa (najviše koncentracije Al). Unutar te 3 grupe, pojavljuju se pojedinačni uzorci koji odstupaju od te grupe, odnosno nižu su ili viši, te su pridodani grupi kojoj pripadaju po koncentraciji Al. Prema tome, vidi se velika varijabilnost u kemijskom sastavu kroz jezgru. Deskriptivna statistička analiza napravljena je unutar te 3 grupe (tablice 4-43, 4-44 i 4-45). Zlato i indij imaju koncentracije ispod granica detekcije (Au <0,1 mg/kg, In <0,05 mg/kg), te su isključeni iz statističke analize.

Udjeli makro elemenata Al, Ti, Fe, K, Na, Mg, P i S imaju međusobno slično ponašanje s dubinom jezgre. Koncentracije su im više u gornjem dijelu do 185 cm, zatim se smanjuju od 190 do 215 cm, a od 220-255 opet povećavaju, zatim slijedi smanjenje od 255 do 370 cm, te nakon toga do kraja jezgre povećanje koncentracija, s najvećim koncentracijama od 770 do 820 cm, te se pri kraju ponovno lagano snižavaju (830-835 cm). Kalcij se ponaša obrnuto u odnosu na ostale elemente, odnosno ima niže koncentracije gdje su u ostalim elementima više. Ovakva podjela podudara se s mineralnim zonama, a raspon kemijskih elemenata određen je na temelju 3 grupe promjena koncentracija aluminija. Unutar tih grupa, postoji varijabilnost pojedinačnih uzoraka te su oni označeni bijelom (niže koncentracije, 2. grupa) ili tamnosivom bojom (više koncentracije, 3. grupa). Posebno je to uočljivo na uzorcima 36-37 i 504-506 cm, u kojim spomenuti elementi imaju izrazito više koncentracije, te su pridodani 3. grupi. Aluminij ima koncentracije unutar 1. grupe u rasponu od 0,08-0,32 %, 2. grupe 0,33-1,59 %, te 3. grupe 1,47-3,05 %. Udio titana varira u 1. grupi između 0,003-0,014 %, u 2. grupi 0,013-0,074 %, u 3. grupi 0,062-0,146 %. Udio željeza se unutar 1. grupe kreće u rasponu od 0,005-0,23 %, unutar 2. grupe 0,06-0,62 %, te 3. grupe 0,55-1,12 %. Udio kalija ima u 1. grupi raspon od 0,005-0,06 %, u 2. grupi 0,04-0,26 %, 3. grupi 0,23-1,05 %. Udio natrija varira u 1. grupi od 0,006-0,122 %, u 2. grupi 0,008-0,25 %, 3. grupi 0,026-0,536 %. Udio magnezija je u 1. grupi između 0,1-0,15 %, u 2. grupi 0,11-0,28 %, u 3. grupi 0,18-0,6 %. Udio fosfora varira unutar 1. grupe između 0,005-0,015 %, u 2. grupi 0,011-0,043 %, 3. grupi 0,03-0,046 % te pokazuje veću varijabilnost, kao i udio sumpora. Udio sumpora ima raspon u 1. grupi od 0,2-0,5 %, u 2. grupi 0,1-0,8 %, u 3. grupi 0,1-0,4 %. Kalcij se ponaša obrnuto u odnosu na ostale elemente, te su koncentracije najviše u 1. grupi (35,77-40 %), u

2. grupi nešto niže koncentracije (28,1-40 %), a u 3. grupi najniže koncentracije (25,5-32,95 %).

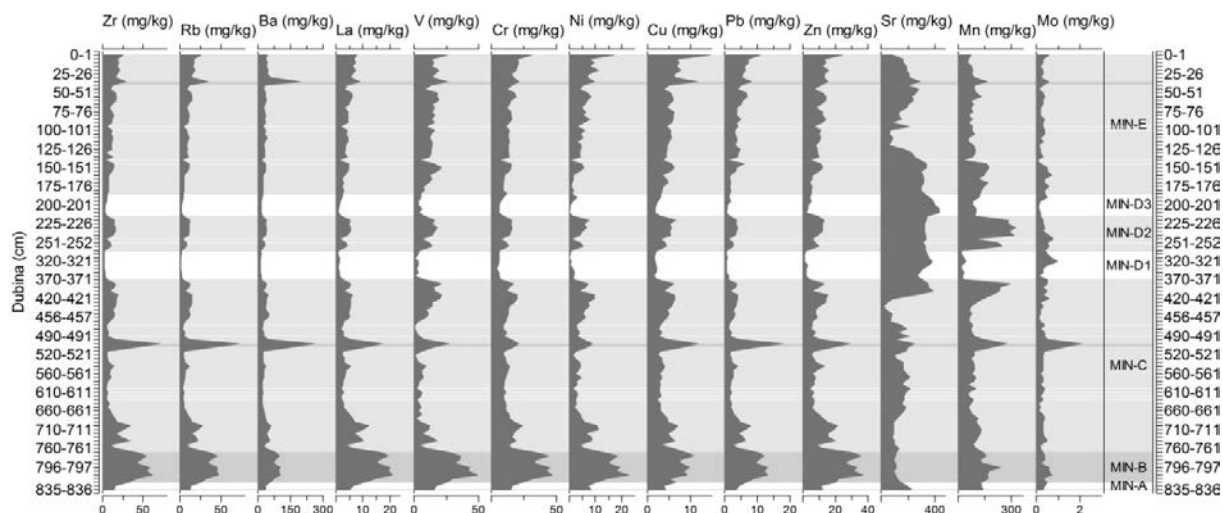


Slika 4-115 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru BAJ-7. Prikazana je distribucija makro elemenata (%) po dubini, te mineralne zone (MIN-A, B, C, D1, D2, D3 i E) i 3 kemijske grupe (prema aluminiju) kao različite boje u pozadini (bijela - 1. grupa, siva - 2. grupa, tamnosiva – 3. grupa).

Koncentracije mikro elemenata Zn, Rb, Ba, La, V, Cr, Ni, Cu, Pb, Zn, Mn i Mo imaju istu varijabilnost s dubinom kao i koncentracije većine makro elemenata, osim stroncija koji se ponaša drugačije. Prate promjenu u mineralogiji, te su im također rasponi utvrđeni prema 3 kemijske grupe. Povećanja i smanjenja unutar pojedinih grupa na istim su uzorcima kao i ostalim makro elementima (specifična povišenja na 36 i 504 cm). Koncentracija cirkonija ima raspon unutar grupe 1 između 1,8-6,4 mg/kg, grupe 2 između 3,6-33,7 mg/kg, grupe 3 između 28,9-71,6 mg/kg. Udio rubidija je u 1. grupi između 1,2-5,2 mg/kg, u 2. grupi između 4,2-25,8 mg/kg, u 3. grupi između 27,4-72,8 mg/kg. Udio barija varira u 1. grupi između 12-26 mg/kg, u 2. grupi između 20-58 mg/kg, u 3. grupi 61-261 mg/kg. Udio lantana ima raspon u 1. grupi od 0,7-2,5 mg/kg, u 2. grupi 2,2-10,6 mg/kg, u 3. grupi 9-21,2 mg/kg. Udio vanadija varira u 1. grupi od 0,5-9 mg/kg, u 2. grupi 0,5-26 mg/kg, u 3. grupi 12-49 mg/kg. Udio kroma je u 1. grupi između 4-11 mg/kg, u 2. grupi 9-31 mg/kg, u 3. grupi 17-47 mg/kg. Udio nikla varira u 1. grupi između 0,05-3,1 mg/kg, u 2. grupi 0,8-17 mg/kg, u 3. grupi 7-22,7 mg/kg. Udio bakra je u 1. grupi 1,4-4,3 mg/kg, u 2. grupi 2,4-14,5 mg/kg, u 3. grupi 4,9-11,7 mg/kg. Udio olova se unutar 1. grupe kreće između 0,4-3,9 mg/kg, unutar 2. grupe između 1,6-11,1 mg/kg, u 3. grupi 7,8-17,8 mg/kg. Udio cinka varira u 1. grupi između 1-9 mg/kg, unutar 2. grupe 4-24 mg/kg, unutar 3. grupe 15-37 mg/kg. Udio mangana je u 1. grupi od 55-141 mg/kg, u 2. grupi od 87-322 mg/kg, u 3. grupi od 140-282 mg/kg. Udio molibdena varira unutar 1. grupe između 0,05-1 mg/kg, unutar 2. grupe 0,1-0,7 mg/kg, unutar 3. grupe 0,2-2,1



mg/kg. Udio stroncija varira unutar jezgre drugačije od ostalih elemenata, ima ga više do 90 cm (202-333 mg/kg), zatim se smanjuje, pa je opet visok od 140 do 410 cm (316-422 mg/kg), te je nakon toga ponovno nizak.



Slika 4-116 Rezultati kemijskih analiza kroz jezgru BAJ-7. Prikazana je distribucija mikro elemenata (mg/kg) po dubini, te mineralne zone (MIN-A, B, C, D1, D2, D3 i E) i 3 kemijske grupe (prema aluminiju) kao različite boje u pozadini (bijela - 1. grupa, siva - 2. grupa, tamnosiva – 3. grupa).

Tablica 4-43 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata unutar grupe 1 (prema Al) za jezgru BAJ-7.

Element	N	Minimum	Maksimum	Prosječna vr.	Medijan	Standardna devijacija
Ag (mg/kg)	24	0,05	0,2	0,06	0,05	0,03
Al (%)	24	0,08	0,32	0,19	0,175	0,09
As (mg/kg)	24	0,5	6	1,42	0,5	1,48
Ba (mg/kg)	24	12	26	16,75	16	3,51
Be (mg/kg)	24	0,5	0,5	0,5	0,5	0,00
Bi (mg/kg)	24	0,05	0,2	0,06	0,05	0,03
Ca (%)	24	35,77	40	39,31	40	1,28
Cd (mg/kg)	24	0,05	0,5	0,14	0,1	0,12
Ce (mg/kg)	24	1	10	2,67	2	1,84
Co (mg/kg)	24	0,1	1,1	0,35	0,1	0,35
Cr (mg/kg)	24	4	11	7,29	6,5	1,81
Cu (mg/kg)	24	1,4	4,3	2,4	2,25	0,67
Fe (%)	24	0,005	0,23	0,06	0,005	0,08
Hf (mg/kg)	24	0,05	0,2	0,07	0,05	0,04
K (%)	24	0,005	0,06	0,03	0,02	0,02
La (mg/kg)	24	0,7	2,5	1,55	1,4	0,53
Li (mg/kg)	24	1,1	3,6	2,19	2,05	0,79
Mg (%)	24	0,1	0,15	0,13	0,13	0,01
Mn (mg/kg)	24	55	141	94,71	108,5	29,25
Mo (mg/kg)	24	0,05	1	0,36	0,3	0,23
Na (%)	24	0,006	0,122	0,03	0,0125	0,03
Nb (mg/kg)	24	0,2	1,1	0,59	0,6	0,25
Ni (mg/kg)	24	0,05	3,1	1,42	1,35	1,06
P (%)	24	0,005	0,015	0,01	0,009	0,00
Pb (mg/kg)	24	0,4	3,9	1,14	1	0,72
Rb (mg/kg)	24	1,2	5,2	2,90	2,65	1,24
Re (mg/kg)	24	0,0025	0,0025	0,003	0,0025	0,00
S (%)	24	0,2	0,5	0,30	0,3	0,08
Sb (mg/kg)	24	0,05	0,1	0,05	0,05	0,01
Sc (mg/kg)	24	0,5	0,5	0,5	0,5	0,00
Se (mg/kg)	24	0,5	0,5	0,5	0,5	0,00
Sn (mg/kg)	24	0,05	4	0,41	0,2	0,83
Sr (mg/kg)	24	242	422	339,13	352	52,74
Ta (mg/kg)	24	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00
Te (mg/kg)	24	0,7	11,1	4,525	3,8	2,69
Th (mg/kg)	24	0,1	1	0,40	0,3	0,23
Ti (%)	24	0,003	0,014	0,01	0,007	0,00
Tl (mg/kg)	24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
U (mg/kg)	24	0,2	0,6	0,46	0,5	0,10
V (mg/kg)	24	0,5	9	3,71	3	2,34
W (mg/kg)	24	0,05	15,7	0,71	0,05	3,13
Y (mg/kg)	24	0,4	1,6	0,90	0,8	0,35
Zn (mg/kg)	24	1	9	3,92	4	2,12
Zr (mg/kg)	24	1,8	6,4	3,89	3,75	1,45

Tablica 4-44 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata unutar grupe 2 (prema Al) za jezgru BAJ-7.

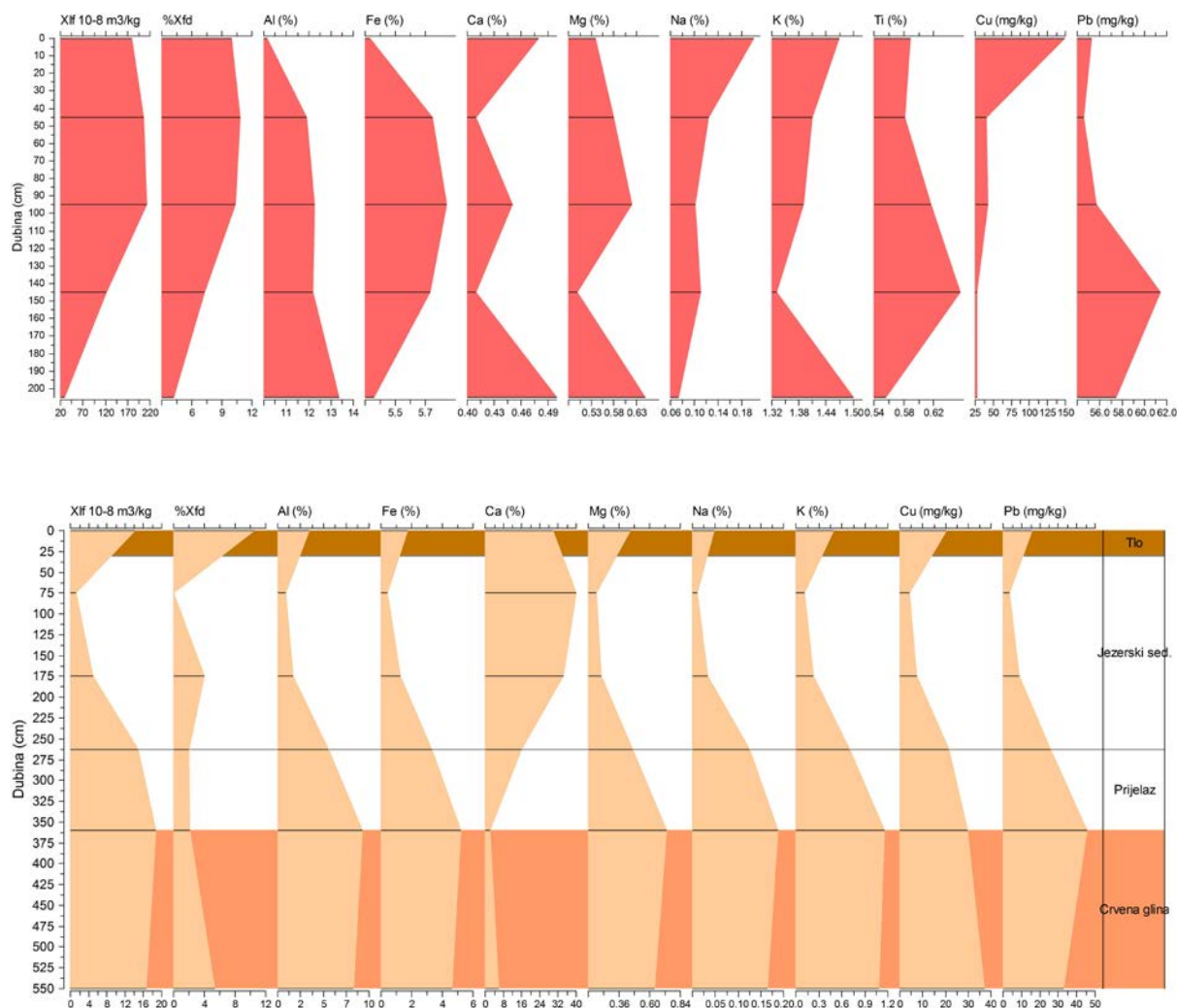
Element	N	Minimum	Maksimum	Prosječna vr.	Medijan	Standardna devijacija
Ag (mg/kg)	81	0,05	0,2	0,05	0,05	0,02
Al (%)	81	0,33	1,59	0,73	0,73	0,28
As (mg/kg)	81	0,5	8	1,94	1	1,74
Ba (mg/kg)	81	20	58	33,93	34	8,84
Be (mg/kg)	81	0,5	1	0,51	0,5	0,08
Bi (mg/kg)	81	0,05	0,3	0,06	0,05	0,03
Ca (%)	81	28,1	40	37,26	38,11	2,85
Cd (mg/kg)	81	0,1	0,6	0,36	0,4	0,10
Ce (mg/kg)	81	4	21	8,52	8	3,43
Co (mg/kg)	81	0,6	3,3	1,68	1,6	0,64
Cr (mg/kg)	81	9	31	14,42	14	3,66
Cu (mg/kg)	81	2,4	14,5	4,88	4,8	1,65
Fe (%)	81	0,06	0,62	0,30	0,29	0,12
Hf (mg/kg)	81	0,1	0,7	0,31	0,3	0,13
K (%)	81	0,04	0,26	0,11	0,11	0,05
La (mg/kg)	81	2,2	10,6	4,74	4,6	1,78
Li (mg/kg)	81	3,6	19,4	7,75	7,2	3,18
Mg (%)	81	0,11	0,28	0,16	0,15	0,03
Mn (mg/kg)	81	87	322	143,04	121	57,79
Mo (mg/kg)	81	0,1	0,7	0,33	0,3	0,13
Na (%)	81	0,008	0,25	0,08	0,062	0,07
Nb (mg/kg)	81	0,7	3,9	1,92	1,8	0,77
Ni (mg/kg)	81	0,8	17	5,40	5,1	2,72
P (%)	81	0,011	0,043	0,02	0,022	0,01
Pb (mg/kg)	81	1,6	11,1	3,77	3,6	1,71
Rb (mg/kg)	81	4,2	25,8	10,90	10,6	4,65
Re (mg/kg)	81	0,0025	0,009	0,00	0,0025	0,00
S (%)	81	0,1	0,8	0,37	0,4	0,13
Sb (mg/kg)	81	0,05	0,3	0,08	0,05	0,05
Sc (mg/kg)	80	0,5	2	0,88	1	0,46
Se (mg/kg)	81	0,5	2	0,66	0,5	0,33
Sn (mg/kg)	81	0,1	10,7	0,88	0,3	2,02
Sr (mg/kg)	81	163	393	268,38	259	59,06
Ta (mg/kg)	81	0,05	0,3	0,09	0,05	0,06
Te (mg/kg)	80	0,25	12,5	4,47	3,75	2,68
Th (mg/kg)	81	0,3	3,6	1,50	1,4	0,67
Ti (%)	81	0,013	0,074	0,03	0,029	0,01
Tl (mg/kg)	81	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
U (mg/kg)	81	0,4	0,8	0,64	0,6	0,09
V (mg/kg)	81	0,5	26	11,86	13	5,75
W (mg/kg)	81	0,05	0,6	0,17	0,2	0,10
Y (mg/kg)	81	1,3	6,6	2,74	2,5	1,04
Zn (mg/kg)	81	4	24	10,57	10	3,76
Zr (mg/kg)	81	3,6	33,7	13,15	12,6	5,64

Tablica 4-45 Osnovni statistički parametri analiziranih elemenata unutar grupe 3 (prema Al) za jezgru BAJ-7.

Element	N	Minimum	Maksimum	Prosječna vr.	Medijan	Standardna devijacija
Ag (mg/kg)	12	0,05	0,1	0,06	0,05	0,02
Al (%)	12	1,47	3,05	2,31	2,29	0,52
As (mg/kg)	12	0,5	7	3,13	3	2,07
Ba (mg/kg)	12	61	261	114,75	96,5	56,78
Be (mg/kg)	12	0,5	3	1,46	1,5	0,78
Bi (mg/kg)	12	0,05	0,3	0,20	0,2	0,07
Ca (%)	12	25,5	32,95	29,92	29,825	1,84
Cd (mg/kg)	12	0,3	1	0,66	0,7	0,21
Ce (mg/kg)	12	17	39	29,67	30	6,90
Co (mg/kg)	12	3,2	6,8	4,7	4,55	1,03
Cr (mg/kg)	12	17	47	32,83	33,5	9,87
Cu (mg/kg)	12	4,9	11,7	8,8	8,7	1,87
Fe (%)	12	0,55	1,12	0,85	0,84	0,18
Hf (mg/kg)	12	0,6	1,6	1,16	1,1	0,30
K (%)	12	0,23	1,05	0,44	0,39	0,21
La (mg/kg)	12	9	21,2	16,11	16,4	3,65
Li (mg/kg)	12	10,1	30,5	20,83	21,35	6,12
Mg (%)	12	0,18	0,6	0,27	0,235	0,12
Mn (mg/kg)	12	140	282	189,58	183,5	38,54
Mo (mg/kg)	12	0,2	2,1	0,65	0,5	0,52
Na (%)	12	0,026	0,536	0,12	0,037	0,16
Nb (mg/kg)	12	4,7	12,2	7,01	6,7	2,02
Ni (mg/kg)	12	7	22,7	14,39	14,65	4,55
P (%)	12	0,03	0,046	0,04	0,041	0,01
Pb (mg/kg)	12	7,8	17,8	11,08	10,25	2,66
Rb (mg/kg)	12	27,4	72,8	41,89	39,75	11,16
Re (mg/kg)	12	0,0025	0,0025	0,00	0,0025	0,00
S (%)	12	0,1	0,4	0,23	0,2	0,07
Sb (mg/kg)	12	0,1	0,4	0,19	0,2	0,10
Sc (mg/kg)	12	2	5	3,25	3	0,83
Se (mg/kg)	12	0,5	2	0,71	0,5	0,43
Sn (mg/kg)	12	0,5	5	1,88	1,25	1,40
Sr (mg/kg)	12	209	333	238,58	220	40,54
Ta (mg/kg)	12	0,2	0,5	0,38	0,4	0,09
Te (mg/kg)	12	0,9	6,7	2,54	2,05	1,73
Th (mg/kg)	12	3,3	9,5	6,27	5,85	1,60
Ti (%)	12	0,062	0,146	0,11	0,1065	0,03
Tl (mg/kg)	12	0,25	0,7	0,45	0,375	0,21
U (mg/kg)	12	0,8	3,5	1,24	0,9	0,78
V (mg/kg)	12	12	49	31,08	30,5	10,43
W (mg/kg)	12	0,5	0,9	0,69	0,7	0,13
Y (mg/kg)	12	4,2	12,6	8,73	9,3	2,82
Zn (mg/kg)	12	15	37	27,33	29	6,57
Zr (mg/kg)	12	28,9	71,6	48,42	45,25	11,54

### Slivno područje Baćinskih jezera i Vrgoračko polje

Kemijska analiza uzoraka iz sliva Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja prikazana je na slici 4-117. Kalcij je uglavnom sadržan u kalcitu u jezerskom sedimentu Vrgoračkog polja, u gornjem dijelu, dok se smanjuje u donjem dijelu profila kad prelazi u crvenicu. Tlo i crvenica u jezgri BAJ-10 i uzorku BAJ-11 sadrže vrlo malo kalcija. Litogeni elementi (Al, Ti, Fe, K, Zr, Rb, La) imaju visoke koncentracije u jezgri Baj-10 i uzorku BAJ 11, te u dubljem dijelu profila VP-3.

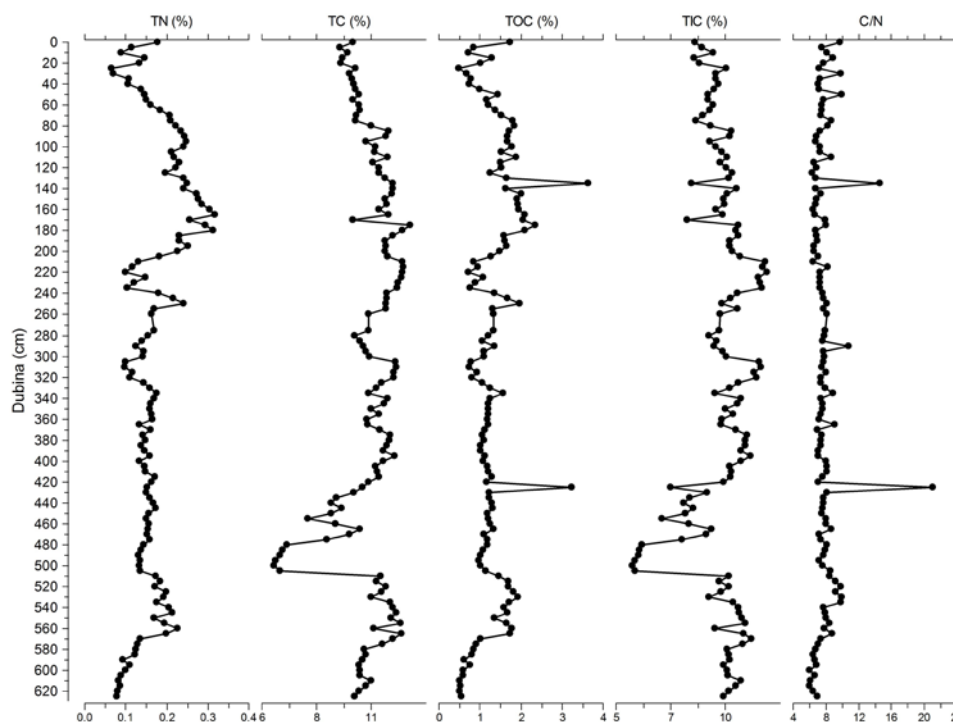


Slika 4-117 Kemijski sastav uzoraka iz sliva Baćinskih jezera (BAJ-10; gore) i Vrgoračkog polja (dolje).

#### 4.3.6.2. Rezultati analize ukupnog dušika i ugljika te organskog ugljika

##### Jezgra sedimenata Podgore

Analiza ukupnog dušika i ugljika (TN i TC), te organskog i anorganskog ugljika (TOC i TIC) učinjena je na 55 uzorka jezgre sedimenata iz Podgore (slika 4-118). Udio dušika iznosi 0,18 % u prvim centimetrima jezgre, potom se snizuje u intervalu od 20. do 40. cm (0,07 %), te nakon toga raste do 180. cm, do oko 0,3 %. Od 200. cm do kraja jezgre vidljiv je trend snižavanja udjela ukupnog dušika, s pojedinim intervalima s višim vrijednostima, 245-250 cm (0,25 %) i 510-565 cm (oko 0,2 %). Udio ukupnog ugljika pokazuje trend povećanja odozgo prema kraju jezgre, od 9 do 11 %, ali s izrazito nižim vrijednostima u intervalu s povišenim siliciklastičnim materijalom, 480-505 cm (oko 6 %). Udio anorganskog ugljika (TIC) varira sukladno s varijacijom ukupnog ugljika. Udio organskog ugljika (TOC) visok je kao i dušik u prvim centimetrima jezgre (1,7 %), te se potom snizuje od 20. do 40. cm (0,04 do 0,08 %). Nakon toga je udio TOC-a viši od 75. do 180. cm (1,8-2 %), s izrazito visokim udjelom u sloju 135-136 cm (3,6 %). Ponovno je udio TOC-a niži od 305. do 320. cm (0,08 %). Potom je udio TOC-a relativno konstantan do 510. cm (oko 1%), s iznimkom u sloju 425-426 cm s izrazitom višim udjelom TOC-a (3,2 %). U intervalu od 510. do 570. cm je udio TOC-a visok (1,5-1,9 %). Do kraja jezgre je ponovno nizak (oko 0,5 %). Omjer C/N iznosi oko 8 kroz jezgru, s izrazito višim vrijednostima u slojevima 135-136 cm (iznosi 14,5) i 425-426 (iznosi 21).

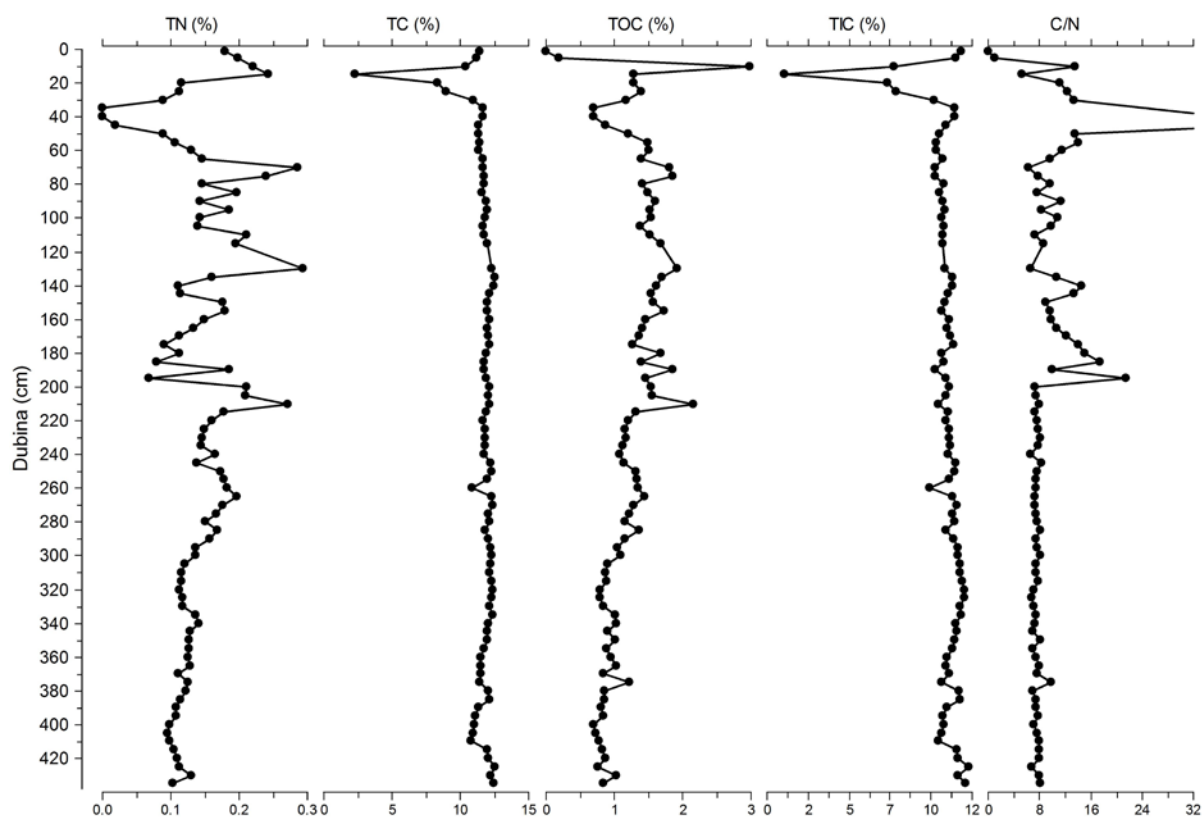


Slika 4-118 Udio ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC) te omjer organskog ugljika i dušika (C/N) jezgre Podgore.



## Jezgra sedimenata Sladinca

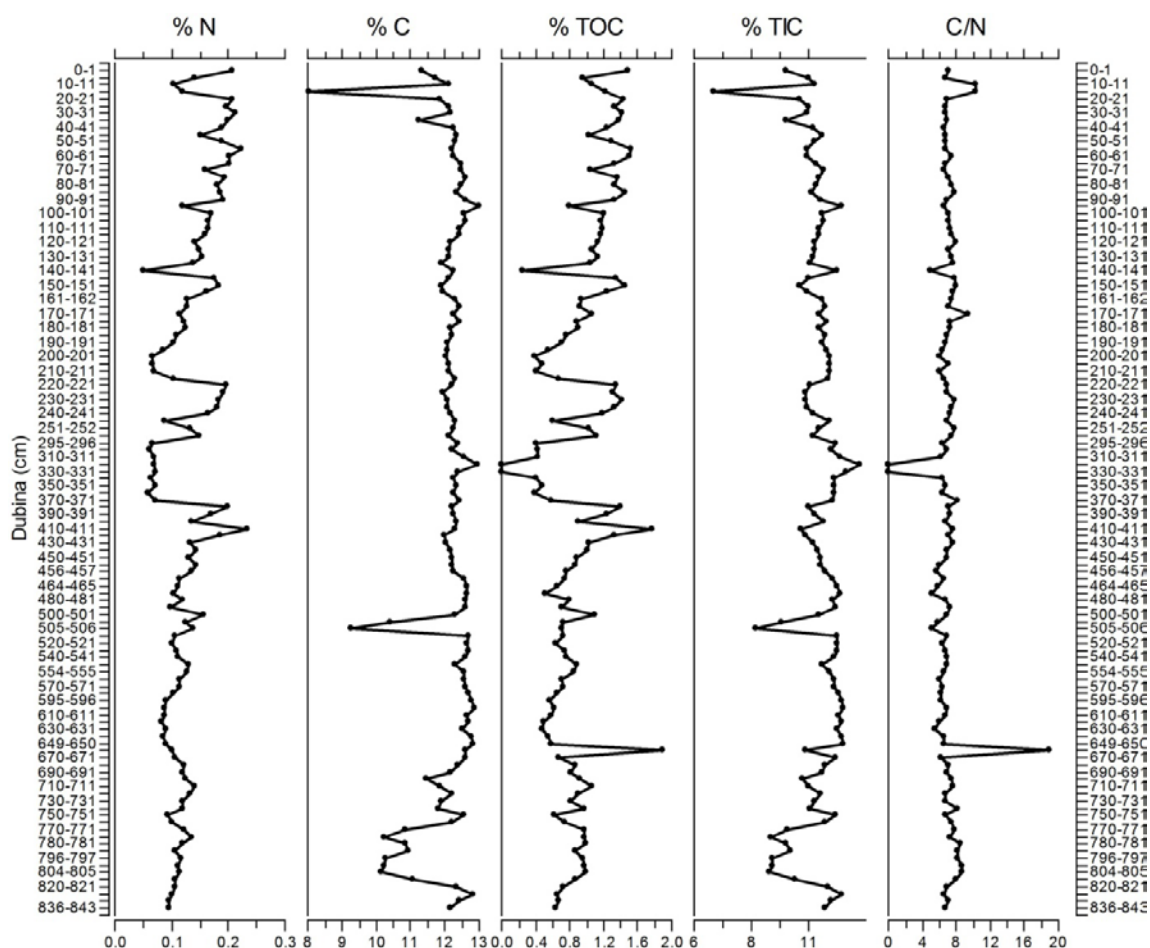
Analiza ukupnog dušika i ugljika (TN i TC), te organskog i anorganskog ugljika (TOC i TIC) učinjena je na 43 uzorka jezgre sedimenata iz Sladinca (slika 4-119). Udio ukupnog dušika iznosi 0,18 % u prvim centimetrima jezgre, potom se slabo povećava do 15. cm (0,24 %) i nakon toga je vrlo nizak u intervalu od 20. do 60. cm (0-0,12 %). Nakon toga slijedi interval s velikim varijacijama u udjelu TN-a, od 70. do 220. cm, varira između 0,05 do 0,3 %. Nakon toga je udio TN-a konstantan i iznosi od 0,1 do 0,15 %. Udio ukupnog ugljika iznosi oko 11 % u početnim centimetrima jezgre, snizuje se do 2 % u sloju 15-16 cm, te je nakon toga relativno konstantan kroz jezgru i iznosi oko 11 %. Udio anorganskog ugljika (TIC) varira sukladno s varijacijom ukupnog ugljika. Udio organskog ugljika (TOC) nizak je u početnim centimetrima jezgre (0-0,19 %), nakon čega dolazi do naglog povećanja, na 10-11 cm je 3 %. Nešto je niži udio TOC-a u intervalu niskog dušika (35-45 cm), a nakon toga slijedi interval intenzivnijih varijacija u TOC-u, 70. do 220. cm, te se potom udio TOC-a postepeno snizuje do kraja jezgre, iznosi od 1,5 do 1 %. Omjer C/N je niži u prvim centimetrima jezgre (< 1), potom raste iznad 10, ima izrazito visoku vrijednost na 45-46 cm (iznosi 47), te nakon toga ima veće varijacije do 220. cm, varira između 7 i 20. Od 220. Cm do kraja jezgre je omjer C/N konstantan i iznosi oko 8.



Slika 4-119 Udio ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC) te omjer organskog ugljika i dušika (C/N) jezgre Sladinca.

### Jezgra sedimenata Crniševa

Analiza ukupnog dušika i ugljika, te organskog ugljika (TOC) direktnom metodom, učinjena je na 120 uzoraka jezgre BAJ-7 (slika 120). Tablični prikaz rezultata CN analiza prikazan je u prilogu 3.4. Udio dušika je nizak i varira u gornjem dijelu jezgre od 0 do 420 cm između 0,05 i 0,23 %. Nakon 430 cm su varijacije puno manje i relativno je udio konstantan između 0,08 i 0,14 %. Udio ugljika uglavnom duž cijele jezgre iznosi od 11,08 do 12,86 %, s nižim udjelom na 15 cm (8,05 %), 505 cm (9,26 %) i u intervalu od 770 do 804 cm (10,14-10,95 %). Udio organskog ugljika varira kroz cijelu jezgru između 0 i 1,90 %, s najvećim udjelom na 660 cm, a najnižom na 320 i 330 cm. Viši je udio TOC i na dubinama 230 cm (1,42 %), 380 cm (1,40 %), 410 cm (1,77 %). Udio anorganskog ugljika varira sukladno s varijacijom ukupnog ugljika, a iznosi između 6,82 i 12,2 %. Omjer C/N uglavnom iznosi 5,02 i 9,34, s karakterističnim vrijednostima na dubinama 10 i 15 cm, gdje iznosi 10,23 i 10,16, na 320 i 330 cm je 0, dok je na 660 cm omjer najviši s 18,95.



Slika 4-120 Udio ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC) te omjer organskog ugljika i dušika (C/N) jezgre Crniševa.

### Slivno područje Baćinskih jezera i Vrgoračko polje

Rezultati ukupnog dušika i ugljika te organskog ugljika uzoraka iz sliva Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja prikazani su u tablici 4-46. Analizirano je 12 uzoraka. Udio dušika se kreće u rasponu od 0,02-0,13 %, a udio ugljika od 0,12-2,87 % u jezgri BAJ-10, uzorku BAJ-11 i donjem dijelu VP-3, dok je viši u gornjem dijelu VP-3, vjerojatno zbog povećanog udjela kalcita. Omjer C/N iznosi manje od 10 (4,00-9,92), osim u uzorcima BAJ-11 (12,42) i VP-3 350-370 (11,03).

Tablica 4-46 Udio ukupnog dušika i ugljika, organskog (TOC) i anorganskog ugljika (TIC) te omjer organskog ugljika i dušika (C/N) iz sliva Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja. Također je prikazan omjer organskog ugljika i dušika (C/N).

<b>BAJ-7 Sliv</b>	<b>% N</b>	<b>% C</b>	<b>% TOC</b>	<b>% TIC</b>	<b>C/N</b>
BAJ-10 10-20	0,13	1,33	1,33		9,92
BAJ-10 40-50	0,09	0,71	0,71		7,67
BAJ-10 90-100	0,07	0,40	0,40		5,42
BAJ-10 140-150	0,05	0,18	0,18		4,02
BAJ-10 195-205	0,03	0,12	0,12		4,00
BAJ-11 PERKA	0,23	2,87	2,87		12,42
VP-3 0-30	0,13	9,55	1,00	8,55	7,49
VP-3 50-100	0,04	11,70	0,18	11,53	4,21
VP-3 150-200	0,03	10,34	0,22	10,12	6,78
VP-3 250-275	0,03	5,18	0,28	4,91	8,39
VP-3 350-370	0,02	0,64	0,26	0,38	11,03
VP-3 500-550	0,02	1,92	0,18	1,74	7,50

### 4.3.7. Rezultati datiranja radioaktivnim ugljikom $^{14}\text{C}$

Pregledavanjem jezgri sedimenata iz jezera Podgora, Sladinac i Crniševo, odabrani su uzorci za datiranje radioaktivnim ugljikom. Materijal koji je korišten za analizu uglavnom su bile ljušture, zatim drvo, ugljen i biljke.

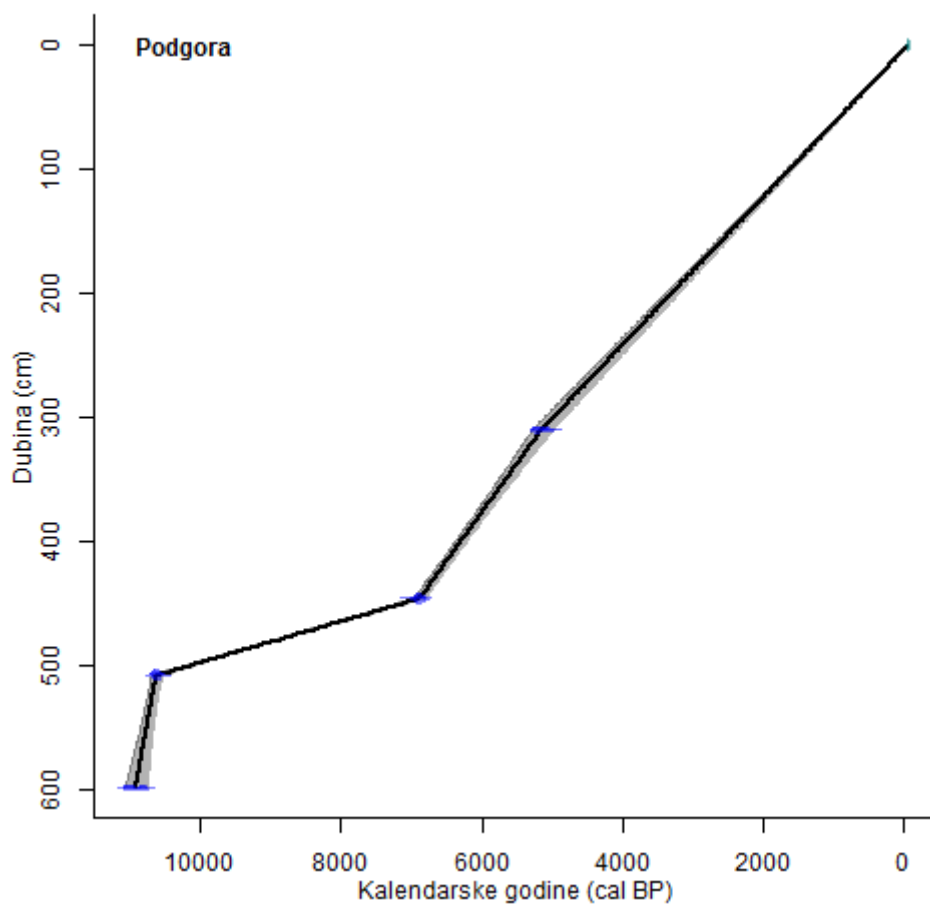
#### Jezgra sedimenata Podgore

Iz jezgre sedimenata iz Podgore analizirana su ukupno 4 uzorka. Datiranje je učinjeno na 3 uzorka ljušture, te jednog uzorka drva (tablica 4-47). Najdublje analizirani uzorak je s dubine od 599 cm i njegova kalendarska starost iznosi između 11 205 i 11 255 cal BP,

Tablica 4-47 Rezultati datiranja metodom AMS  $^{14}\text{C}$  4 uzorka iz jezgre sedimenata iz Podgore (BAJ-1). Prikazani su mjereni  $^{14}\text{C}$  datumi, omjeri izotopa  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , konvencionalni  $^{14}\text{C}$  datumi i kalendarski kalibrirana starost (2 $\sigma$  kalibracija). Lab. br.-laboratorijski broj.

Uzorak BAJ-1	Lab. br.	Materijal	Mjereni $^{14}\text{C}$ datum	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	Konvencionalni $^{14}\text{C}$ datum	Kalendarski datum (2 $\sigma$ kalibracija)
310-311	Beta-397711	Ljuštura	4480 $\pm$ 30 BP	-10,8‰	4710 $\pm$ 30 BP	Cal BC 3630 do 3565 (Cal BP 5580 do 5515), Cal BC 3535 do 3490 (Cal BP 5485 do 5440), Cal BC 3465 do 3375 (Cal BP 5415 do 5325)
446-447	Beta-397712	Drvo	6040 $\pm$ 30 BP	-29,0‰	5970 $\pm$ 30 BP	Cal BC 4935 do 4785 (Cal BP 6885 do 6735)
508-509	Beta-397713	Ljuštura	9390 $\pm$ 30 BP	-10,0‰	9640 $\pm$ 30 BP	Cal BC 9225 do 9120 (Cal BP 11175 do 11070), Cal BC 9005 do 8915 (Cal BP 10955 do 10865), Cal BC 8900 do 8855 (Cal BP 10850 do 10805)
599-600	Beta-397714	Ljuštura	9560 $\pm$ 30 BP	-8,3‰	9830 $\pm$ 30 BP	Cal BC 9305 do 9255 (Cal BP 11255 do 11205)

Na temelju dobivenih rezultata učinjen je model dubina/starost (slika 4-121), te su dobivene brzine sedimentacije kroz jezgru Podgore. U gornjem dijelu jezgre do 310. cm brzina sedimentacije je mala i iznosi 0,06 cm/god, te se do 446. cm vrlo malo povećava, iznosi 0,08 cm/god. Nakon toga postaje puno manja i do 508. cm iznosi 0,22 cm/god, a do 599. cm postaje šuno veća i iznosi 0,31 cm/god.



Slika 4-121 Model dubina/starost jezgre sedimenata BAJ-1 iz jezera Podgora, starost je izražena u cal BP (kalendarskim godinama BP) ovisno o dubini jezgre.

### Jezgra sedimenata Sladinca

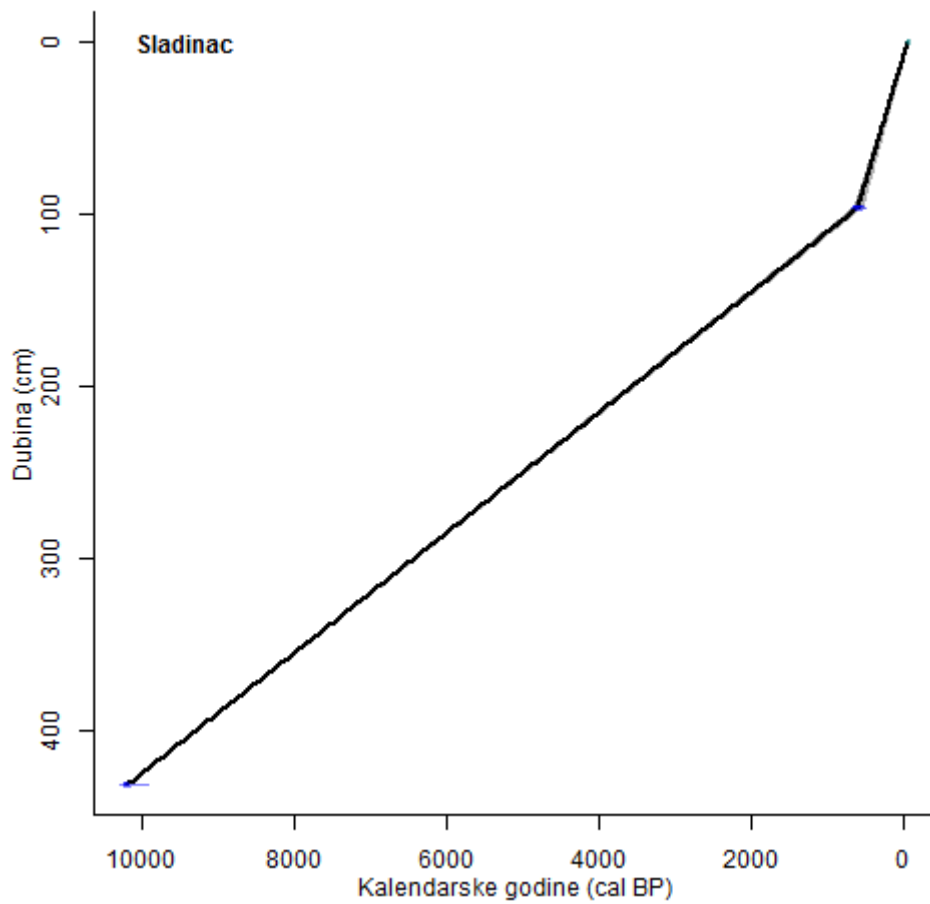
U jezgri sedimenata iz Sladinca analizirana su ukupno 2 uzorka, biljka i ljuštura (tablica 4-48). Najdublje analizirani uzorak je s dubine od 432 cm i njegova kalendarska starost iznosi između 10 535 i 10 545 cal BP, zatim 10 370 i 10 520 cal BP, 10 340 i 10 355 cal BP te 10 300 i 10 330 cal BP.

Tablica 4-48 Rezultati datiranja metodom AMS  $^{14}\text{C}$  2 uzorka iz jezgre sedimenata iz Sladinca (BAJ-5). Prikazani su mjereni  $^{14}\text{C}$  datumi, omjeri izotopa  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , konvencionalni  $^{14}\text{C}$  datumi i kalendarski kalibrirana starost ( $2\sigma$  kalibracija). Lab. br.-laboratorijski broj.

Uzorak BAJ-5	Lab. br.	Materijal	Mjereni $^{14}\text{C}$ datum	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	Konvencionalni $^{14}\text{C}$ datum	Kalendarski datum ( $2\sigma$ kalibracija)
96-97	Beta-415640	Biljka	660 ± 30 BP	-28,2 ‰	610 ± 30 BP	Cal AD 1290 do 1410 (Cal BP 660 do 540)
432-433	Beta-415641	Ljuštura	9030 ± 30 BP	-10,9 ‰	9260 ± 30 BP	Cal BC 8595 do 8585 (Cal BP 10545 do 10535), Cal BC 8570 do 8420 (Cal BP 10520 do 10370), Cal BC 8405 do 8390 (Cal BP 10355 do 10340), Cal BC 8380 do 8350 (Cal BP 10330 do 10300)

U jezgri BAJ-5 jezera Sladinca, napravljen je najmanji broj analiza datiranja radioaktivnim ugljikom, ukupno 2 na 440 cm jezgre sedimenta, te se za preciznije brzine sedimentacije trebale napraviti dodatne analize datiranja sedimenta. Na temelju dosadašnjih rezultata učinjen je model dubina/starost (slika 4-122), te se može zaključiti da gornji dio jezgre, do 100. cm ima veću brzinu sedimentacije od donjeg dijela jezgre, od 100. do 430. cm, gdje iznosi 0,03 cm/god, za razliku od gornjeg dijela jezgre gdje iznosi 0,15 cm/god.





Slika 4-122 Model dubina/starost jezgre sedimenata BAJ-5 iz jezera Sladinca, starost je izražena u cal BP (kalendarskim godinama BP) ovisno o dubini jezgre.

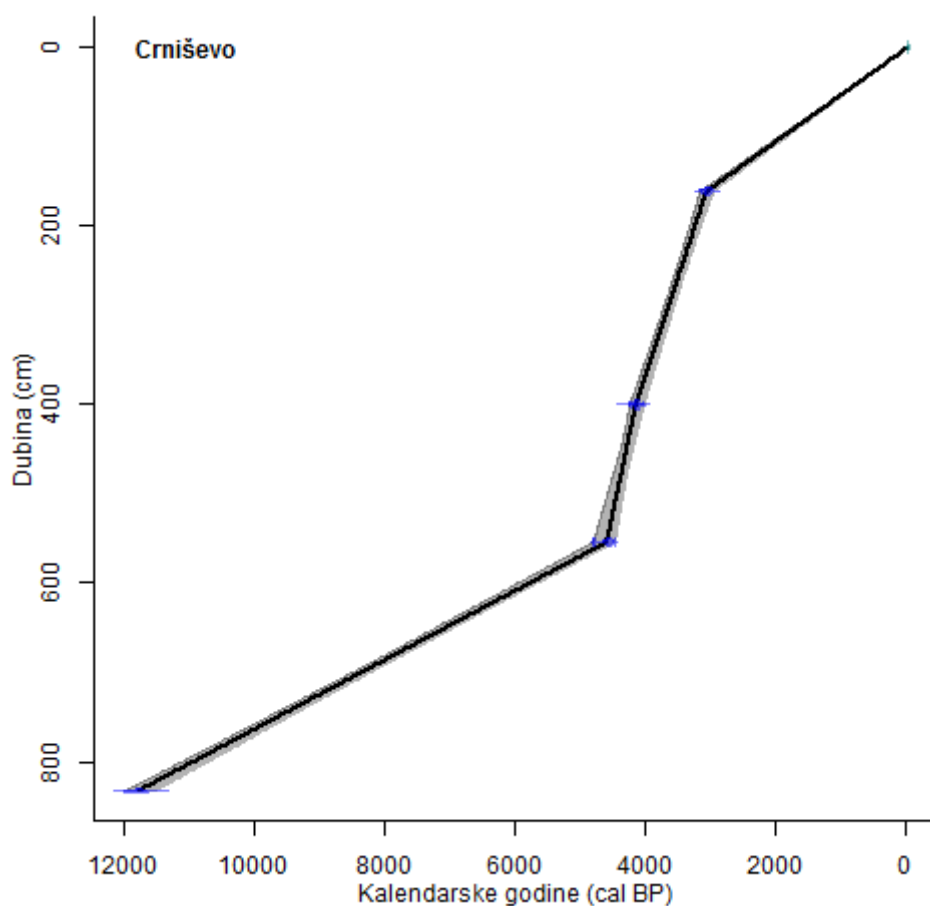
### Jezgra sedimenata Crniševa

Rezultati datiranja u jezgri sedimenata iz Crniševa (BAJ-7) prikazani su u tablici 4-49. Iz tablice je vidljiva nelogičnost u rezultatu na 251. cm, čija je starost veća od sljedeća 2 uzorka - na 400 i 554 cm, te se stoga taj datum nije koristio u daljnjim analizama. Maksimalna starost koja je dobivena iznosi oko 11 500-12 000 BP, u posljednjim centimetrima jezgre.

Tablica 4-49 Rezultati datiranja metodom AMS  $^{14}\text{C}$  3 uzorka iz jezgre BAJ-7. Prikazani su mjereni  $^{14}\text{C}$  datumi, omjeri izotopa  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , konvencionalni  $^{14}\text{C}$  datumi i kalendarski kalibrirana starost ( $2\sigma$  kalibracija). Crvenom bojom je istaknut rezultat koji se smatra pogrešnim. Lab. br.-laboratorijski broj.

Uzorak BAJ-7	Lab. br.	Materijal	Mjereni $^{14}\text{C}$ datum	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	Konvencionalni $^{14}\text{C}$ datum	Kalendarski datum ( $2\sigma$ kalibracija)
161-163	Beta-347642	Drvo	2920 ± 30 BP	-26,0‰	2900 ± 30 BP	Cal BC 1210 do 1200 (Cal BP 3160 do 3150), Cal BC 1190 do 1140 (Cal BP 3140 do 3090), Cal BC 1130 do 1000 (Cal BP 3080 do 2950)
251-252	Beta-343636	Ljuštura	4680 ± 30 BP	-9,9‰	4930 ± 30 BP	Cal BC 3770 do 3650 (Cal BP 5720 do 5600)
400-401	Beta-347641	Drvo	3780 ± 30 BP	-26,0‰	3760 ± 30 BP	Cal BC 2280 do 2250 (Cal BP 4230 do 4200), Cal BC 2230 do 2220 (Cal BP 4180 do 4170), Cal BC 2210 do 2130 (Cal BP 4160 do 4080), Cal BC 2090 do 2050 (Cal BP 4040 do 4000)
554-555	Beta-328255	Ugljen	4080 ± 30 BP	-25,50‰	4070 ± 30 BP	Cal BC 2840 do 2810 (Cal BP 4790 do 4760), Cal BC 2670 do 2560 (Cal BP 4620 do 4510), Cal BC 2530 do 2490 (Cal BP 4480 do 4440)
833-836	Beta-328256	Biljka	10110 ± 40 BP	-23,7‰	10130 ± 40 BP	Cal BC 10030 do 9660 (Cal BP 11980 do 11610), Cal BC 9570 do 9560 (Cal BP 11520 do 11510)

Na temelju dobivenih rezultata učinjen je model dubina/starost (slika 4-123), te su izračunate brzine sedimentacije kroz jezgru. U gornjem dijelu jezgre do 160 cm brzina sedimentacije je mala i iznosi 0,05 cm/god. Nakon toga postaje puno veća i do 399 cm iznosi 0,22 cm/god, a od 400 do 553 cm iznosi 0,34 cm/god. Do kraja jezgre odnosno 832 cm (na 833 cm je posljednje datirani uzorak) brzina sedimentacije je manja i iznosi 0,04 cm/god.



Slika 4-123 Model dubina/starost jezgre sedimenata BAJ-7 iz jezera Crniševo, starost je izražena u cal BP (kalendarskim godinama BP) ovisno o dubini jezgre.

#### 4.3.8. Rezultati palinoloških analiza

U jezgri sedimenata BAJ-7 u jezeru Crniševo, Baćinska jezera, definirano je 9 zona i 9 podzona zona u 840 cm dugačke jezgre (slika 4-124).

##### **ZONA PZBAJ I (836-843 CM; 12-11,7 KA BP)**

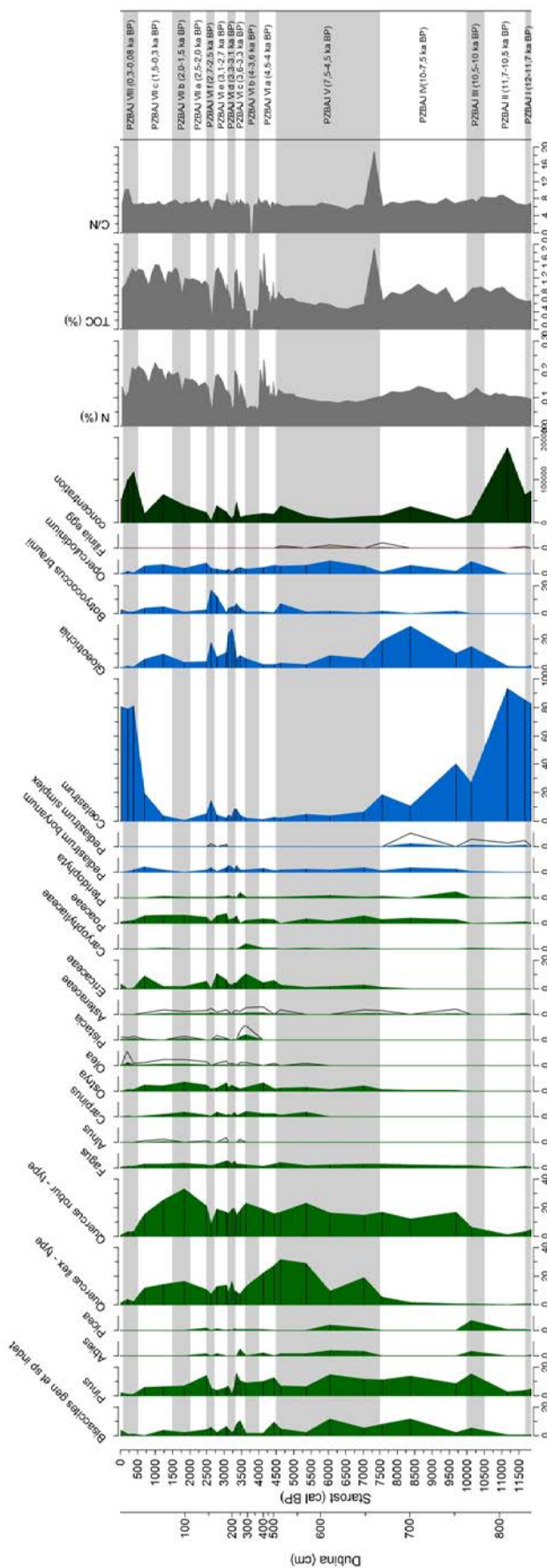
Najstariji dio jezgre karakterizira relativno puno organskog ostatka mješovitog sastava u kojem dominiraju fitoklasti. U palinozajednici prevladava (82%) zelena alga *Coelastrum polychordum* koja ukazuje na hipertrofni slatkovodni okoliš. Pelud bora, jele, hrasta i bukve ukazuje na miješanu šumu, pa se na temelju cijele zajednice može reći kako se taloženje vjerojatno odvijalo nakon mlađeg drijasa. Dinocista *Operculodinium* ukazuje na izvjestan marinski utjecaj, vjerojatno neko zaslanjenje putem slanih izvora i formiranje bočatog okoliša u nekom jezercu koji kroz dulje vrijeme odgovara *Operculodinium-u*, a povremeno dolazi do miješanja slatke i bočate vode uslijed veće količine padalina i povišenja nivoa jezera. Palinomorfi je relativno malo uslijed naglog otapanja ledenjaka i formiranja bujica koje su donosile veće količine terigenog materijala. To se moglo zbivati u vrijeme naglog porasta morske razine („melt water pulses“, MWP-1B) prije 11,3 ka cal BP (Ilijanić, 2014) sa značajnim donosom slatke vode.

##### **ZONA PZBAJ II (836-780 CM; 11,7-10,5 KA BP)**

U ovoj zoni postoji relativno malo organskog ostatka uglavnom algalnog porijekla što ukazuje na nešto distalniji tj. mirniji taložni okoliš. Dominira zelena alga *Coelastrum polychordum* (85%) koja ukazuje na hipertrofni slatkovodni okoliš. Dinocista *Operculodinium* nije nađena što može ukazivati na pojačan donos slatke vode vjerojatno početkom holocena - predboreal. Taj period odgovara početku taloženja sapropela S1a 10,8 - 8,8 ka cal BP. Njegovo formiranje povezano je s globalnim promjenama u klimi (topliji i vlažniji klimatski uvjeti) i cirkulaciji vode koja potječe od snažnog dotoka slatke vode s nutrijentima, što je rezultiralo povećanom stratifikacijom vodenog stupca i povećanom produktivnosti (Ilijanić, 2014). Pelud bora, jele, hrasta i bukve ukazuje na miješanu šumu, pa se na temelju cijele zajednice može reći kako se taloženje vjerojatno odvijalo u hipertrofnom jezeru početkom holocena.

### ZONA PZBAJ III (780-764 CM; 10,5-10,0 KA BP)

U zoni postoji i dalje relativno malo organskog ostatka u kojem prevladavaju fitoklasti. Smanjuje se udio zelene alge *Coelastrum polychordum*. Pelud bora, jele, hrasta i bukve ukazuje na miješanu šumu, pa se na temelju cijele zajednice može reći kako se taloženje vjerojatno odvijalo u nešto proksimalnijem, tj. plićem dijelu mezotrofnog jezera. Dinocista *Operculodinium* ukazuje na izvjesno



Slika 4-124 Palinodijagram iz jezgre BAJ-7

zaslanjenje.

#### **ZONA PZBAJ IV (764-668 CM; 10-7,5 KA BP)**

U ovoj zoni se i dalje smanjuje udio zelene alge *Coelastrum polychordum* i povećava udio cijanobakterije *Gloeotrichia* što je vjerojatno posljedica smanjenja udjela nutrijenata uslijed čega jezero prelazi iz mezotrofnog u oligotrofno. Smanjuje se udio jele (*Abies*) i smreke (*Picea*), a povećava udio listopadnog hrasta (*Quercus robur*) što ukazuje na zatopljenje i smanjenje padalina. Od ove zone se javlja slatkovodna zelena alga *Botryococcus braunii* koja ukazuje na izvjesno produbljivanje jezera. Zanimljiv je uzorak s dubine 700-702 cm koji bi mogao biti star približno 8200 godina („8,2 događaj“, Ilijanić, 2014) u kojem postoji manje organskog ostatka nego u ostalim uzorcima iz zone, smanjen je udio hrasta, a povećan udio bora kao i cijanobakterije *Gloeotrichia* u odnosu na zelenu algu *Coelastrum polychordum*. Naime, zbog mogućnosti vezanja dušika cijanobakterije igraju pionirsku ulogu u okolišima s malo nutrijenata (van Geel, 2001).

#### **ZONA PZBAJ V (668-530 CM; 7,5-4,5 KA BP)**

Za zonu je znakovit vrlo mali udio zelene alge *Coelastrum polychordum* i postupno smanjenje udjela cijanobakterije *Gloeotrichia* što se slaže i s palinofacijom. U početku zone je još pojačan donos terigenog materijala što potvrđuje i povišeni TOC i omjer C/N. U ostalom dijelu zone postoji relativno malo organskog ostatka a prevladava organska tvar algalnog porijekla, pa se može reći da ovu zonu karakterizira mirniji, oligotrofni taložni okoliš bez značajnijeg donosa materijala s kopna, vjerojatno zbog suše klime s manje padalina. Već na početku zone pojavljuju se elementi mediteranske vegetacije (hrast crnika *Quercus ilex*) i vrjesovke (Ericaceae), no s relativno malim udjelom peluda u odnosu na mlađe zone. Zanimljivo je istaknuti i značajan udio dinociste *Operculodinium* koja ukazuje na zaslanjenje putem slanih izvora i formiranje bočatog okoliša u nekom jezercu koje kroz dulje vrijeme odgovara *Operculodinium*-u, a povremeno dolazi do miješanja slatke i bočate vode uslijed veće količine padalina i povišenja nivoa jezera. To se uočava u uzorku s dubine 610-612 cm kada je povišen i udio jele i smreke a smanjen udio hrasta crnike prije nekih 6 ka BP. Unutar zone se nalaze i jaja rotifera *Filinia longiseta* koja se redovito nalaze u jezerima ali i bočatim okolišima. U jezeru Otterstedter (Müller, 1970), također kao i ovdje imaju najvišu zastupljenost tijekom atlantika i subboreala.

#### **ZONA PZBAJ VI (530-134 CM; 4,5-2,5 KA BP)**

U zoni definirano je ukupno 6 podzona na temelju promjena u sedimentu koje se očituju u i u promjeni u sastavu palinozajednice. Generalno je u cijeloj zoni značajniji udio vrjesovki



(Ericaceae) i trava (Poaceae) u odnosu na starije zone što bi moglo biti posljedica, među ostalim, i krčenja hrastovih šuma (osobito u podzonama c-f tj. 3,6-2,5 ka BP).

#### **PODZONA PZBAJ VI A (530-374 CM; 4,5-4 KA BP)**

U podzoni se izmjenjuju glinoviti i pjeskoviti intervali. U ovoj zoni uočena je velika brzina sedimentacije, što upućuje na veći donos materijala u jezero što potvrđuje i palinofacijes s visokim udjelom fitoklasta. Generalno se smanjuje udio elemenata mediteranske vegetacije, a povećava udio listopadne vegetacije što ukazuje na vlažniju klimu s više padalina koje su i omogućile pojačani donos terigenog materijala. No, na početku zone u uzorku s dubine 505-507 cm uočava se smanjeni udio listopadnog hrasta (*Quercus robur*) i povišeni udio vrjesovke (Ericaceae) i trava (Poaceae) što bi moglo odgovarati periodu suše prije 4200 godina, kada je došlo do naglog pada temperature i suše u mediteranskom i afričkom području (Ilijanić, 2014).

#### **PODZONA PZBAJ VI B (374-282 CM; 4-3,6 KA BP)**

U podzoni ponovno dominira amorfni liptinit algalnog porijekla u organskom ostatku što potvrđuje i C/N, koji ukazuje na povećanu primarnu produkciju organske tvari. Dolazi do pojačane potrošnje nutrijenata, pa tako i dušika uslijed čega se povećava udio cijanobakterije *Gloeotrichia* koja igraju pionirsku ulogu u okolišima s malo nutrijenata.

#### **PODZONA PZBAJ VI C (282-220 CM; 3,6-3,3 KA BP)**

U podzoni se također izmjenjuju pjeskoviti i glinoviti intervali, a brzina sedimentacije je i dalje velika uz povišeni TOC što odgovara palinofacijesu u kojem dominiraju fitoklasti terigenog porijekla. Zanimljiv je nagli porast udjela dušika što se vidi i po povišenom udjelu zelene alge *Coelastrum polychordum*. Javlja se joha (*Alnus*) koja živi u simbiozi s bakterijom *Frankia alni* koja joj omogućuje vezanje atmosferskog dušika čime se povećava koncentracija dušika u tlima i na obali jezera što pak potiče daljnji porast jezerske produkcije (Engstromand Fritz 2006; Temperton et al. 2003). Smanjen je udio vrjesovki (Ericaceae) i trava (Poaceae), a povećan udio paprati što ukazuje na nešto vlažniju klimu.

#### **PODZONA PZBAJ VI D (220-175 CM; 3,3-3,1 KA BP)**

U podzoni prevladava pijesak zbog čega u uzorcima ima malo organskog ostatka i niski je udio TOC-a i dušika pa je shodno tome povišen udio cijanobakterije *Gloeotrichia*. Relativno je povišen udio peluda drveća u odnosu na zeljasto bilje što bi moglo ukazivati na nešto vlažniju klimu s više padalina i time pojačani donos terigenog materijala.

#### **PODZONA PZBAJ VI E (175-145 CM; 3,1-2,7 KA BP)**

U uzorcima je ponovno puno organskog ostatka, u početku mješovitog sastava s puno fitoklasta dok u najmlađem uzorku dominira amorfni liptinit algalnog porijekla. Stoga je povišen udio TOC-a i dušika koji je vezan uz johanu (*Alnus*) kao i u podzoni PZBAJ VI c. Dominacija zeljastog bilja u odnosu na drveće ukazuje na krčenje šuma.

#### **PODZONA PZBAJ VI F (145-134 CM; 2,7-2,5 KA BP)**

Podzonu karakterizira relativno malo organskog ostatka mješovitog sastava. Niži je udio peluda u odnosu na plankton što odgovara nižem udjelu TOC-a. Na temelju cijanobakterije *Gloeotrichia* i zelene alge *Coelastrum polychordum* i *Pediastrum simplex* te dinociste *Operculodinium* može se pretpostaviti kako je taložni okoliš bio u početku oligotrofni a kasnije mezotrofni, slatkovodni do bočati. Piritna zrna ukazuju da je došlo do formiranja anoksičnih uvjeta zbog stratifikacije vodenog stupca.

#### **ZONA PZBAJ VII (134-30 CM; 2,5-0,5 KA BP)**

U zoni ponovo dolazi do povišenog udjela peluda u odnosu na alge. Zonu možemo podijeliti na 3 podzone. Prisutni su intervali s dominantnom pjeskovitom frakcijom i nižim udjelom TOC, što ukazuje na periodičke nagle promjene i eroziju karbonata iz sliva ili taloženje resuspendiranog jezerskog sedimenta iz plićih dijelova jezera. Takvi događaji odgovarali bi promjenama u vodnom režimu.

#### **PODZONA PZBAJ VII A (134-110 CM; 2,5-2,0 KA BP)**

U podzoni se postupno smanjuje udio četinjača (*Pinus*, *Abies* i *Picea*) a povećava udio hrasta (*Quercus robur* i *Quercus ilex*) uz ostale mediteranske elemente (*Pistacia*, *Olea*), vrjesovke (Ericaceae) i trave (Poaceae) što ukazuje na topliju i sušu klimu.

#### **PODZONA PZBAJ VII B (110-85CM; 2,0-1,7 KA BP)**

U podzoni je, unutar zone, najviši udio peluda hrasta, a najmanji udio algi što bi moglo odgovarati rimskom periodu zatopljenja. Vjerojatno je došlo i do prestanka krčenja šuma i progresivne sekundarne sukcesije koja je rezultirala hrastovom šumom kao klimaks zajednicom. Naime, sekundarnu sukcesiju možemo pratiti od podzone PZBAJ VI c u kojoj se nakon krčenja (prije nekih 3500 godina) javljaju paprati i joha kao pionirska vrsta nakon koje slijedi u dijagramu „pik“ jele, pa bora krajem podzone te „pik“ hrasta u podzoni PZBAJ VI d kad se obnovila vegetacija. Krajem podzone (prije nekih 3200 godina) slijedi novo krčenje šuma koja se obnavlja unutar podzone PZBAJ VI e i još jednom najintenzivnije krčenje šuma (prije nekih 2200 godina) tijekom podzone PZBAJ VI f koja se obnavlja tijekom podzone PZBAJ VII a i postiže klimaks u ovoj podzoni - PZBAJ VII b (prije nekih 1800 godina tj. 200. g. AD).

**PODZONA PZBAJ VII C (85-30CM; 1,7-0,5 KA BP TJ. 300-1450 AD)**

U podzoni se smanjuje udio peluda drveća a povećava udio algi, vrjesovki (*Ericaceae*) i trava (*Poaceae*) što odgovara srednjovjekovnom toplijem periodu (*Medieval Warm Period*, MWP - period od 10 do 14. stoljeća (900-1400 AD), tijekom kojeg je zabilježeno zatopljenje u Europi, Grenlandu i Aziji (Ilijanić, 2014). Jezero ponovo prelazi iz mezotrofnog u eutrofno kakvo ostaje do kraja.

U uzorcima od 100-0 cm utvrđen je gips, koji je mogao nastati uslijed oksidacije pirita nakon što se jezgra izvadila, koncentracija S i udio TOC su dosta visoki, što upućuje na anoksične uvjete u jezeru (Ilijanić, 2014). To je potvrđeno piritnim zrnima u uzorcima s dubine 38-40 cm kao i u najmlađim zonama s dubina 21-23 cm i 3-5 cm.

**ZONA PZBAJ VIII (30-8 CM; 0,5-0,08 KA BP TJ. 1450-1870)**

U zoni je zamjetno povišenje udjela masline (*Olea*) što je vjerojatno posljedica uzgoja. Hladnije razdoblje, u periodu od 16. do 19. stoljeća (1550-1850 AD), naziva se malo ledeno doba (*Little Ice Age*, LIA) a definira se kao hladni period karakteriziran širenjem ledenjaka u alpskoj regiji. Takve klimatske promjene imale su za posljedicu promjene razina pojedinih jezera istraživanih u Italiji (Ilijanić, 2014) što bi i ovdje moglo imati za posljedicu niži nivo jezera i eutrofikaciju.

**ZONA PZBAJ IX (8-0 CM; 0,08-0 KA BP TJ. 1870-DANAS)**

Najveća razlika u odnosu na prošlu zonu je što u uzorku s dubine 3-5 cm nema dinociste *Operculodinium*. Taj podatak je zanimljiv budući je kroz veći dio jezgre *Operculodinium* prisutan a ukazuje na zaslanjenje i za pretpostaviti je da bi se i u tom uzorku trebao nalaziti budući danas uz zapadnu obalu Crniševa postoji izvor Mindel koji zaslanjuje jezero. Vjerojatno je u vrijeme taloženja naslaga prokopan Vrgoski tunel uslijed čega je pojačan dotok slatke vode u jezero što nije odgovaralo *Operculodinium*-u.

**Slike palinološke analize po zonama****Zona PZBAJ I (836-843 cm; 12-11,7 ka BP)**

1. palinofacijes
2. *Quercus ilex*
3. *Operculodinium*
4. *Pinus*
5. *Polypodium*
6. *Pediastrum simplex*

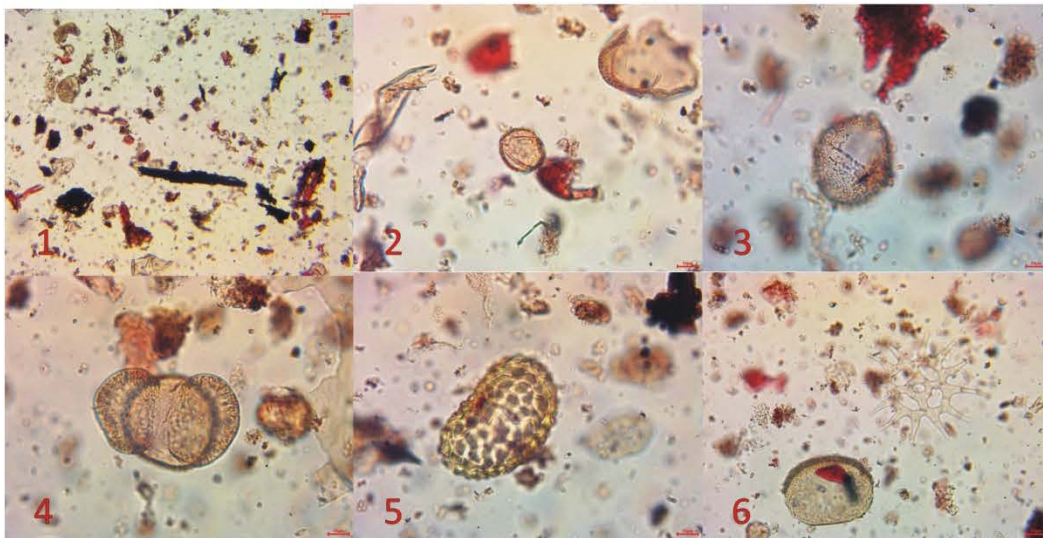
**Zona PZBAJ II (836-780 cm; 11,7-10,5 ka BP)**

1. palinofacijes
2. Poaceae
3. *Pediastrum simplex*
4. *Picea*
5. *Tilia*
6. *Filinia longiseta*

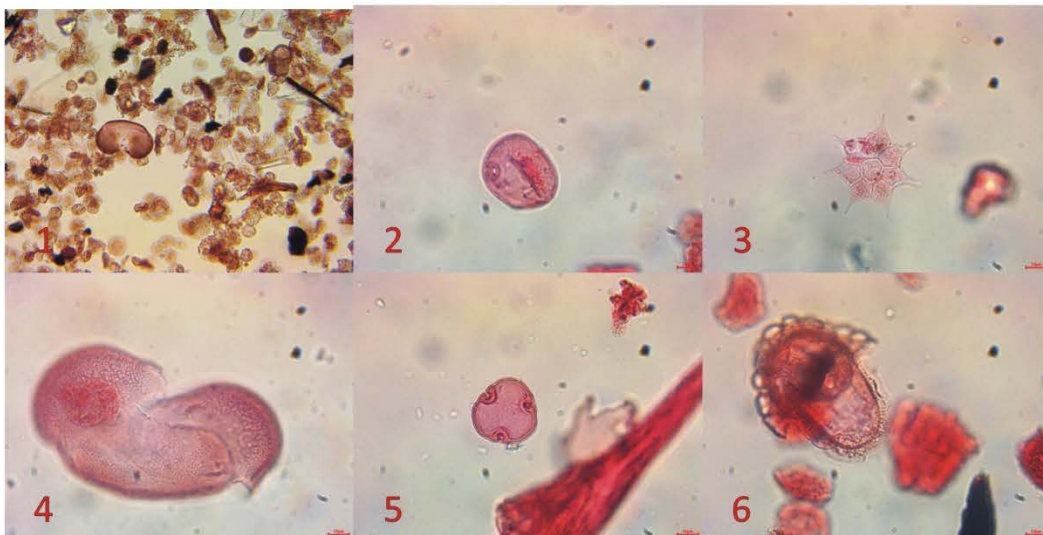
**Zona PZBAJ III (780-764 cm; 10,5-10,0 ka BP)**

1. palinofacijes
2. *Picea*
3. *Pinus*
4. *Operculodinium*
5. *Coelastrum polychordum*
6. *Pediastrum simplex*

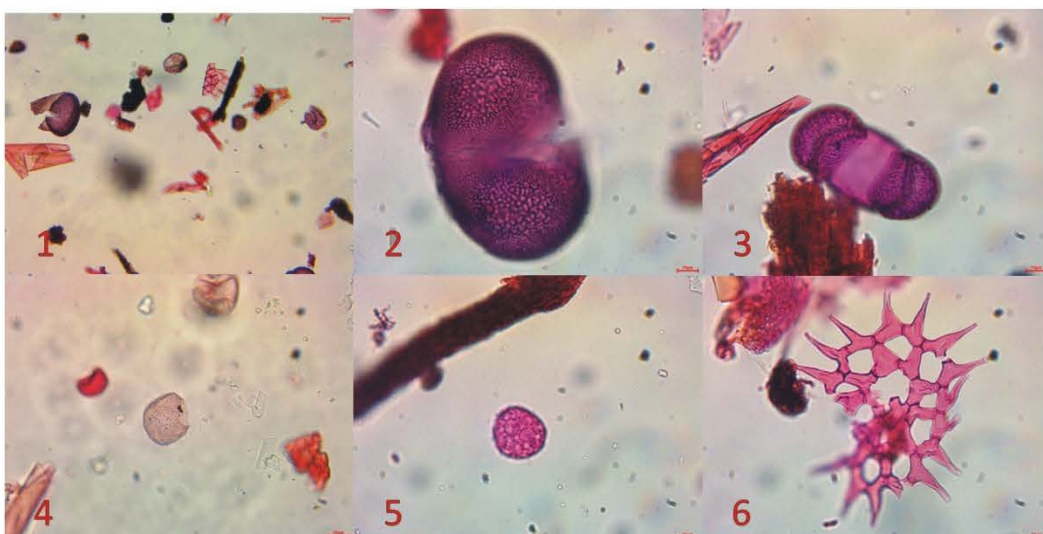
## Zona PZBAJ I (836-843 cm; 12-11,7 ka BP)



## Zona PZBAJ II (836-780 cm; 11,7-10,5 ka BP)



## Zona PZBAJ III (780-764 cm; 10,5-10,0 ka BP)





**Zona PZBAJ IV (764-668 cm; 10-7,5 ka BP)**

1. palinofacijes
2. *Quercus robur*
3. Asteraceae
4. palinofacijes
5. *Coelastrum polychordum*
6. *Pediastrum boryanum*

**Zona PZBAJ V (668-530 cm; 7,5-4,5 ka BP)**

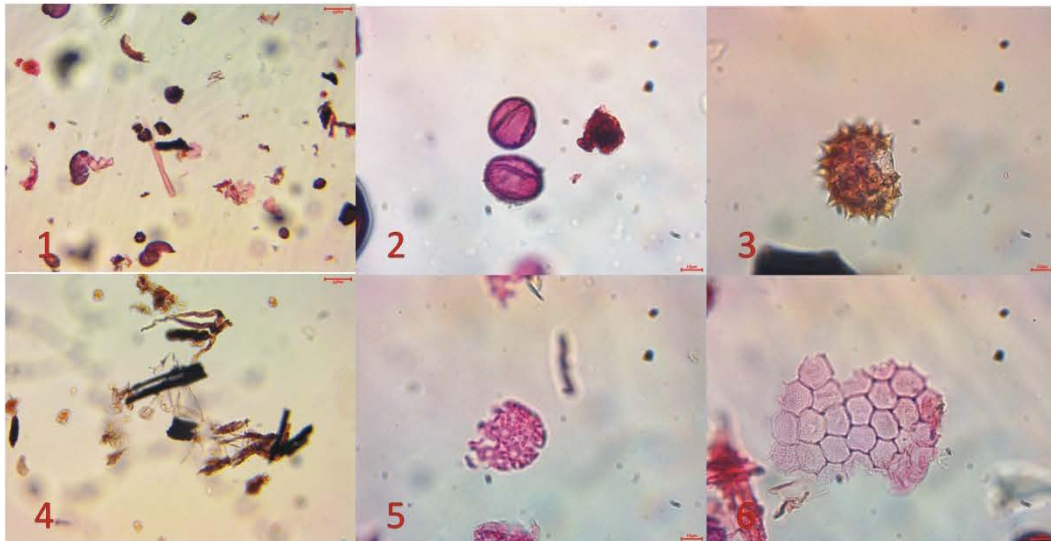
1. palinofacijes
2. *Ostrya*
3. *Botryococcus braunii*
4. *Abies*
5. Ericaceae
6. charcoal

**Podzona PZBAJ VI a (530-374 cm; 4,5-4 ka BP)**

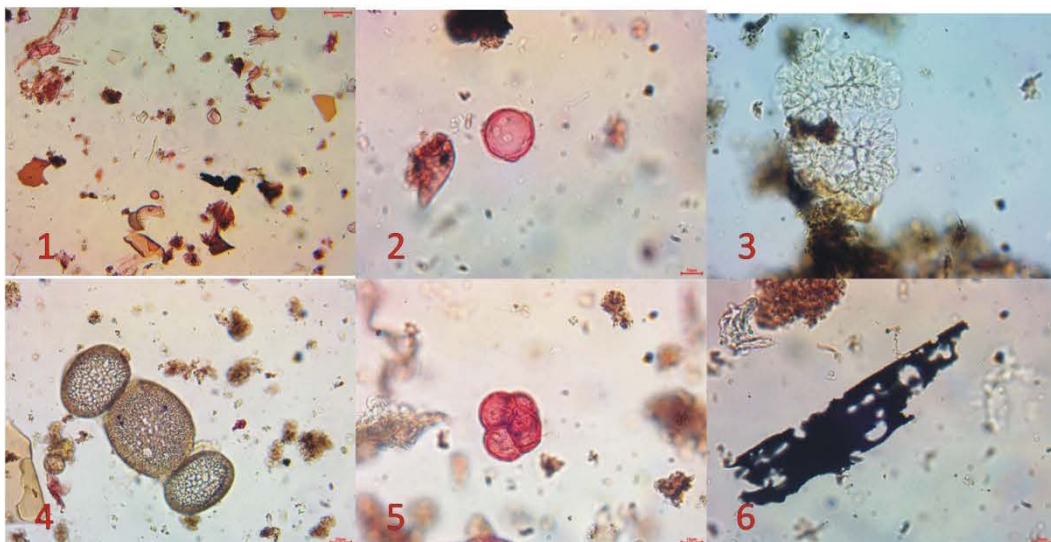
1. palinofacijes
2. Ericaceae
3. Poaceae
4. *Carpinus*
5. *Quercus ilex*
6. *Quercus robur*



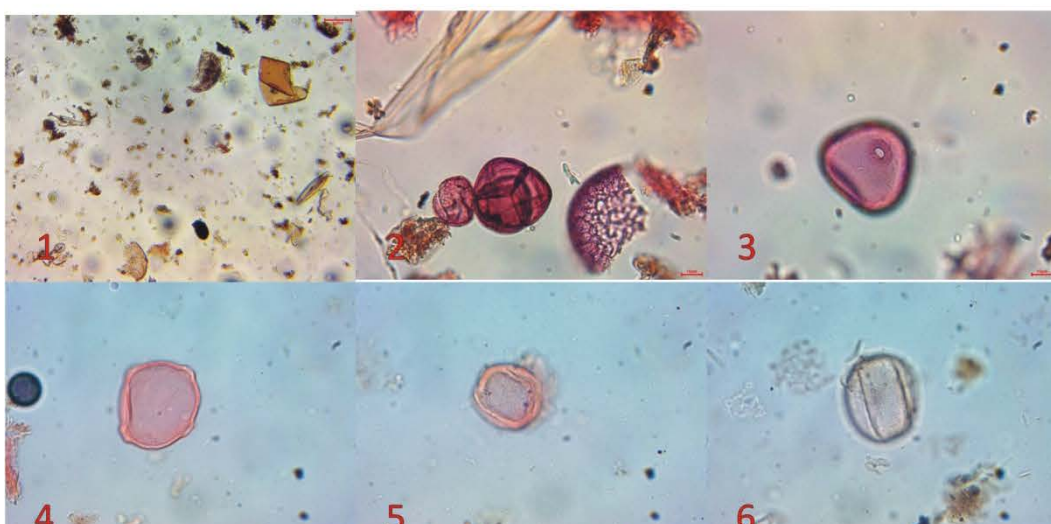
## Zona PZBAJ IV (764-668 cm; 10-7,5 ka BP)



## Zona PZBAJ V (668-530 cm; 7,5-4,5 ka BP)



## Podzona PZBAJ VI a (530-374 cm; 4,5-4 ka BP)



**Podzona PZBAJ VI b (374-282 cm; 4-3,6 ka BP)**

1. palinofacijes
2. Asteraceae
3. Ericaceae
4. *Fraxinus*
5. *Chenopodium*
6. *Carpinus*

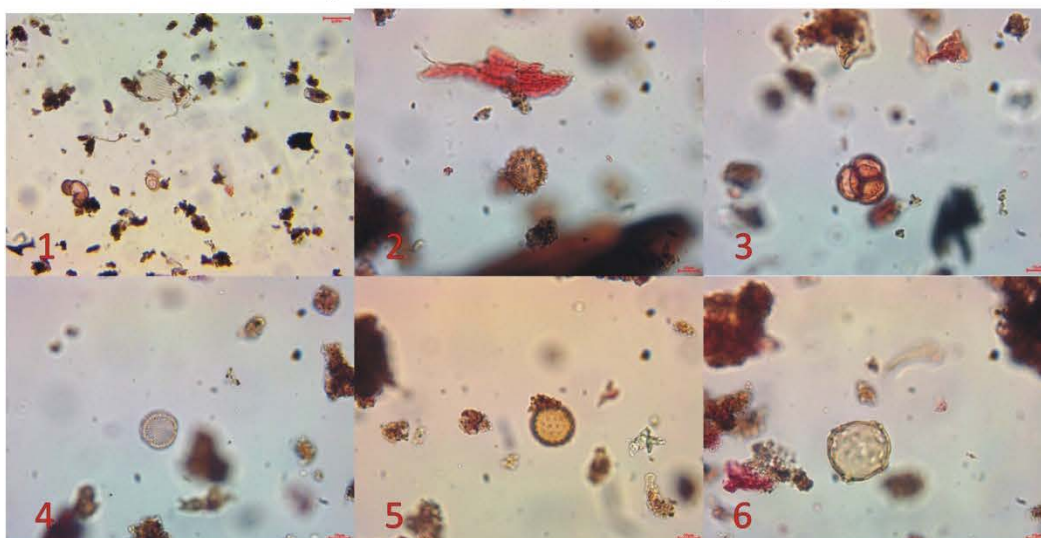
**Podzona PZBAJ VI c (282-220 cm; 3,6-3,3 ka BP)**

1. palinofacijes
2. Asteraceae
3. paprat
4. *Picea*
5. *Pistacia*
6. Caryophyllaceae

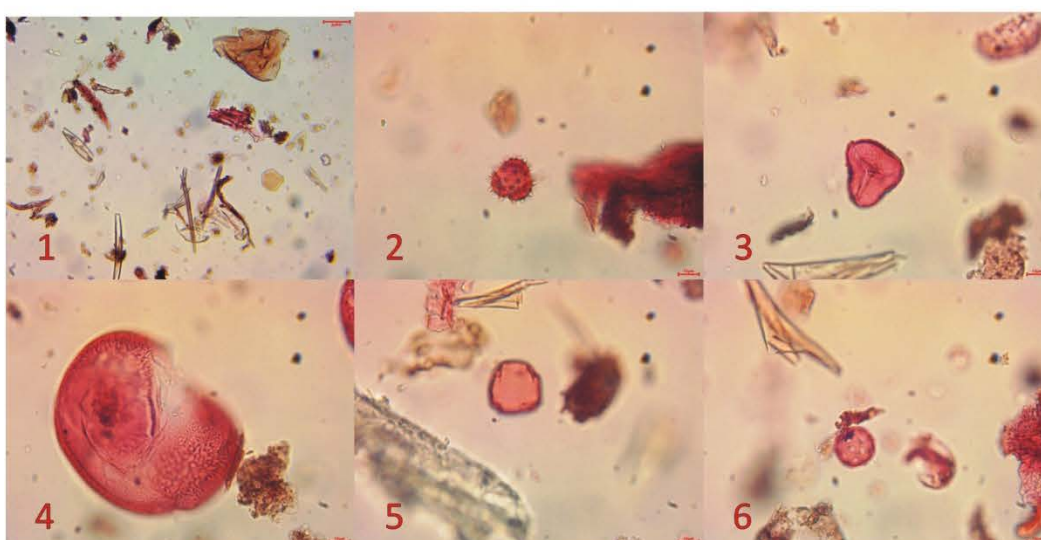
**Podzona PZBAJ VI d (220-175 cm; 3,3-3,1 ka BP)**

1. palinofacijes
2. *Carpinus*
3. *Botryococcus braunii*
4. *Quercus robur* (i pirit)
5. *Pediastrum boryanum*
6. okučena ameba

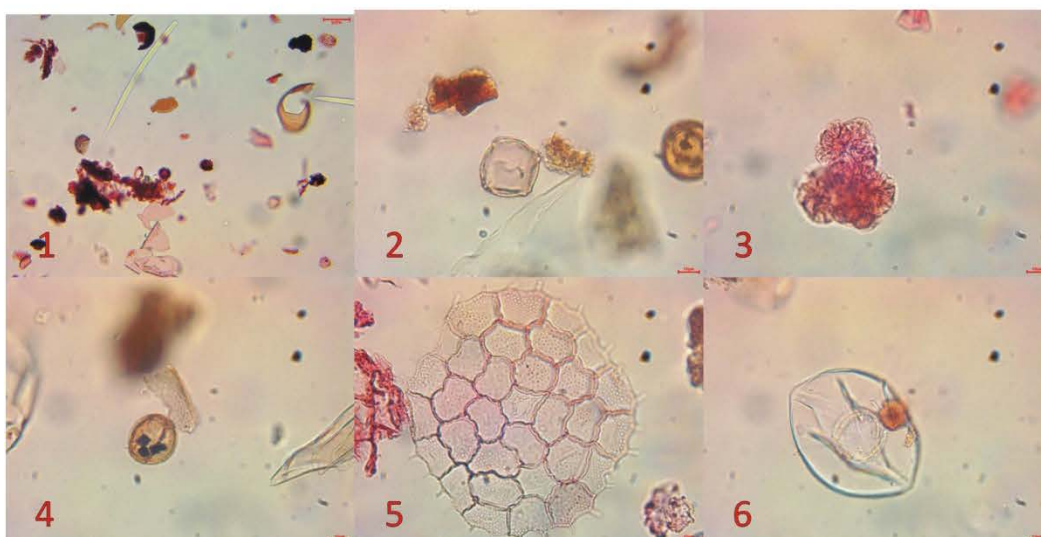
## Podzona PZBAJ VI b (374-282 cm; 4-3,6 ka BP)



## Podzona PZBAJ VI c (282-220 cm; 3,6-3,3 ka BP)



## Podzona PZBAJ VI d (220-175 cm; 3,3-3,1 ka BP)





**Podzona PZBAJ VI e (175-145 cm; 3,1-2,7 ka BP)**

1. palinofacijes
2. *Pistacia*
3. *Myriophyllum*
4. *Plantago*
5. *Olae*
6. *Quercus robur*

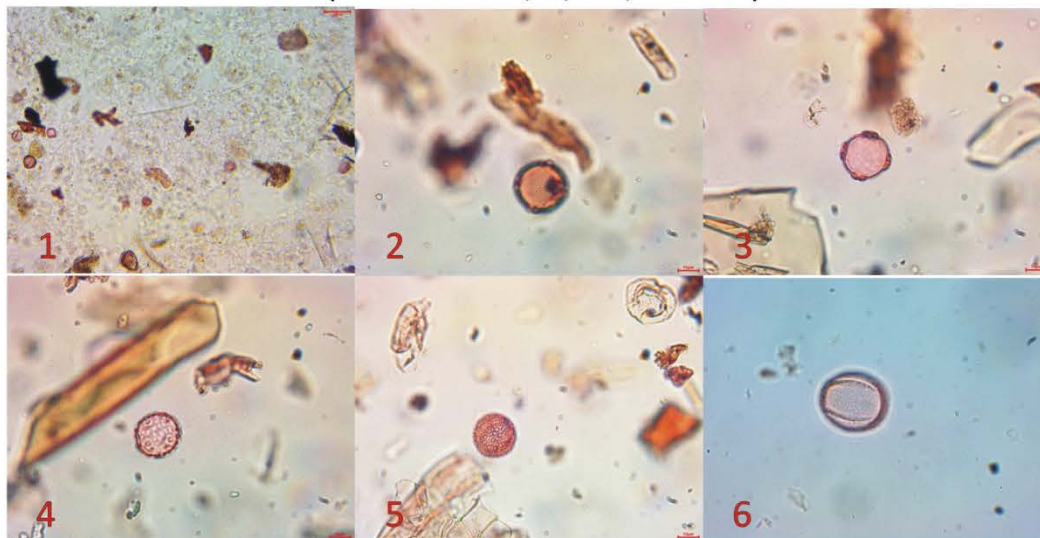
**Podzona PZBAJ VI f (145-134 cm; 2,7-2,5 ka BP)**

1. palinofacijes
2. *Quercus ilex*
3. *Pediastrum boryanum* (i pirit)
4. *Cyperaceae*
5. *Fagus*
6. *Operculodinium*

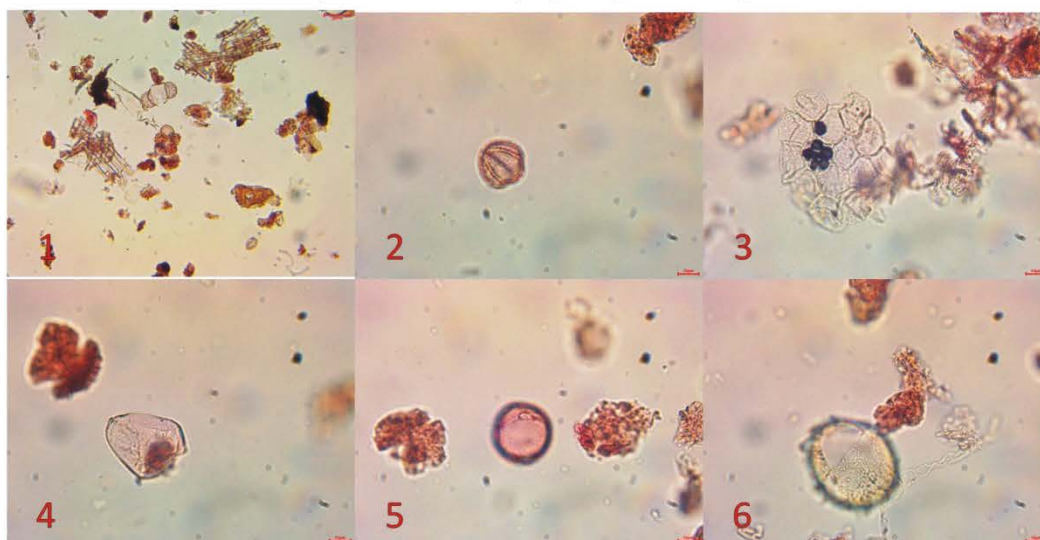
**Podzona PZBAJ VII a (134-110 cm; 2,5-2,0 ka BP)**

1. palinofacijes
2. *Cyperaceae*
3. *Artemisia*
4. *Abies*
5. *Fraxinus*
6. *Olea*

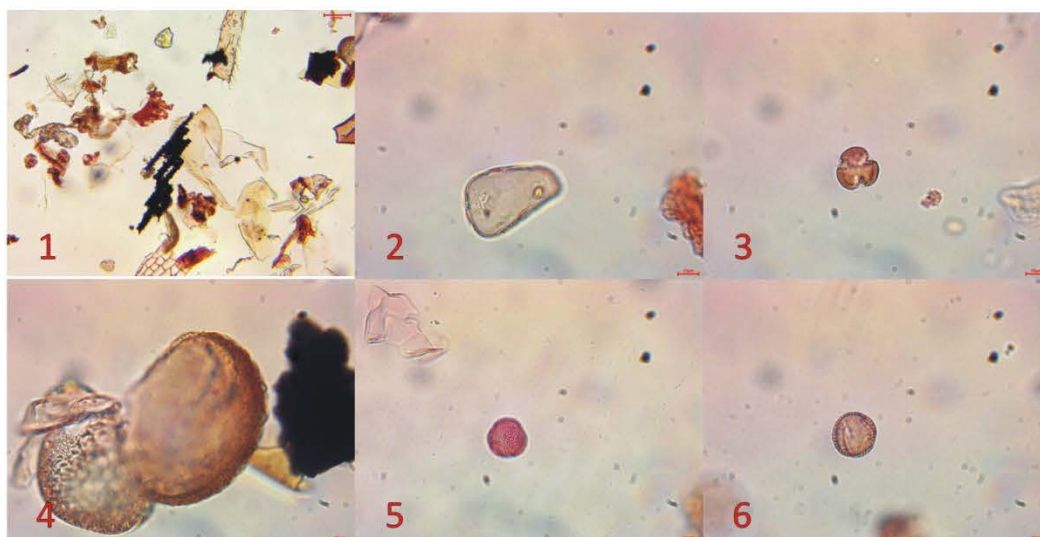
## Podzona PZBAJ VI e (175-145 cm; 3,1-2,7 ka BP)



## Podzona PZBAJ VI f (145-134 cm; 2,7-2,5 ka BP)



## Podzona PZBAJ VII a (134-110 cm; 2,5-2,0 ka BP)



**Podzona PZBAJ VII b (110-85cm; 2,0-1,7 ka BP)**

1. palinofacijes
2. *Juglans*
3. *Quercus robur*
4. *Myriophyllum*
5. *Poaceae*
6. *Pistacia*

**Podzona PZBAJ VII c (85-30cm; 1,7-0,5 ka BP tj. 300-1450 AD)**

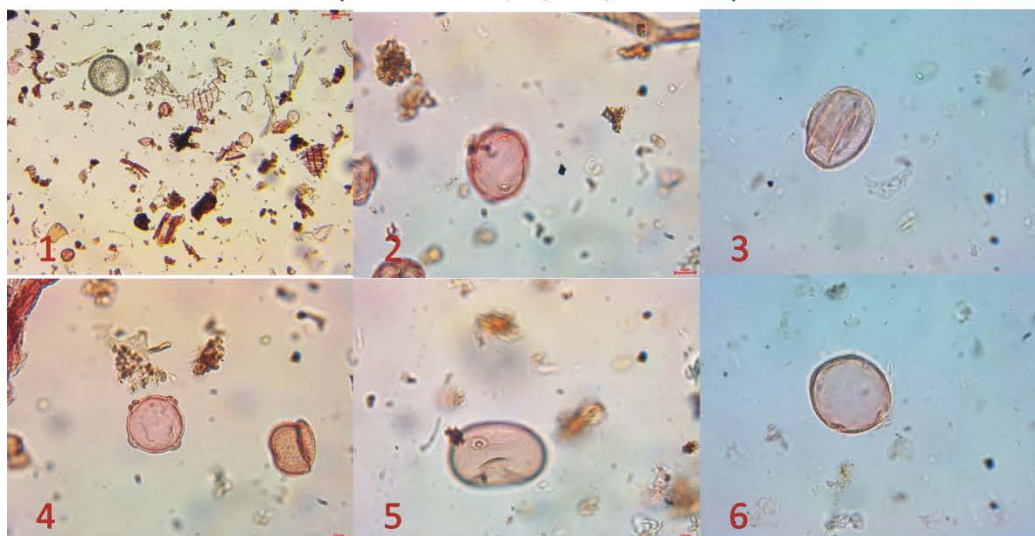
1. palinofacijes
2. *Juglans*
3. *Quercus robur* i *Juniperus*
4. *Fagus*
5. *Ephedra*
6. Cichoriaceae

**Zona PZBAJ VIII (30-8 cm; 0,5-0,08 ka BP tj. 1450-1870)**

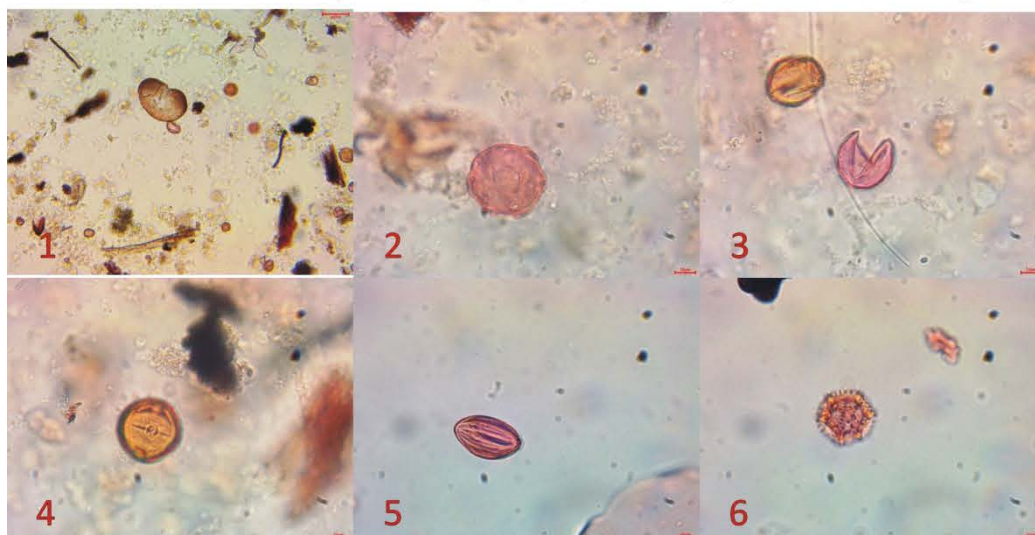
1. *Pediastrum boryanum*
2. *Coelastrum polychordum* i *Pistacia*
3. *Fagus*
4. *Quercus ilex*
5. *Olea*
6. *Poaceae*



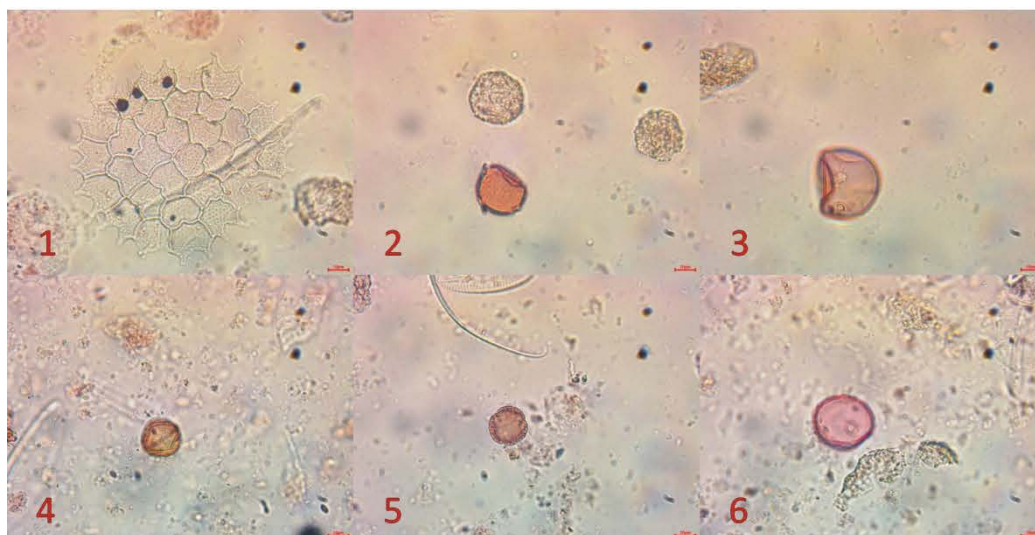
## Podzona PZBAJ VII b (110-85cm; 2,0-1,7 ka BP)



## Podzona PZBAJ VII c (85-30cm; 1,7-0,5 ka BP tj. 300-1450 AD)

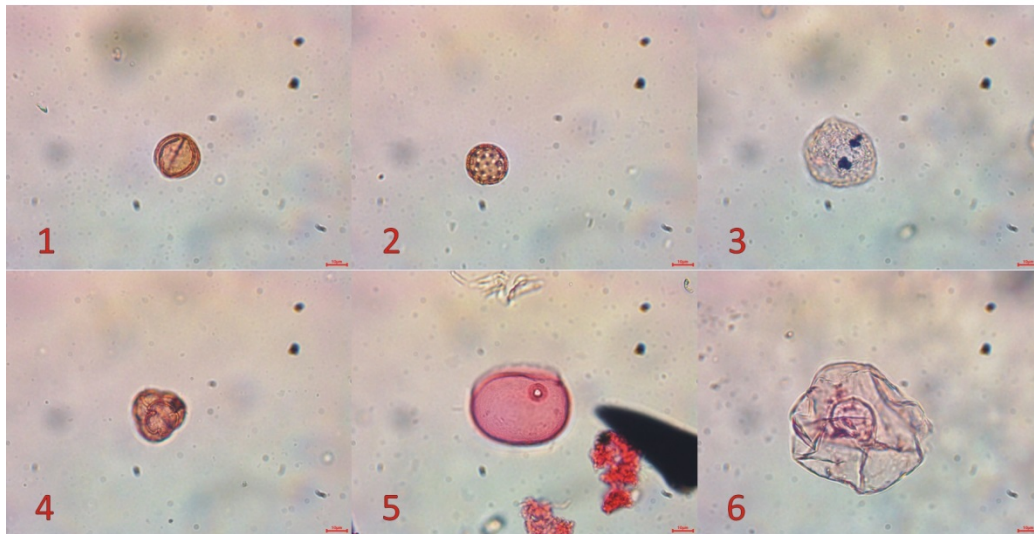


## Zona PZBAJ VIII (30-8 cm; 0,5-0,08 ka BP tj. 1450-1870)



**Zona PZBAJ IX (8-0 cm; 0,08-0 ka BP tj. 1870-danas)**

1. *Quercus ilex*
2. *Chenopodium*
3. *Coelastrum polychordum* (i pirit)
4. Ericaceae
5. Poaceae
6. *okućena ameba*

**Zona PZBAJ IX (8-0 cm; 0,08-0 ka BP tj. 1870-danas)**

#### 4.3.9. Rezultati analize ostrakodne faune

Prikazani rezultati mikropaleontoloških istraživanja uzoraka iz tri jezgre oznaka BAJ-1, BAJ-5 i BAJ-7 bušenih u Baćinskim jezerima: Podgora, Sladinac i Crniševo. Uzorci su uzeti na različitim dubinama i iz različitih tipova sedimenata. Oznake uzoraka definiraju dubinu uzimanja uzoraka. U svim uzorcima u mikrofosilnoj zajednici dominira bogata ostrakodna fauna. Kao popratna fauna nalaze se molusci, talusi i oogoniji *Chara*, biljno sjemenje, dijelovi bilja –biljno trunje, dijatomeje i fitoplankton.

Analizom ostrakodne fune popunit će se podatci o bioraznolikosti i promjenama paleookoliša u prostoru Baćinskih jezera za vrijeme holocena. Ostrakodi (Arthropoda) su „školjkasti“ račići malih dimenzija. Zbog veličine, brojnosti i osjetljivosti na okolišne promjene sve češće se primjenjuju kod interpretacije paleookoliša. Veličina adultnih jedinki varira u rasponu od 0,5 do maksimalno 3 mm, što znači da ih nalazimo u velikom broju u maloj količini uzorka. Žive u svim vodenim sredinama, a slatkovodnim sredinama ostrakodi su ponekad jedini očuvani fosili. U novijim radovima ističe se i njihova primjenjivost u ocijeni zdravlja ekosustava, a koriste se i kod ocijene kvalitete vode.

Ljušturice ostrakoda građene su uglavnom od Ca i Mg karbonata, ali i drugih kemijskih elemenata kao što su Sr, K, Na, Mn, Fe, i Ba. Nakon uginuća ostaju u sedimentu, otporne su na stresne promjene vezane za dijagenezu, odnosno dobro se fosiliziraju. Prilikom ontogenetskog rasta kroz nekoliko faza ostrakodi se „presvlače“ odnosno mijenjaju svoje ljušturice i svaki put kod stvaranja nove ljušturice u nju ugrađuju mikroelemente okoliša u kojem žive. Kemijskom analizom ljušturice morskog ili limničkog ostrakoda dobije se točan podatak o okolišu u kojem su jedinke boravile.

Genetski sustav dozvoljava ostrakodima da se za vrijeme života lako i relativno brzo adaptiraju na lokalne uvjete, ali ekofiziološke reakcije pojedinih ostrakodnih vrsta pokazuju da su one jako osjetljive na fizikalno - kemijske promjene okoliša (Carbonel & Tölderer-Farmer, 1987). Najvažniji preduvjet za analizu paleoekosustava koji predstavlja kompleksni odnos paleozajednica i abiotskih okolišnih parametara je rekonstrukcija paleozajednice. Rekonstrukcija holocenskih zajednica olakšana je činjenicom da većina holocenskih rodova s jednom ili više vrsta živi i danas tako da za većinu ostrakoda postoje poznati rezultati djelovanja abiotskih faktora odnosno reakcije pojedinih organizama na njihovo djelovanje.

Mnoge ostrakodne vrste pokazuju dobru toleranciju prilikom variranja okolišnih uvjeta i sposobne su opstati i preživjeti u ekstremnim okolišima, dok su druge ograničene na strogo prepoznatljive biotope i osjetljive su na neznatne promjene jednog ili više okolišnih čimbenika. Utjecaj okoliša na liniju evolucije ostrakoda je neosporan. Prve promjene očituju se kao intraspecijske varijacije, a ukoliko dolazi do stresnih situacija nastupa promjena cijelih zajednica.

Za ostrakodnu analizu uzorci su iz jezgri uzimani sukcesivno u intervalima od 2 cm. Ostrakodne ljušturice nađene su u svim uzorcima. Odlično očuvane i u velikom broju. Najčešće su bijele boje i prozirne. Izdvojene su juvenilne i adultne ljušturice (cijele i odvojene) zajedno s popratnim mikrofosilnim sadržajem. Ostrakodi su izdvajani kvantitativno kako bi se očuvao relativni sastav tanatocenoze. Većina ostrakodne faune determinirana je precizno ako su očuvanost ljušturice i stadij razvoja jedinki bili dovoljno dobri za specifičku odredbu, dok je ostala popratna mikrofauna samo navedena ili determinirana na razini roda. Identifikacija vrsta, nomenklatura i osnove ekološke interpretacije bazirane su na monografiji Meisch-a (2000) Fuhrmann (2012). Raspon i broj ostrakodnih vrsta u odnosu na dubinu jezgre te podjela ostrakodnih zajednica po zonama i podzonama prikazana je na dijagramima (slike 4-125, 4-126 i 4-127), te su na slici 4-128 prikazane SEM snimke najčešćih ostrakodnih vrsta u istraživanim uzorcima.

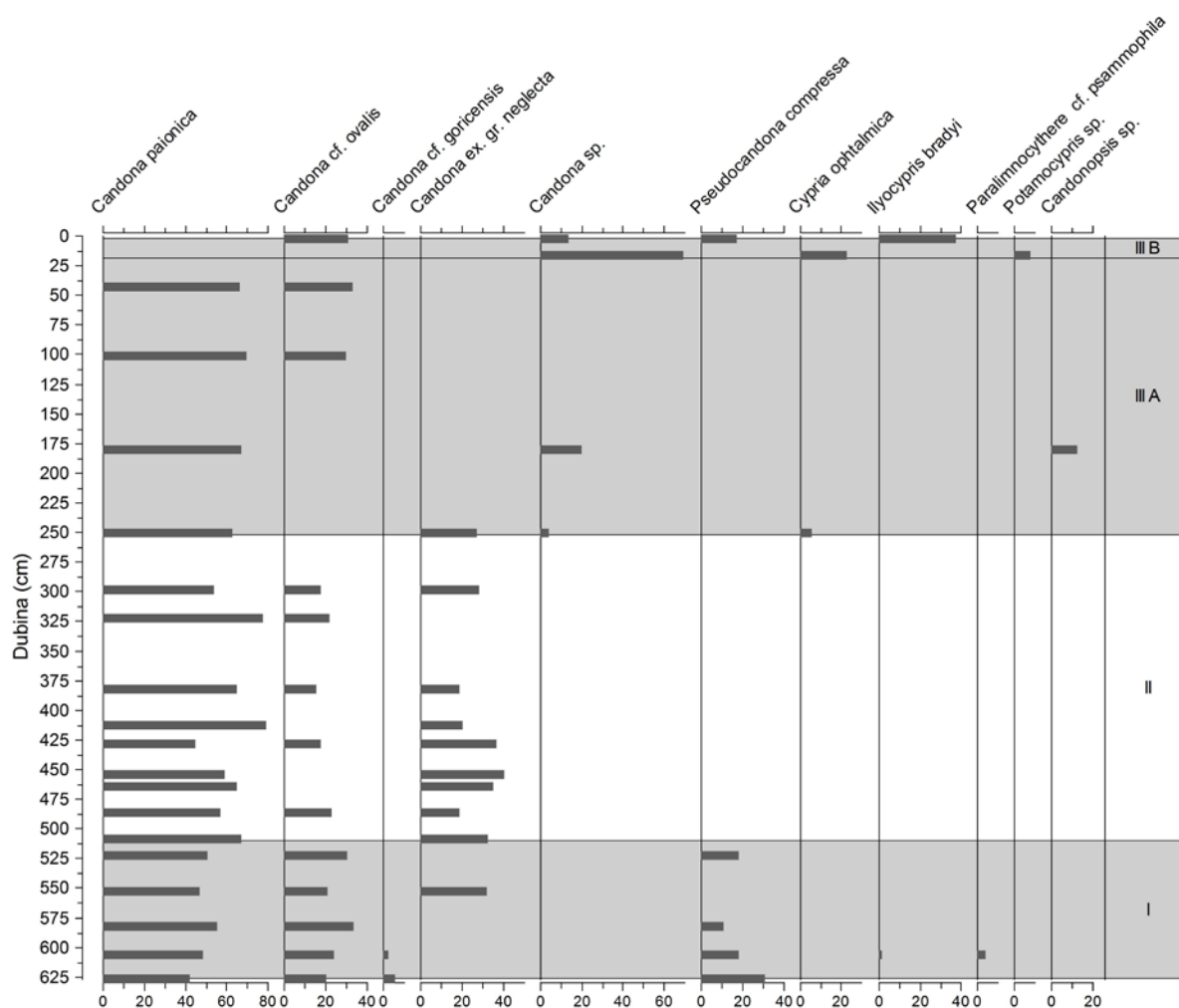
### Jezgra BAJ-1, jezero Podgora

Jezgra Baj- 1 locirana je u jezeru Podgora. Dubina jezgre je 630 cm. Iz ove jezgre za analizu mikrofaune odabrano je dvadeset uzoraka. Uzorci su uzimani u intervalima po dva cm. Najdublji i najstariji uzorak uzorkovan je na dubini od 626-628 cm. Ostali uzorci uzimani su na dubinama: 606-608 cm, 582-584 cm, 552-554 cm, 522-524 cm, 508-510 cm, 486-488 cm, 464-466 cm, 452-457 cm, 428-430 cm, 412-414 cm, 382-384 cm, 332-334 cm, 298-300 cm, 250-252 cm, 180-182 cm, 100-102 cm, 42-44 cm, 16-18 cm i 2-4 cm. U uzorcima je ukupno determinirano jedanaest vrsta: *Candona paionica* Petkovski, *Candona cf. ovalis* Mikulić, *Candona cf. goricensis* Mikulić, *Candona ex. gr. neglecta*, *Candona sp.*, *Pseudocandona compressa* (Koch), *Cypria ophtalmica* (Jurine), *Ilyocypris bradyi* Sars, *Paralimnocythere psammophila* Flössner, *Candonopsis sp.* i *Potamocypris sp.*

Najzastupljenije i najbrojnije vrste u analiziranim uzorcima pripadaju rodu *Candona*, a to su: *Candona paionica*, *Candona cf. ovalis* i *Candona ex. gr. neglecta*. Ljušturice vrste *Candona paionica* nisu nađene samo u dva najmlađa uzorka, a u ostalim uzorcima broj fosilnih ljušturica je donekle ujednačen osim u tri uzorka gdje se nalazi manje od trideset ljušturica (42-44 cm, 522-524 cm i 626-628 cm). Kod vrsta *Candona cf. ovalis* i *Candona ex. gr. neglecta* zabilježene su veće varijacije u nalazu i brojnosti ljušturica po uzorcima, dok je vrsta *Candona cf. goricensis* nađena samo u dva najdublja uzorka. Nekoliko teško odredivih ljušturica roda *Candona* u vršnim uzorcima ostalo je determinirano samo na razini roda.

U uzorcima jezgre od 252 cm dubine do 2 cm nalazi se i vrste *Pseudocandona compressa* *Cypria ophtalmica*, *Ilyocypris bradyi*, *Potamocypris sp.* i *Candonopsis sp.* Promjena u sastavu ostrakodne zajednice uočava se i u najstarijim uzorcima od 628 cm do 522 cm gdje se uz vrste roda *Candona* nalaze i vrste *Pseudocandona compressa* u većem broju te *Paralimnocythere psammophila* i *Ilyocypris bradyi* u manjem broju.





Slika 4-125 Dijagram rasprostranjenosti ostrakodnih vrsta po dubinama jezgre BAJ-1 i prikazom ostrakodnih zona (I,II,III) i podzona (IIIA, IIIB).

Prema sastavu ostrakodne zajednice u jezgri BAJ-1 mogu se postaviti tri glavne zone: prva ( I ) od 628 cm do 510 cm; druga zona ( II ) od 510 cm do 252 cm i treća ( III ) od 252 cm do 2 cm. Prva i treća zona izdvojene su zbog nalaza ljušturica koje karakteriziraju miješanu plitkovodnu i dubljevodnu ostrakodnu faunu, dok su u drugoj zoni dominira dubljevodna jezerska zajednica.

U prvoj zoni determinirano je sedam ostrakodnih vrsta. Uz najzastupljenije vrste roda *Candona*: *Candona paionica*, *Candona cf. ovalis*, *Candona cf. goricensis*, *Candona ex. gr. neglecta*, brojnija je i vrsta *Pseudocandona compressa* koja je stanovnik povremenih i stalih voda. U jezeru preferira plitka područja jezerskog litorala, ali se povremeno može naći i u dubljim dijelovima i ti maksimum do 8 m (Meisch, 2000). Osim navedenih vrsta u uzorku 606-608 cm nađena je samo jedna adulta ljušturica vrste *Ilyocypris bradyi* i tri slomljene ljušturice vrste *Paralimnocythere psammophila*.

Ovu zonu osim ostrakoda obilježava i veoma bogat nalaz gastropoda (tri različita roda). U manjem broju su očuvane cijele kućice, a u većem broju nalaze se zavojnica -krhotine, što upućuje na pretaložavanje faune gastropoda iz plićih dijelova u dublje jezero čije postojanje dokumentira *in situ* ostrakodna fauna. Uz pužice u uzorku 522-524 cm nađene su i ljuštore školjkica.

Druga zona je izdvojena zbog jednoličnog i kontinuiranog sastava ostrakodne zajednice. Zonom dominiraju tri vrste: *Candona paionica*, *Candona cf. ovalis* i *Candona ex. gr. neglecta*. Ljušturice su brojne i odlično očuvane (adultne i juvenilne), osim u uzorku 298-300 cm gdje se uočava dominacija juvenilnih jedinki u odnosu na adultne.

U ovoj zoni moguće je pratiti i promjene u sastavu popratne faune. U drugoj zoni u uzorku 508-510 cm na granici s prvom zonom nađeni su gastropodi i filamenti bilja u velikom broju. Prema sastavu popratne faune ovaj uzorak pripadao bi prvoj zoni. U uzorcima 452-457 cm, 428-430 cm i 332-334 cm nađeni su sitni gastropodi u manjem broju.

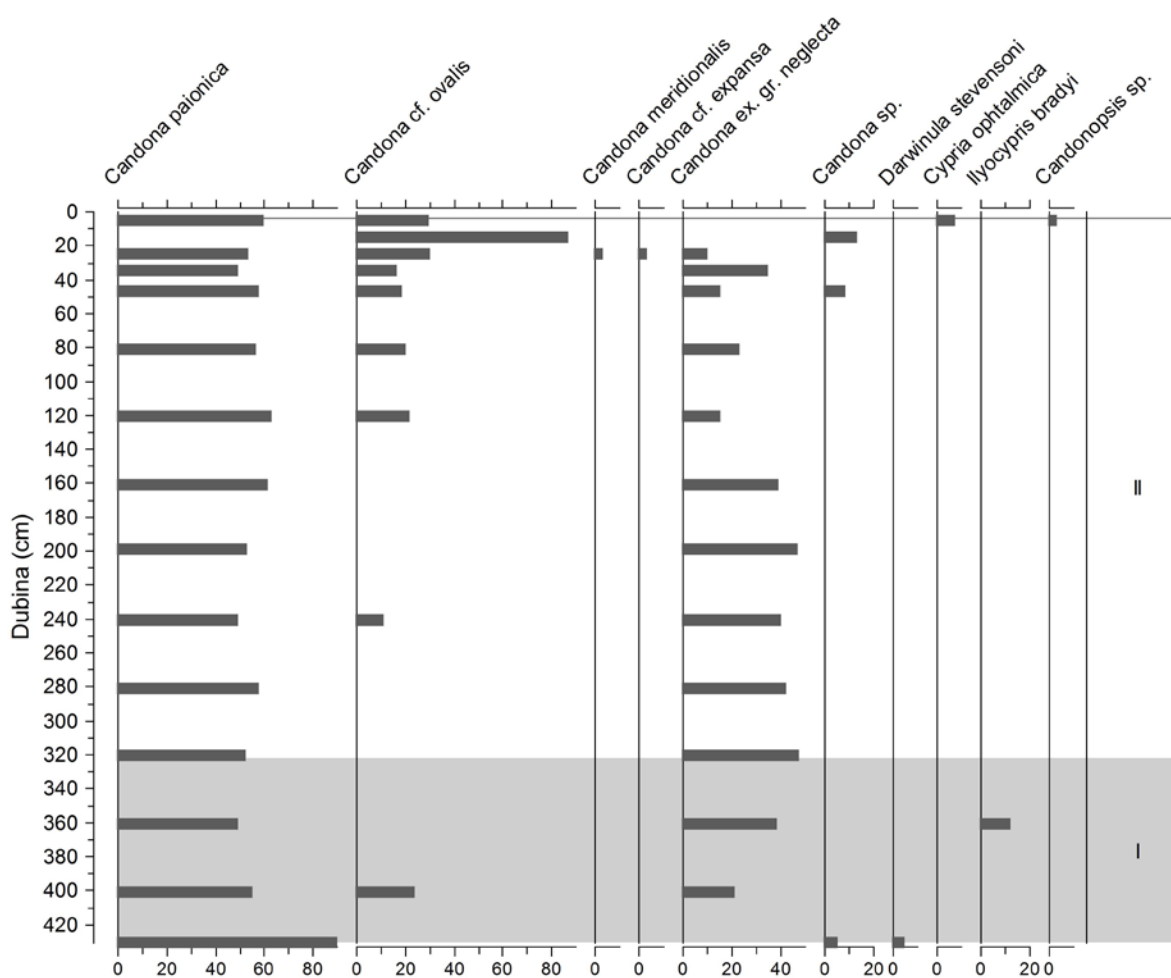
Treća i najmlađa zona izdvojena je zbog mješanja plitkovodne i dubljevodne ostrakodne faune. Određeno je devet ostrakodnih vrsta što je najviše u odnosu na prve dvije zone. U trećoj zoni nađeno je malo gastropoda i operkuluma u tri uzorka 180-182 cm, 16-18 cm i 2-4 cm. Treća zona podjeljena je u dvije podzone IIIA i IIIB. U podzoni IIIA od 252 cm do 18 cm dominiraju vrste *Candona paionica*, *Candona cf. ovalis*, *Candona ex. gr. neglecta* u zajednici s vrstama *Candona sp.*, *Cypria ophtalmica* i *Candonopsis sp.* Vrsta *Cypria ophtalmica* je kozmopolitska vrsta koja se u jezeru nalazi od litorala do velikih dubina profundalne zone jezera, dok se vrste roda *Candonopsis* u jezeru česte u litoralu, ali naseljavaju plitka vodena tijela poput močvara i ribnjaka. U podzoni IIIB od 18 do 2 cm u dva najmlađa uzorka uz vrste *Candona sp.* i *Candona cf. ovalis*, dominaciju preuzimaju plitkovodne vrste *Pseudocandona compressa*, *Cypria ophtalmica*, *Ilyocypris bradyi* i *Potamocypris sp.*

Kao popratna mikrofauna u svim uzorcima jezgre BAJ-1 nalaze se oogonije i talusi *Chara*, a zdrobljeni talusi algi čine većinu sedimenta u uzorcima 2-4 cm, 298 do 300 cm, 382 – 384 cm i 508-510 cm. Ovi uzorci izdvajaju se jednostavno od ostalih analiziranih uzoraka zbog bijele boje uzorka - sedimenta. Gotovo u svim uzorcima nađeni su i dijelovi višeg bilja-biljno trunje i biljni plodovi. U uzorku 332-334 cm ima krhotina pougljenjenog bilja, dok su u uzorku 582-584 cm nađene nakupine pirita.



### Jezgra BAJ-5, Jezero Sladinac

Jezgra Baj- 5 locirana je u jezeru Sladinac. Dubina jezgre je 440 cm. Iz jezgre BAJ-5 za mikropaleontološku analizu odabrao je petnaest uzoraka. Uzorci su uzimani u intervalma po dva cm. Najstariji uzorak uzet je na dubini od 430-432 cm, iza kojeg slijede uzorci na dubinama: 400-402 cm, 360-362 cm, 320-322 cm, 280-282 cm, 240-242 cm, 198-200 cm, 160-162 cm, 120-122 cm, 80-82 cm, 46-48 cm, 34-36 cm, 24-26 cm, 14-16 cm i zadnji na dubini od 4-6 cm. U svim uzorcima determinirano je deset ostrakodnih vrsta: *Candona paionica* Petkovski, *Candona cf. ovalis* Mikulić, *Candona meridionalis* Petkovski, *Candona cf. expansa* Mikulić, *Candona ex. gr. neglecta*, *Candona sp.*, *Darwinulla stevensoni* (Brady & Robertson), *Cypria ophthalmica* (Jurine), *Ilyocypris bradyi* Sars i *Candonopsis sp.*



Slika 4-126 Dijagram rasprostranjenosti ostrakodnih vrsta po dubinama jezgre BAJ-5 i prikazom ostrakodnih zona (I,II).

Najzastupljenija i najbrojnija vrsta u uzorcima ove jezgre je *Candona paionica*, koja nije nađena samo u jednom uzorku na dubini od 14-16 cm. Česte su i vrste *Candona cf. ovalis* i

*Candona ex. gr. neglecta*. Vrste *Candona meidionalis* i *Candona cf. expansa* nađene su samo u uzorku 24-26 cm i to s jednim adultnim primjerkom. Ostale vrste nađene su u različitim uzorcima. *Darwinulla stevensoni* u uzorku 400-402 cm, *Cypria ophthalmica* u uzorku 4-6 cm, *Ilyocypris bradyi* u uzorku 360-362 cm i *Candonopsis sp.* na dubini od 4-6 cm.

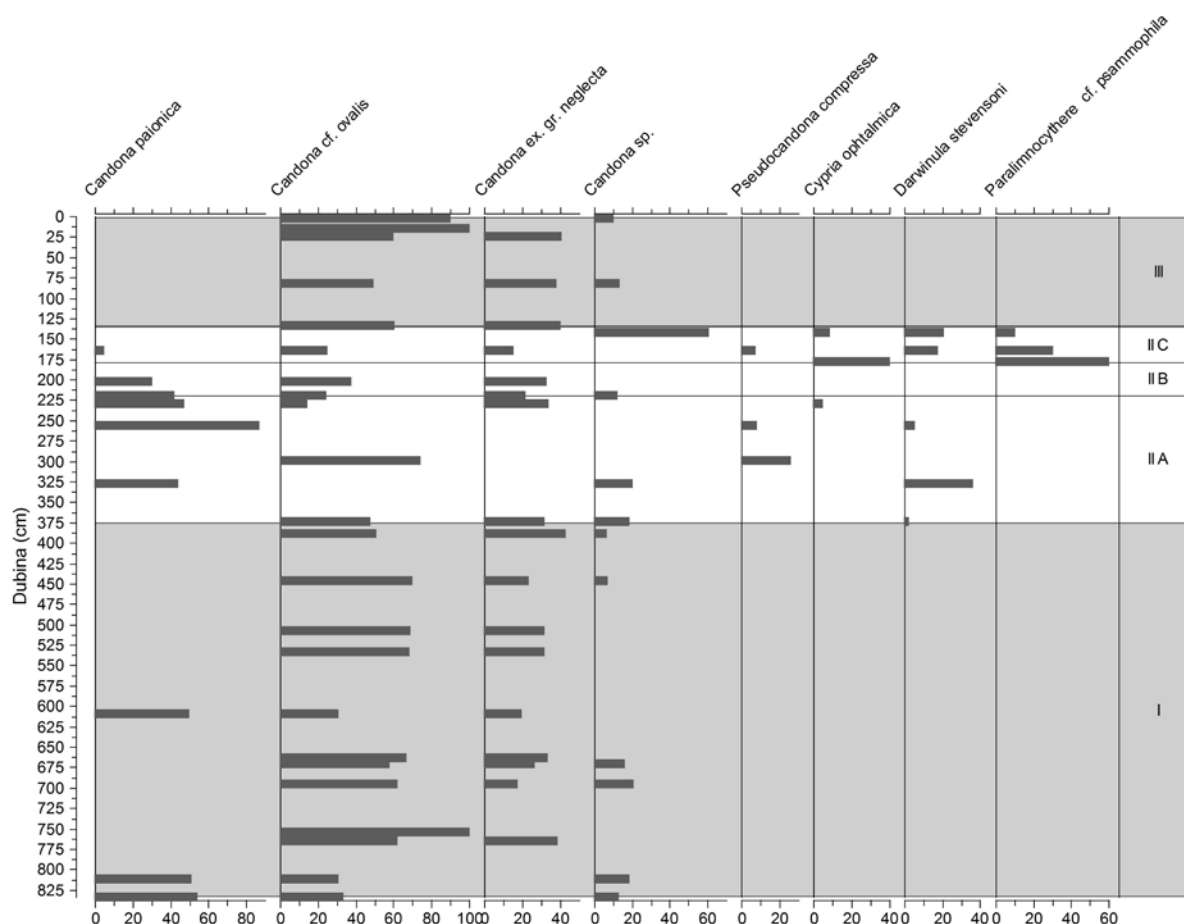
Prema sastavu ostrakodne zajednice u jezgri BAJ-5 mogu se postaviti dvije glavne zone. Prvu zonu (I), zonu miješanja plitkovodne i dubljevodne faune moguće je izdvojiti u najdubljem i najstarijem dijelu jezgre na dubini od 432 cm do 322 cm U zajednici s vrstama *Candona paionica*, *Candona cf. ovalis*, *Candona ex. gr. neglecta*, i *Candona sp.* dolaze i vrste *Darwinulla stevensoni* koja živi na dubini od 0-12 m, s maksimumom pojavljivanja na 6 m i *Ilyocypris bradyi* vrsta koja se veže za blizinu izvora i tekućica povezanih s plićim vodenim tijelima. U zadnja dva uzorka u krupnijim frakcijama ima puno cijelih i slomljenih zavojnica kućica pužića i ljušturica školjkica, koje su vjerovatno kao i u prethodnoj bušotini pretaložene iz plićih dijelova. U ovoj zoni nađene su i brojnije oogonije *Chara* i biljno trunje. Zdrobljeni talusi algi čine većinu uzorka-sedimenta u najstarijem uzorku. U uzorku 360-362 cm nalaze se nakupine pirita, a u uzorku 400-402 cm kristalići gipsa

Druga zona (II) izdvojena je na dubini od 322 cm do 4 cm a predstavlja zonu u kojoj dominiraju vrste roda *Candona* u svim uzorcima. U ovoj zoni u uzorku 24-26 cm nađene su i s dvije adultne vrste *Candona meidionalis*, *Candona cf. expansa* i to svaka samo s jedom adultnom ljušturicom. Ljušturica vrste *C. cf. expansa* je oštećena. Ova zona sadrži najbrojniju zajednicu ostrakodnih jedinki od svih analiziranih uzoraka sve tri jezgre. Odnos juvenilnih i adultnih jedinki ukazuje na tanatocenozu jedino u uzorku na dubini od 46-48 dominiraju juvenilne ljušturice. Gastropodi odnosno krhotine gastropoda nađene su u dva uzorka 34-36 cm i 160-162 cm. Oogonija *Chara* ima jedino u uzorku 80-82 cm dok ostataka biljnog trunja i sjemenja ima u većini uzoraka. Ova zona predstavlja zonu dubljeg i stabilnog razvoja jezera. Promjene se uočavaju u najmlađem uzorku u kojemu glavninu sedimenta čine talusi algi, a uz ljušturice *Candona* nađene su i *Cypria ophthalmica* i *Candonopsis sp.*

### **Jezgra BAJ-7, jezero Crniševo**

Jezgra Baj-7 locirana je u jezeru Crniševo. Dubina jezgre je 843 cm. Iz jezgre BAJ-7 analizirano je dvadesetisedam uzoraka. Uzorci su uzimani u intervalma po dva cm. Najstariji uzorak uzet je na dubini od 831-836 cm, iza kojeg slijede uzorci na dubinama: 811-813cm, 764-766cm, 753-755 cm, 694-696 cm, 670-672 cm, 663-665 cm, 608-610 cm, 533-535 cm, 507-509 cm, 446-448 cm, 388-390 cm, 373-375 cm, 326-328 cm, 299-300 cm, 255-257 cm, 228-230 cm, 218-220 cm, 201-203 cm, 177-179 cm, 163-165 cm, 141-143cm, 133-135 cm,

81-83 cm, 23-25 cm, 16-17 cm te zadnji na dubini od 1-3 cm. U uzorcima ove jezgre determinirano je osam ostrakodnih vrsta: *Candona paionica* Petkovski, *Candona cf. ovalis* Mikulić, *Candona ex. gr. neglecta*, *Candona sp.*, *Pseudocandona compressa* (Koch), *Cypria ophtalmica* (Jurine), *Darwinulla stevensoni* (Brady & Robertson) i *Paralimnocythere cf. psammophila* Flössner.



Slika 4-127 Dijagram rasprostranjenosti ostrakodnih vrsta po dubinama jezgre BAJ-7 i prikazom ostrakodnih zona (I,II, III) i podzona (IIA,IIB,IIC).

Prema sastavu ostrakodne zajednice u jezgri BAJ-7 mogu se postaviti tri glavne zone: prva zona(I) od 836 cm do 375 cm; druga zona (II) od 375 do 135 cm i treća zona(III) od 135 cm do 1 cm.

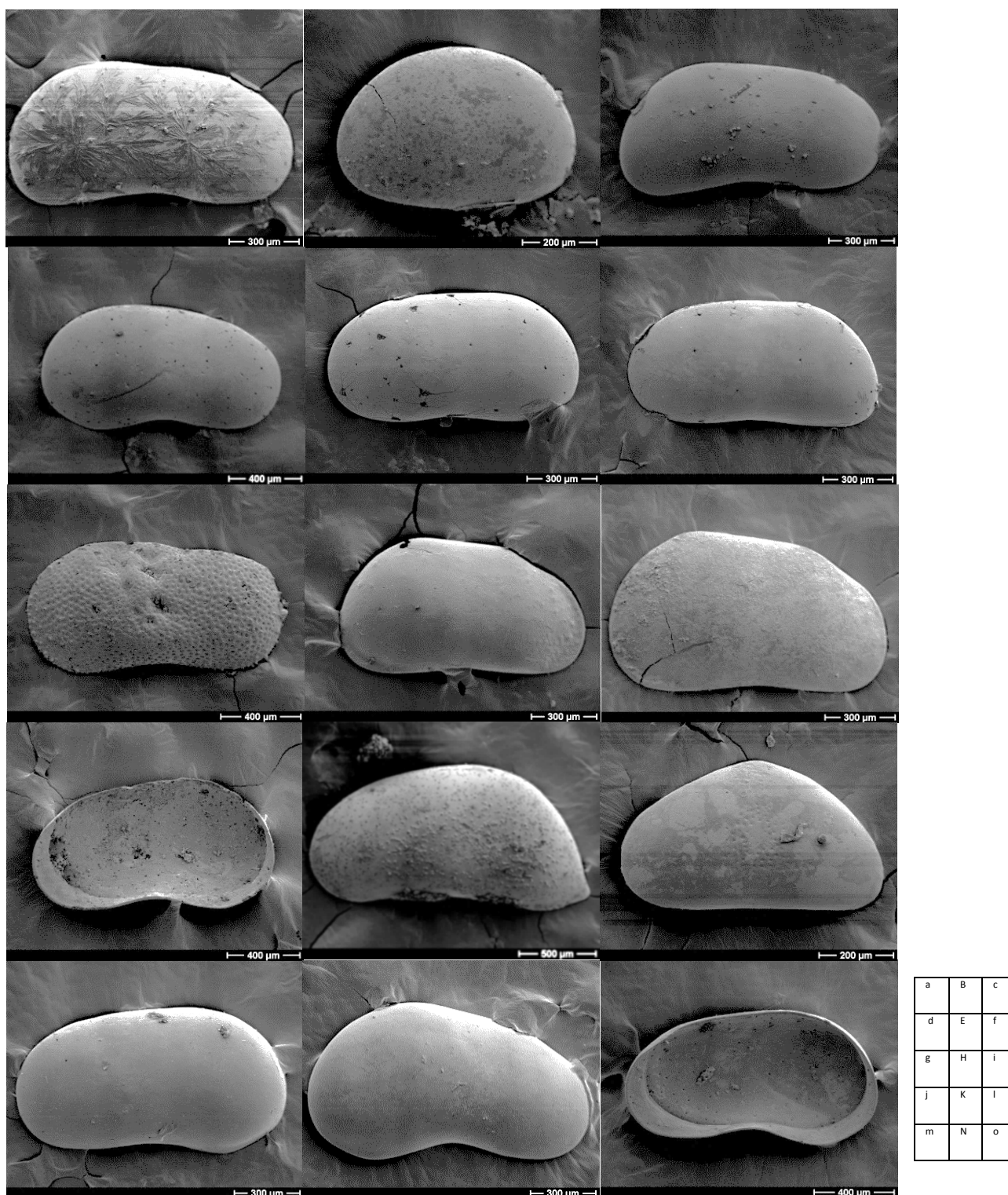
Prva zona (I) je zona jezera s mogućim variranjima dubine vode i nešto nepovoljnijim životnim uvjetima koje se odražavaju na sastav i brojnost faune. U uzorcima ove grupe uočava se povećanje broja juvenilnih jedinki u odnosu na adultne jedinke. Broj očuvanih ljušturica manji je u odnosu na mlađe naslage. U svim uzorcima ove zone nađena je vrsta *Candona cf. ovalis* koja je i najbrojnija. Nalaze se i vrste iz grupe neglecta. Vrsta *C. paionica* nalazi se u uzorcima 608-610 cm, 811-813 cm i 834-836 cm. Osim malog broja opni biljnih

plodova-sjemenki u uzorcima ove zone nema puno popratne faune. Jedino su u uzorku 388-390 cm nađene oogonije *Chara*, a u uzorku 694-696 cm nakupina pirita.

Druga zona II izdvojena je temeljem promjene sastava ostrakodne zajednice. Ova zona predstavlja zonu oplićavanja jezera, odnosno variranja nivoa jezerske vode. Zbog uočenih promjena sastava faune druga zona je podijeljena na tri podzone: IIA, IIB, IIC. U prvoj podzoni IIA (od dubine 375 cm do dubine 220 cm) prevladava miješana dubokovodno-plitkovodna fauna s vrstama *Candona paionica*, *Candona cf. ovalis*, *Candona ex. gr. neglecta*, *Candona sp.*, *Cypria ophtalmica* i *Pseudocandona compressa*. U drugoj podzoni IIB (od 220 do 179 cm) jezero se produbljava i nalaze se samo *Candone*, a u vrhu druge zone podzoni IIC (od 179 do 135 cm) jezero je bilo najpliće i najbogatije ostrakodnim vrstama: *Candona paionica*, *Candona cf. ovalis*, *Candona ex. gr. neglecta*, *Candona sp.*, *Pseudocandona compressa*, *Cypria ophtalmica*, *Darwinula stevensoni* i *Paralimnocythere cf. psammophila*. Popratna fauna prati oscilacije nivoa jezerske vode. U plićim fazama podzonama IIA i IIC ima puno dijelova algalnih filamenata, oogonija *Chara*, biljnog trunja i gastropoda. U uzorku 228-230 cm nalaze se i veliki kristali gipsa.

Treća zona (III) od dubine 135 cm do 1 cm predstavlja i najmlađu fazu razvoja jezera Crniševo. To je vrijeme ponovne uspostave dubljeg jezerskog okoliša s dominacijom vrsta *Candona cf. ovalis*, *Candona ex. gr. neglecta*, *Candona sp.* Kristali gipsa nađeni su u uzorcima 133-135 cm, 23-25 cm i u 1-3 cm. Kao popratna mikrofauna u većini uzoraka jezgre BAJ-7 nalaze se oogonije i talusi *Chara* koji su najbrojniji u drugoj i trećoj zoni, a u prvoj ih ima malo samo u uzorku 694-696 cm. U većini uzoraka nađeno je i biljno trunje i sjemenke, a fitoplankton i dijatomeje jedino u uzorku 23-25 cm.





Slika 4-128 Najčešće ostrakodne vrste u istraživanim uzorcima Baćinskih jezera. a) *Candona* ex gr. *neglecta* BAJ-7 20-25cm; b) *Cypria ophtalmica* BAJ-7 177-179 cm; c) *Candona* ex gr. *neglecta* BAJ-7 764-766 cm; d) *Candona* sp. BAJ-5 14-16 cm; e) *Candona* cf. *ovalis* BAJ-716-17 cm; f) *Candona* cf. *ovalis* BAJ 5 430-432cm; g) *Ilyocypris bradyi* BAJ-1 4-6 cm; h) *Pseudocandona compressa* BAJ-7 255-257cm; i) *Pseudocandona compressa* BAJ-1 606-608 cm; j) *Candona paionica* BAJ-5 430-432 cm; k) *Candona meridionalis* BAJ-5 24-26 cm; l) *Candona* cf. *goricensis* BAJ-1 626-628 cm; m) *Candona paionica* BAJ-5 160-162 cm; n) *Candona paionica* BAJ-1 522-524 cm; o) *Candona paionica* BAJ-1 508-510 cm.

#### 4.3.10. Rezultati analize dijatomeja

U 30 uzoraka jezera Crniševo (Baćinska jezera) određeno je sveukupno 158 dijatomejskih taksona sistematiziranih u 51 rod, s dominacijom rodova *Cymbella* i *Navicula* (10 vrsta), *Caloneis* (9 vrsta) te *Cyclotella* (8). Dijatomejsku zajednicu jezera Crniševo karakteriziraju slijedeće vrste: *Cyclotella ocellata* Pantocsek (učestalost do 53%), *Amphora pediculus* Kützing, (do 42 %), *Cavinula scutelloides* (W. Smith) Lange-Bertalot (do 34%), *Cymbellafalsa diluviana* (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin (do 30%), *Cymbella laevis* Nägeli (do 29%) *Achnantheidium subatomus* (Hustedt) Lange-Bertalot (do 27%), *Staurosira construens* Ehrenberg (do 20%), *Amphora inariensis* Krammeri i *Mastogloia lacustris* (Grunow) Grunow (do 19%), *Cyclotella distinguenda* Hustedt (do 18%) i *Amphora copulata* (Kützing) Schoeman & R.E.M.Archibald (do 16%). Visokom frekvencijom pojavljivanja (90-100 %) u uzorcima ističu se *Amphora copulata*, *Amphora inariensis*, *Amphora pediculus*, *Cavinula scutelloides*, *Mastogloia lacustris*, *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow) D.M.Williams & Round, *Staurosira construens* Ehrenberg i *Cyclotella distinguenda*. Dijatomejska zajednica jezera Crniševo sastavljena je uglavnom od bentoskih vrsta (110), dok je planktonskih vrsta 18, a fakultativno planktonskih vrsta je. Obzirom na zastupljenost dijatomeja utvrđeno je 13 zona (DZ 1 do DZ 13), slika 4-129. Dominantne dijatomske vrste u jezeru Crniševo prikazane su na slici 4-130 i 4-131.

##### DZ 1 (780-781 cm)

U dijatomejskoj zajednici je utvrđeno ukupno 28 taksona, od čega je 1 planktonska i 7 fakultativno planktonskih. Zajednicom dominira bentos (71%), pa fakultativni plankton (do 28%) dok je plankton slabo zastupljen. Zonu karakteriziraju vrste roda *Achnantheidium* (47%), a brojem se ističu vrste *Achnantheidium subatomus* (27%) i *Staurosira construens* (20%), uz rjeđu pojavu vrste *Amphora pediculus* (7%). Takav tip zajednice upućuje na oligotrofne riječne okoliše vrlo niskog alkaliniteta i minorne uloge makrofitne komponente. Izolirana pojava vrste *Staurosira oldenburgiana* (Hustedt) Lange-Bertalot, karakteristična je za okoliše s nižom koncentracijom Ca komponente, što je utvrđeno i u tom dijelu profila.

##### DZ 2 (570-691 cm)

U zajednici koju čini 84 taksona, bentos je zastupljen sa 66 vrsta i učestalosti do 89%, 8 je planktonskih s 19%, dok je 10 fakultativnih planktonskih s učestalosti do 15%. Dominiraju vrste *Cavinula scutelloides* (34%) u zajednici s *Cyclotella distinguenda* (18%), *Amphora pediculus* (17%), *Cymbellafalsa diluviana* (14%) i *Staurosira construens* (9%). Naglo povećanje udjela planktonskih vrsta uz prisutne marinske silikoflagelate uočene u uzorku 690-691 upućuje na moguće produbljavanje izložene površine i formiranje plitkog



(*Pseudostaurosira brevistriata*, *Encyonopsis*, *Eunotia*, *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Compère), alkalnog jezera koje je u pojedinim razdobljima bilo izrazito eutrofno i izloženo marinskim utjecajem, slika 4-129. Konstantan prinos slatke vode (*Amphora copulata*, *Gomphonema truncatum* Ehrenberg, *Cymbella laevis*, *Achnanthydium subatomus*) odgovara pluvijalnoj fazi humidne klime. Na temelju povećane učestalosti toplovodnih vrsta (38%) u uzorku 600-601, može se utvrditi zatopljenje i pojačana biološka produkcija.

### DZ 3 (550-551 cm)

Utvrđen je 41 takson, od čega je po šest planktonskih s učestalošću 18% i fakultativnog planktona s 15%, a ostatak pripada bentosu. U zajednici su učestale vrste roda *Amphora* 27% (*Amphora pediculus*, *Amphora inariensis* i *Amphora copulata*) i *Cyclotella distinguenda* 16%, dok su vrste *Cavinula scutelloides*, *Staurosira construens*, *Pseudostaurosira brevistriata* i *Mastogloia lacustris* rjeđe (do 8%). Iako je neznatno smanjen broj vrsta planktona i fakultativnog planktona, njihova učestalost je nepromijenjena. Analizirana zajednica rezultat je stabilnog oksičnog i alkalnog okoliša mezotrofnog karaktera.

### DZ 4 (530-531 cm)

Ukupno je utvrđeno 33 taksona dijatomeja. Dominira vrsta *Cavinula scutelloides* (24%), koja se javlja u zajednici s *Amphora pediculus* (13%) i *Cyclotella distinguenda* (10%). U nešto manjem broju (do 8%) prisutne su vrste *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst i *Amphora inariensis*. Za razliku od prethodne zone, smanjen je broj (3) i učestalost planktonskih vrsta (11%), u korist fakultativnog planktona (18%) prisutnog s oligohalob/indiferentne vrstama (*Martyana martyi* (Héribaud) Round, *Pseudostaurosira brevistriata*, *Staurosira construens*) što može sugerirati na neznatno povećanje saliniteta. Sastav zajednice upućuje na prinos nutrijenata i eutrofikaciju alkalnog okoliša, karakterističnog za nešto toplija razdoblja.

### DZ 5 (430-511 cm)

Utvrđena je vrlo velika bioraznolikost dijatomeja (101) s dominacijom bentoskih vrsta (78) dok je 13 planktonskih (s učestalošću do 8%) i 10 fakultativno planktonskih vrsta (do 20%). Uz dominaciju roda *Amphora*: *Amphora pediculus* (42%) i *Amphora inariensis* (19%) pojavljuju se i *Achnanthydium subatomus* (13%) i *Gyrosigma attenuatum* (Kützing) Rabenhorst (10%). U alkalnom jezeru bogatom kisikom, najveća učestalost vrste *Amphora pediculus* u donjem dijelu ove zone ukazuje na eutrofikaciju potaknutu marinskim utjecajem (*Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky i krhotine silikoflagelata), dok u gornjem dijelu zone vrste *Amphora inariensis* i *Achnanthydium subatomus* sugeriraju oligo-mezotrofne uvjete jezera sniženog alkaliniteta.

**DZ 6 (410-411 cm)**

Ukupno je utvrđen 51 takson. U zajednici prevladavaju 33 bentoske vrste (s učestalošću 70%) gdje se ističu *Cavinula scutelloides* (15 %), *Amphora pediculus* (12%) i *Mastogloia lacustris* (9%). U zajednici planktonskih vrsta (10), najzastupljenija je *Cyclotella distinguenda* (12%). Unutar osam vrsta fakultativnog planktona koji se pojavljuje s učestalošću 13 % izdvaja se *Staurosira construens* (4%). Pojava marinske vrste *Thalassionema nitzschioides* i silikoflagelata ukazuje na marinski utjecaj, a povećanje saliniteta potvrđuje i nalaz brakične vrste *Mastogloia lacustris*. Povećanje eutrofikacije alkalnog jezera uzrokuje nalaz vrsta *Cavinula scutelloides* i *Amphora pediculus*

**DZ 7 (330-471 cm)**

Od sveukupno 58 taksona, određena je 41 bentoska vrsta (maksimalna učestalost do 90%) s dominacijom *Cymbella falsa diluviana* (30%), *Cymbella laevis* (29%), *Amphora copulata* (15%), *Mastogloia lacustris* (13%) i *Amphora pediculus* (12%). Nešto slabije zastupljene su *Cavinula scutelloides* (9%) i *Nitzschia amphibioides* (9%). Smanjio se broj (9) i učestalost (9%) planktona, dok je fakultativni plankton nepromijenjen (13%). Na temelju nalaza marinskih taksona (*Thalassionema nitzschioides*, *Coscinodiscus oculus-iridis* (Ehrenberg) Ehrenberg) kao i silikoflagelata vidljiv je marinski utjecaj na početku zone, o čemu svjedoči i povećana koncentracija stroncija u uzorku. Ovaj nalaz je u skladu sa sastavom zajednice koja tolerira povišenje saliniteta u slatkovodnim okolišima (oligohalob/indiferentne). Idući prema kraju zone smanjuje se broj planktonskih vrsta, što ukazuje na oplićavanja. Istodobna dominacija hladnovodne vrste *Cymbella laevis* upućuje na zahlađenje. Eutrofnno alkalno jezero, koje je razvijeno početkom zone, poprima oligotrofni karakter pri kraju zone.

**DZ 8 (295-311 cm)**

Zonu karakterizira 55 taksona. Najzastupljenije su bentoske (40) s učestalošću do 75 % (*Amphora copulata* (16%), *Amphora inariensis* (13%), *Cymbella falsa diluviana* (12%)). Primjećeno je znatnije povećanje učestalosti planktona (20%) s prisutnim manjim brojem taksona (7) nego u zajednici prethodne zone. Dominiraju vrste *Cyclotella distinguenda* (18%) i *Cyclotella comensis* (13%). U zajednici fakultativnog planktona broj taksona je ostao nepromijenjen iako je došlo do neznatnog povećanja učestalosti (2%). Utvrđene vrste upućuju na zatopljenje i povećani dotok slatke vode u jezero, te moguće povećanje razine vode. Alkalno, mezotrofnno jezero, u gornjem dijelu zone poprima oligotrofni karakter, dok prisutnost *Coscinodiscus oculus-iridis* ipak ukazuje na manji marinski utjecaj u tom dijelu zone.

**DZ 9 (257-258 cm)**

U dijatomejskoj zajednici određeno je 65 taksona. Dominiraju bentoske vrste (49) s visokom učestalošću (76%), među kojima se ističe *Cavinula scuteloides* (20%), *Amphora pediculus* (11%) i *Gomphonema pumilum* (10%). Ove vrste indikativne su za povećanu koncentraciju nutrijenata, a *Cavinula scuteloides* i za toplija razdoblja. Primjećen je manji značaj i udio planktonskih vrsta (9 taksona, do 14%), gdje se ističe *Cyclotella distinguenda* (11%). Trend pada učestalosti zabilježen je i kod fakultativnog planktona (10%). sastav zajednice upućuje na povećanje nutrijenata u jezeru, što je najvjerojatnije posljedica morskog utjecaja (*Coscinodiscus radiatus* i silikoflagelate).

**DZ 10 (245-246 cm)**

Zonu karakterizira značajni pad bioraznolikosti dijatomejske zajednice (38). Premda učestalošću dominira bentos (58%) u zajednici ove zone ističe se planktonska vrsta *Cyclotella distinguenda* (18%). Podjednaka je učestalost (20-22%) i raznolikost planktona i fakultativnog planktona (6-7 vrsta). U usporedbi s prethodnom zonom, dolazi do rasta udjela fitoplanktona - nalaz vrste *Pseudostaurosira brevistriata* (10%). U bentosu dominiraju vrste *Cavinula scuteloides* (11%) i *Amphora inariensis* (10%). *Cyclotella distinguenda*, kao dominantna vrsta zone i kao i vrsta *Pseudostaurosira brevistriata* upućuju na oligo-mezotrofne uvjete alkalnog jezera. Značajniji porast planktona i fakultativnog planktona u zajednici, ukazuje na viši stupac vode jezera, što je vjerojatno posljedica povećanog prinosa slatke vode.

**DZ 11 (200-216 cm)**

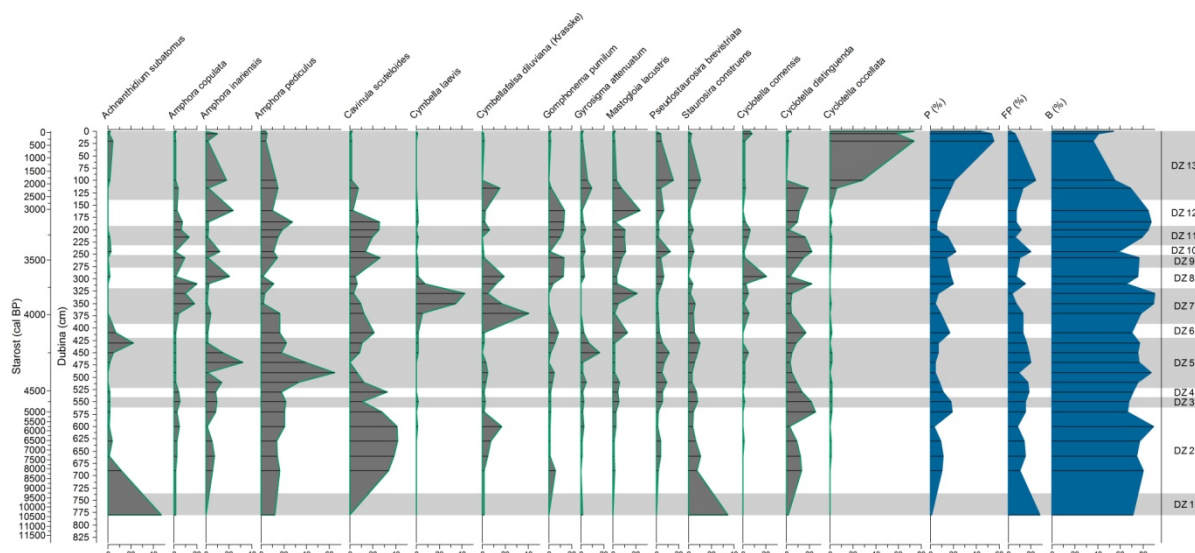
Sveukupno je utvrđeno 84 taksona pri čemu je uočeno drastično povećanje bentoskih vrsta (65) i njihove učestalosti (84%). U bentosu se ističu vrste *Cavinula scuteloides* (12%) i *Amphora pediculus* (9%). Iako raste bioraznolikost planktonskih (10) i fakultativno-planktonskih vrsta (9), njihova učestalost u zajednici se smanjuje (P -15%, FP-11%), pa tako i učestalost *Cyclotella distinguenda* (10%). Nalaz vrste *Coscinodiscus oculus-iridis*, kao i povećana koncentracija fosfata u jezeru ukazuje na mogući marinski utjecaj, dok smanjena koncentracija nitrata utječe na učestalost vrste *Cavinula scuteloides*, koja je indikator eutrofnih uvjeta.

### DZ 12 (161-186 cm)

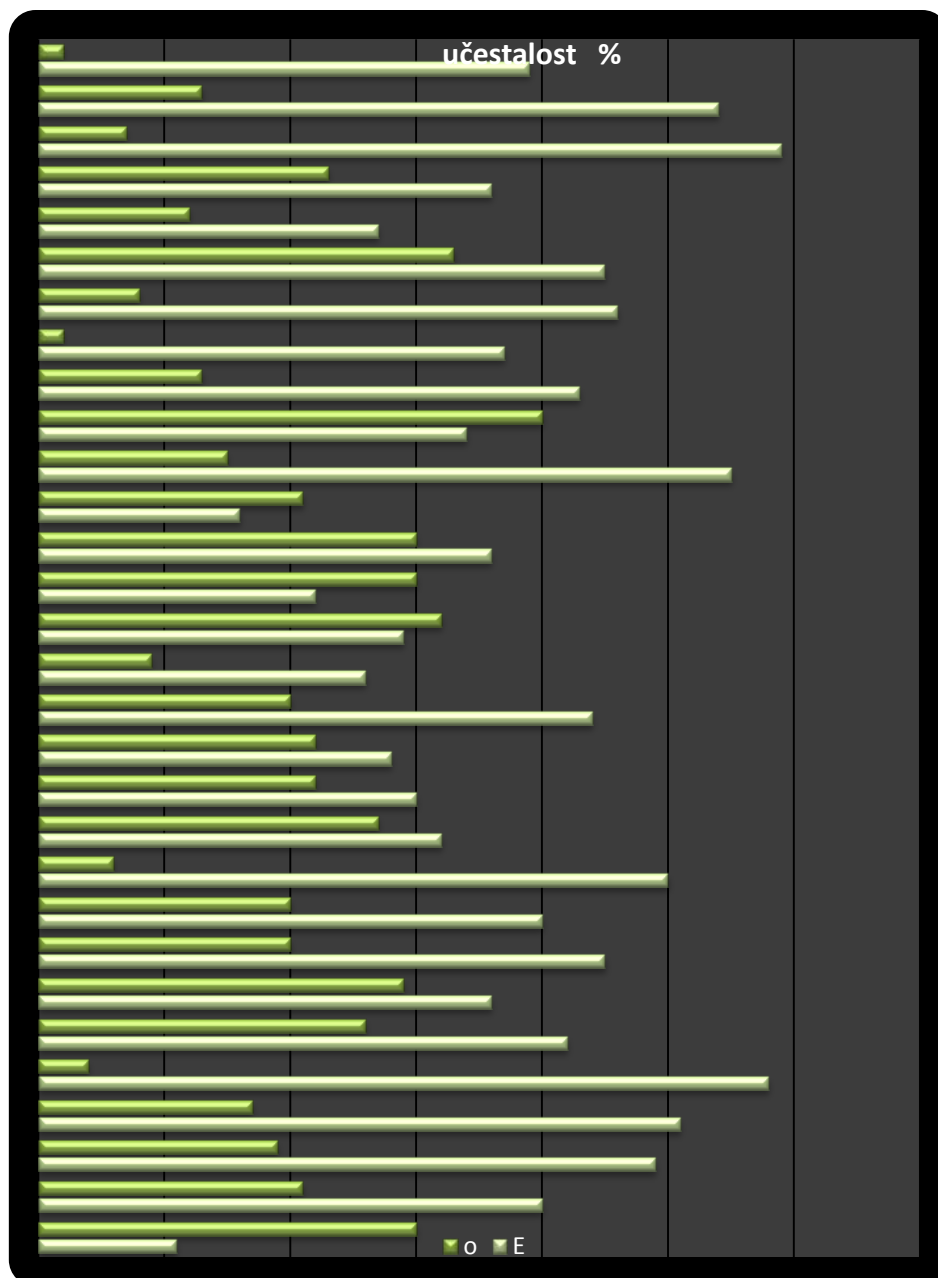
U zajednici je analizirano ukupno 76 taksona, s najvećim udjelom bentosa (87%). Od 65 vrsta bentosa najznačajnije su: *Amphora inariensis* (19%), *Mastogloia lacustris* (19%), *Amphora pediculus* (15%), *Cavinula scutelooides* (14%) i *Gomphonema pumilum* (11%). Uvjeti eutrofnog jezera zabilježeni u prethodnoj zoni, nastavljaju se i dalje (*Cavinula scutelooides*, *Amphora pediculus*, *Mastogloia lacustris*), iako dolazi i do razvoja zajednice vrsta oligotrofnih uvjeta (*Amphora inariensis*). Ovaj nalaz može biti posljedica varijacije uvjeta u jezeru ili posljedica pojave stratifikacije i stvaranja nutrikline u alkanom jezeru. Smanjena raznolikost planktonskih i fakultativno-planktonskih vrsta (6), ukazuju na moguće oplićavanje kisikom bogatog jezera, gdje *Cyclotella distinguenda* (9%) i *Pseudostaurosira brevistriata* (5%) upućuju na njegov oligo-mezotrofni karakter.

### DZ 13 (0-116 cm)

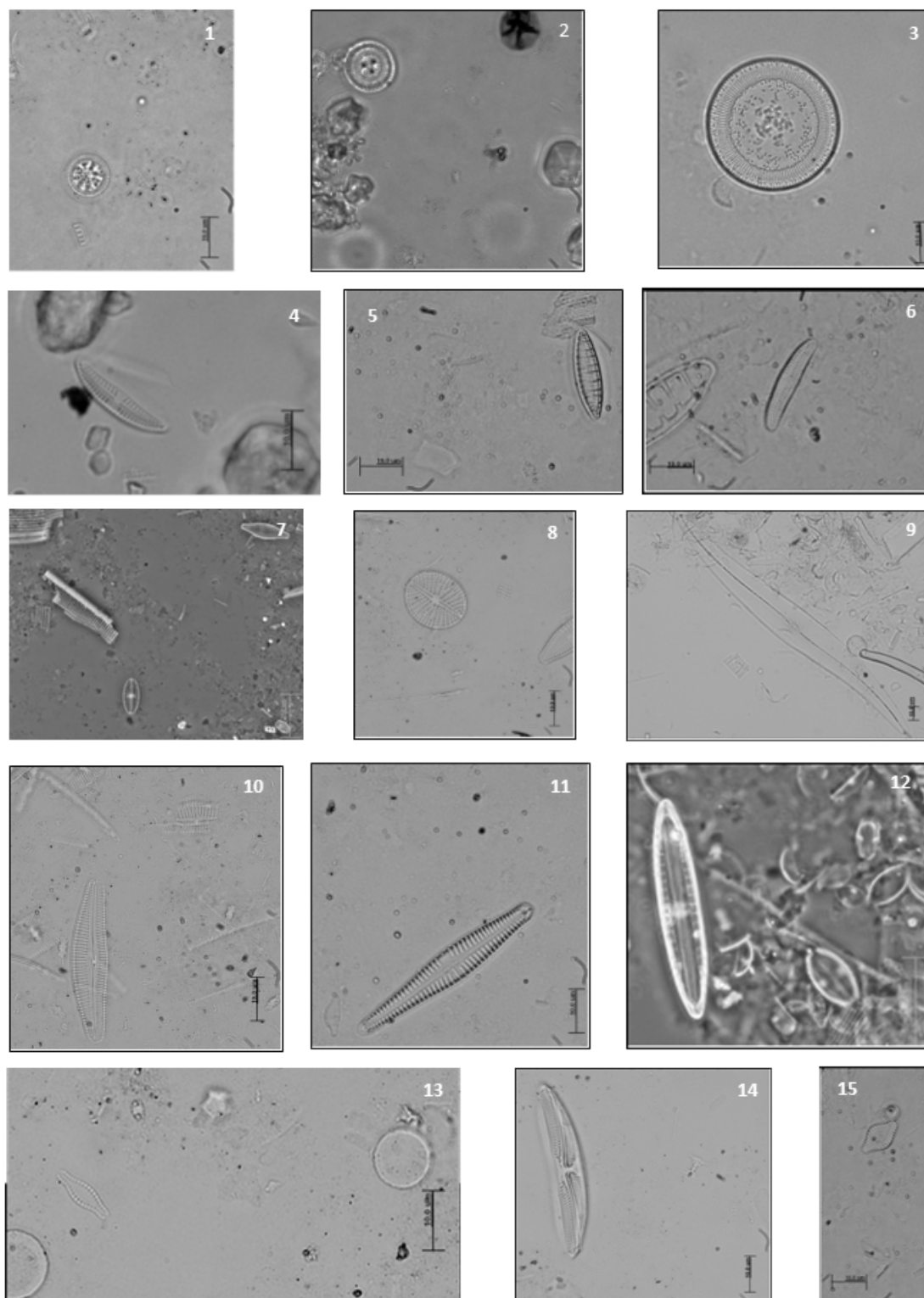
Zonu definira najveća bioraznolikost dijatomejske zajednice (102) s dominacijom bentosa (82 taksona; učestalost do 69%) i planktona (10 taksona; 55%), dok se fakultativni-plankton javlja nešto rjeđe (10 taksona; do 24%). Od vrsta dominiraju planktonske *Cyclotella ocellata* (53%) i *Cyclotella distinguenda* (10%), dok su bentoska *Amphora inariensis* (12%) i fakultativno-planktonska *Pseudostaurosira brevistriata* (10%) nešto rjeđe. Obzirom na dominaciju planktona moglo bi se zaključiti da je porastao stupac vode u jezeru, slika 4-104. Prisutstvo vrste *Cyclotella ocellata* ukazuje na toplije razdoblje, pa je vrsta i indikativna za povećani udio magnezija i nitrata u alkanom jezeru.



Slika 4-129 Prikaz učestalosti dominantnih, bentoskih, planktonskih i fakultativno planktonskih taksona sa danim zonama u bušotini BAJ-7 jezera Crniševo.



Slika 4-130 Učestalost dominantnih dijatomeja, obzirom na afinitet prema količini nutrienata u okolišu, po uzorcima u bušotini BAJ-7 jezera Crniševo (O-oligotrofne, E-eutrofne).



Slika 4-131 Dominantne dijatomeje u bušotini BAJ-7 jezera Crniševo: 1- *Cyclotella comensis* 2- *Cyclotella ocellata* 3- *Cyclotella distinguenda* 4- *Amphora inariensis* 5- *Nitzschia amphibioides* 6- *Amphora pediculus* 7- *Achnanthydium subatomus* 8- *Cavinula scutelooides* 9- *Gyrosigma attenuatum* 10- *Cymbella laevis* 11- *Gomphonema pumilum* 12- *Mastogloia lacustris* 13- *Pseudostaurosira brevistriata* 14- *Amphora copulata* 15- *Staurosira construens*.



## 5. Diskusija

Rekonstrukcije paleorazina jezera koriste metode istraživanja koje obuhvaća multidisciplinarne metode opisane kao paleolimnologija. U ovom radu prikazni su rezultati paleolimnoloških istraživanja Vranskog jezera na Cresu. Paleolimnologija je znanstvena disciplina koja proučava uvjete i procese koji su se dogodili u jezerskim bazenima u prošlosti i interpretira povijest tih sistema. Paleolimnologija koristi fizičke, kemijske i biološke parametre u jezerskim sedimentima, kako bi se utvrdile paleookolišne karakteristike. Takvo multidisciplinarno istraživanje jezera, može dati odgovore na mnoga pitanja, kao što su: da li je bilo i kakve su promjene u jezeru? U kojem obujmu su te promjene utjecale na jezero? Što je uzrokovalo promjene? Jezerski sedimenti sadrže zapis okolišnih uvjeta, uključujući mineraloške i geokemijske markere, paleontološke indikatore, kao što su pelud, ostrakodi i dijatomeje. Jezerski sedimenti su jedni od najboljih medija za arhiviranje paleookolišnih informacija.

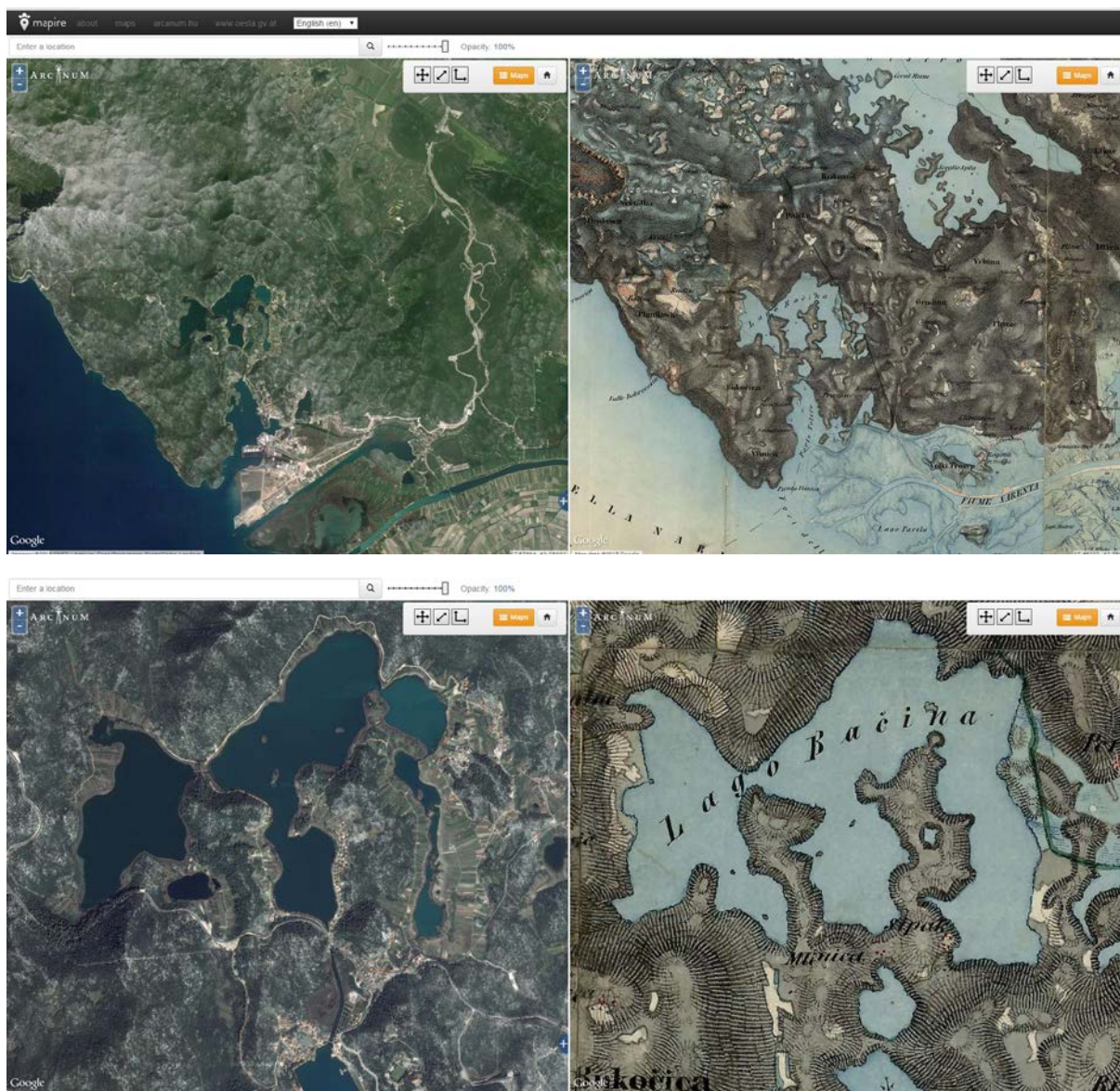
Osnovni principi paleolimnološkog pristupa koji je korišten u istraživanju Baćinskih jezera sastojao se od (tablica 5-1):

- A. **Uzimanja uzoraka**-udarnim bušenjem pomoću klipnog korera uzima se neporemećeni slijed sedimenata koji se kasnije segmentira u uzorke debljine od 0,25 do 1 cm, uzimanje neporemećenih jezgri pomoću gravitacijskog korera (kratke jezgre).
- B. **Datiranje sedimenata**-sedimenti se datiraju pomoću radiogenih izotopa ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{14}\text{C}$ ) ili drugim metodama datiranja (laminiranih sedimenata)
- C. **Analiza indikatora**-Obradom segmenata sedimenata izoliraju se indikatori koji nas zanimaju (razina jezera, eutrofikacija..). Indikatori ili okolišni „proksiji“ određuju se nizom analitičkih tehnika (mineraloških, kemijskih, paleontoloških..)
- D. **Interpretacija okolišnih uvjeta**-promjene u jezerskom okoliša interpretiraju se na temelju utvrđenih promjena indikatora. Često se koriste statističke metode kalibracije indikatora na temelju današnjih uvjeta u jezerima.
- E. **Ocjena stanja okoliša**-Podaci paleolimnoloških istraživanja omogućuju uvid u način na koji jezerski sustavi reagiraju na razne utjecaje te tako omogućuju predviđanje mogućih stanja u budućnosti.

U nedavnoj prošlosti dvije intervencije su bitno promijenile ekosutav Baćinskih jezera. Povezivanje Baćinska jezera sa morem preko tunela 1912. godine koji se nalazi u jezeru Sladinac (dug oko 120 m, ulazi u kanal koji je spojen s morem), ova intervencija snizila je razinu Baćinskih jezera za najviše 12 m. Drugi tunel koje spaja Baćinska jezera (Podgoru) s Vrgoračkim poljem dug oko 2 km i izgrađen je 1938. Taj sustav tunela napravljen je radi odvodnje viška vode iz Vrgoračkog polja (Jl dio) i kako bi se spriječile poplave i dreniralo Vrgoračko polje (jezero). Provedena istraživanja stoga imaju tri aspekta, paleolimnoolšku rekonstrukciju kojom se dobiva razvoj jezera u dužem vremenskom periodu na temelju analize dugačkih jezgara koje obuhvaćaju razdoblje od 11 000 godina unazad. Kratke jezgre koje su poslužile za analizu i utvrđivanje promjena koje su nastupile usljed djelovanja čovjeka, te analiza parametara koje nam ukazuju na stanje vode koje je u interakciji sa sedimentima danas. Pri istraživanju provedena su snimanja akustičnim dubinomjerom i panoramskim dubinomjerom kako bi se stekao uvid u morfologiju dna istraživanih jezera, prilikom čega je detaljno snimljen i prostor ponorne zone u jezeru Crniševo koja je precizno locirana (slike 5-1, 5-2 i 5-3).

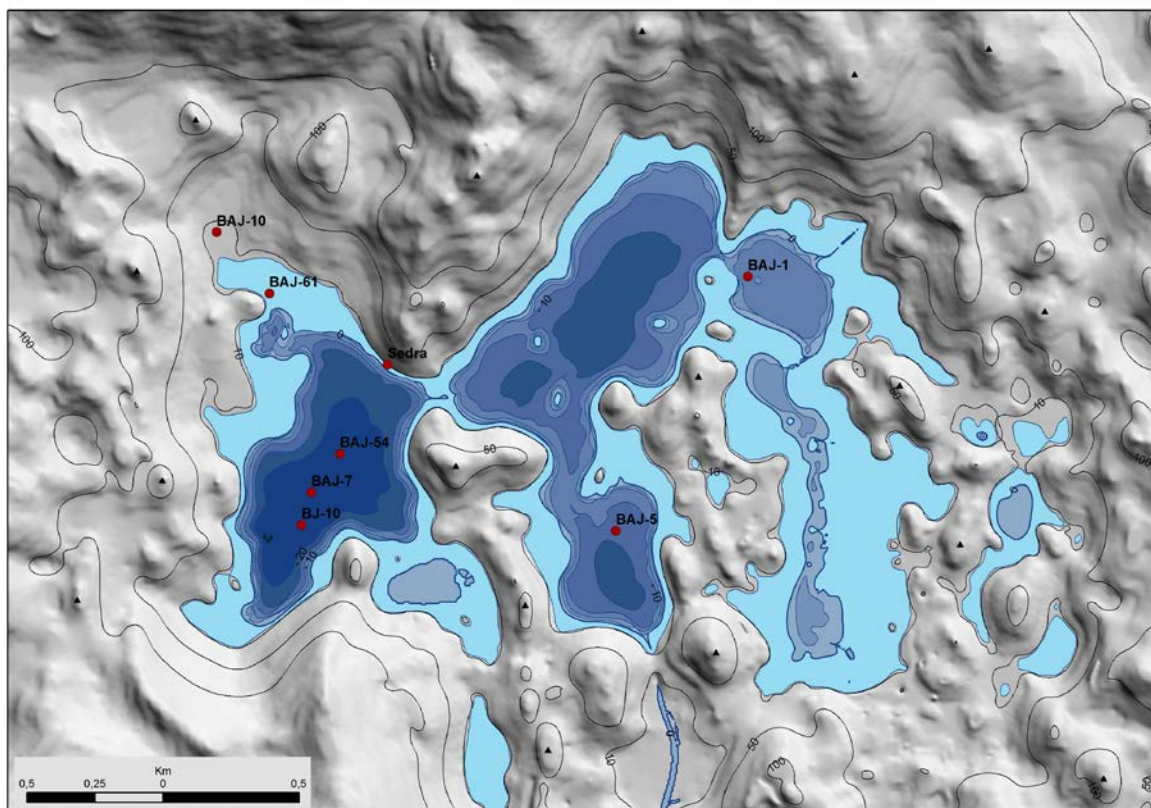
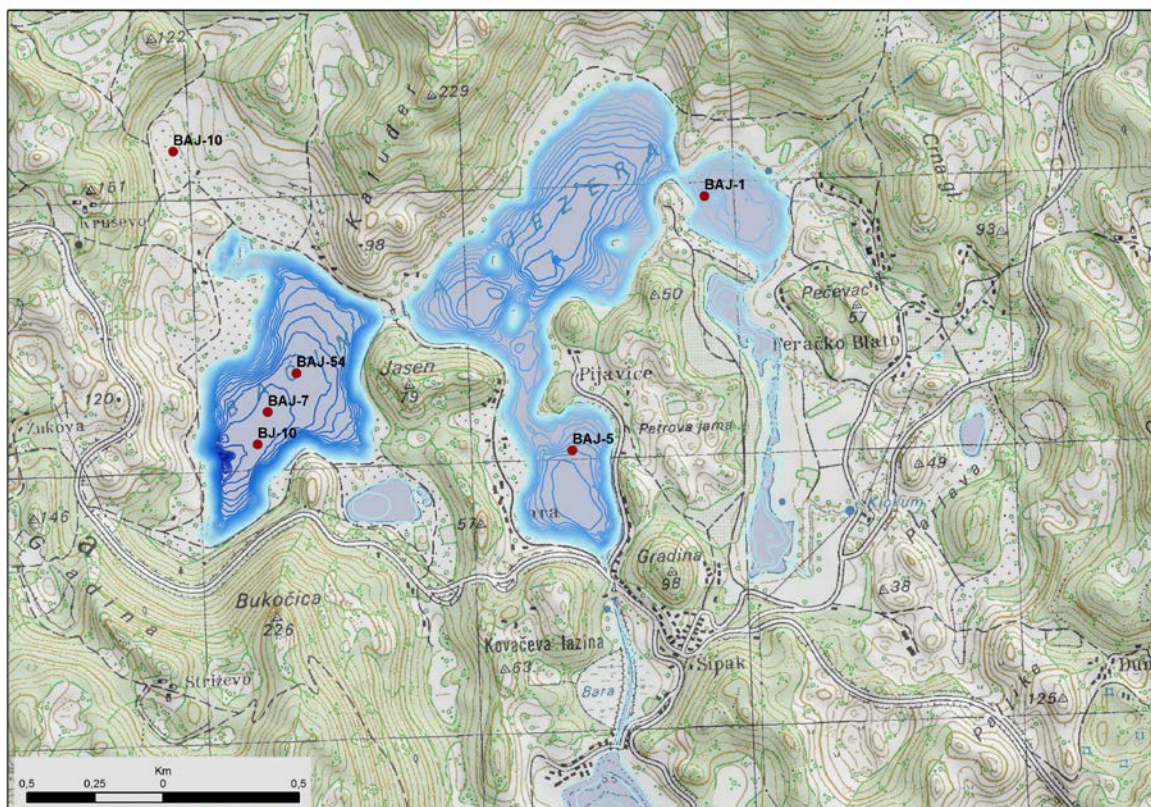
Tablica 5-1 Limnološki i paleolimnološki indikatori koji su korišteni u Baćinskih jezera.

<b>Povijesna kartografija</b>	<b>Rekonstrukcija razina jezera</b>
<b>Fizički indikatori</b>	<b>Svojstvo</b>
Brzina sedimentacije	Erozija u slijevu,
Granulometrijski sastav	Klimatske promjene, porijeklo sedimenata, procesi taloženja
Boja sedimenta	Relative količine organske tvari, karbonata , erozije
Magnetski susceptibilitet, litološki sastav, mineralogija	Klimatske promjene, porijeklo sedimenata, procesi taloženja, erozija
<b>Kemijski indikatori</b>	<b>Svojstvo</b>
Fosfor	eutrofikacija
Teški metali	Onečišćenje, erozija
Željezo i mangan	Redoks uvjeti
Odnos sumpora i ugljika	Redoks uvjeti, trofičnost
Organski ugljik i dušik i njihov odnos	Produktivnost, porijeklo sedimenata i organske tvari
Kalcijev karbonat (kalcit, aragonit)	Klimatski uvjeti
Radioaktivni izotopi	Određivanje starosti ( $^{14}\text{C}$ )
Izotopi olova	Antropogeni utjecaj (prometa i industrije)
<b>Biološki indikatori</b>	<b>Svojstvo</b>
Dijatomeje	Dubina vode, salinitet, bioraznolikost, pH, produktivnost
Ostrakodi	Salinitet, temperatura, dubina, ionski sastav vode
Polen i spore	Vegetacija, klima, kronološki markeri
Makrofosili biljaka	Lokalna vegetacija, odnos litoralne i pelagičke zone
<b>Batimetrija</b>	Morfologija dna jezera/promjene u zapremini vode



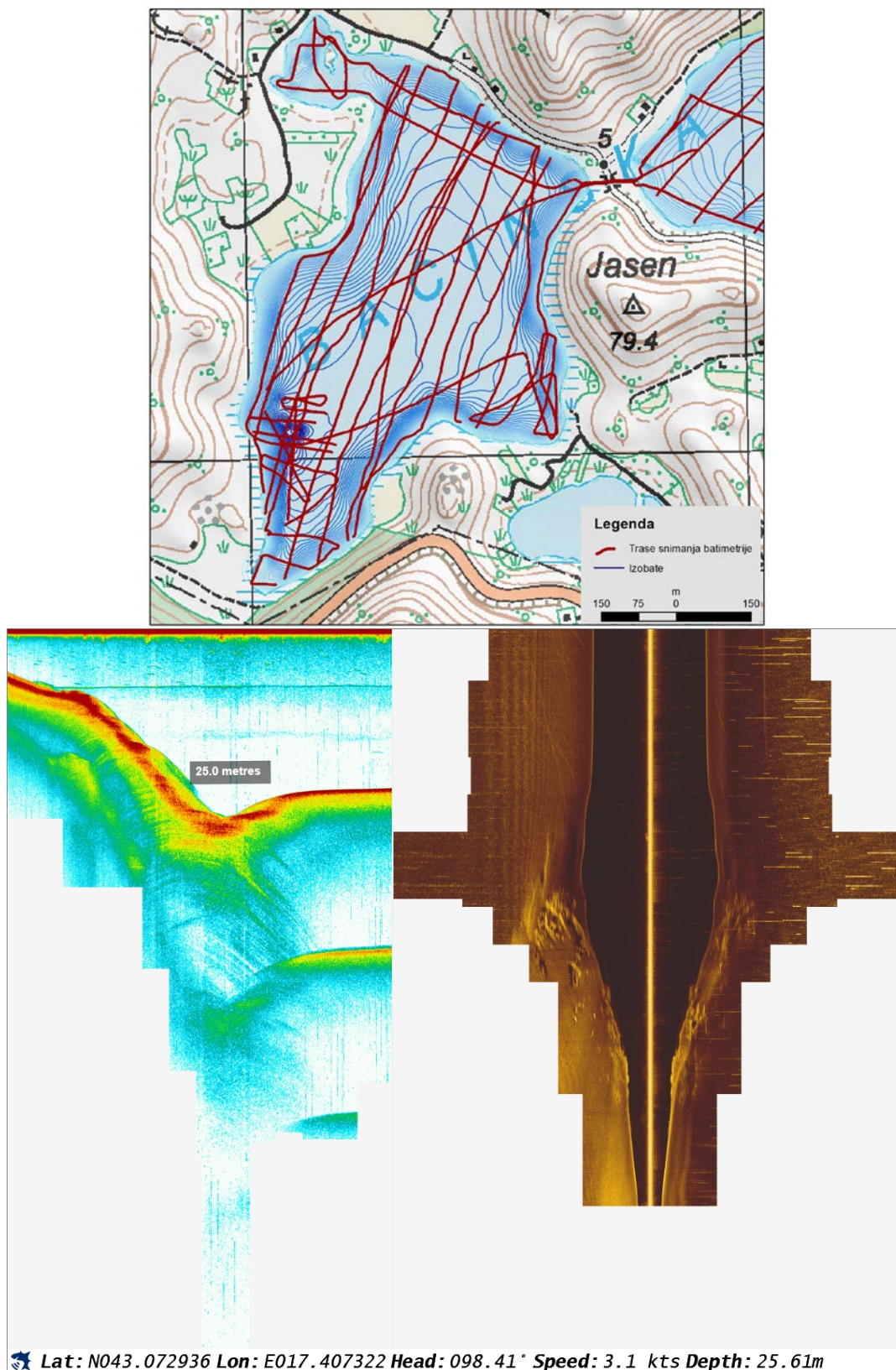
Slika 5-1 Povijesna kartografija druge i treće vojne izmjere austrougarske monarhije (<http://mapire.eu/en/map/collection/thirdsurvey/?zoom=15&lat=43.07288&lon=17.42407>). Dalmacija je kartirana u razdoblju od 1851. do 1854. G. što daje vrlo precizno razdoblje razine jezera na navedoj karti. Morfološkom analizom i usporedbom sa suvremenim kartama moguće je odrediti da je razina Bačinskih jezera bila između +8 i 8,5 m iznad razine mora.





Slika 5-2 Razine jezera danas i prostiranje Baćinskih jezera prije izgradnje tunela 1912. godine maksimalna razina jezera je na +13 m.



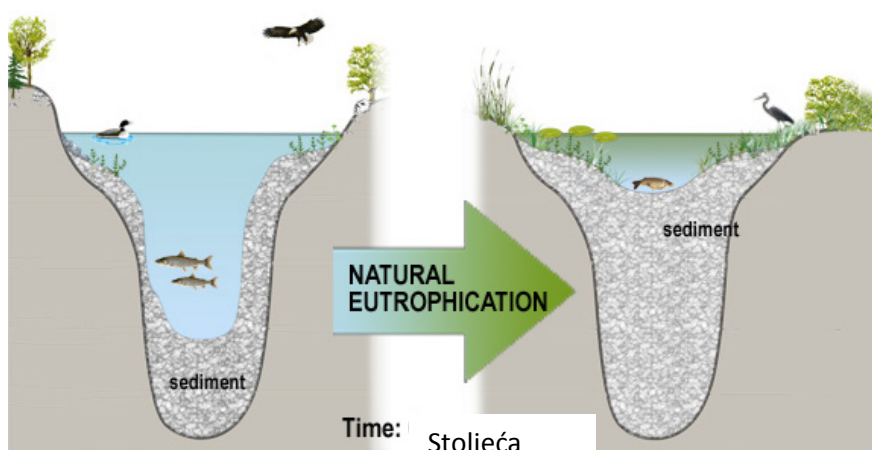


Slika 5-3 Položaj potopljene ponorne zone u jezeru Crniševo na dubini od -39 m, zaravnjeni dio jezerskog dna je na -25m. Promjer ponorne zone je 25 m privrhu. Snimak panoramskim dubinomjerom,

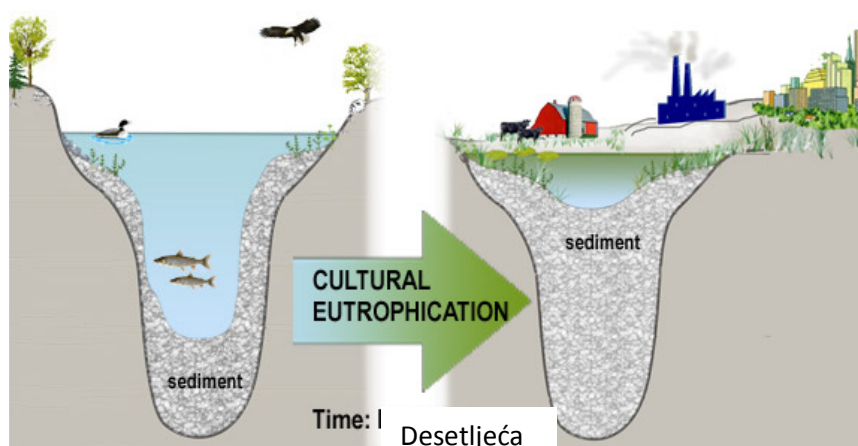
## 5.1. Antropogeni utjecaj na ekoliški status vode i sedimenta

### 5.1.1. Hranjive tvari u jezerskim vodama

Spojevi dušika i fosfora su vrlo važne hranjive tvari (nutrijenti) za životni ciklus, no njihov pretjerani unos u jezera mogu dovesti do "starenja" jezera tzv. eutrofikacija jezera. Eutrofikacija je prirodan proces, međutim čovjek svojim aktivnostima (poljoprivredna proizvodnja, ispuštanje otpadnih kanalizacijskih, industrijskih i kolničkih voda itd) ubrzava ovaj proces. Mnogi istraživači dijele eutrofikaciju na "prirodnu" (eng. Natural) koja traje stoljećima i "antropogenu" (eng. Cultural) koja traje desetljećima (slika 2). Zbog pretjeranog unosa hranjivih tvari dolazi do intenzivnog razvoja algi koje se nakon smrti razgrađuju u vodi i tijekom tog procesa smanjuju koncentraciju kisika u vodi koji je esencijalan za druge organizme u jezeru na primjer ribe. Uslijed nedostatka otopljenog kisika u vodi, ribe i svi organizmi koji trebaju kisik za održavanje života će izumrijeti. Nakupljanje organske tvari i sedimenta na dnu jezera dovodi do razvoja drugih biljnih vrsti koje svojom aktivnošću pospješuju punjenje jezera organskom tvari i sedimentom te pretvaraju jezero u močvaru, a na kraju u kopno (slika 5-4).



a)



b)

Slika 5-4 Eutrofikacija a) prirodna b) pod utjecajem ljudske aktivnosti (preuzeto s <http://imglop.com/eutrophication-definition.asp>)



Sadržaji hranjivih tvari odnosno koncentracije ortofosfata, nitrita, amonijaka i nitrata u vodama motrenih jezera variraju, ovisno o godišnjem dobu tj. o biološkim i hidrološkim uvjetima.

Motrena jezerska voda jezera Crniševa pripada od CaMg-HCO<sub>3</sub>Cl tipu u plićem dijelu jezera do NaCaMg-ClHCO<sub>3</sub> tipu u dubljim dijelovima jezera, a vode ostalih motrenih jezera Očuše, Podgore, Plitko i Sladinca pripadaju Ca-HCO<sub>3</sub> tipu voda.

Sadržaji hranjivih tvari odnosno koncentracije ortofosfata, nitrita, amonijaka i nitrata u vodama motrenih jezera variraju, ovisno o godišnjem dobu tj. o biološkim i hidrološkim uvjetima. U vodama jezera Crniševo koncentracije nitrata u motrenom periodu su vrlo niske te variraju od <0.1 do 3.6 mg/L; koncentracije nitrita variraju od <0.001 do 0.028 mg/L; koncentracije amonija variraju od <0.01 do 0.52 mg/L; koncentracije ortofosfata variraju do <0.01 do 0.47 mg/L. U vodama jezera Očuša koncentracije nitrata u motrenom periodu su vrlo niske te variraju od <0.1 do 3.1 mg/L, a i koncentracije amonija su vrlo niske i variraju od <0.01 do 0.06 mg/L. Koncentracije nitrita variraju od <0.001 do 0.037 mg/L, a koncentracije ortofosfata variraju do <0.01 do 0.38 mg/L. Koncentracije nitrata u vodi jezera Podgora variraju od 0.8 do 2.8 mg/L te su vrlo niske kao i u prethodno razmatranim jezerima. Koncentracije nitrita su isto vrlo niske te variraju od <0.001 do 0.01 mg/L. Koncentracije amonijaka su niske i variraju od <0.01 do 0.16 mg/L. Međutim, koncentracije ortofosfata u dosta visoke osobito u ljetnim mjesecima i variraju od <0.01 do 0.54 mg/L. Koncentracije nitrata u vodi jezera Plitko variraju od 1 do 3.2 mg/L, a koncentracije nitrita od <0.001 do 0.39 mg/L. Sadržaj amonija nalaze se u intervalu od <0.1 do 0.07 mg/L, dok sadržaj ortofosfata varira od <0.01 do 0.39 mg/L. Koncentracije nitrata u vodi jezera Sladinac variraju od <0.1 do 2.3 mg/L. Koncentracije nitrita su isto vrlo niske te variraju od <0.001 do 0.02 mg/L. Koncentracije amonijaka su niske i variraju od <0.01 do 0.07 mg/L, a koncentracije ortofosfata u variraju od <0.01 do 0.43 mg/L.

Anoksija je zapažena u jezeru Crniševu nakon 15m dubine po mjerenom profilu u hladnom periodu godine te je zabilježena i eutrofikacija. Oksidacijski uvjeti zabilježeni su tijekom cijelog motrenog perioda u vodama jezera Očuša, Podgora, Plitko i Sladinac.

Koncentracije arsena, bakra, cinka i kroma (koji su prema Uredbi u površinskim vodama su specifična onečišćujuća tvar) u motrenim jezerskim vodama su znatno ispod definiranih graničnih vrijednosti prema Uredbi.

Izraziti utjecaj mora je zabilježen na profilu u jezeru Crniševu te utjecaj mora ovisi o hidrološkim uvjetima, a najbolje se izražava u visokim koncentracijama klorida.

Zapaža se izrazita temperaturna stratifikacija u jezeru Crniševu tijekom hladnih i toplih mjeseci, te je stratifikacija blago izražena u vodama po profilima jezera Očuša, Sladinac i Podgora za vrijeme ljeta, a u zimi su temperature po profilima ujednačene. U jezeru Plitko zbog njegove dubine temperature su ujednačene i u ljeti i zimi.

U jezeru Crniševu je uspostavljen biološki monitoring koji se provodi prema Metodologiji određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata. S obzirom da je proces eutrofikacije utvrđen na jezeru Crniševo uz navedeni monitoring bilo bi dobro uspostaviti fizikalno-kemijski, kemijski i izotopni monitoring u metarskoj rezoluciji na mjesečnoj razini. Isto tako, postaviti kontinuirane mjerače temperature, električne vodljivosti, pH, klorida i hranjivih tvari. Osim na ovom jezeru treba uspostaviti mjesečni monitoring i na ostalim jezerima.

### 5.1.2. Hranjive i onečišćujuće tvari u površinskim jezerskim sedimentima

Ocjena stupnja onečišćenja područja temelji se primarno na utjecaju onečišćenja na ljudsko zdravlje ili okoliš, ali isto tako i na razlici u sadržaju onečišćivača u onečišćenom području u odnosu na pozadinske vrijednosti okolnog područja (background, baseline) ili definiranim graničnim vrijednostima. Kako bi se utvrdili antropogeni utjecaji na recentne jezerske sedimente analizirano je detaljno 20 kratkih jezgara koje su uzorkovane pomoću gravitacijskog korera. Kako je utvrđeno datiranjem dugačih jezgara i njihovom geokemijom prvih 25 cm predstavlja razdoblje od probijanja tunela iz Vrgoračkog polja (1938.).

Faktorska analiza vrlo često se koristi u geokemijskim istraživanjima vezanih za okoliš. Ona služi ne samo za smanjenje velikog broja varijabli koje su rezultat analitičkih postupaka u laboratoriju pri karakterizaciji uzoraka tala, već služe i za identifikaciju glavnih izvora varijacije u podacima i povezivanju ovih informacija u varijabilnosti sa geokemijskim procesima ili svojstvima (MATSCHULLAT et al., 2000, REIMANN et al., 2000, TEMPL, et al., 2006).

R-modalna faktorska analiza je upotrijebljena kako bi se utvrdili inter-elementarni odnosi, te se na osnovi tako dobivenih faktora mogu utvrditi skupine elemenata koje se geokemijski slično ponašaju. U geokemijskom smislu, ovi faktori predstavljaju kombinirane utjecaje geokemijskih faktora ili procesa, te faktorski bodovi služe za utvrđivanje geokemijskih anomalija (De VIVO et al., 1997, FILZMOSE, 1997, MIKO et al., 2001, HALAMIĆ et al., 2001, REIMANN et al., 2002, van HELVOORT et al., 2005). Korelacijske matrice elemenata ukazuju na sličnosti parova elemenata, ali ne i na grupe elemenata koje imaju slično ponašanje. Na osnovi ovako dobivenih faktora utvrdile bi se skupine elemenata koje eventualno mogu poslužiti za definiranje pozadinskih vrijednosti koncentracija (background) i skupine elemenata indikatora onečišćenja.

Druga metoda koja je upotrijebljena u identifikaciji asocijacija elemenata je klaster analiza čiji je osnovni cilj podjela varijabli iz određene grupe podataka u međusobno ovisne grupe varijabli (DAVIS, 1986, ROCK, 1988, TEMPL et al., 2006). Dobrim rezultatom klaster analize smatra se kada su varijable međusobno slične u grupi, a udaljenost između grupa je što veća (TEMPL et al., 2006). Osim utvrđivanja broja grupa klaster analiza daje i mjeru sličnosti među opažanjima. Ova veličina sličnosti predstavlja udaljenost između opažanja u p-dimenzionalnom prostoru varijabli (TEMP et al., 2006). TEMPL et al. (2006) upozoravaju da klaster analizu treba koristiti kao alat za istraživanje podataka u svrhu boljeg razumijevanja multivarijatnog ponašanja grupe podataka te da se ne smije koristiti kao «statistički dokaz» za postojanje određene veze između varijabli ili opažanja (uzoraka). Neki autori upotrebljavali su multivarijatne statističke analize, prvenstveno klaster analizu (KA) i

faktorsku analizu (FA) za utvrđivanje glavnih faktora koji utječu na distribuciju elemenata u tlima (npr. FACCHINELLI et al., 2001). Većina istraživanja rezultirala je izdvajanjem dva glavna faktora ili klastera; jedan koji predstavlja litogeni geokemijski zapis u tlima i drugi, koji predstavlja distribuciju elemenata čija se izvor pripisuje antropogenoj aktivnosti.

Ovako pojednostavljen pristup, međutim, ne mora biti točan kao što su pokazali REIMANN & DE CARITAT (2005). Određene asocijacije PTE nisu nužno posljedica antropogenog utjecaja. Onečišćenje je jedan od mogućih izvora povišenih koncentracija elemenata u tlima. Postoje različiti prirodni procesi koji dovode do povećanja koncentracija u površinskim uzorcima (bioakumulacija i sl.), a PTE mogu biti vezani za različite minerale i organsku tvar u tlima na različite načine. Pri razmatranju antropogenog podrijetla PTE u tlima nužno je poštivati tri kriterija: (1) relativno povišene koncentracije elemenata u tlima, (2) različite multivarijantne odnose elemenata litogenog porijekla i (3) prostorne odnose elemenata u odnosu na potencijalne izvore onečišćenja (ZHANG, 2006).

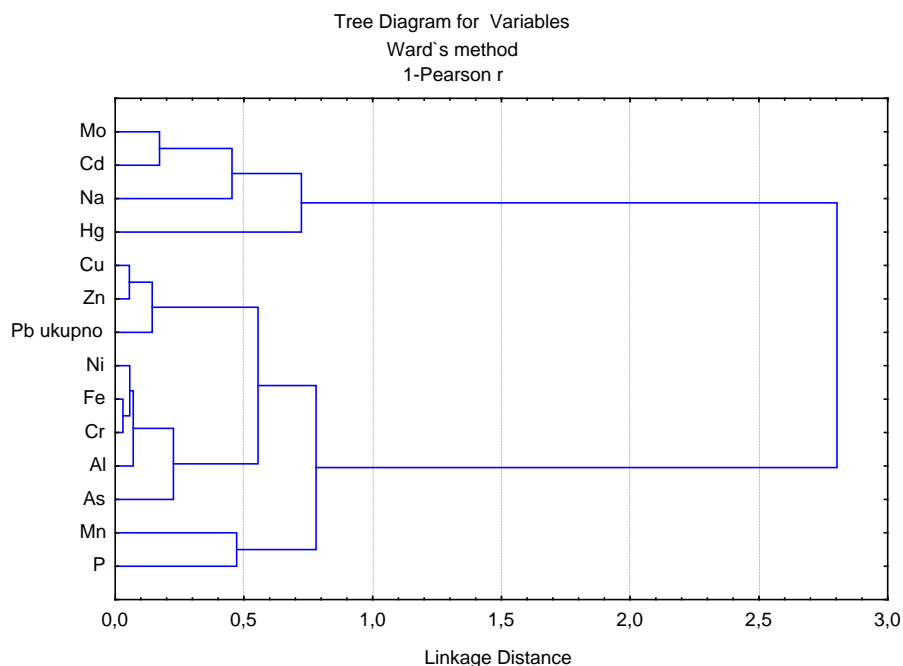
Dendrogrami dobiveni analizom (slika 5-5) upotrebljeni su za definiranje dvije geokemijske grupe elemenata za površinskim uzorcima sedimenata. Elementi su grupirani u dvije grupe od kojih drugu grupu koju čine elementi Al i Fe (terigeni unos) grupe čine 3 podgrupe.

**Grupa 1:** Na, Mo, Cd i Hg. Ovi elementi čine komponentu sedimenata kupina elemenata se smatra indikatorom antropogenog utjecaja u površinskim uzorcima te intruzije mora u sedimente (Na-Mo) vezano za sedimente Crniševa i Sladinaca.

**Grupa 2 podgrupa 1:** Pb, Zn, Cu. Ova skupina elemenata se smatra indikatorom antropogenog utjecaja vezanog na terigeni siliciklastični unos prvenstveno kao posljedica unosa iz Vrgoračkog polja kroz tunel.

**Grupa 2 podgrupa 2 i 3:** Fe, Al, i As, Cr, Ni, Mn i P. Ovi elementi predstavljaju litogenu skupinu elemenata prvenstveno povezanu sa udjelom glinovite frakcije u tlima (DURN, 1996) i grupa elemenata vezana je za Mn hidrokside koji su poznati po jakoj apsorpciji hidroliziranih kationa (npr.  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) i oksianiona (fosfata, selenita, arsenata). Mn hidroksidi igraju vrlo važnu ulogu u kontroli mobilnosti elementa u okolišu općenito i biodostupnosti elemenata u tragovima (McKENZIE, 1989). Ova podgrupa važna je s aspekta antropogenih opterećenja jer se Cr, a djelomično i Cu smatraju potencijalno toksičnim elementima. Kao što je već naglašeno, postoji nekoliko mehanizama kojima su povezani elementi u tragovima povezani sa Mn i Fe oksihidroksidima. Povezanost Ni i V sa Fe i Mn oksihidroksidima uvjetovana je izomornim zamjenama u slučaju Fe oksihidroksida

(CORNELL & SCHWERTMANN, 1996) i apsorpcijom (ionskom izmjenom sa oslobađanjem protona) u slučaju Mn oksida. Dio Cr, i Ni vezan za glinovitu frakciju gdje uslijed procesa taloženja koloida na površinama filosilikata dolazi do stvaranja metal-Al hidroksidnih slojeva koji starenjem postupno prelaze u stabilnije mineralne faze uslijed izmjene sa silicijem te stvaranjem metal-aluminijskih filosilikata .



Slika 5-5 Povezanost elemenata (R-klasterna analiza) u površinskim uzorcima sedimenata

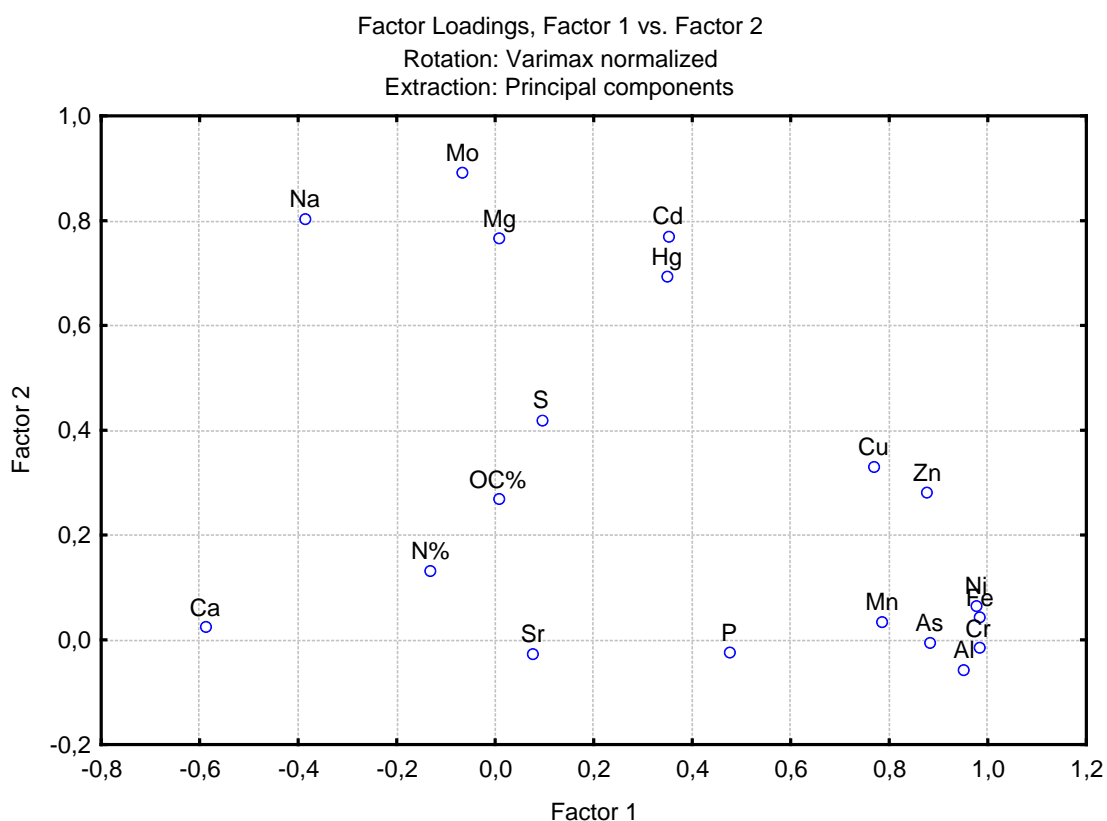
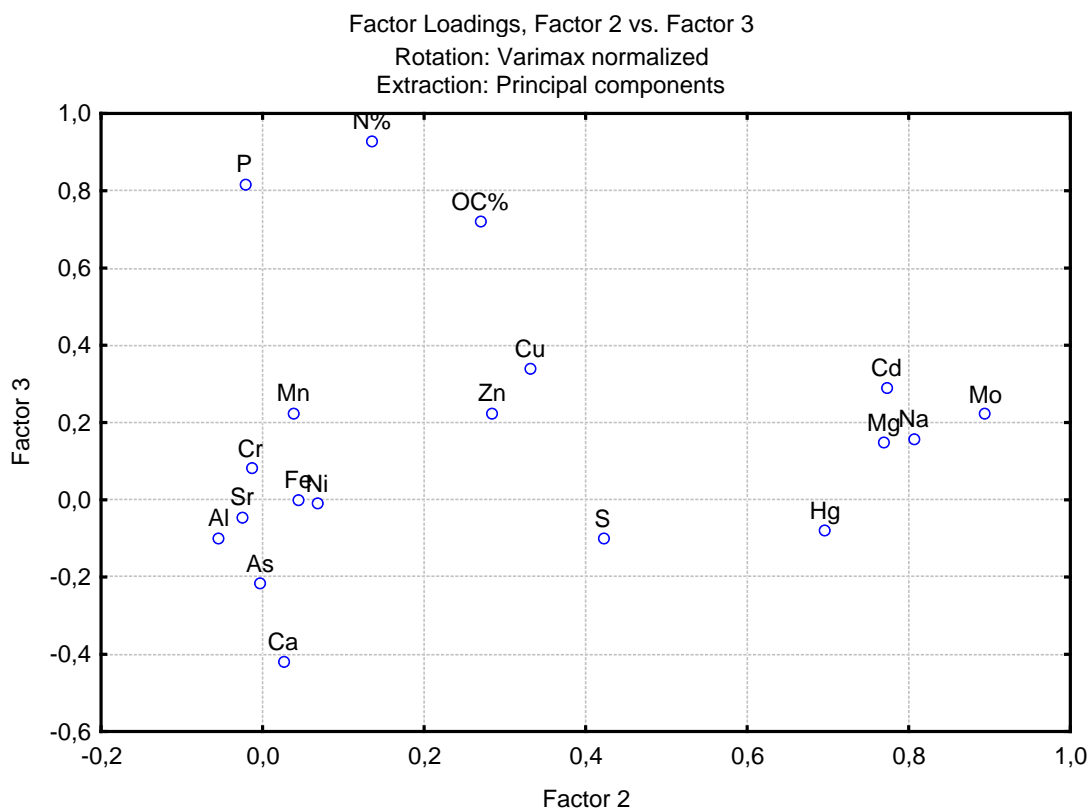
Kako bi se utvrdile geokemijske asocijacije elemenata u površinskim tlima u analiziranim uzorcima napravljena je faktorska analiza. Glavni faktori sa eigen-vrijednostima većim od 1 ekstrahirani sa varimax rotacijom faktorskih opterećenja kako bi se dobila maksimalna varijanca. Faktorska analiza zasebno napravljena je za skup uzoraka od 200 površinskih uzorka tla .



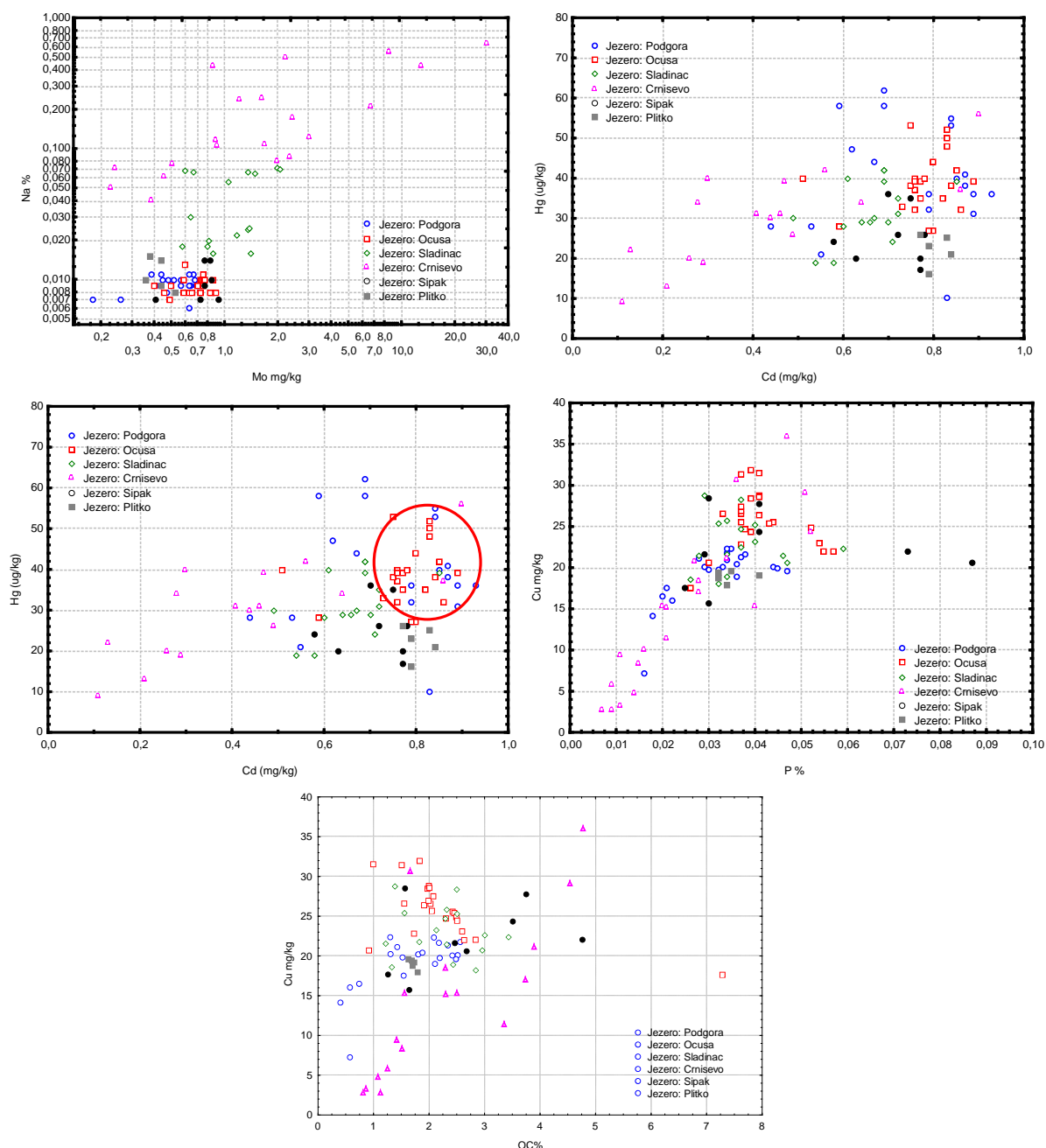
Na temelju faktorske analize generiran je faktorski model sa četiri ortogonalna faktora (tablica 5-2) koji su interpretirani kao geogeni (F1), antropogeni + morski 1 (F2), nutrienti 2 (F3) i Sr vezan za karbonate (F4), koji ukupno čine 81% ukupne varijabilnosti.

Tablica 5-2 Rotirana faktorska opterećenja površinskih uzoraka jezerskih sedimenata.

	Faktor	Faktor	Faktor	Faktor
	1	2	3	4
Mo	-0,07	0,89	0,22	0,02
Cu	0,77	0,33	0,34	-0,15
Zn	0,88	0,28	0,23	-0,20
Ni	0,97	0,07	-0,01	-0,10
Mn	0,78	0,04	0,23	0,09
Fe	0,98	0,04	0,00	0,08
As	0,88	0,00	-0,21	0,08
Sr	0,08	-0,03	-0,04	0,95
Cd	0,35	0,77	0,29	0,14
Ca	-0,59	0,03	-0,42	0,53
P	0,47	-0,02	0,82	0,02
Cr	0,98	-0,01	0,08	0,05
Mg	0,01	0,77	0,15	-0,25
Al	0,95	-0,06	-0,10	0,12
Na	-0,39	0,81	0,16	-0,13
S	0,09	0,42	-0,10	0,24
Hg	0,35	0,70	-0,08	0,00
N%	-0,13	0,13	0,93	-0,03
OC%	0,01	0,27	0,72	-0,16
Expl.Var	7,53	3,59	2,72	1,47
Prp.Totl	0,40	0,19	0,14	0,08



Slika 5-6 Dijagram rotiranih faktorskih opterećenja, za faktore 1, 2 i 3.



Slika 5-7 Odnosi elemenata antropogenog opterećenja, vidljivo je da siliciklastična komponenta (Al) kontrolira distribucije elementa dok organska tvar (OC%) kontrolira distribuciju Cu u Crniševu

Obradom dobivenih faktorskih modela izračunata je rotirana matrica faktorskih bodova koja pokazuje količinu svakog faktora u analiziranim uzorcima. Rezultati su prikazani na dijagramu rotiranih faktorskih opterećenja, koja prikazuju grupiranje varijabli u odnosu na faktorske osi. Kao i u slučaju klaster analize elementi su grupirani prema afinitetu. Izražen je faktor nutrienata koju čine ukupni organski ugljik, dušik i fosfor, te se kao takvi mogu smatrati antropogenim opterećenjem. Na dijagramima raspršenja (slika 5-7) vidljiva je povezanost elemenata definiranih kao antropogeno opterećenje (Cu) te nutrienata (ukupni organski ugljik i P). Uočava se da je Cu vezan za uglavnom za siliciklastičnu fazu u većini jezera osim Crniševu gdje njegovu raspodjelu kontrolira organska tvar (ukupni organski ugljik).

### 5.1.3. Izračunavanje faktora obogaćenja te antropogenih i litogenih doprinosa pojedinih elemenata

Razdvajanje prirodnog i antropogenih udjela PTE načinjeno je normalizacijom na aluminij (Al), kao konzervativnog referentnog elementa koji je sastavni dio frakcija tala koja nastaju trošenjem stijena. Faktor obogaćenja (EF) je relativni sadržaj kemijskog elementa u recentnom tlu u odnosu na starije horizonte tla koji nisu bili pod antropogenim utjecajem. Identifikacija doprinosa litogenih udjela elemenata je esencijalna ako bi se u tlima utvrdili antropogeni unosi pojedinih elemenata. Normalizaciju geokemijskih podataka, tj. elemenata u tragovima, moguće je izračunati pomoću pojedinih konzervativnih referentnih elemenata ili drugih konzervativnih komponenti na čije koncentracije ne utječu onečišćujuće tvari (PTE), kao npr. Al, Fe, Sc, Ni, Ti, Zr, Li, ukupni organski ugljik ili granulometrijski sastav. Takvim postupcima dobiva se korekcija s obzirom na promjene i razrjeđenja sa CaCO<sub>3</sub>, kvarcom, ili promjenama u količini organske tvari, osobito u površinskim horizontima tala i recentnih jezerskih i marinskih sedimenata (FÖRSTNER & WITTMANN, 1981), pa se mogu upotrijebiti za usporedbu sa standardnim referentnim materijalima, kao što su prosječni šejl ili prosječni sastav kore (SHOTYK et al., 2001; WEIJDEN, 2002). Tijekom normalizacije određuje se jedan ili nekoliko konzervativnih referentnih elemenata, a najčešće se za sedimente i tla, koriste aluminij (WEIJDEN, 2002; DA CONCEIÇÃO FREITAS et al., 2003), Ti (KEMP & THOMAS, 1976; BERTIN & MENDECK, 1978; NORTON & KAHL, 1987), Sc i Zr (SHOTYK et al., 2001), te Li (ALOUPI & ANGELIDIS, 2001) ili Co (MATTHAI et al., 2002). Dominantni izvori Ti i Zr u Zemljinoj kori su rutil (TiO<sub>2</sub>), ilmenit (FeTiO<sub>3</sub>), titanit (CaTiSiO<sub>5</sub>) i cirkon (ZrSiO<sub>4</sub>), koji su važni akcesorni minerali u većini stijena. Stabilnost tih minerala s obzirom na kemijsko trošenje čini ih pogodnim referentnim elementima za geokemijska istraživanja na temelju kojih se mogu izračunati relativna obogaćenja ili osiromašenja pojedinih glavnih elemenata i elemenata u tragovima (FAURE, 1991). Titan se, međutim, također nalazi i u alumosilikatnim mineralima, kao što je biotit, gdje djelomično zamjenjuje Al<sup>3+</sup>, i njegovo relativno obogaćenje u rezidualnim frakcijama tokom procesa trošenja je moguće (MILNES & FITZPATRICK, 1989).

Kao referentne vrijednosti pojedinih elemenata mogu se uzeti prosječne koncentracije elemenata u Zemljinoj kori, te izračunati njihovo obogaćenje u odnosu na tu koncentraciju ili, što je primijenjeno u ovom slučaju, da se uzmu koncentracije pojedinih elemenata (M) u najstarijem horizontu pomoću jednadžbe (1)

$$EF = ([M]/[Al])_{\text{recentnio tlo}} / ([M]/[Sc])_{\text{najstariji horizont}} \quad (1)$$

gdje je [M] ukupna koncentracija metala izmjerena u tlu (mg/kg) i ukupna izmjerena koncentracija aluminija [Al] u tlu (mg/kg). EF vrijednosti u rasponu od 0,5 do 2 smatraju se

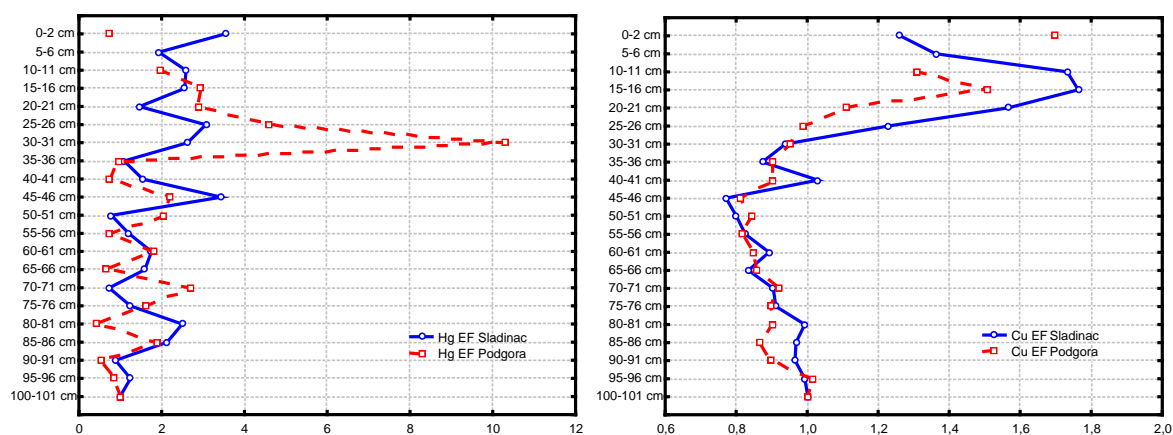
posljedicom prirodne varijacije sadržaja pojedinog elementa, dok vrijednosti veće od 2 upućuju na neki oblik antropogenog obogaćenja (GOLCHERT et al., 1991).

Kako bi se utvrdio eventualni antropogeni utjecaj iz Vrgoračkog polja detaljno su analizirani intervali jezgara BAJ-1 (Podgora) i BAJ-5 (Sladinac) u kojima je vjerojatnost pojavljivanja zapisa intrevencija izgradnjom oba tunela mogla biti zabilježena u slijedu naslaga unutar prvog metra. Analizirani elementi ukazuju da su obje intervencije izgradnjom tunela utjecale na promjene u distribuciji pojedinih kemijskih elementa u profilu sedimenta. Gradnja vrgoračkog tunela imala je za posljedicu povećanja Cu u prvih 30 cm u jezeru Podgora i 20 cm u sedimentima jezera Sladinac. Slično je i za druge teške metale (Hg i Cd) te litogene elemente te fosfor. Intervencija sniženja razine jezera intervencijom izgradnjom tunela 1912 zabilježena je promjenom (sniženjem) koncentracija sumpora i natrija u sedimentima na dubini od 50 cm. Izračunati faktori obogaćenja za dva elementa koji (Cu i Hg) koji se čine najboljim indikatorima onečišćenja u analiziranim sedimentima pokazuju obogaćenja u prvih 30 cm koji za Cu iznose do 60% u odnosu na vrijednosti prije izgradnje tunela iz Vrgoračkog polja. Hg ne pokazuje izraziti trend povećanja osim jednog uzorka na dubini od 31 cm u jezeru Podgora tj početka rada tunela iz Vrgoračkog polja, ove koncentracije mogu biti povezane sa ispiranjem tunela od sredstava koje su korištena za miniranje tunela, naime inicijalne kapikele za aktiviranje eksploziva koriste smjese eksplozivnih tvari na bazi žive. Distribucija olova i faktori obogaćenja prikazani su u poglavlju sa rezultatima istraživanja izotopa olova.

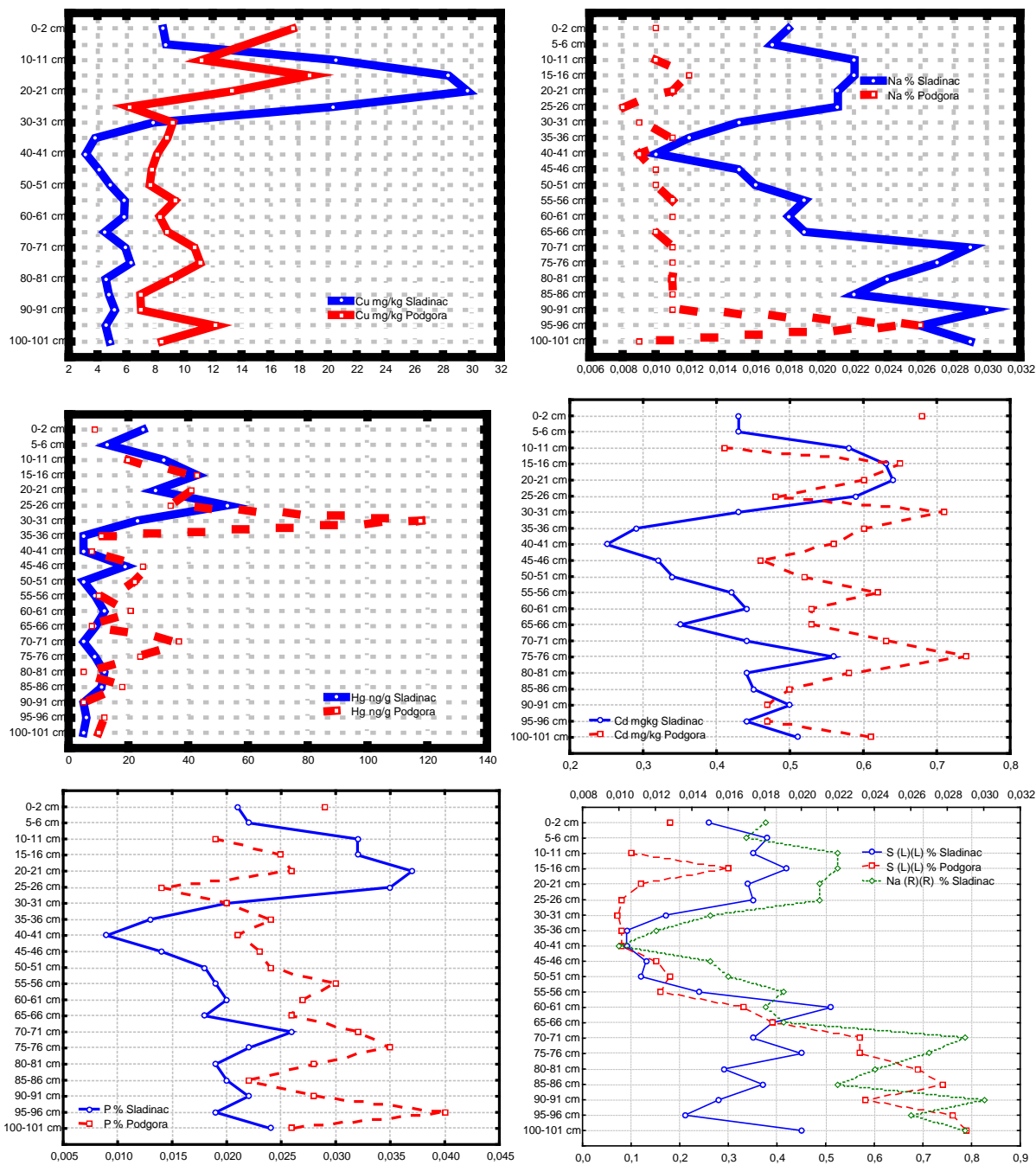


Tablica 5-3 Srednje vrijednosti analiziranih elemenata u jezgrama BAJ-1 (Podgora) i BAJ-5 (Sladinac) do dubine od 1 m u intervalima od 5 cm.

jezero		Podgora	Sladinac	All Grps
Mo	mg/kg	0,43	0,44	0,44
Cu	mg/kg	10,05	9,17	9,60
Zn	mg/kg	21,93	18,54	20,19
Ni	mg/kg	14,25	12,50	13,35
Co	mg/kg	3,71	2,87	3,28
Mn	mg/kg	187,85	197,76	192,93
Fe	%	0,79	0,61	0,70
Sr	mg/kg	288,44	276,27	282,20
Cd	mg/kg	0,57	0,45	0,51
V	mg/kg	26,75	21,33	23,98
Ca	%	30,34	31,63	31,00
P	%	0,03	0,02	0,02
La	mg/kg	9,74	5,64	7,64
Cr	mg/kg	21,55	16,34	18,88
Mg	%	0,17	0,18	0,18
Ba	mg/kg	38,37	28,59	33,36
Al	%	0,90	0,67	0,78
Na	%	0,01	0,02	0,02
K	%	0,07	0,06	0,07
S	%	0,35	0,30	0,32
Hg	µg/kg	24,05	43,38	33,95



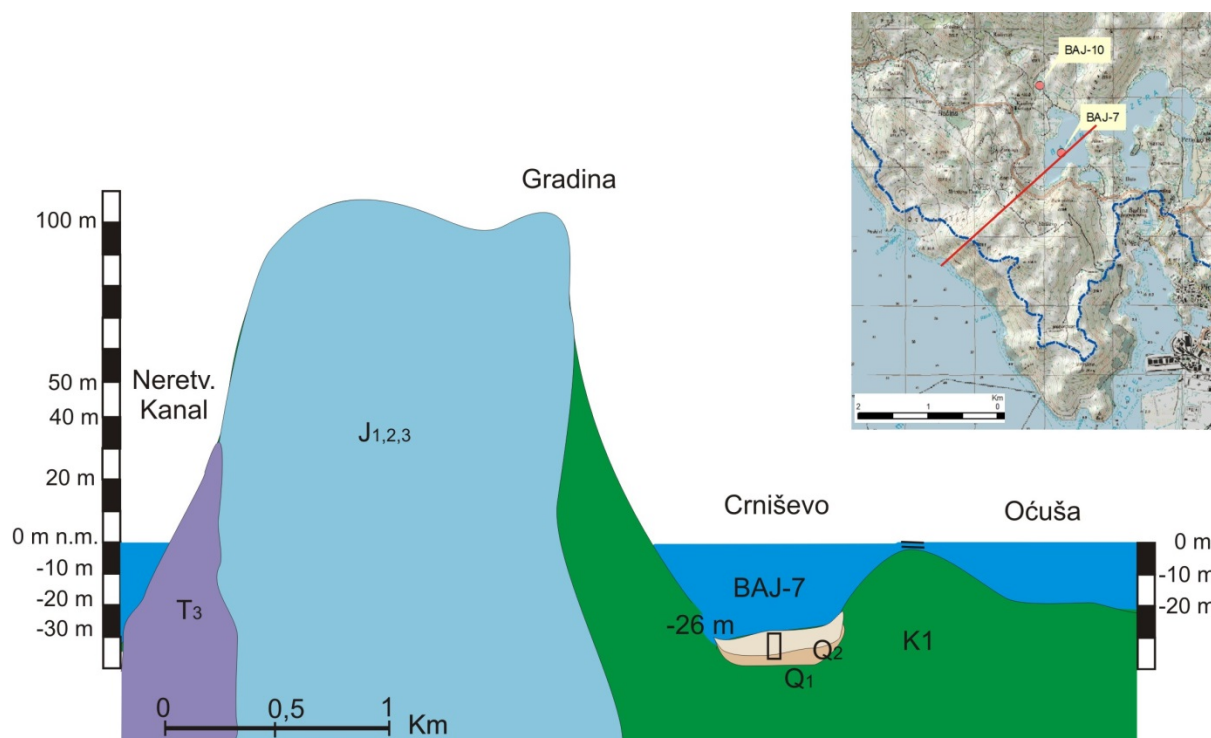
Slika 5-8 Distribucija faktora obogaćenja EF za Cu i Hg u dijelovima jezgre sedimenata do dubine 1m u jezeru Sladinac i Podgora.



Slika 5-9 Distribucija koncentracija odabranih elemenata u dijelovima jezgre sedimenata do dubine 1m u jezeru Sladinac i Podgora.

## 5.2. Razvoj istraživanih jezera i porijeklo sedimenata kroz kasni pleistocen i holocen

Baćinska jezera su skup jezera u južnoj Dalmaciji, sjeverno od grada Ploče (skup 6 spojenih i 1 odvojenog jezera). Crniševo je najzapadnije jezero, povezano preko Oćuše s ostalim jezerima (slika 5-10). Baćinska jezera povezana su s Vrgoračkim poljem tunelom koje povezuje jezero Podgoru i predio Krotuše u Vrgoračkom polju. U jezeru Sladinac nalazi se tunel koji povezuje Baćinska jezera s morem (oko 100 m). Najdublje jezero Crniševo ima dno na 39 m ispod razine mora, a na mjestu gdje je bušen jezerski sediment dubina je bila 26 m. Cijeli je ovaj vodni sustav vrlo važan za šire područje jer je lokalno stanovništvo jako ovisno o njemu, bilo u smislu izvora pitke vode ili navodnjavanja/odvodnje vode za omogućavanje poljoprivredne aktivnosti. U Vrgoračkom polju (24-26 m n.m.) izgrađena je mreža kanala za navodnjavanje i kontrolu viška vode, koja se odvodi iz polja tunelom prema Baćinskim jezerima, što omogućuje poljoprivrednu aktivnost u Vrgoračkom polju. Uz sama jezera također je razvijena poljoprivredna aktivnost, ali u obliku manjih obiteljskih poljoprivrednih površina. Mnogobrojni izvori u pojedinim Baćinskim jezerima (u Oćuši se nalaze 3 stalna i 2 povremena izvora; u Plitko jezero ulazi voda iz izvora Klokun koji se koristi za vodoopskrbu; u Crniševu izvire Mindel), dokaz su isprepletenosti podzemnih voda i važnosti hidrogeoloških odnosa, kao i utjecaj mora na razvoj Baćinskih jezera.

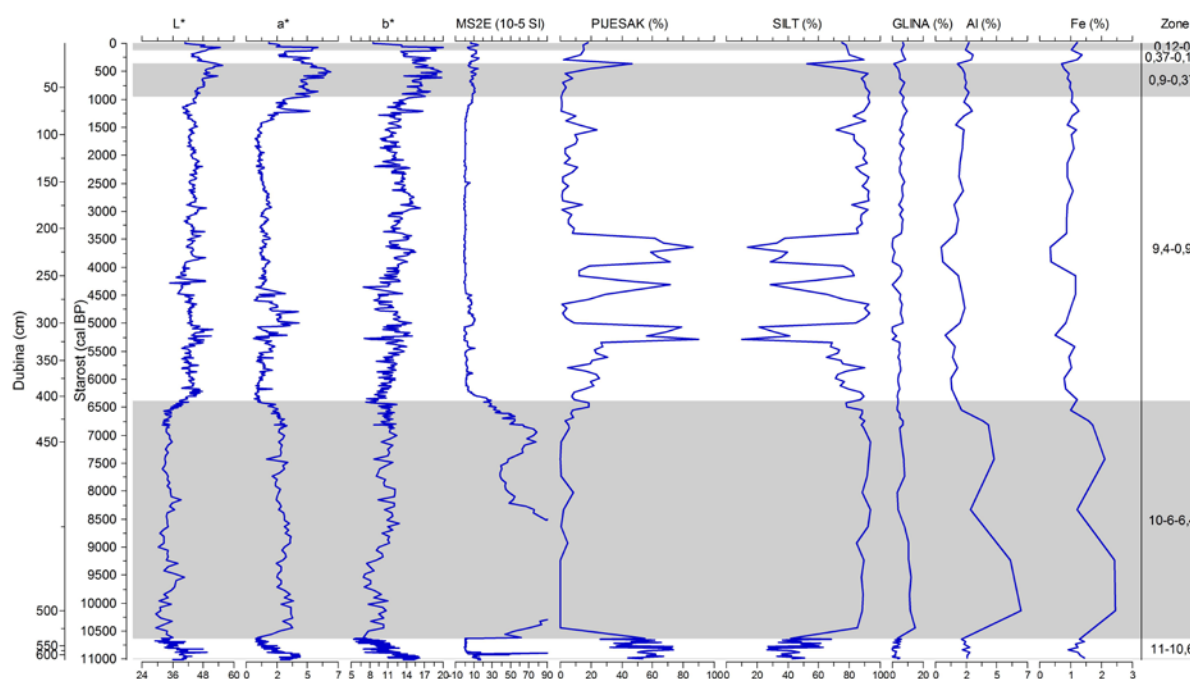


Slika 5-10 Skica položaja najzapadnijeg jezera Crniševo u odnosu na Jadransko more, te njegova povezanost s jezerom Oćuša. Istraživana jezgra bušena je na 26 m dubine u Crniševu. Oznake: K<sub>1</sub>-vapnenci i breče, J<sub>1,2,3</sub>-vapnenci s lećama dolomita i breča, T<sub>3</sub>-dolomiti.

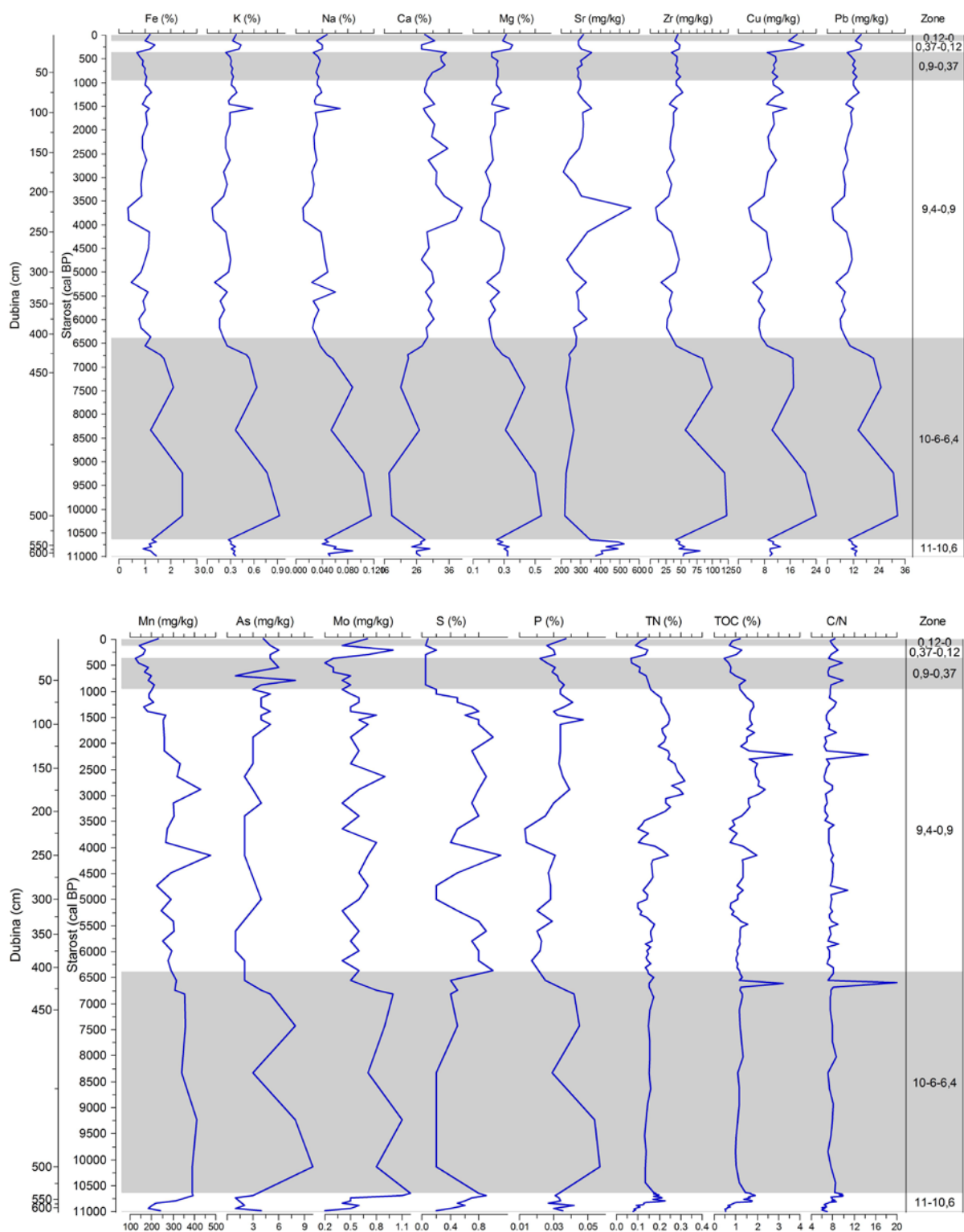
Prema rezultatima spektralne analize boje, magnetskog susceptibiliteta, granulometrijskih, mineraloških i kemijskih analiza izdvojeno je nekoliko zona u vremenskom periodu od oko 11 000 godina za jezero Podgoru (slike 5-11 i 5-12), od oko 10 300 godina za jezero Sladinac (slike 5-14 i 5-15), te od oko 12 000 godina za jezero Crniševo (slike 5-17 i 5-18).

### Jezero Podgora

Najdublji dio jezgre, od 630 do 510 cm, koji je intenzivno taložen u intervalu od 11-10,6 ka cal BP, sadrži dominantno kalcit, uz manji udio kvarca. U tom intervalu utvrđen je interval u kojem je povišen magnetski susceptibilitet (587-588 cm) i u kojem su pregledavanjem razmazanih preparata uočena vulkanska stakla. U intervalu 599-600 cm nije pronađen vulkanski materijal, te je očigledno povišen magnetski susceptibilitet u tom uzorku rezultat drugih procesa u jezeru. Brzina sedimentacije je najveća u ovom dijelu jezgre, 3,1 mm/godišnje, te ukazuje na jezersku sredinu u kojem se taložio karbonat, koji je erodiran iz sliva, te su čestice krupnije, u tom dijelu jezgre prisutan najviši udio pijeska i ukazuje na plići vodeni okoliš. Tako visok udio pijeska pojavljuje se u intervalima u središnjem dijelu jezgre, kojeg također prati sniženje siliciklastičnog materijala: 5-5,3 ka cal BP (320-305 cm), 4,3-4,2 ka cal BP (260-255 cm); 3,9-3,5 ka cal BP (235-210 cm), te bi mogli upućivati na faze oplićavanja jezera.



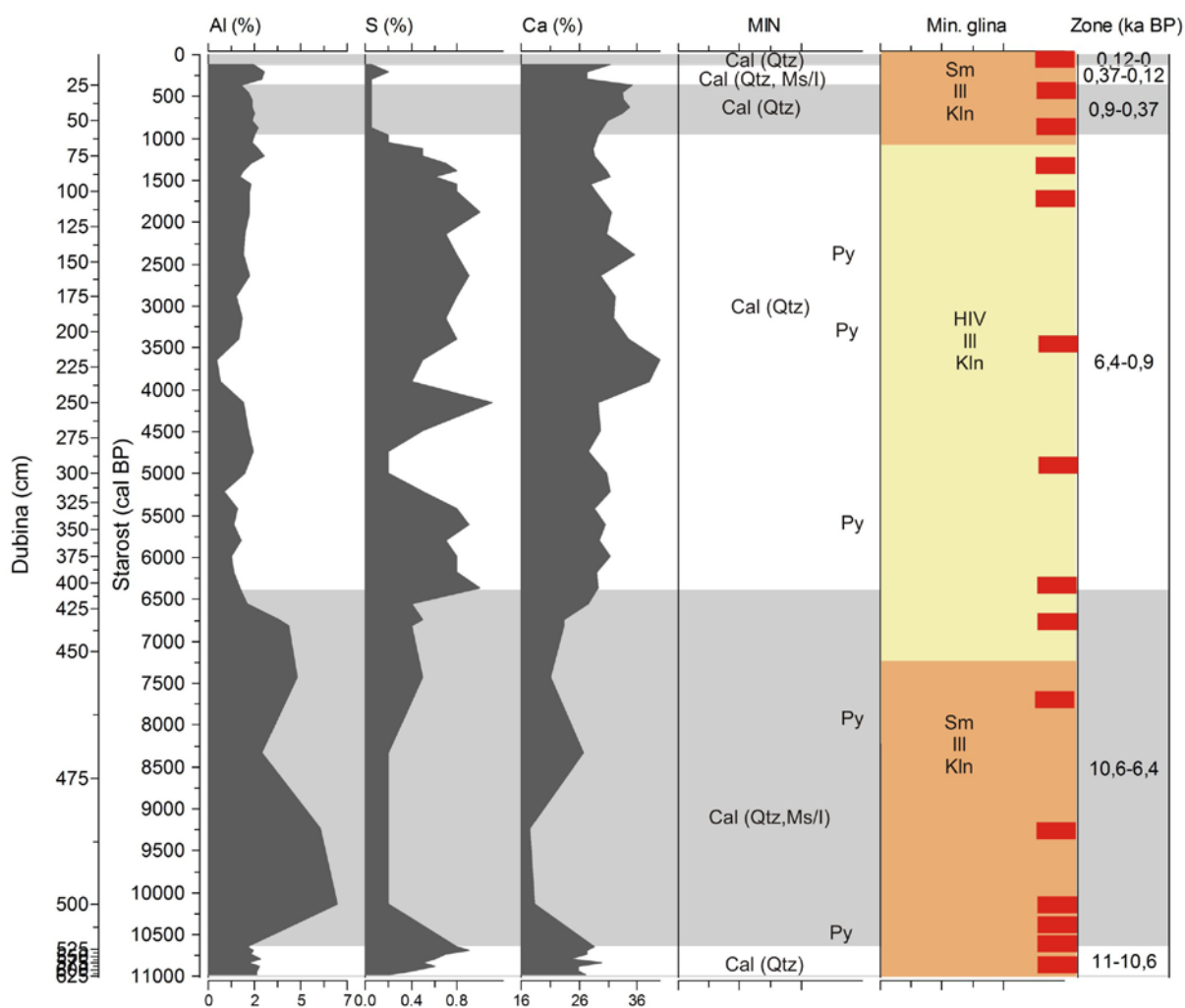
Slika 5-11 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-1 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali.



Slika 5-12 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-1 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali.

U intervalu od 10,6 do 6,4 ka cal BP (510-410 cm) u uzorcima su prisutni u većim količinama kvarc i muskovit/illit, čiji se udio nakon toga smanjuje. Ovaj interval jasno se izdvaja od prethodnog dubljeg i starijeg intervala, koji je vrlo nehomogen, dok je sediment u ovom intervalu vrlo homogen i jednoličan. Karakterizira ga vrlo visok magnetski susceptibilitet,

uslijed povišenog udjela siliciklastičnog materijala (Al i ostalih litogenih elemenata). Vidljivo je iz modela dubina-starost da je u tom dugom intervalu istaloženo vrlo malo sedimenta, brzina sedimentacije je vrlo mala i iznosi 0,2 mm godišnje, što ukazuje na mirnu taložnu sredinu, uz konstantan donos siliciklastičnog materijala u jezero. Od 6,4 do 0,9 ka cal BP (410-60 cm) vidljivo je postepeno povišenje udjela kalcita u sedimentima, kojeg prati sniženje magnetskog susceptibiliteta i siliciklastičnog materijala, te je u sedimentima prisutan kvarc kao sekundarni mineral u manjim količinama. Geokemijski i mineralni sastav ukazuje na dublje jezero, udio sumpora, mangana, dušika te organskog ugljika su viši od ostatka jezgre. Također su brzine sedimentacije niske, te je u oko 5 500 godina istaloženo 3,5 m sedimenta. Od 60. do 25. cm (940-370 cal BP), u sedimentima dominira kalcit, snižava se udio organskog ugljika, što ukazuje na dublju vodenu sredinu, nakon čega dolazi do promjene u jezerskoj sedimentaciji i taloženju sedimenta koji sadrži siliciklastični materijal, povišeni su udjeli Al, Fe, K, Pb, Cu i ostalih elemenata.



Slika 5-13 Promjena mineralnog sastava (ukupni i minerali glina) kroz jezgru BAJ-1, prikazan uz elemente Al, Ca i S. Žutom bojom označene su zone kroz cijelu jezgru, s istim tipovima minerala glina: HIV, III, Kln. Crveni pravokutnici su analizirani intervali minerala glina kroz jezgru (10 cm intervali).

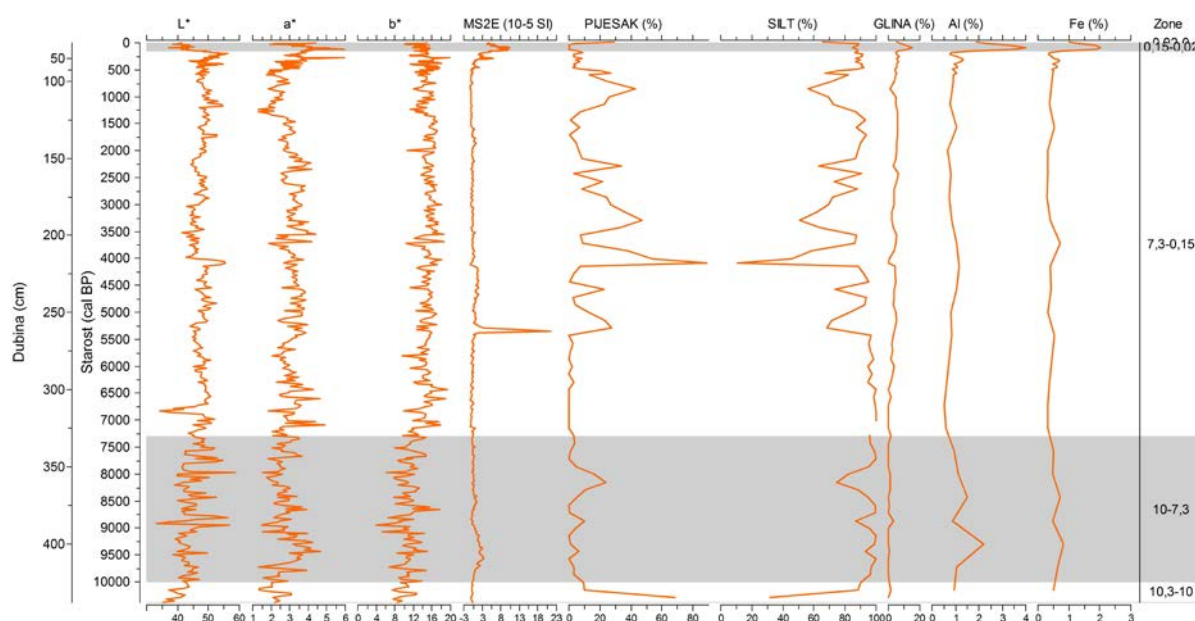


Oznake: Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Py-pirit, Sm-smektit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit.

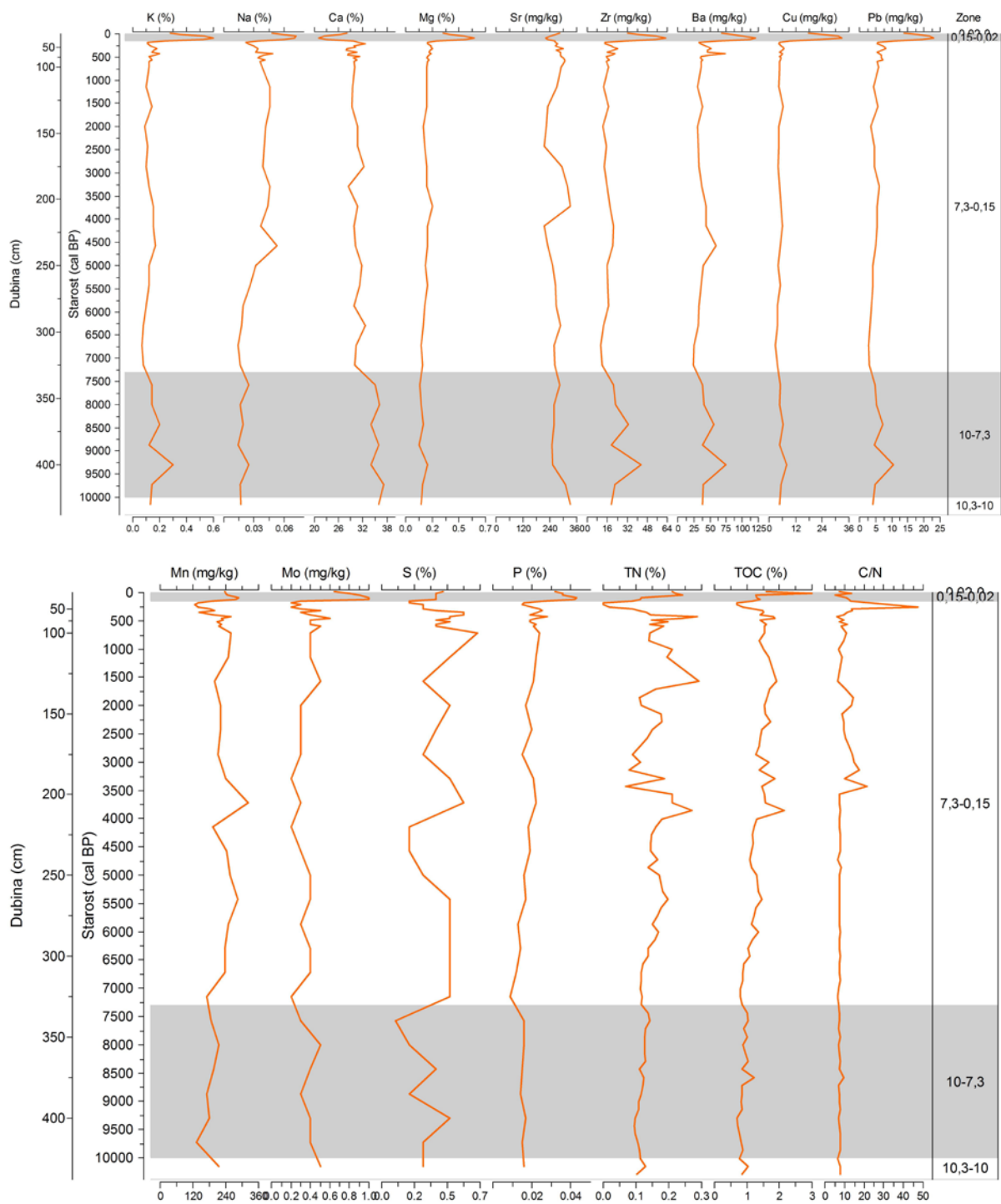
Minerali glina u uzorcima od 60. do 0 cm sadrže smektite, illite i kaolinite, dakle sastav koji je različit od intervala od 450. do 60. cm (hidroksil-interstratificirani vermikulit, illit i kaolinit; slika 5-13), koji prema tome govori o različitom porijeklu jezerskih sedimenata. Smektit, illit i kaolinit prisutno su u sedimentima iz Vrgoračkog polja, dok su hidroksil-interstratificirani vermikulit, illit i kaolinit karakterističnih za crvenice u slivnom području Baćinskih jezera. Prema tome, od 60. cm u jezeru Podgora talože se sedimenti Vrgoračkog polja, koji su mogli dospjeti u jezero nakon što se prokopao tunel iz Vrgoračkog polja. U prošlosti, u periodu od 11 do 7,2 ka cal BP, sedimenti pokazuju signaturu Vrgoračkog polja, kada se muljevitim tokovima donosio materijal iz Vrgoračkog polja u jezero Podgora. U to vrijeme Vrgoračko polje je još postojalo kao polje, a muljeviti tokovi su prestali nakon što je formirano jezero u Vrgoračkom polju, što bi prema mineralima glina u jezeru Podgora, odgovaralo periodu od prije 7 200 godina (promjena u sastavu minerala glina je na oko 450 cm). U površinskim uzorcima od 10 do 0 cm, od 120 do 0 cal BP, ponovno se povećava udio kalcita i Ca, te se postepeno snižava udio siliciklastičnog materijala, što ukazuje na dublje jezero u posljednjih 100-njak godina. Datiranje u prvih 50 cm jezgre radioaktivnim ugljikom treba promatrati s rezervom jer je sadašnjost 1950. godina, a za precizno datiranje posljednjih 100 godina potrebno je koristiti druge metode, kao što su radionuklidi  $Cs^{137}$  ili  $Pb^{210}$ , koji mogu dati točnije brzine sedimentacije za najrecentniji period, te korsičiti kratke jezgre kod kojih ne dolazi do poremećaja površinskih slojeva. Utvrđene recentne zone na temelju dugačke jezgre jezera Podgore su samo pretpostavke u slijedu rekonstrukcije paleokoliša tijekom holocena.

## Jezero Sladinac

Sedimenti iz jezera Sladinca pokazuju najviše ujednačen sastav, bez većih vidljivih promjena u sedimentaciji tijekom holocena, posljednjih oko 10 300 godina, koliko je obuhvaćeno jezgrom BAJ-5. U posljednjim centimetrima jezgre (439-425 cm), koji odgovaraju vremenskom intervalu od 10,3 do 10 ka cal BP, sedimenti su vrlo pjeskoviti i ukazuju na povećan donos materijala iz sliva, koji je dominantno karbonatan. U intervalu od 10 do 7,3 ka cal BP (425-330 cm) malo su povišene vrijednosti siliciklastičnih elemenata, osim dominantnog kalcita, prisutni su i kvarc i muskovit/illit. Nakon toga, od 7,3 ka cal BP do recentnijeg perioda, taloži se dominantno kalcit, u izmjeni karbonatne sedimentacije u jezeru i donosa karbonatnog materijala iz sliva. Unutar tog perioda ponovno se uočavaju pjeskovitiji intervali, posebno od oko 5 do 2 ka cal BP, te od 1,5 do 0,5 ka cal BP, koji bi mogli ukazivati na faze plićeg jezera. U prvih 25. cm jezgre povišeni su udjeli siliciklastičnih elemenata, Al, Fe, K, Pb, Cu, kao posljedica erozije siliciklastičnog materijala nakon prokopa tunela iz Vrgoračkog polja. Također su povišeni fosfor i ukupni dušik. Veza između Sladinca i Vrgoračkog polja vidljiva je pomoću minerala glina, sedimenti površinskih uzoraka jezera Sladinca pokazuju istu signaturu koja je prisutna u sedimentima iz Vrgoračkog polja (slika 5-16).

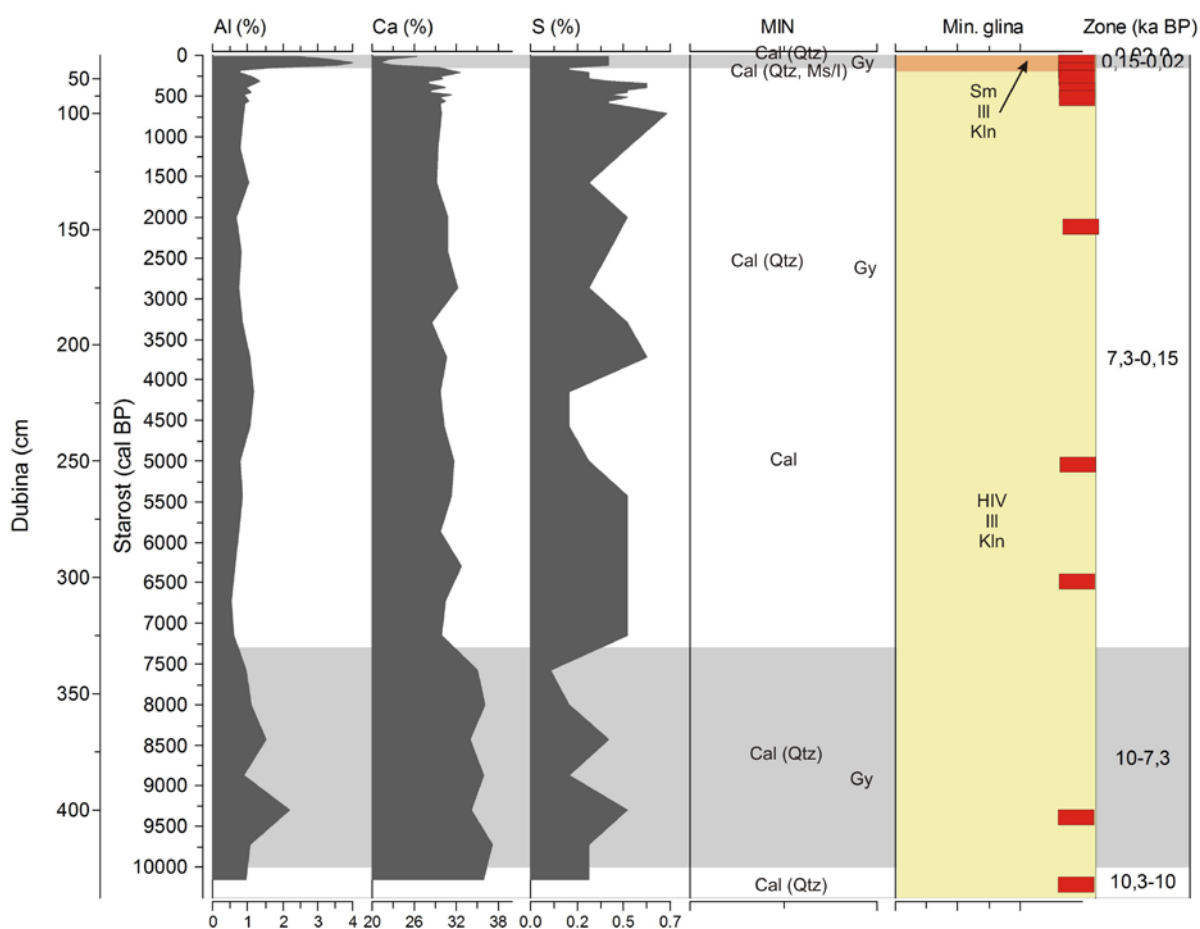


Slika 5-14 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-1 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali.



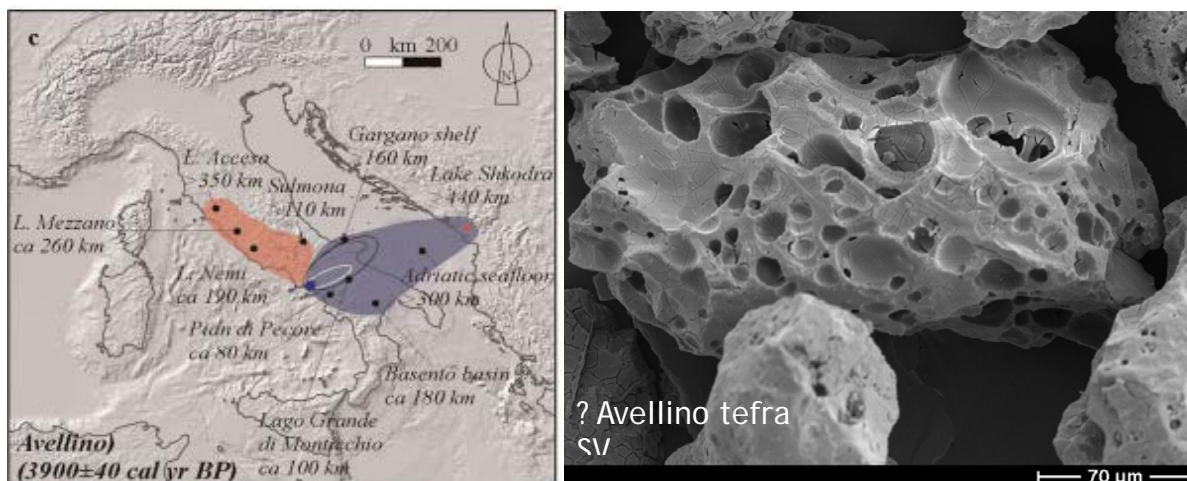
Slika 5-15 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-1 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali.

Minerali glina u sedimentima jezera Sladinac pokazuju isti sastav duž jezgri, osim u površinskim uzorcima. U prvih 25 cm jezgre, sastav je drugačiji nego u ostatku jezgre, sadrži smektit, illit i kaolinit, za razliku od 35. cm do kraja jezgre u kojima su prisutni hidroksil-interstratificirani vermikulit, illit i kaolinit (slika 5-16). Smektit, illit i kaolinit karakteristični su za sedimente iz Vrgoračkog polja, dok su hidroksil-interstratificirani vermikulit, illit i kaolinit karakteristični za crvenice u slivnom području Baćinskih jezera. Prema tome, od 35. cm prema gore, u jezeru Sladinac talože se sedimenti Vrgoračkog polja, koji su mogli dospjeti u jezero nakon što se prokopao tunel iz Vrgoračkog polja i povezoao ih.



Slika 5-16 Promjena mineralnog sastava (ukupni i minerali glina) kroz jezgru BAJ-5, prikazan uz elemente Al, Ca i S. Žutom bojom označene su zone kroz cijelu jezgru, s istim tipovima minerala glina: HIV ili Chls, Ill, Kln. Crveni pravokutnici su analizirani intervali minerala glina kroz jezgru (10 cm intervali). Oznake: Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Ms/l-muskovit/illit, Gy-gips, Sm-smektit, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Ill-illit, Kln-neuređen kaolinit.

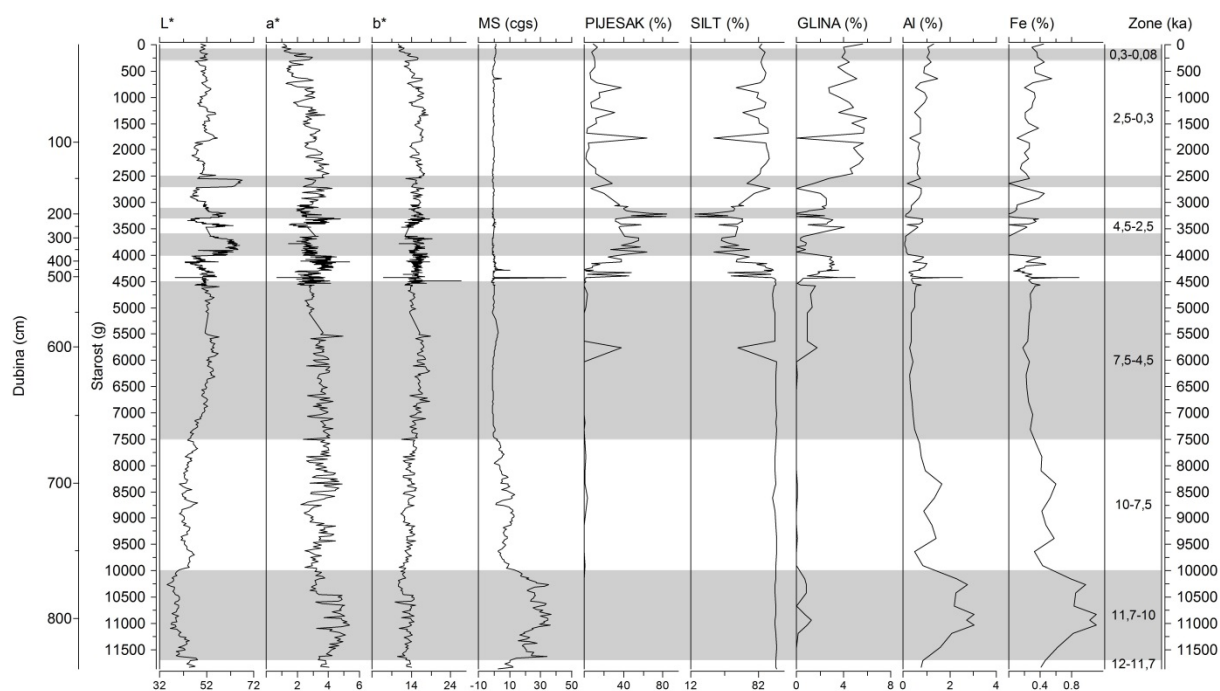
Ukupno su na jezgri napravljene 2 analize datiranja, što bi zasigurno trebalo povećati, no vrlo je malo materijala pronađeno za datiranje. Pri tome bi velika korist mogla biti od sloja tefre koji je vidljiv na 261. cm. Uočava se crni/tamno sivi sloj povišenog magnetskog susceptibiliteta, 261-262 cm, u kojem su izdvojena vulkanska stakla koja bi po morfologiji zrna i kemijskom sastavu ukupnog uzorka mogla odgovarati erupciji Vezuva, Avellino prije oko 3 900 godina (slika 5-17). Kronološki model slijeda događaja tijekom holocena zasigurno bi bio nadopunjen kada bi se sa preciznošću utvrdila ova tefra u jezeru Sladinac.



Slika 5-17 SEM snimka vulkanskog stakla iz 261. cm jezgre iz Sladinca, te erupcija kojoj bi mogla pripadati prema morfologiji zrna.

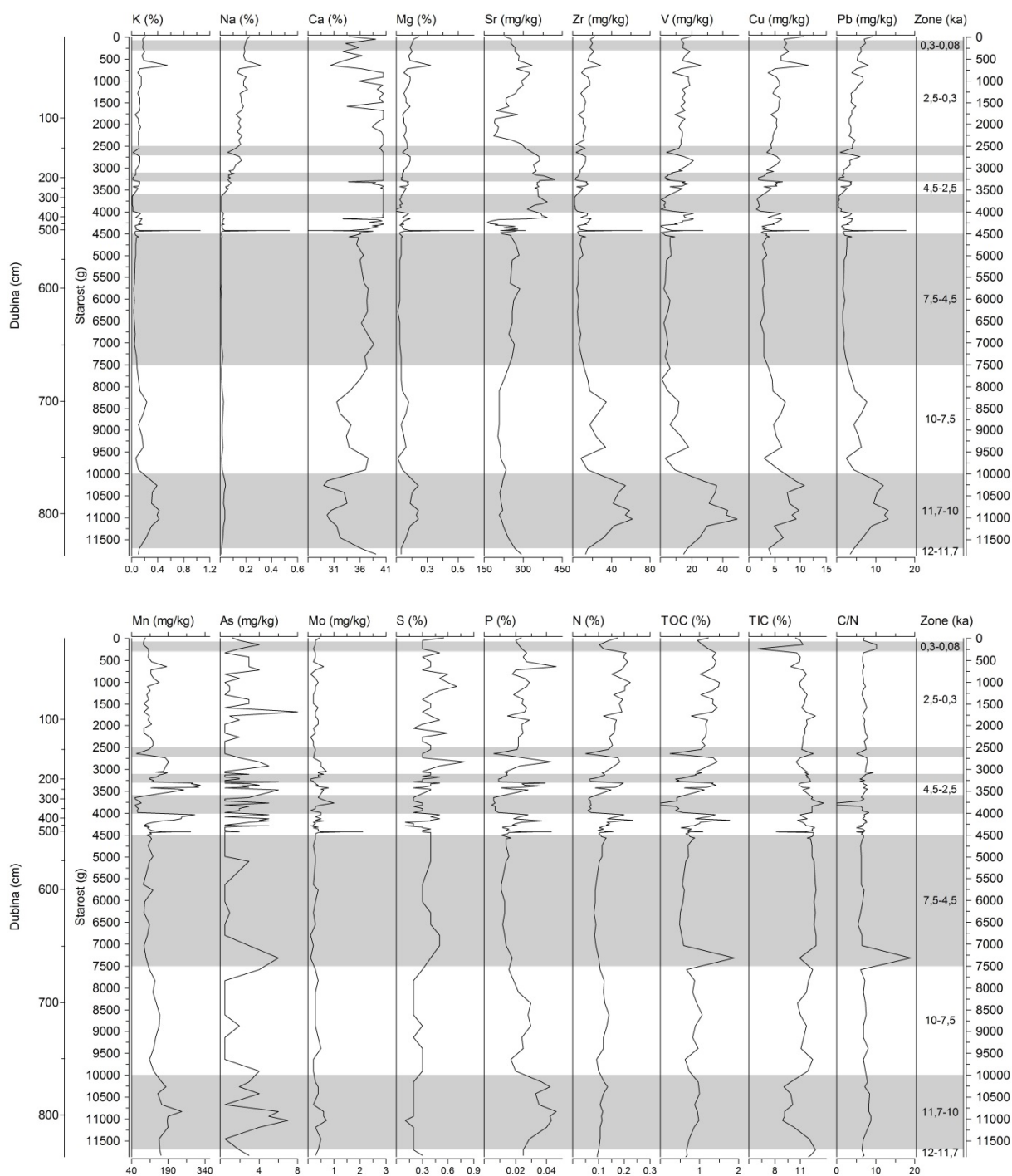
## Jezero Crniševo

Uočava se donji dio, od 843-830 cm (12-11,7 ka BP), u kojem je udio karbonata viok, magnetski susceptibilitet nizak. Potom od 830-764 cm (11,7-10 ka BP) je vrlo visok udio siliciklastične komponente i magnetski susceptibilitet, koji se postepeno smanjuju u zoni od 764-668 cm (10-7,5 ka BP). Udio kalcita je vrlo visok u zoni od 668-530 cm (7,5-4,5 ka BP). Nakon toga od 530-134 cm (4,5-2,5 ka BP) došlo je naglih promjena u jezeru, povećanja udjela pjeskovitog materijala u odnosu na silt koji je prevladavao do ovog intervala, te dolazi do izmjene siliciklastične i karbonatne sedimentacije, mijenja se udio TOC te je taj period podijeljen na ukupno 6 podzona. Od 134-20 cm (2,5-0,03 ka BP) uspostavljaju se ponovno relativno stabilni uvjeti s višim udjelom gline nego u prethodnim zonama, ali s povremenim visokim donosom pijeska u jezero, te lagano povišenim siliciklastičnim elementima (Al, K, Fe). Izdvojena su još 2 vršna perioda od 20-8 cm (300-80 BP) i 8-0 cm (80-0 BP), te je u periodu od 300-80 ka BP povišen omjer C/N, u kojem dominira terestička organska tvar (omjer je >10). U cijeloj jezgri prevladava C/N <10, što znači da je organska tvar porijeklom iz fitoplanktona, osim u uzorku na 660 cm, gdje iznosi >15.



Slika 5-18 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-7 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali.



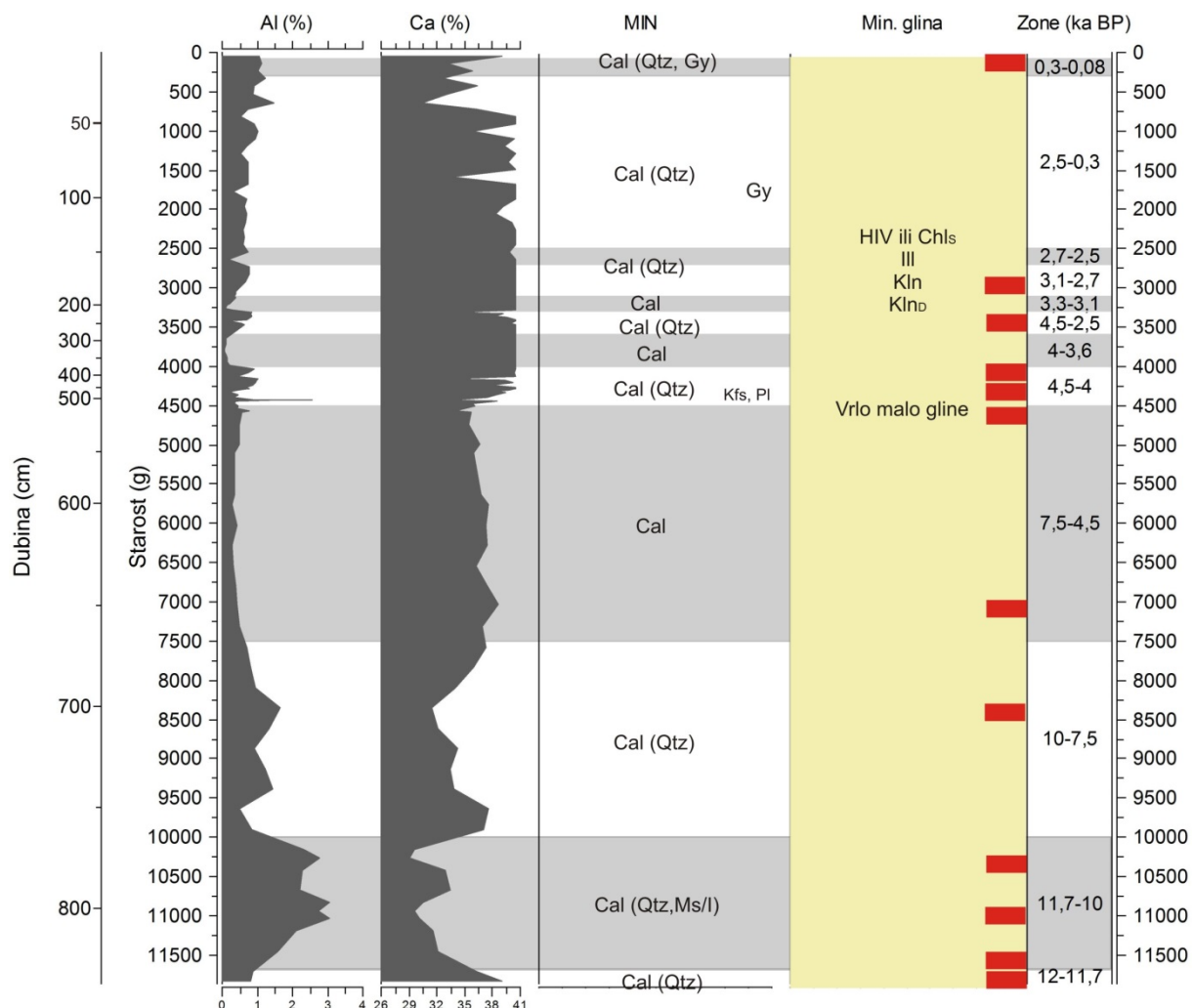


Slika 5-19 Promjene odabranih parametara kroz jezgru BAJ-7 s utvrđenim zonama u vremenskoj skali.

U mineralnom sastavu sedimenata iz jezgre BAJ-7 dominira kalcit. Prisutan je i kvarc, čiji se udio mijenja kroz jezgru (slika 190). Najdublji dio jezgre sadrži kalcit, uz vrlo malo kvarca (12-11,7 ka BP), potom je viši udio kvarca i muskovit/illita u dijelu gdje dominira siliciklastični donos materijala (11,7-10 ka BP), te se potom postepeno smanjuje od 10-7,5 ka BP. Od 7,5-4,5 ka BP dominira karbonatna sedimentacija, prisutan je samo kalcit. U intervalu s promjenama, od 4,5-2,5 ka BP, izmjenjuju se intervali s kalcitom i kvarcom s onima u kojima je prisutan samo kalcit. U uzorku od 504-506 cm prisutni su također kalijski feldspat i plagioklas. Od 2,5-0,3 ka BP ima kalcita i malo kvarca, kao i u vršnim intervalima. U uzorku 36-37 cm također je utvrđen kalijski feldspat. U uzorcima unutar prvog metra pojavljuje se i gips, koji je vjerojatno sekundaran, nastao oksidacijom pirita, uz Ca iz vode. U uzorcima je pri pregledavanju jezgre uočena prisutnost pirita. No, jezgra je otvorena i analizirana nakon određenog vremena nakon što je dopremljena u laboratorij te je sav pirit oksidirao te zbog toga nije detektiran XRD analizom.

Minerali glina u jezgri BAJ-7 su isti kroz cijelu jezgru: hidroksil-interstratificirani vermikulit (ili sekundarni klorit), illit i uređen i neuređen kaolinit.

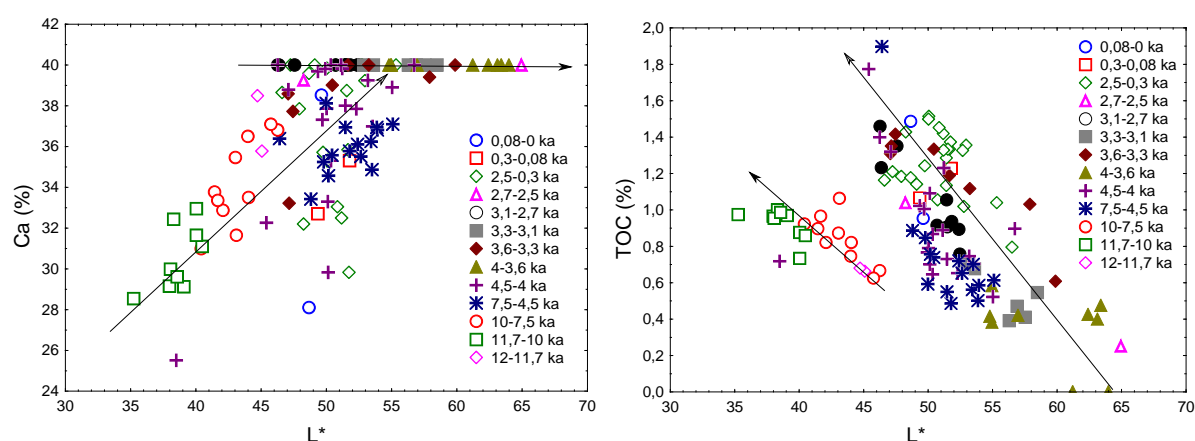
Minerali glina iz uzoraka u slivnom području Baćinskih jezera (BAJ-10 i 11) isti su kao i sedimenti iz jezera. Uzorci iz Vrgoračkog polja sadrže smektit, vermikulit, illit, te uređen i neuređen kaolinit, što znači da nisu imali utjecaj na sedimentaciju u Baćinskim jezerima.



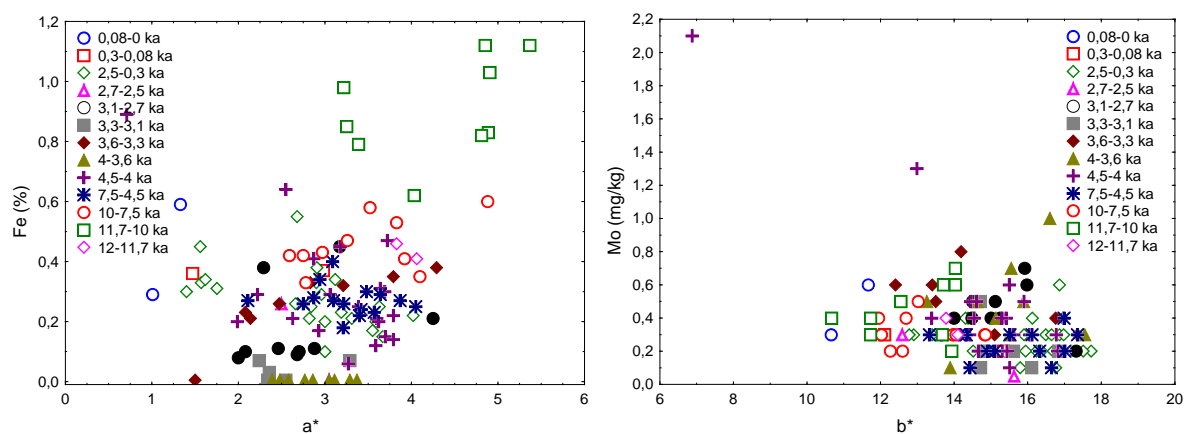
Slika 5-20 Promjena mineralnog sastava (ukupni i minerali glina) kroz jezgru BAJ-7, prikazan uz elemente Al i Ca. Žutom bojom označene su zone kroz cijelu jezgru, s istim tipovima minerala glina: HIV ili Chls, III, Kln, Kln<sub>D</sub>. Crveni pravokutnici su analizirani intervali minerala glina kroz jezgru (10 cm intervali). Oznake: Cal-kalcit, Qtz-kvarc, Gy-gips, HIV-hidroksil interstratificirani vermikulit, Chls-klorit, III-illit, Kln-neuređen kaolinit, Kln<sub>D</sub>-uređen kaolinit.

Analizirani jezerski sediment jezgre BAJ-7 poslužio je za rekonstrukciju paleokolišnih uvjeta u jezeru. Rezultati analize boje, magnetskog susceptibiliteta, granulometrijski i geokemijski rezultati međusobno su korelirani, te je u tablici 5-4 prikazana korelacijska matrica. Međusobni odnosi analiziranih parametara prikazani su i na dijagramima raspršenja, na kojima su uzorci grupirani u vremenske zone.

Svjetlost boje  $L^*$  dobro pozitivno korelira s koncentracijom Ca ( $r=0,66$ ), no na dijagramu raspršenja (slika 5-21) vidljivo je da se uzorci nalaze na 2 pravca-uzorci u srednjem dijelu jezgre su izrazito kalcitični i udio Ca je 40 %, te se oni nalaze na horizontalnom pravcu te nema korelacije. Ostali uzorci u jezgri koji sadrže siliciklastičnu komponentu pozitivno koreliraju (drugi pravac). Na dijagramu raspršenja  $L^*$  i TOC ( $r=-0,42$ ) uočavaju se na 2 pravca-tamniji uzorci u intervalu od 11,7-10, 10-7,5 i 0,3-0,08 ka čine jedan pravac, dok drugi čine uzorci iz ostalih zona koji su svjetliji i karbonatniji. Željezo i parametar boje  $a^*$ , koji se odnosi na varijaciju zeleno/crveno, pokazali su slabu pozitivnu korelaciju ( $r=0,34$ ), dok Mo i parametar boje  $b^*$  (plavi/žuto) slabo negativno koreliraju ( $r=-0,42$ ) (slika 5-22).

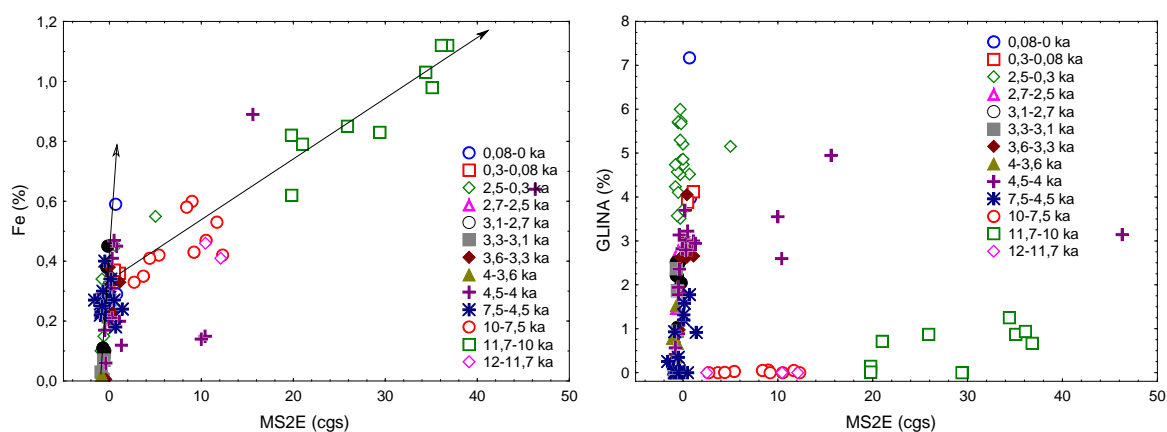


Slika 5-21 Odnosi između parametra boje  $L^*$  i Ca, te  $L^*$  i TOC-a u sedimentima jezgre BAJ-7. Označeni su pravci korelacije.



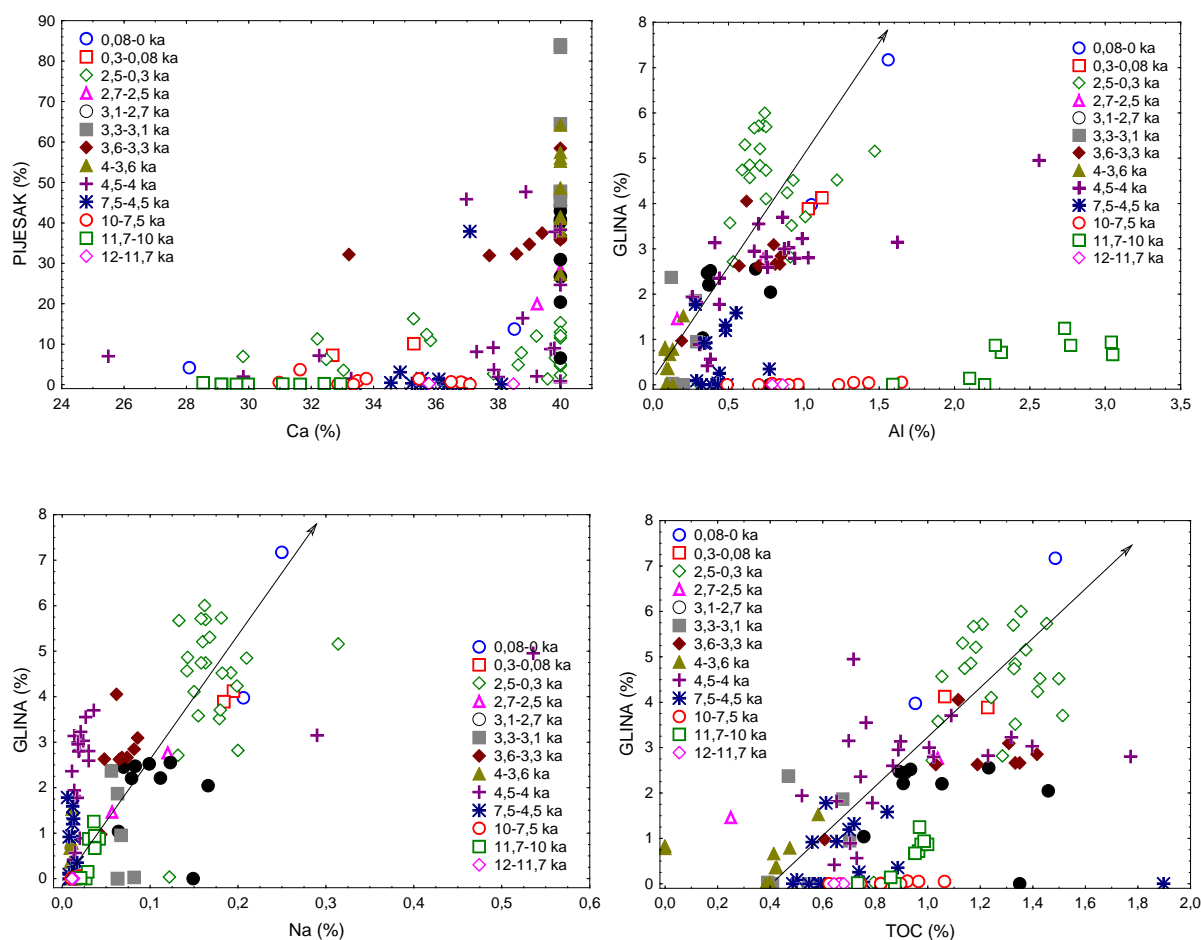
Slika 5-22 Odnosi između parametra boje  $a^*$  i Fe, te parametra boje  $b^*$  i Mo.

Magnetski susceptibilitet pozitivno je koreliran s litogenim elementima (Al, Fe, K, Mg, Zr, La, V, Cr, Ni, Cu, Pb, Zn i P;  $r=0,50-0,87$ ). Na dijagramu raspršenja prikazana je korelacija s Fe (slika 5-23), koja statistički iznosi 0,81. Uočavaju se 2 pravca korelacije, jedan pravac čine uzorci s vrlo niskim magnetskim susceptibilitetom, koji vrlo slabo koreliraju s Fe, dok drugi pravac pokazuje dobru korelaciju, kojeg čine uzorci iz zone 12-11,7, 11,7-10, 10-7,5 i 2,7-2,5 ka BP. Magnetski susceptibilitet ne korelira s glinovitom frakcijom, korelacija je zapravo slabo negativna ( $r=-20$ ), a na dijagramu raspršenja uočava se da korelacije nema, a visok magnetski susceptibilitet je u uzorcima iz zone 11,7-10 ka BP.



Slika 5-23 Odnosi između magnetskog susceptibiliteta i Fe i glinovite frakcije. Označena su 2 pravca korelacije.

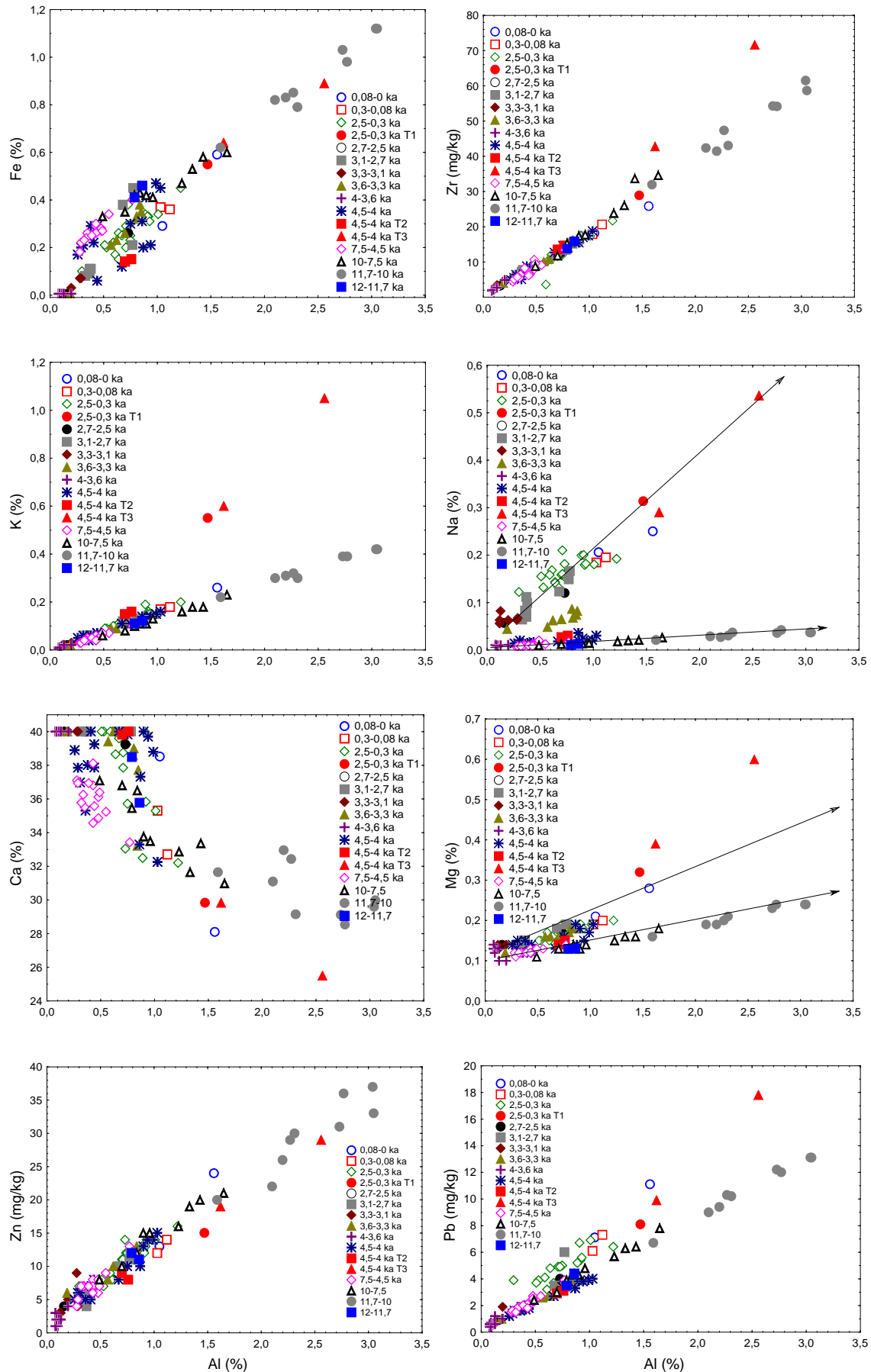
Pjeskovita frakcija pozitivno korelira s Ca ( $r=0,55$ ), no na dijagramu raspršenja uočavaju se 2 horizontalna pravca koji ne pokazuju korelaciju-uzorci koji sadrže dominantno Ca, te uzorci kod kojih je udio Ca vrlo nizak (slika 5-24). Glinovita frakcija i Al statistički ne koreliraju ( $r=0,08$ ), no korelacija se uočava na dijagramu raspršenja u svim uzorcima osim u onima koji sadrže viši udio Al, iz zona 11,7-10 i 10-7,5 ka BP. Glinovita frakcija najbolje korelira s Na ( $r=0,71$ ), a također su za glinu vezani N ( $r=0,71$ ) i TOC ( $r=0,61$ ). Udio TOC ima visoku pozitivnu korelaciju s N ( $r=0,89$ ) i P ( $r=0,63$ ).



Slika 5-24 Odnosi između Ca i pijeska, te gline i Al, Na, TOC. Označeni su pravci korelacije.

Aluminij vrlo pozitivno korelira s ostalim litogenim elementima (Fe, K, Zr, La, V, Cr, Ni, Cu, Pb, Zn, P), a koeficijenti iznose 0,83-0,99. Na dijagramima raspršenja na slici 5-25 uzorci su grupirani u vremenske zone, s tim da su istaknuti uzorci u kojima se pretpostavlja postojanje tefre na temelju magnetskog susceptibiliteta (T1: 36-37 cm, T2: 455-457 cm, T3: 504-506 cm). U uzorcima 504-506 cm povišen je udio Zr, udjeli K i Pb su visoki u uzorcima 36-37 i 504-506 cm, s tim da je olovo povišeno također u površinskim uzorcima iz zone 0,08-0 ka BP. Natrij ima slabu korelaciju s Al ( $r=0,26$ ), te se uočavaju 2 pravca korelacije-intervali od 12-3,6 ka BP s niskim koncentracijama Na, te sedimenti od 3,6-0 ka BP s višim koncentracijama u odnosu na Al, a najviše koncentracije su u uzorcima kao i kod K (36-37, 504-506 cm). Povišenje Na u mlađim i plićim sedimentima (3,3-0 ka BP, lagano su povišeni i 3,6-3,3 ka BP) moglo bi biti rezultat naknadnog utjecaja morske vode iz pornih voda. Slična raspodjela se uočava i kod Mg, koji slabije korelira s Al ( $r=0,67$ ), a dobro s Na ( $r=0,74$ ). Također Mg negativno korelira s Ca ( $r=-0,60$ ), što upućuje na to da Mg nije vezan za kalcit, već za siliklastični materijal. Kalcij i aluminij dobro negativno koreliraju ( $r=-0,78$ ), no po dubini vidimo da su uzorci dosta raspršeni te su izdvajaju uzorci s gotovo čistim kalcitom (40 % udio Ca). Najniži udio Ca imaju uzorci koji sadrže tefru.



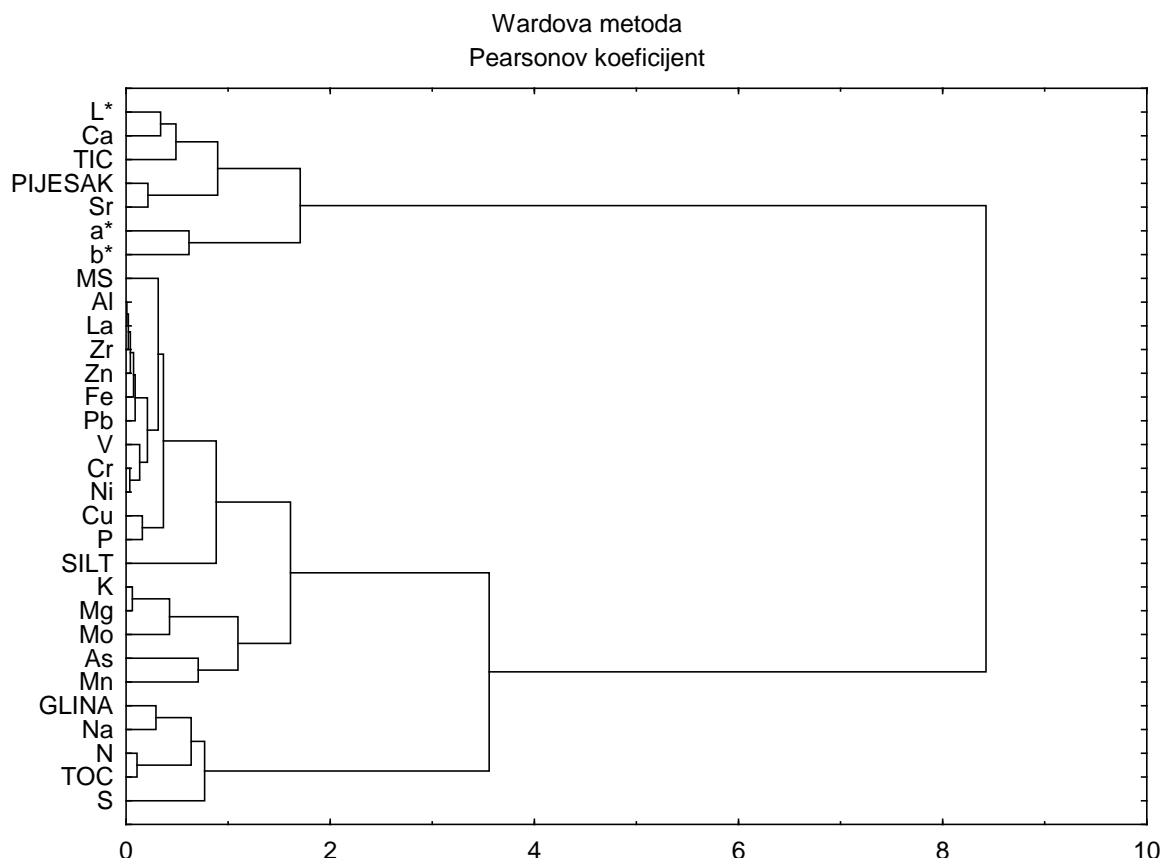


Slika 5-25 Odnos analiziranih elemenata Fe, Zr, K, Na, Ca, Mg, Zn i Pb, s Al u jezgri BAJ-7.

Tablica 5-4 Korelacijska matrica odabranih analiziranih parametara u jezgri BAJ-7, koji uključuju spektralnu analizu boje (L\*a\*b\*), magnetski susceptibilitet (MS), granulometrijske i geokemijske analize (na sljedećoj stranici).

	L*	a*	b*	MS	PIUES.	SILT	GLINA	Al	Fe	K	Na	Ca	Mg	Sr	Zr	La	V	Cr	Ni	Cu	Pb	Zn	As	Mn	Mo	S	P	N	TOC	TIC	
L*	1,00																														
a*	-0,36	1,00																													
b*	0,50	0,38	1,00																												
MS	-0,64	0,39	-0,43	1,00																											
PIUESAK	0,63	-0,30	0,25	-0,36	1,00																										
SILT	-0,64	0,33	-0,26	0,38	-1,00	1,00																									
GLINA	0,04	-0,33	0,05	-0,20	-0,12	0,03	1,00																								
Al	-0,81	0,31	-0,50	0,84	-0,50	0,49	0,08	1,00																							
Fe	-0,85	0,34	-0,49	0,81	-0,58	0,59	-0,02	0,95	1,00																						
K	-0,60	0,03	-0,50	0,69	-0,38	0,36	0,25	0,83	0,77	1,00																					
Na	-0,08	-0,44	-0,16	0,02	-0,06	0,00	0,71	0,26	0,17	0,59	1,00																				
Ca	0,66	-0,15	0,49	-0,65	0,55	-0,56	0,06	-0,78	0,60	0,94	0,74	1,00																			
Mg	-0,41	-0,18	-0,45	0,50	-0,22	0,18	0,39	0,67	0,60	0,94	0,74	-0,60	1,00																		
Sr	0,54	-0,31	0,19	-0,33	0,79	-0,78	-0,11	-0,43	-0,45	-0,25	0,05	0,43	-0,05	1,00																	
Zr	-0,78	0,26	-0,54	0,85	-0,45	0,45	0,05	0,98	0,93	0,89	0,30	-0,79	0,74	-0,37	1,00																
La	-0,81	0,34	-0,51	0,87	-0,48	0,49	-0,01	0,99	0,95	0,81	0,19	-0,78	0,63	-0,42	0,98	1,00															
V	-0,67	0,29	-0,32	0,69	-0,33	0,31	0,27	0,89	0,83	0,71	0,33	-0,54	0,60	-0,22	0,85	0,86	1,00														
Cr	-0,79	0,35	-0,42	0,78	-0,49	0,49	0,07	0,96	0,93	0,69	0,15	-0,73	0,52	-0,45	0,90	0,95	0,90	1,00													
Ni	-0,76	0,33	-0,40	0,74	-0,51	0,50	0,14	0,94	0,91	0,69	0,18	-0,73	0,52	-0,48	0,88	0,92	0,89	0,96	1,00												
Cu	-0,65	0,02	-0,43	0,56	-0,45	0,41	0,44	0,84	0,77	0,81	0,56	-0,68	0,77	-0,36	0,81	0,78	0,82	0,81	0,84	1,00											
Pb	-0,73	0,14	-0,51	0,74	-0,47	0,45	0,20	0,95	0,89	0,90	0,49	-0,78	0,80	-0,38	0,95	0,93	0,84	0,89	0,88	0,89	1,00										
Zn	-0,83	0,28	-0,50	0,80	-0,53	0,52	0,10	0,98	0,95	0,79	0,25	-0,78	0,63	-0,46	0,95	0,97	0,87	0,96	0,94	0,85	0,94	1,00									
As	-0,19	0,17	-0,09	0,23	-0,05	0,04	0,11	0,30	0,27	0,21	0,01	-0,03	0,15	0,01	0,27	0,28	0,42	0,33	0,32	0,23	0,22	0,28	1,00								
Mn	-0,41	0,13	-0,20	0,29	0,03	-0,04	0,11	0,42	0,44	0,43	0,15	-0,23	0,44	0,25	0,43	0,39	0,49	0,37	0,35	0,41	0,37	0,40	0,29	1,00							
Mo	-0,14	-0,27	-0,42	0,34	0,05	-0,06	0,12	0,34	0,32	0,63	0,40	-0,34	0,70	0,16	0,45	0,34	0,29	0,19	0,17	0,36	0,42	0,30	0,11	0,38	1,00						
S	0,13	-0,29	0,15	-0,40	0,03	-0,06	0,35	-0,20	-0,09	-0,12	0,34	0,14	0,07	0,24	-0,24	-0,27	-0,03	-0,15	-0,13	0,08	-0,09	-0,16	0,13	-0,02	1,00						
P	-0,76	0,27	-0,33	0,61	-0,47	0,45	0,32	0,85	0,84	0,76	0,40	-0,61	0,65	-0,33	0,81	0,81	0,86	0,82	0,83	0,84	0,82	0,85	0,35	0,59	0,29	0,07	1,00				
N	-0,31	-0,11	0,04	-0,07	-0,30	0,23	0,71	0,28	0,26	0,28	0,54	-0,14	0,35	-0,15	0,21	0,19	0,44	0,30	0,38	0,57	0,35	0,34	0,17	0,42	0,02	0,46	1,00				
TOC	-0,42	-0,01	-0,02	-0,02	-0,32	0,27	0,61	0,35	0,33	0,27	0,46	-0,17	0,30	-0,18	0,27	0,27	0,49	0,38	0,43	0,57	0,38	0,39	0,26	0,42	-0,07	0,40	0,63	0,89	1,00		
TIC	0,55	-0,10	0,33	-0,58	0,28	-0,25	-0,33	-0,76	-0,69	-0,71	-0,48	0,54	-0,67	0,18	-0,74	-0,72	-0,75	-0,73	-0,72	-0,78	-0,77	-0,74	-0,28	-0,44	-0,27	0,00	-0,75	-0,44	-0,56	1,00	

Klaster analiza grupirala je parametre iz korelacijske matrice (slika 5-26) i pokazala slične veze između njih kao i korelacijska matrica. Izdvaja se karbonatni klaster, u koji spadaju L\*, Ca, TIC, zatim pijesak i Sr, te a\* i b\*. Sljedeći klaster čine MS, Al, La, Zr, Zn, Fe, Pb, V, Cr, Ni, Cu, P, silt i čine siliciklastični klaster. U sljedeći klaster grupirani su K, Mg, Mo, zatim skupina As i Mn, koji se vežu na siliciklastični klaster. Izdvojeni klaster čine glina i Na, koji se vežu na N, TOC i S, te se oni zajedno vežu na siliciklastični klaster.

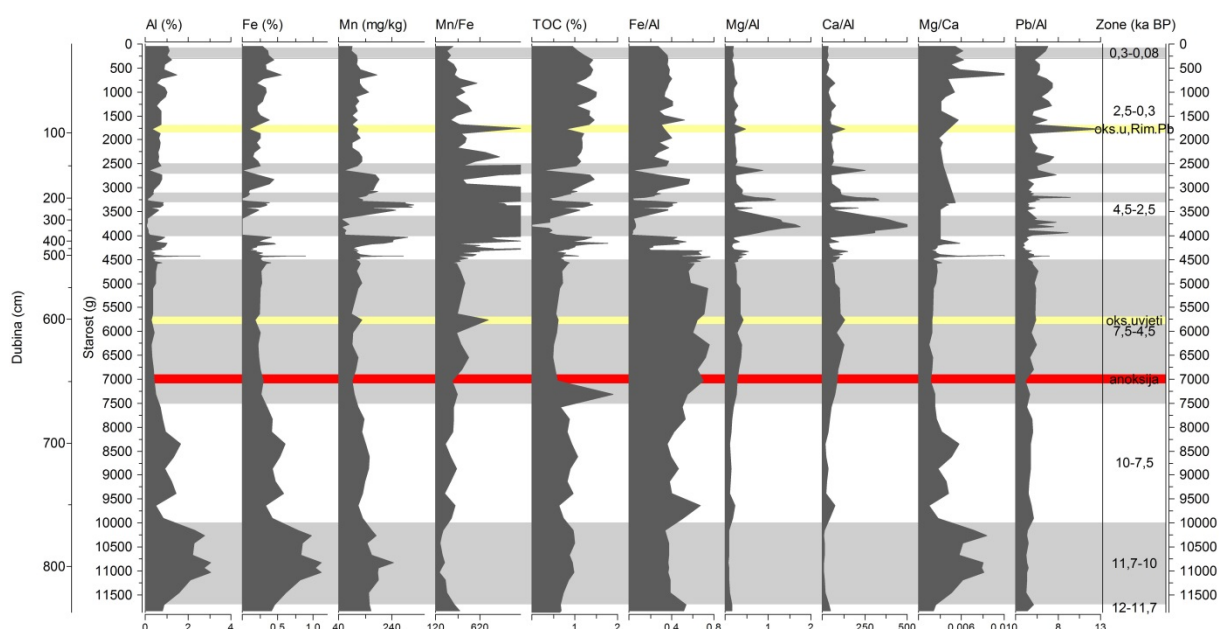


Slika 5-26 Klaster analiza dobivenih rezultata jezgre BAJ-7 (Ward-ova metoda hijerarhijskog grupiranja pomoću Pearsonovih koeficijenata korelacije), pomoću koje su izdvojena 2 klastera – karbonatni i siliciklastični.

Koncentracije pojedinih elemenata normalizirane su na Al, kako bi se isključio efekt razrjeđenja s kalcitom (slika 5-27). Omjer Fe/Al relativno je konstantan u donjem dijelu, gdje ima više siliciklastične komponente, no nešto je viši u dijelovima s dominantnim udjelom kalcita, taložen u periodu od 7,5-4,5 ka BP, iako se koncentracija Fe smanjila u tom periodu, kao i udio Al koji je izrazito nizak. Povišen omjer Fe/Al moguće je objasniti zbog vrlo niske koncentracije Al u sedimentu. U periodu promjena od 4,5-2,5 ka BP izmjenjuju se viši i niži Fe/Al. U intervalima s karbonatom, visok je Fe/Al, osim u zoni 4-3,6 ka BP, gdje je udio Fe ispod granice detekcije. Povišen Fe može se povezati i s reduktivnijim uvjetima u jezeru, kada ne prati ostale litogene elemente (Al, Mn). To se može izraziti omjerom Mn/Fe (Koinig et al., 2003; Naehrer et al., 2013), gdje povišenje Fe i sniženje omjera Mn/Fe ukazuju na

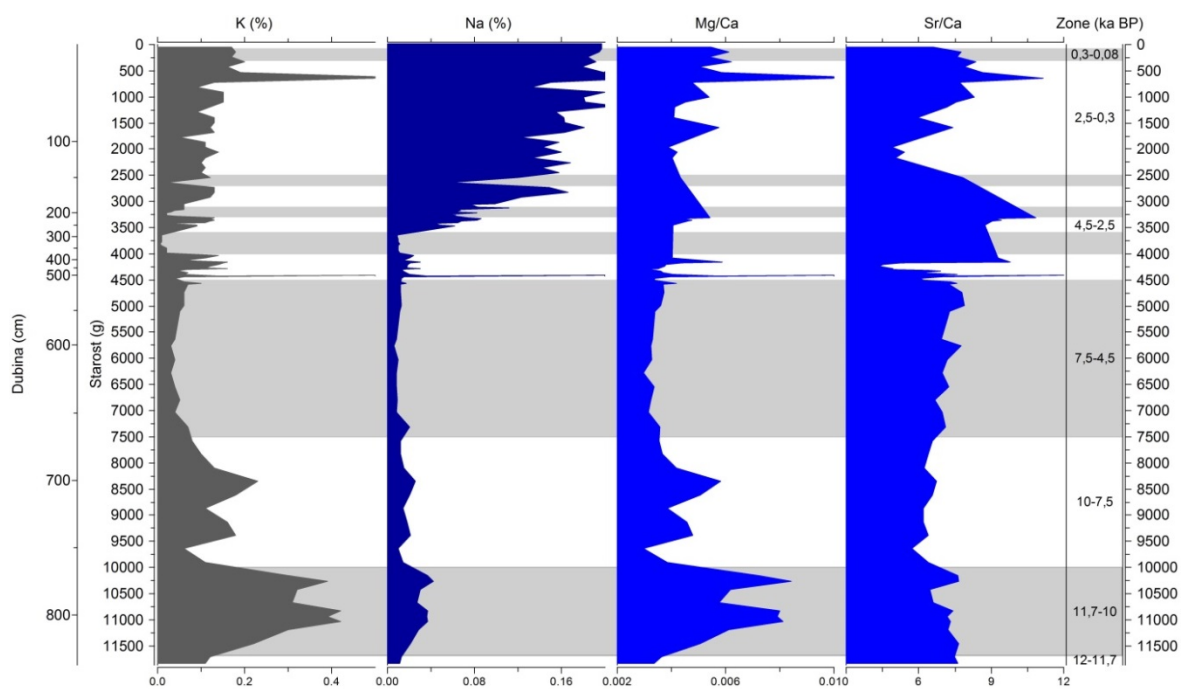
reduktivne uvjete. Visok udio Mn i više vrijednosti Mn/Fe indikatori su oksičnih uvjeta. Takvi su uvjeti uočeni na dubini 650 cm, gdje je udio Fe visok, prije toga je udio TOC-a povišen na 660 cm, te je razgradnja organske tvari uzrokovala povišen Fe. Nakon toga su uslijedili oksični uvjeti s povišenim Mn/Fe na 600 cm. Period oksičnih uvjeta odnosno višeg omjera Mn/Fe, u kojem se Fe i Mn ne podudaraju, može se uočiti i u intervalu od 98-93 cm (1800-1700 cal BP), a također je nizak udio TOC. Taj interval karakterizira visok omjer Pb/Al, koji odgovara povećanom udjelu olova tijekom rimskog perioda (Shotyk et al., 1998; Brannvall et al., 2001).

Omjer Mg/Al pokazuje različito ponašanje ovisno o prisutnosti siliciklastične komponente, nizak je u donjem dijelu, viši je u dijelu jezgre s karbonatnom sedimentacijom, a izrazito je visok u intervalu gdje je udio Al vrlo nizak, a udio Ca 40%. Takvo ponašanje pokazuje i omjer Ca/Al. Omjer Mg/Ca je visok u uzorcima s niskim udjelom Ca. Također, visoke vrijednosti Mg/Ca podudaraju se s uzorcima u kojima se pretpostavlja prisutnost tefre.



Slika 5-27 Pojedini elementi normalizirani prema Al u sedimentima jezgre BAJ-7 (Fe/Al, Mg/Al, Ca/Al, Pb/Al), te Mg/Ca i Al, Fe, Mn/Fe, Mo i TOC za interpretaciju paleo-redoks uvjeta.

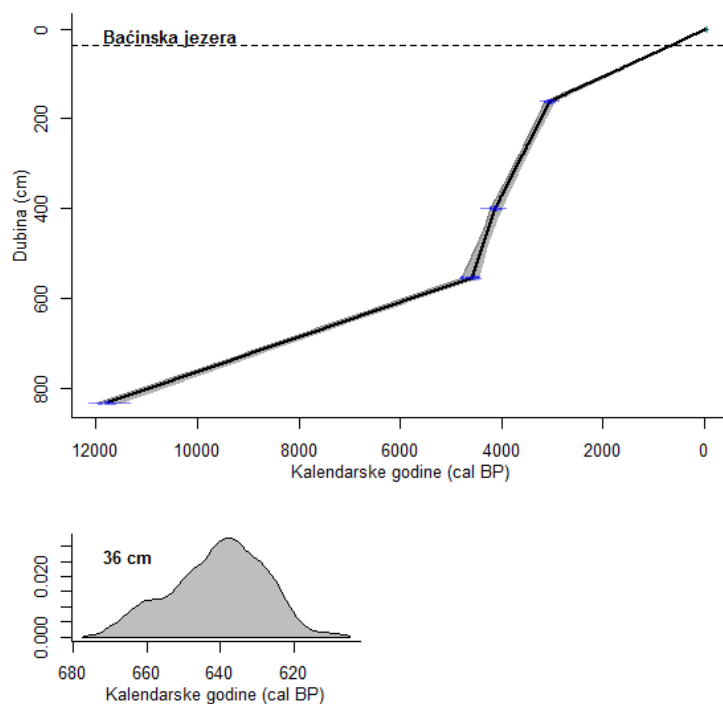
Za utvrđivanje utjecaja morske vode na sedimente, uspoređeni su K, Na, te omjeri Mg/Ca i Sr/Ca (slika 198). Povišenje udjela Na u mlađim i plićim sedimentima (3,6-0 ka BP; 285-0 cm) ne podudara se s udjelom K i omjerima Mg/Ca i Sr/Ca, te je ono rezultat naknadnog utjecaja morske vode na sedimente kroz podzemlje porinim vodama (Stumm & Morgan, 1996). To je potvrđeno određivanjem klorida u sedimentima. U gornjem dijelu jezgre do oko 2 m vrlo su visoki udjeli klorida (T. Marković, neobjavljeni podaci).



Slika 5-28 Elementi K i Na, te omjeri Mg/Ca i Sr/Ca, koji su indikatori morskog utjecaja na sedimente u jezgri BAJ-7.

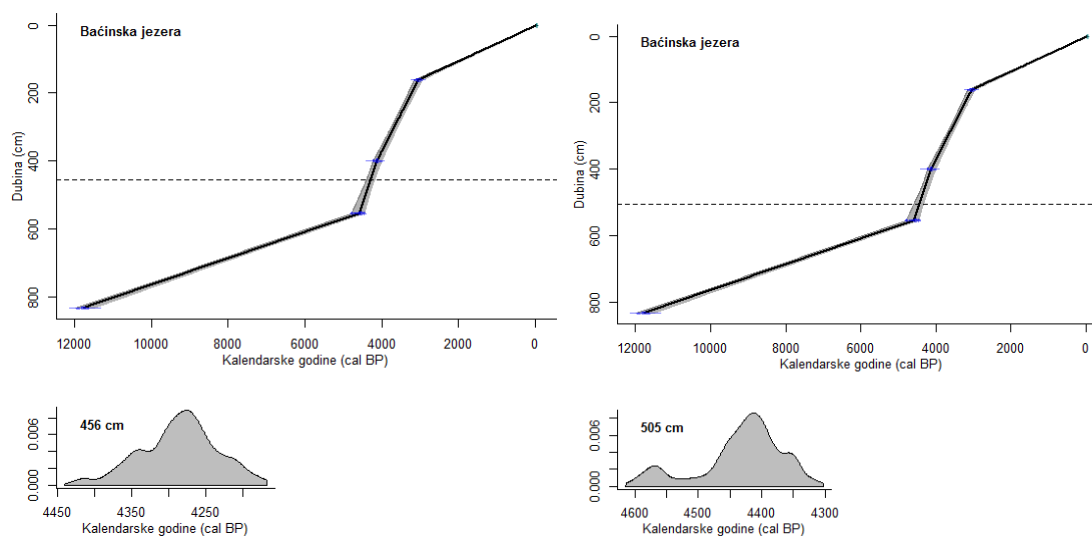
Uočava se nekoliko povišenih vrijednosti magnetskog susceptibiliteta, kao i udjela ostalih elemenata (K, Na, Mg, Fe, Zr, Ba, Pb) u jezgri, u uzorcima 36-37, 455-457 i 504-506 cm. Takav nagli porast magnetskog susceptibiliteta i udjela spomenutih elemenata mogao bi se objasniti pojavom tefre. Na tim su uzorcima napravljeni razmazani preparati kako bi se utvrdio vulkanski materijal. Vulkansko staklo pronađeno je jedino u uzorku 456-457 cm, dok ih je u ostalim uzorcima (36-37 i 504-506 cm) uočio I. Razum. Prema modelu dubina/starost pomoću programa Clam određena je starost na tim dubinama. Na dubini 36 cm utvrđena je starost u rasponu od 667 do 620 cal BP (slika 5-29).





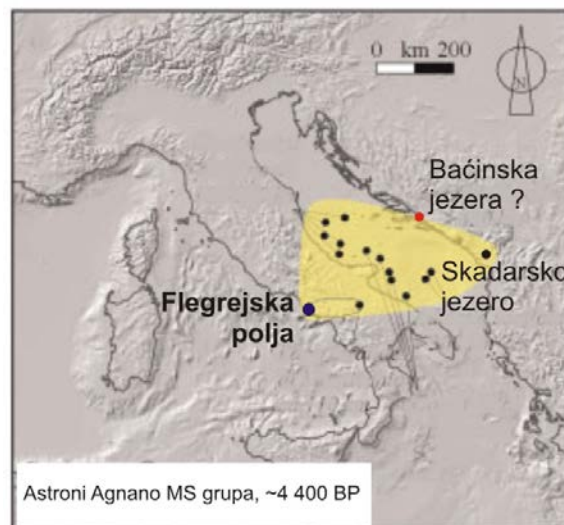
Slika 5-29 Utvrđena starost na dubini 36 cm u jezgri BAJ-7 Bačinskih jezera, prema modelu dubina/starost (program Clam).

Poznate su veće erupcije Vezuva nakon Pompeja (79 AD), a to su 472 AD, 512 AD te 1631 AD, uz mnogo manjih erupcija (Cioni et al., 2008, Santacroce et al., 2008). Da li kojoj od tih erupcija pripada tefra iz Bačinskih jezera na 36 cm dubine treba utvrditi kemijskim analizama vulkanskog stakla. Tefre erupcija 472 i 512 AD pronađene su u Ohridskom jezeru (Vogel et al., 2009) i Skadarskom jezeru (Sulpizio et al., 2009). Na dubini 456 cm određena je starost u rasponu od 4400 do 4189 cal BP, a na dubini 505 cm starost između 4588 i 4335 cal BP (slika 5-30).



Slika 5-30 Utvrđena starost na dubinama 456 i 505 cm u jezgri BAJ-7, prema modelu dubina/starost (program Clam).

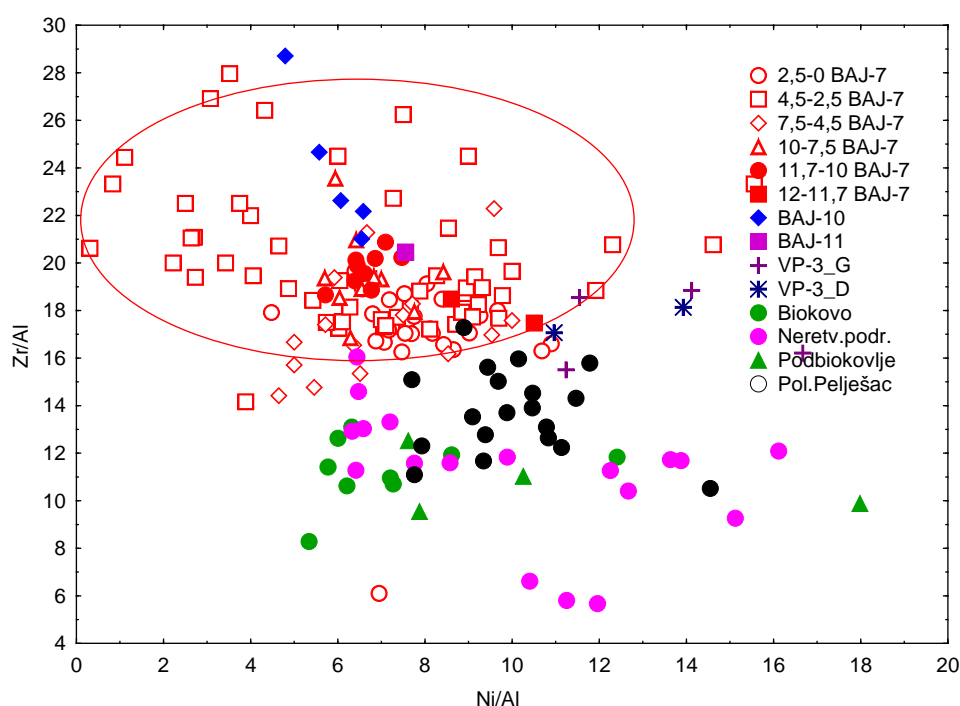
Prema starostima na tim dubinama, vulkanski materijal bi mogao potjecati od erupcije Astroni Agnano Monte Spino grupe Flegrejskih polja. Erupcije Flegrejskih polja bile su vrlo aktivne u prošlosti, a Agnano Monte Spina je (AMS) posljednja eksplozivna erupcija. S obzirom da je bilo više uzastopnih erupcija u kratkom periodu čije se tefre ne mogu razlikovati, koristi se sljedeći naziv tih erupcija: Astroni Agnano Monte Spino grupa (Siani et al., 2004; Sulpizio et al., 2009; Zanchetta et al., 2011). Erupcija Agnano Monte Spina mogla je proizvesti piroklastični pepeo koji se širio na udaljenost od 450 km (de Vita et al., 1999) (slika 201). Slojevi ove tefre pronađeni su u udaljenim područjima u Jadranskom moru (Calanchi et al., 1998; Siani et al., 2004; Lowe et al., 2007; Calanchi and Dinelli, 2008), Lago Grande di Monticchio (Wulf et al., 2008), jezeru Accesa (Magny et al., 2007) i Skadarskom jezeru u Albaniji (Sulpizio et al., 2009). Tefre ove erupcije su trahitsko do fonolitskog sastava, s visokim koncentracijama K i Na (Turney et al., 2008; Zanchetta, et al., 2012). Točna starost ove tefre je još uvijek diskutabilna. De Vita et al. (1999) utvrdili su starost ove tefre između 4500-3700 cal BP, Wulf et al. (2008) je predložio starost od 5660-5120 cal BP na u Lago Grande de Montcchio, Magny et al. (2007) je u jezeru Accesa odredio starost između 5568-5318 i 4421-4243 cal BP, Blockley et al. (2008) utvrdili su starost između 4690 i 4300 cal BP, a Passariello et al. (2010) između 4425-4525 i 4420-4520 cal BP. Prema dosadašnjim podacima, utvrđeno je da AMS tefra nije mlađa od oko 4400 cal BP (Zanchetta et al., 2012).



Slika 5-31 Položaj Flegrejskih polja i oblak vulkanskog pepela. Crne točke su jezgre u Jadranskom moru i Skadarskom jezeru u Albaniji u kojima su identificirane tefre Astroni Agnano MS grupe (modificirano prema Sulpizio et al., 2009).

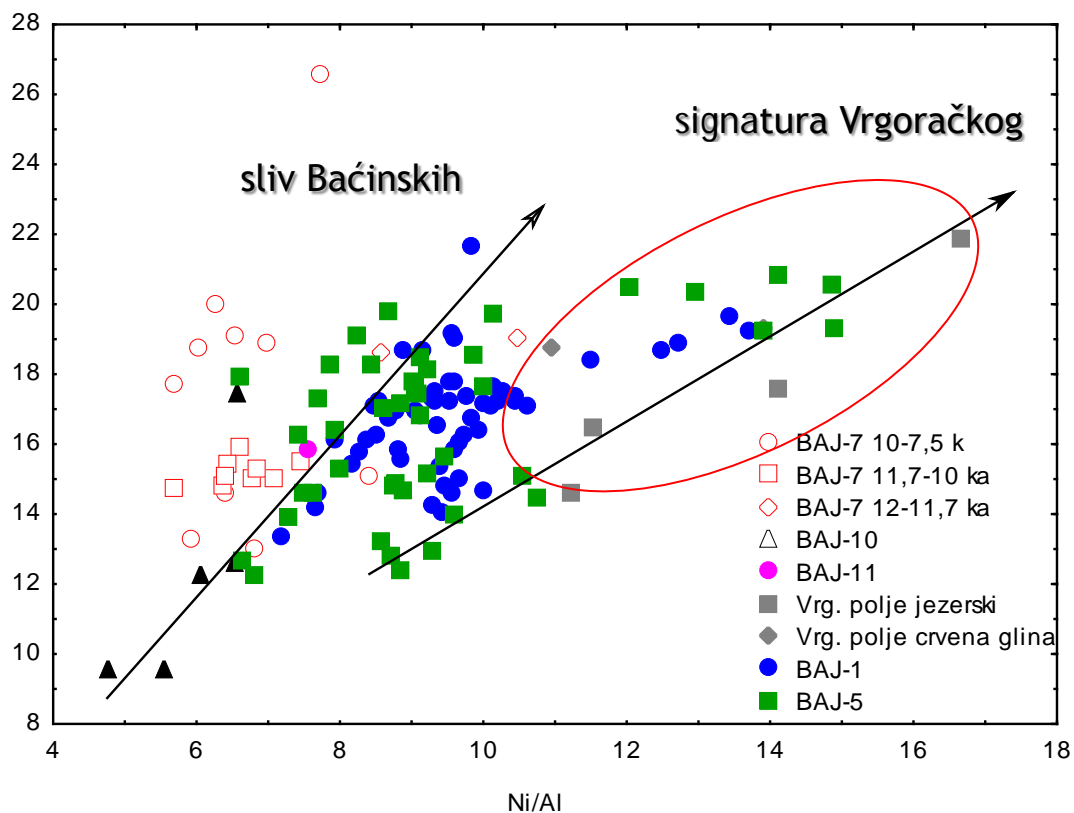
### Porijeklo sedimenata Baćinskih jezera

Sedimenti iz jezgre BAJ-7 uspoređeni su s jezgrom BAJ-10 u slivnom području, uzorkom BAJ-11, sedimentima iz Vrgoračkog polja, te površinskim uzorcima tla iz Neretvanskog područja, Biokova, Podbiokovlja i s poluotoka Pelješca. Omjer Zr/Al i Ni/Al (slika 5-32) pokazao je da uzorci iz jezgre BAJ-7 odgovaraju uzorcima iz jezgre BAJ-10 (crvenica) i BAJ-11 (crvenica). Na njih nemaju nikakav utjecaj se dimenti Vrgoračkog polja, te uzorci tla iz Neretvanskog područja, Biokova, Podbiokovlja i poluotoka Pelješac. Minerali glina u jezerskim sedimentima jezgre BAJ-7 isti su kao i iz crvenica iz jezgre BAJ-10 i uzorka crvenice BAJ-11: hidroksil-interstratificirani vermikulit (ili sekundarni klorit), illit i uređen i neuređen kaolinit.



Slika 5-32 Omjer Zr/Al i Ni/Al u sedimentima iz jezgre BAJ-7 i slivnog područja te uzoraka tla iz okolnog područja. Označen je krug u kojem se nalaze grupirani sedimenti.

Sedimenti iz jezgri BAJ-1, BAJ-5 i BAJ-7 uspoređeni su s jezgrom BAJ-10 u slivnom području i sedimentima iz Vrgoračkog polja, pomoću omjera Cr/Al i Ni/Al (slika 5-33). Na dijagramu se odvajaju signature sliva Baćinskih jezera i Vrgoračkog polja – površinski uzorci i najdublji uzorci iz jezgri BAJ-1 i BAJ-5 odgovaraju uzorcima iz Vrgoračkog polja, dok se uzorci iz jezgre BAJ-7 preklapaju sa sedimentima iz sliva Baćinskih jezera, jezgre BAJ-10 (crvenica) i BAJ-11 (crvenica). Na njih nemaju nikakav utjecaj se dimenti Vrgoračkog polja.



Slika 5-33 Omjer Cr/Al i Ni/Al u sedimentima iz jezgri BAJ-1, BAJ-5, BAJ-7 i slivnog područja Baćinskih jezera (BAJ-10) i Vrgoračkog polja. Označen je krug i pravac u kojem se nalaze grupirani sedimenti, sliva Baćinskih jezera i signature Vrgoračkog polja.

### *Paleokolišna rekonstrukcija Baćinskih jezera (Crniševo)*

U jezgri sedimenata BAJ-7 u jezeru Crniševo, Baćinska jezera, definirano je nekoliko zona u 840 cm dugačke jezgre (slika 5-34). Analizom svih dobivenih rezultata izdvojeni su u zoni 1 sedimenti pleistocenske starosti. Zatim zonu 2 čine sedimenti u kojima se uočava siliciklastični materijal, podijeljen u 2 podzone. Zona 3 izdvojena je na temelju dominantnog taloženja kalcita. U zoni 4 je izdvojeno ukupno 6 podzona, zbog naglih promjena u taloženju kalcita i siliciklastičnog materijala. U 5. zoni sedimenti su pokazali relativno konstantan udio kalcita i siliciklastičnog materijala, s kratkotrajnim promjenama u granulometrijskom sastavu, s jednom promjenom koja je podijelila zonu na 3 podzone. Izdvojene zone su sljedeće, definirane vremenski i po dubini:

- Zona 1 (843-830 cm; 12-11,7 ka BP);
- Zona 2:
  - 2/1 (830-764 cm; 11,7-10 ka BP);
  - 2/2 (764-668 cm; 10-7,5 ka BP);
- Zona 3 (668-530 cm; 7,5-4,5 ka BP);
- Zona 4:
  - 4/1 (530-374 cm; 4,5-4 ka BP);
  - 4/2 (374-285 cm; 4-3,6 ka BP);
  - 4/3 (285-220 cm; 3,6-3,3 ka BP);
  - 4/4 (220-175 cm; 3,3-3,1 ka BP);
  - 4/5 (175-145 cm; 3,1-2,7 ka BP);
  - 4/6 (145-134 cm; 2,7-2,5 ka BP);
- Zona 5:
  - 5/1 (134-20 cm; 2,5-0,3 ka BP);
  - 5/2 (20-8 cm; 0,3-0,08 ka BP);
  - 5/3 (8-0 cm; 0,08-0 ka BP).

Zonu 1 od 843-830 cm i 12-11,7 ka BP karakterizira niži magnetski susceptibilitet nego sljedeću zonu, te povišeni udio Ca, što se uočava i u povišenom udjelu kalcita. Kvarc je prisutan je u manjim količinama. Nizak je udio litogenih elemenata Al i Fe. Najdublji sedimenti su pleistocenske starosti (kraj mlađeg drijasa) ili se može promatrati kao početak holocena jer se radi o zadnjih 13 cm jezgre, od kojih se 7 cm nalazilo u kruni klipnog korera i uzorkovan je kao interval od 7 cm. Najdublji sedimenti u jezgri BAJ-7 su jezerski sedimenti što upućuje na to da su Baćinska jezera u to vrijeme postojala te da su formirana prije

početka holocena. Na temelju palinoloških analiza, posljednji interval od 7 cm pokazuje asocijaciju listopadne šume, kakva je mogla postojati pri kraju mlađeg drijasa.

U zoni 2/1 (830-764 cm; 11,7-10 ka BP) visok je udio siliciklastične komponente (Al, Fe), a udio Ca je niži, što se očituje i u mineralnom sastavu jer ima više kvarca i muskovit/illita. Visok je magnetski susceptibilitet (MS), koji je u ovom intervalu najviši u cijeloj jezgri (oko  $30 \times 10^{-6}$  cgs), osim u uzorcima gdje se pretpostavlja da se nalazi tefra (504-506 cm). Ova zona sadrži i nešto viši udio glinene frakcije, iako je on i dalje nizak, do 2 %. Udio TOC-a je nizak, kao i omjer C/N (<8), što znači da prevladava organska tvar iz jezera. Donos siliciklastičnog materijala i visok MS upućuju na povećanu eroziju u slivu vjerojatno uzrokovanu povišenjem padalina koja je evidentirana u ranom holocenu (Magny et al., 2013).

Zona 2/2 (764-668 cm; 10-7,5 ka BP) je zona u kojoj se postepeno smanjuje udio siliciklastične komponente i povećava se karbonatni udio. To se očituje i u postepenom sniženju magnetskog susceptibiliteta. Granulometrijski i dalje prevladava siltna frakcija. Zajednica peluda pokazuje da prevladava mješovita šuma, s dominantnim peludom bora Pinus. Na temelju palinoloških analiza od ove zone uočava se marinski utjecaj na sedimente. To je posljedica izdizanja razine mora te je prije 10 000 godina bila oko 35 m niža nego danas, a nadmorska visina dna jezera je iznosila oko 32 do 33 m (7,64 m jezgre + 25 m dubina vodenog stupca jezera), stoga je bio moguć povremeni prodor morske vode u Crniševo.

U zoni 3 od 668-530 cm i 7,5-4,5 ka BP prevladava karbonatna sedimentacija, s taloženjem kalcita. Magnetski susceptibilitet iznosi od 2 do -1. Sediment je prilično homogen, bez laminacije i bez ljuštura. Promjena se uočava u intervalu od 596-603 cm, u kojem se pojavljuje pjeskovita frakcija, u uzorku 600-601 cm prisutno je 38 % pjeskovite frakcije, prosječna veličina zrna je oko 40  $\mu\text{m}$ . Silt je u zoni 3 dominantan, s prosječnom veličinom čestica između 14 i 18  $\mu\text{m}$ . Udio TOC-a je visok u uzorku 660-661 cm (do 2 %), te se i omjer C/N povećao na 19, što ukazuje na donos organskog materijala iz sliva u tom uzorku. U ostalom dijelu zone 3 prevladava organska tvar iz fitoplanktona. Ovu zonu karakterizira mirniji taložni okoliš, s dominantnim taloženjem karbonata. Palinološkom analizom utvrđena je mješovita šuma, no već na početku ove zone pojavljuju se elementi mediteranske vegetacije (hrast crnika *Quercus ilex*), no s relativno malim udjelom peluda u odnosu na pelud mješovite šume, vjerojatno zbog blizine planina uz koje se vežu niže temperature i veće količine vlage, kao i donos kopnenog materijala (pa tako i peluda) vodenim tokovima.

U zoni 4 definirano je ukupno 6 podzona, na temelju promjena u sedimentu, koje se očituju u boji, granulometriji, koncentraciji Al i Ca, te TOC i C/N.



U zoni 4/1 (530-374 cm; 4,5-4 ka BP) prisutni su viši udjeli Al i Fe, te ponovno u uzorcima ima kvarca. Izmjenjuju se glinoviti i pjeskoviti intervali. U uzorku od 508-509 cm uočeni su ostrakodi. Unutar ove zone, u intervalima od 504-506 cm i 455-457 cm visok je magnetski susceptibilitet, a u uzorku 456-457 cm pronađen je vulkanski materijal. Prema dubini na kojoj se nalaze ta 2 intervala, utvrđeno je da bi mogli odgovarati vulkanskoj erupciji Flegrejskih polja, tefri Agnano Astroni Monte Spino grupe prije oko 4 400 cal BP. U tim su intervalima visoki K i Na, što je karakteristično za te tefre (Turney et al., 2008). Za točno utvrđivanje ove tefre, mora se odrediti njihov kemijski sastav. U ovoj zoni uočena je velika brzina sedimentacije, što upućuje na veći donos materijala u jezero. Palinološkim analizama utvrđena je mediteranska vegetacija, s dominacijom hrasta crnike *Quercus ilex* i degradacijskim stadijima crnikove šume (makije). Povišeni udjeli siliciklastičnog materijala u jezerskom sedimentu, mogli su biti erodirani u jezero usljed razvoja makije te krčenja šuma i naseljavanjem ljudi od ovog perioda.

U zoni 4/2 (374-285 cm; 4-3,6 ka BP) ponovno dominira kalcit, vrlo visok udio Ca, niski udio TOC i C/N, koji ukazuje na povećanu primarnu produkciju organske tvari. U zoni su uočeni ispremiješani sedimenti, s glinovito-pjeskovitim proslajcima, s povremenim organskim slojevima. U ovoj zoni prevladava taloženje kalcita, uz povremeno taloženje glinovitog materijala i organske tvari, a brzina sedimentacije je velika kao i u prethodnoj zoni.

U zoni 4/3 (285-220 cm; 3,6-3,3 ka BP) povišeni su udjeli Al i Fe, te TOC, a pojavljuje se i kvarc u mineralnom sastavu, uz i dalje visok udio kalcita. Također se izmjenjuju pjeskoviti i glinoviti intervali, a brzina sedimentacije je i dalje velika.

U zoni 4/4 (220-175 cm; 3,3-3,1 ka BP) prevladava pijesak i Ca, s niskim udjelima Al, Fe, TOC. U toj se zoni pojavljuju i ljuštore puževa, te su uočeni ostrakodi.

U zoni 4/5 (175-145 cm; 3,1-2,7 ka BP) ponovno je visok donos siliciklastičnog materijala, povišeni su udjeli Al, Fe i TOC. U tom je intervalu pronađeno mnogo ostataka biljaka, ugljen i ostrakodi. Brzina sedimentacije je manja.

U zoni 4/6 (145-134 cm; 2,7-2,5 ka BP) uočava se puno svjetliji sediment, pjeskovit, s nižim udjelima TOC, Al i Fe, iako je još uvijek prisutna mala količina kvarca.

Nakon ovog nestabilnog perioda, s vrlo brzom sedimentacijom uslijedio je stabilniji period, s kraćim intervalima iznenadnih promjena, koji nisu izdvojeni u posebne zone, osim 5/2.

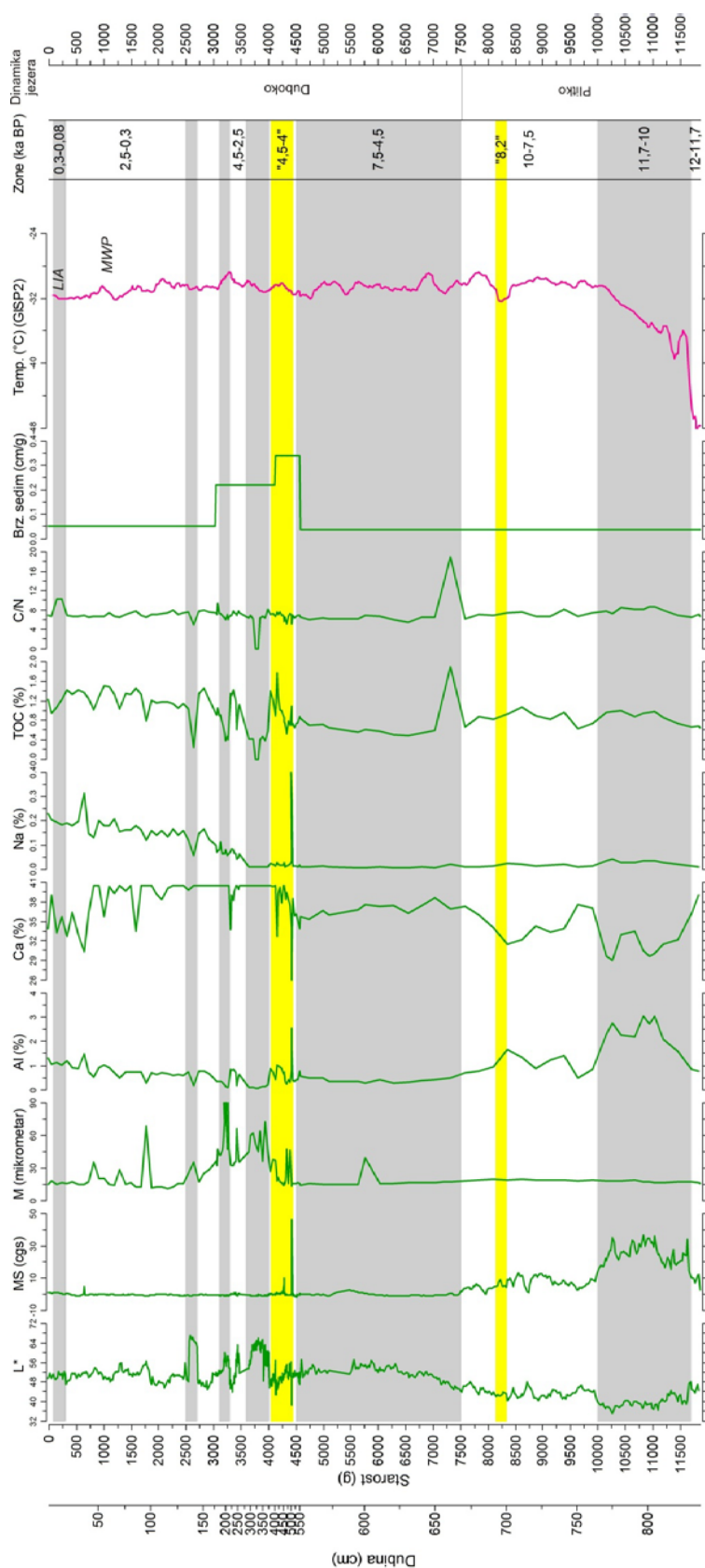
U zoni 5/1 (134-20 cm; 2,5-0,3 ka BP) visok je udio Ca i kalcita, postepeno raste udio Al, Fe, Na, K i glinovite frakcije, što ukazuje na konstantnu pojačanu eroziju, moguće zbog krčenja šuma. Utvrđeni kalijski feldspati u intervalu s povišenim magnetskim susceptibilitetom u

skladu su s pojavom tefre na 36. cm. Također su prisutni intervali s dominantnom pjeskovitom frakcijom i nižim udjelom TOC, što ukazuje na periodičke nagle promjene i eroziju karbonata iz sliva ili taloženje resuspendiranog jezerskog sedimenta iz plićih dijelova jezera. Takvi događaji odgovarali bi promjenama u vodnom režimu. U uzorcima od 100-0 cm utvrđen je gips, koji je mogao nastati uslijed oksidacije pirita nakon što se jezgra izvadila, koncentracija S i udio TOC su dosta visoki, što upućuje na anoksične uvjete u jezeru. U intervalu od 1,8-1,7 ka BP (98-93 cm) udio pijeska je jako visok, nizak je udio TOC-a, te je nizak omjer Mn/Fe, što upućuje na oksične uvjete u tom intervalu, koji se ujedno podudara s povišenim omjerom Pb/Al za vrijeme rimskog perioda.

Zona 5/2 (20-8 cm; 0,3-0,08 ka BP) upravo odgovara takvom događaju, kad je došlo do povišenja C/N i donosa organskog materijala iz sliva. Rezultati ukazuju da je to bilo tijekom malog ledenog doba (LIA).

U zoni 5/3 (8-0 cm; 0,08-0 ka BP) uspostavljeni su uvjeti kakvi i danas vladaju u jezeru, s malim donosom Al, Fe i glinovitog materijala, uz dominantno taloženje karbonata. Utvrđen je i sekundarni gips, kao rezultat oksidacije pirita.

Minerali glina u cijeloj su jezgri BAJ-7 istog tipa, prevladava kaolinit (uređen i neuređen), zatim prisutni su illit i hidrosil interstratificirani vermikulit (ili sekundarni klorit). Detritičnog su porijekla, taložili su se u jezeru nakon što su erodirani iz sliva i transportirani u jezero. Isti tip minerala glina pojavljuje se u crvenicama uz jezero.



Slika 5-34 Odabrane analize pomoću kojih su se rekonstruirali paleookolišni uvjeti Baćinskom jezeru Crniševo (BAJ-7). Temperatura je prema grenlandskoj ledenoj jezgri GISP2 (Alley, 2000). Sivo su osjenčane izdvojene zone u jezgri BAJ-7, dok su žutom bojom označeni karakteristični klimatski događaji kroz holocen. Prikazana je i pretpostavljena dinamika Baćinskih jezera od kasnog pleistocena do danas.

## Međusobna usporedba Baćinskih jezera

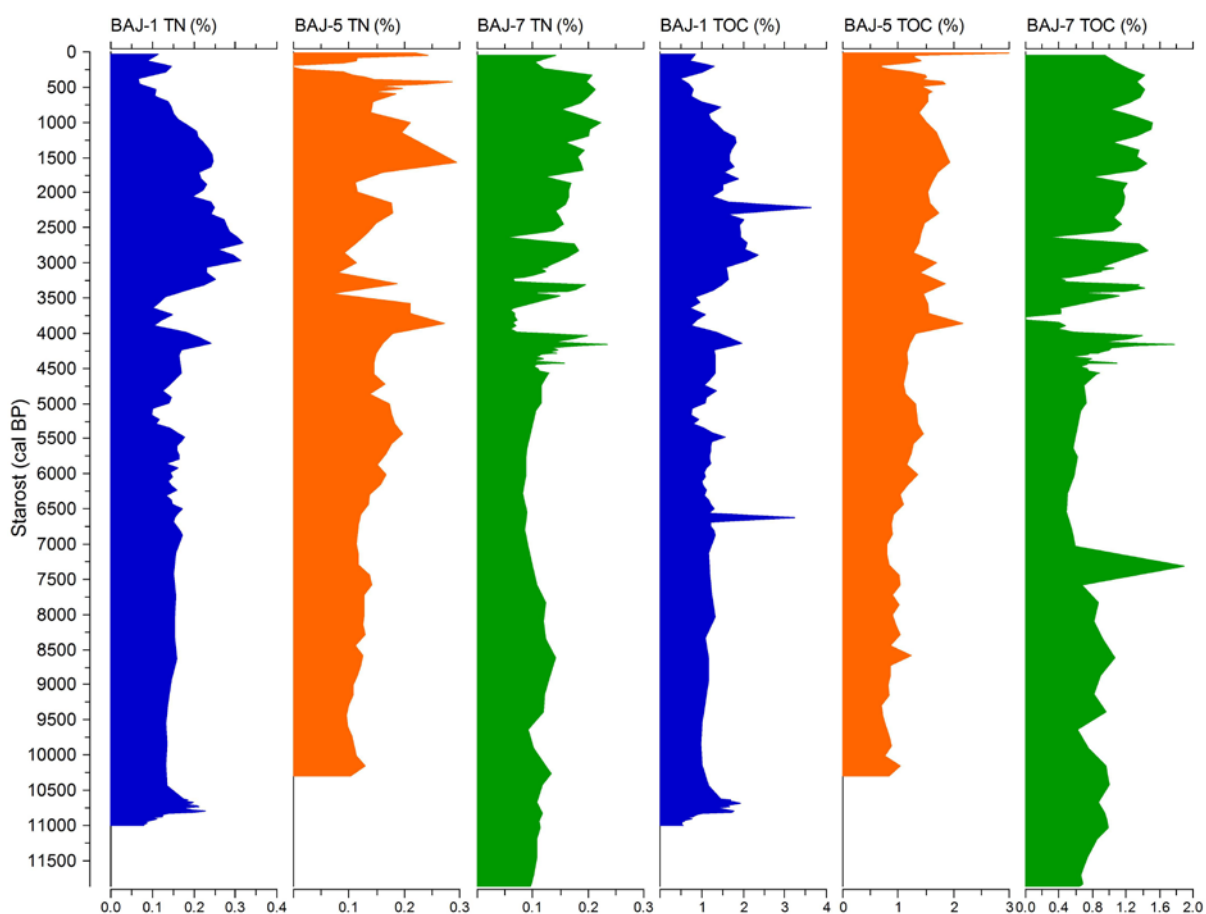
Anoksija na dnu jezera rezultat je povećanja primarne produkcije te se stvara višak organske tvari koja pada na dno jezera te se sav kisik troši za razgradnju organske tvari. Također bakterije reduciraju otopljene sulfate i nitrare na dnu jezera i ispuštaju  $H_2S$  i amonijski karbonat čime se povećava alkalnost tj pH vode. Dušik se tim procesom reducira u  $NH_4^+$  – oblik u kojem ga i drugi organizmi mogu asimilirati. Bakterije potom oksidiraju amonijske ione u nitrat ( $NO_3^-$ ) procesom nitrifikacije. Nitrat može biti ponovno reduciran na amonijak i reasimiliriran pomoću algi i biljki, ili se reducira na različite N plinove, primarno  $N_2$ , što rezultira gubitkom korisnog dušika iz jezera (denitrifikacija). To su procesi koji se događaju tijekom razgradnje organske tvari, pod uvjetima niskog kisika ili anoksičnih uvjeta. Dušik je važan u jezerskim sedimentima u određivanju uvjeta u slivu i kruženja dušika u samom jezeru. Koncentracije dušika razlikuju se u jezerskim biljkama u odnosu na terestičke, te se te razlike prikazuju u odnosu C/N. Visok C/N pokazuju biljke s niskim koncentracijama N (terestičke biljke koje sadrže celulozu), dok je fitoplankton ima visoke koncentracije dušika. Udio C/N je stoga indikator razvoja primarne produktivnosti (organske tvari iz jezera) ako su vrijednosti  $<10$ , a ako su vrijednosti  $>20$  prevladava terestička organska materija odnosno akumulacija u neproduktivnom, oligotrofnom jezeru. U oligotrofnim jezerima, sedimenti imaju visoki udio C/N i nizak udio organskog ugljika. Taj udio iznosi 5,6 za sedimente eutrofnih voda u kojima dominira fitoplankton (alge).

U sedimentu Baćinskih jezera, u Crniševu, stvara se sumporovodik ( $H_2S$ ), u dovoljno anoksičnim uvjetima i otopljenim sulfatnim ionima. U sedimentu nije utvrđen pirit ( $FeS_2$ ), moguće je da je oksidirao u jezgrama, ili nije ni taložen zbog nedostupnosti Fe u vodi (bilo nedostatkom ili u krivom obliku). U sedimentima jezera Podgore pojavljuje se povremeno pirit, u dijelovima jezgre gdje je i sumpor povišen. U sedimentima Sladinca, prisutan je gips u manjim količinama, koji je nastao oksidacijom pirita. U pojedinim intervalima u jezeru Podgora i Sladinac pojavljuje se mineral vivijanit, reduktivni željezoviti fosfat, koji ukazuje na reduktivne uvjete u jezeru u vrijeme taloženja.

Udjeli dušika (TN) i organske tvari (TOC) su dosta niski u istraživanim jezerskim sedimentima tijekom holocena (slika 5-35), dušik u nijednoj jezgri ne prelazi 0,4 %. Karakteristike su niže vrijednosti ukupnog dušika u hladnijim intervalima na početku na kraju pleistocena i na početku holocena. Ukupni dušik je potom niži u intervalima jezgri s povišenim pjeskovitim frakcijama, te u površinskim sedimentima gdje je prisutan donos silicklastičnog materijala. Organski ugljik (TOC) pokazuje sličnu varijabilnost duž jezgru kao i ukupni dušik. TOC je u sedimentima Crniševa varijabilan kroz jezgru, vrijednosti se kreću oko 0,8 do oko 5 000 godina, nakon čega postepeno raste do danas, s varijacijama u intervalu s intenzivnom

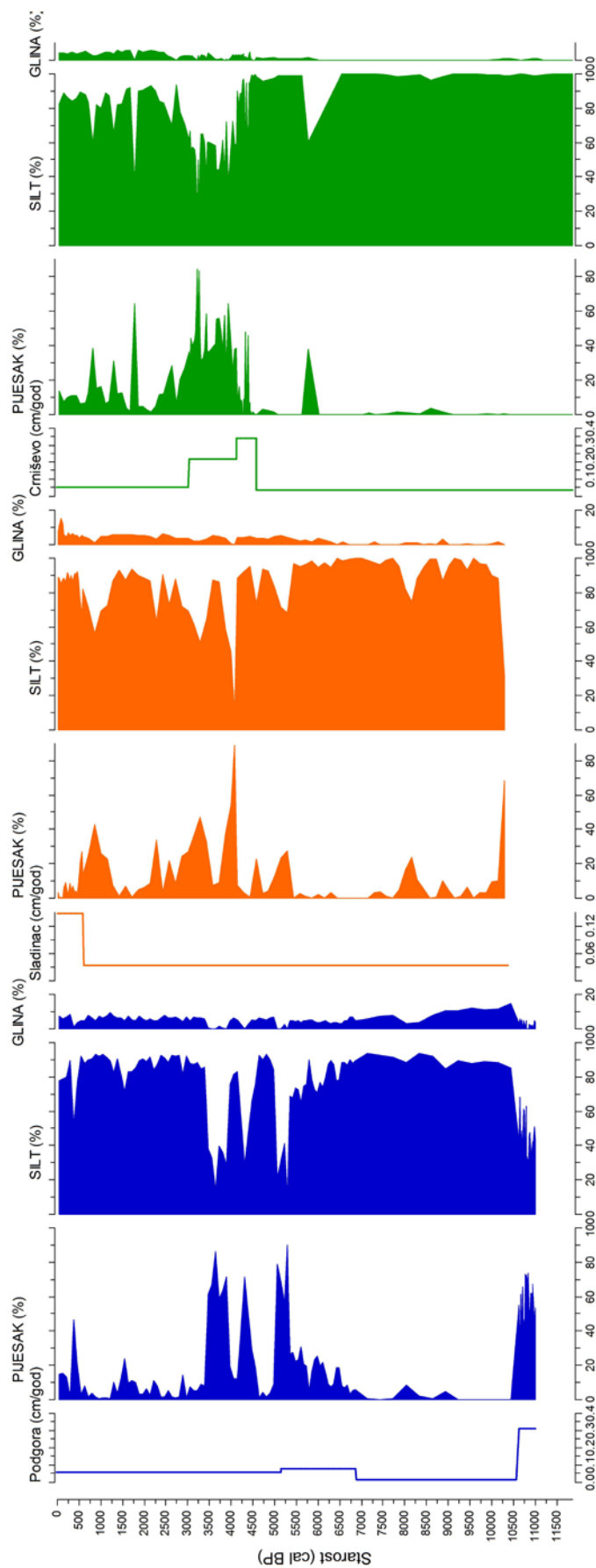
erozijom siliciklastičnog materijala. U jezeru Sladinac vrijednosti TOC-a postepeno rastu idući od starijih prema mlađim sedimentima, od 1 do oko 2 %, i visoke su od prije 3 600 godina do danas. U jezeru Podgora također se uočava trend porasta organskog ugljika prema mlađim sedimentima, s tim da su najviše vrijednosti u intervalu od 3 500 do 1000 godina, oko 2 %.

Omjeri C/N uglavnom govore o organskoj tvari porijeklom iz fitoplanktona (<10), s tim da pojedini intervali u jezgrama imaju više vrijednosti (>10), što ukazuje na terestičko porijeklo organske tvari u jezeru. Posebno se ističe interval u jezeru Sladinac, u kojem je povišen udio organskog ugljika, od prije 3 600 do 1 900 godina, gdje omjer C/N iznosi >10.



Slika 5-35 Usporedba ukupnog dušika i organskog ugljika u sedimentima Baćinskih jezera tijekom holocena.

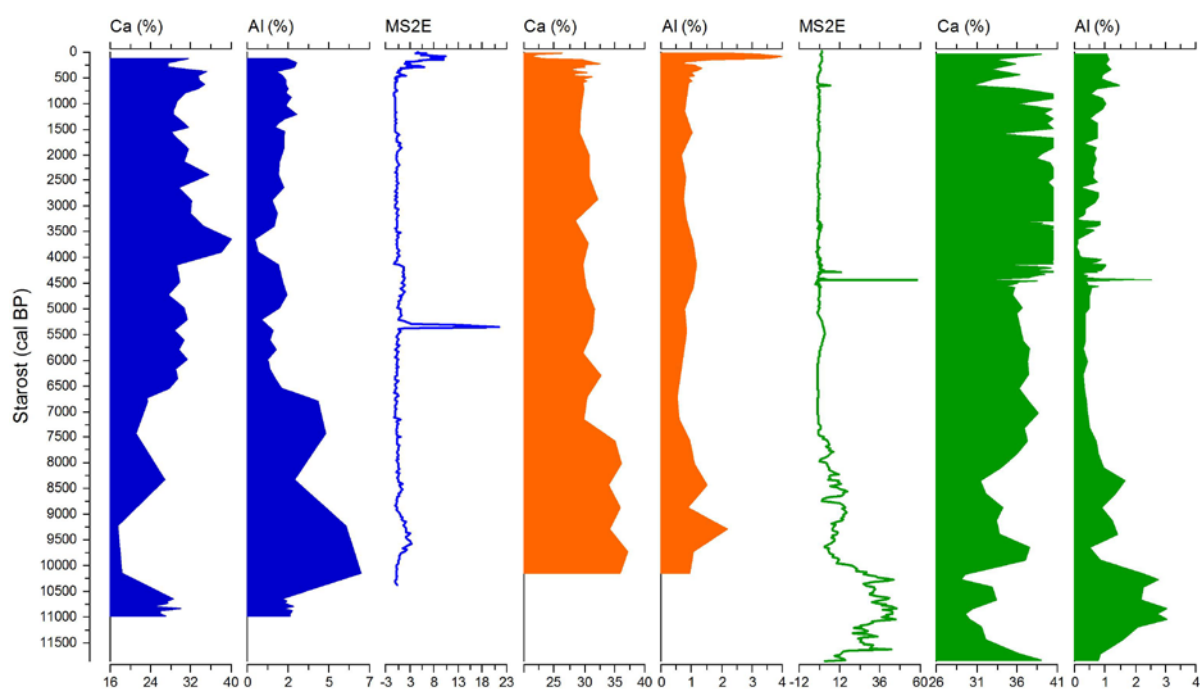
U sedimentima Baćinskih jezera dominira frakcija silta, u sva 3 jezera, koja uglavnom potječe od karbonatnih minerala, od kalcita, koji se endogeno taloži u jezeru, ali i karbonatnog i siliciklastičnog materijala koji se erodiraju i talože u jezero, te su tada i povišeni udjeli pjeskovite frakcije. U tim intervalima povećana je i brzina sedimentacije u jezeru. Glinena frakcija povišena je u mlađim sedimentima, povećava se od oko 6-7 000 godina u jezerima Sladinac i Crniševo, dok je u sedimentima Podgore viši udio gline prisutan i u dubljim i starijim sedimentima (od prije 10 500 do 7 000 godina).



Slika 5-36 Usporedba ukupnog dušika i organskog ugljika u sedimentima Baćinskih jezera tijekom holocena.



Na temelju sedimentoloških, geokemijskih i mineraloških parametara, utvrđene su zone u razvoju jezera Podgora, Sladinac i Crniševo od kasnog pleistocena i tijekom holocena (slika 5-37). Prijelaz iz kasnog pleistocena u holocen prisutan je jedino u jezgri Crniševa, koji prema tome obuhvaća najveći vremenski raspon. Sam kraj kasnog pleistocena karakteriziran je povišenim udjelima kalcija, nakon čega dolazi do povišenja siliciklastičnog materijala u sedimentima u jezeru Crniševo, što ukazuje na povećanu eroziju i pliće jezero do oko 7 500 godina cal BP. U jezeru Podgora također je na početku holocena evidentirano pliće jezero, s intenzivnim donosom pjeskovitog materijala, do oko 10 600 godina cal BP, nakon čega postaje malo dublje, ali tek od 6 400 cal BP postaje duboko jezero, s dominantnom karbonatom sedimentacijom, kakva je uočena i u jezeru Crniševo i Sladincu od 7 500 i 7 300 cal BP. Intenzivni pjeskoviti intervali, koji ukazuju na nagle događaje i donos materijala erozijom, pojavljuju se u relativno istim intervalima u sva 3 jezera, u intervalu od 4 500 do 2 500 godina cal BP u jezeru Crniševo, 5 000 do 2 000 godina cal BP u Sladincu i između 5 000 i 3 500 cal BP u jezeru Podgori.



Slika 5-37 Usporedba udjela kalcija i aluminijskog te magnetskog susceptibiliteta u sedimentima Baćinskih jezera tijekom holocena.

U sedimentima iz jezgre Baćinskih jezera (Crniševo) generalno ima vrlo malo minerala glina, prisutni su hidroksil interstratificirani vermikulit (ili sekundarni klorit), illit i kaolinit. Oni se također nalaze u sastavu jezgre BAJ-10 koja se nalazi pokraj jezera, što znači da je crvenica i tlo koje se razvilo u karbonatu u slivnom području (BAJ-11) istog mineralnog sastava. U jezgrama Sladinca i Podgore uočava se utjecaj sedimenata iz Vrgoračkog polja, pokazuju isti

takav sastav minerala glina (smektit, illit i kaolinit) i ukazuju na promjene koje su se dogodile u okolišu Baćinskih jezera. U površinskim sedimentima, do 30 cm dubine, utjecaj sedimenata iz Vrgoračkog polja vezan je za prokop tunela koji je odvodio višak vode iz Vrgoračkog polja u Baćinska jezera (1938.). U jezeru Podgora, osim površinskih sedimenata, utjecaj sedimenata iz Vrgoračkog polja uočava se i u starijim sedimentima, do oko prije 7 200 godina, kada se muljevitim tokovima odvodio sediment iz Vrgoračkog polja u jezero Podgoru i Baćinska jezera. Od tog perioda formirala su se dublja Baćinska jezera, te se pretpostavlja formiranje Vrgoračkog jezera.

### **5.3. Rekonstrukcija paleookolišnih uvjeta u Baćinskim jezerima na temelju paleontoloških analiza**

#### **5.3.1. Paleookoliš na temelju analize ostrakoda**

##### **Utjecaj abiotskih čimbenika na ostrakodnu zajednicu**

Od abiotskih čimbenika najveći utjecaj u formiranju paleookoliša i razvoju slatkovodnih ostrakodnih zajednica Baćinskih jezera Podgora, Sladinac i Crniševo imali su: promjena razine jezerske vode, sastav podloge i donos materijala s kopna.

U jezerima ostrakodi naseljavaju sve dostupne zone od litorala do velikih jezerskih dubina. Bogata populacija nalazi se i u izvorištima, rijekama, potocima, barama, ali i u podzemnim vodama. Postoje vrste sa širokim ekološkim rasponom, dok druge posjeduju ograničenu tolerancu te se vežu za strogo definirane okolišne uvijete i određene dijelove jezera. Kod istraživanja jezgri i rada s fosilnim ostrakodnim zajednicama potrebo je dodatno obratiti pažnju na tanatocenoze koje mogu biti in situ, ali i pretaložene. Dodatnu pomoć kod utvrđivanja in situ faune daju podatci o odnosu juvenilne/adultne ljušturice kao i odnosu cijele i odvojene ljušturice u analiziranom uzorku. Prijašnja istraživanja su pokazala da je zajednica autohtona i karakteristična za okoliš u kojem je nađena kada je većina ontogenetskih stadija prisutna u materijalu (Boomer & Eisenhauer 2002). Dodatno je važno uzeti u obzir i kritičnu dubinu tanatocenoze, koja zna biti do dva puta dublje taložena nego dubina odgovarajućeg sedimenta. U odnosu na podlogu ostrakodi se dijele na fitalne i bentičke ostrakode koje žive u ili na podlozi i ovise o podlozi, te na planktonske vrste, planktonske plivajuće forme koje nisu ovisne o podlozi. Vrste koje žive na biljkama, manje/više su lateralno spljoštene, tankih, glatkih i oblih ljušturica sa slabom bravom (najčešći tip). Isti tip ljuštura kao prethodne mogu živjeti i na krupno-zrnatoj podlozi (šljunak, fragmenti ljuštura). Vrste koje se ubušuju u podlogu imaju glatku površinu ljušturice u odnosu na one koje žive na površini sedimenta. Ubušujući oblici imaju jaču stijenkiju ljušture, a vrste koje gmižu po površini sedimenta prepoznatljivije su po ravnoj ventralnoj strani ljušturice.

Vrste koje žive na ili u pjeskovitim sedimentima manje su od onih koje obitavaju na biljkama, a najveći oblici su nađene kod ostrakoda koje žive na mulju. Poznato je da odnos ostrakodne faune i sedimenta ne ovisi jedino o granulometrijskom sastavu već i o mineralnom sastavu.

### Paleorekonstrukcija okoliša

Za sve određene ostrakodne vrste iz analiziranih uzoraka Baćinskih jezera načinjena je sistematska odredba prema analizi tvrdih dijelova ljušturica. Niti jedna recentna forma nije bila uključena u ovo istraživanje. Ukupno je određeno trinaest vrsta koje pripadaju u sedam rodova: *Candona paionica* Petkovski, *Candona cf. ovalis* Mikulić, *Candona meidionalis* Petkovski, *Candona cf. expansa* Mikulić, *Candona ex. gr. neglecta*, *Candona cf. goricensis* Mikulić, *Candona sp.*, *Pseudocandona compressa* (Koch), *Darwinulla stevensoni* (Brady & Robertson), *Cypria ophthalmica* (Jurine), *Ilyocypris bradyi* Sars, *Candonopsis sp. i Potamocypris sp.*

Determinirane ostrakodne vrste se u većini poklapaju u sve tri jezgre, što govori o povezanosti ostrakodne faune u sva tri jezera.

Većina ostrakodnih vrsta pripada porodici Candonidae. Determinacija vrsta fosilnih *Candona* nije jednostavna. Problemi kod identifikacije vrsta roda *Candona* bili su prisutni i u ovom istraživanju. Tako npr. dio kandona manjih po dimenziji i specifičnog ovalnog oblika određen je kao vrsta *Candona cf. ovalis* vrsta, koju je opisao Mikulić iz Ohridskog jezera. Drugi dio kandonske faune determiniran je kao *Candona ex.gr. neglecta* jer je bilo teško točno odrediti o kojoj se vrsti radi. Kako bi se izbjegle pogrešne odredbe, odredba je ostavljena na ovoj razini. Posebnu grupu čine kandone koje su zbog oštećenosti ili ontogenetskog stadija ostavljene specifički neodređene kao *Candona sp.* Za preciznije odredbe bit će potrebno izvršiti detaljna morfometrijska mjerenja, odnosno načiniti SEM fotografije ciljanih područja ljušturica i konzultaciju s biologima.

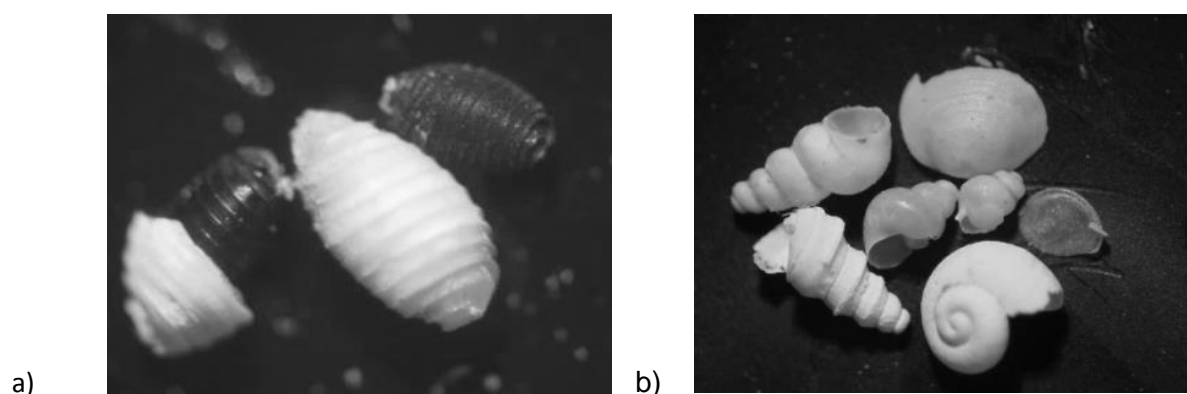
Brojnija kandonska vrsta u sve tri jezgre je vrsta *Candona paionica* Petkovski. To je vrsta koja upućuje na moguću vezu ostrakodne faune Baćinskih jezera s širim prostorom na kojima je vrsta opisana i nađena: jezera Skadar, Ohridskog jezera, ali i holocenskih jezerskih naslaga Italije. Vrsta *Candona meidionalis* Petkovski (1958) koja je određena kao endemska vrsta u jezeru Dorjan, a koju Mazzini et al. (2014) opisuju i u Skadarskom jezeru, nađena je u uzorku BAJ-5 24-26 cm samo s jednom lijevom ljušturicom ženske jedinice. Ovaj podatak predstavlja dodatnu poveznicu s ostrakodnom faunom šireg prostora. Odredbe velikih kandonida zahtijevaju dodatne provjere.

Slatkovodne ostrakodne vrste koje su određene u holocenskim naslagama tri jezgre Baćinskih jezera poznate su i iz recentnih slatkovodnih okoliša. Za većinu vrsta dostupni su podatci o njihovim životnim navikama što olakšava i paleorekonstrukciju jezerskog okoliša. U uzorcima su očuvani svi ontogenetski stadiji, a u uzorcima dominiraju odvojene ljušturice.

Grupiranjem determiniranih vrsta prema životnim navikama i okolišu u kojima žive slatkovodnu ostrakodnu faunu Baćinskih jezera moguće je podijeliti u dvije grupe: dubljevodna fauna i miješanedubljevodna-plitkovodna fauna. Najstabilnija ostrakodna zajednica koja je rezultat najmanjih promjena u evoluciji jezerskog prostora nalazi se u uzorcima jezgre BAJ- 5. Najviše variranja u sastavu ostrakodne zajednice zabilježeno je u uzorcima jezgre BAJ-7. Analizom ostrakodnih zajednica u uzorcima jezgara BAJ-1,BAJ-5 i BAJ-7 odvojene su glavne zone s pripadajućim podzonama. Zone su uvijek odvajane u odnosu na plitkovodnu ili dubljevodnu ostrakodnu zajednicu.

Mali broj vrsta u dubljoj jezerskoj sredini (tri do max. četiri vrste) vjerovatno je odraz surovijih okolišnih uvjeta kao što su niska razina kisika, temperatura, sastav podloge i mogućnost prehranjivanja. Veći broj vrsta u uzorcima Baćinskih jezera (od 7 do 9 vrsta) uvijek je povezan s plićim okolišima u kojima je prisutan povišeni sadržaj kisika i različitost mikrostaništa. U mlađim naslagama pogotovo dijelu koji je bio izložen antropogenom utjecaju za što su dobar primjer najmlađi uzorci jezgre BAJ-7 pojavljuje se veći broj kozmopolitskih otpornijih vrsta.

Osim ostrakodne faune nalaz oogonija i talusa *Chara* dopunjuje sliku paleookoliša. *Chare* pripadaju zelenim algama, koje vole muljevita i pješčana dna slatkih voda. Karakteristične su za oligotrofna jezera od 0,5-4 m s optimumom rasta između 2-4 m. Njihova brojnost u analiziranim uzorcima jezgara uvijek se veže za oplićavanje jezera. Najbrojniji oogoniji *Chara* i talusi nađeni su u jezgri BAJ-7 i BAJ-1 u drugoj i trećoj zoni (slika 5-39 a), a nešto rjeđe u jezgri BAJ-5.

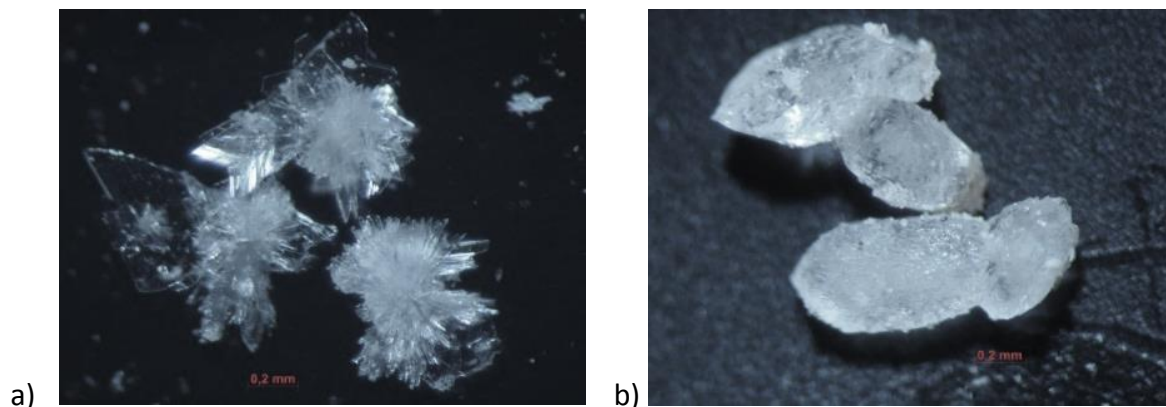


Slika 5-38 a) Oogoniji *Chara* BAJ-7 255-257cm; b) Fauna molusaka u uzorku BAJ- 5B 430-432 cm.

Prema Blaženčić & Blaženčić (1983) u Baćinskim jezerima živeće Characeae nađene su ispod 9 m dubine. U uzorcima dubljeg jezera npr. BAJ-7 od 507 do 836 cm dubine nema oogonija što se može objasniti vegetativnom reprodukcijom koja je zabilježena u dubljoj vodi (Sinkevičienė, 2010), tako da se u uzorcima nalaze samo talusi.

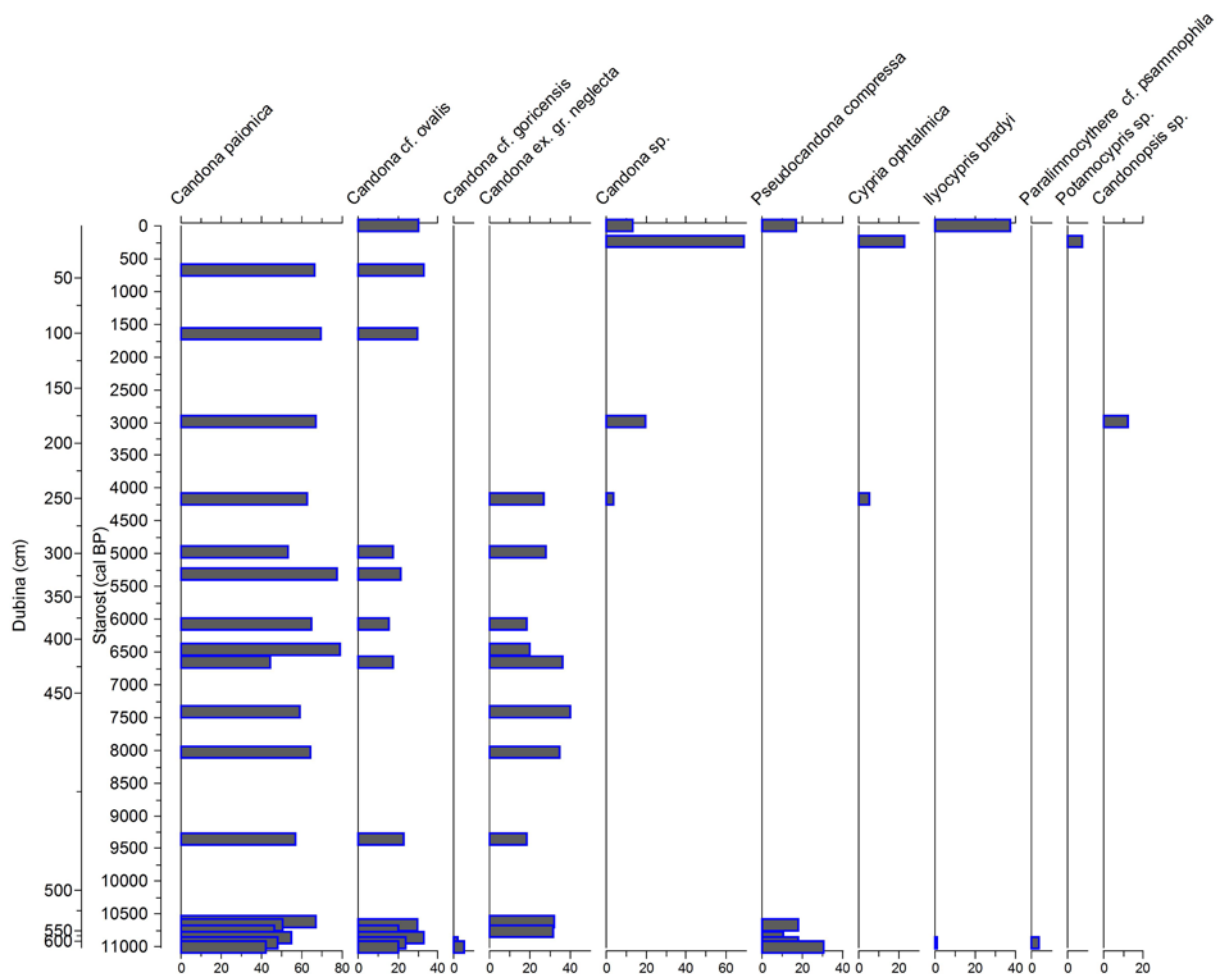
U sve tri jezgre mogu se izdvojiti uzorci s bogatom faunom molusaka u BAJ-1 na dubini od 508 cm do zadnjeg uzorka na 628 cm dubine. U jezgri BAJ-5 na dubini od 400 cm do 432 cm i u jezgri Baj-7 na dubini od 255 do 375 cm (slika 5-39 b).

U analizi jezgara posebno su izdvojeni nalazi minerala gipsa, koji je nađen u obliku sraslaca poznatijih kao lastin rep (slika 5-40a) i kolovarskih sraslaca „pijeska gipsa“ (slika 5-40b).



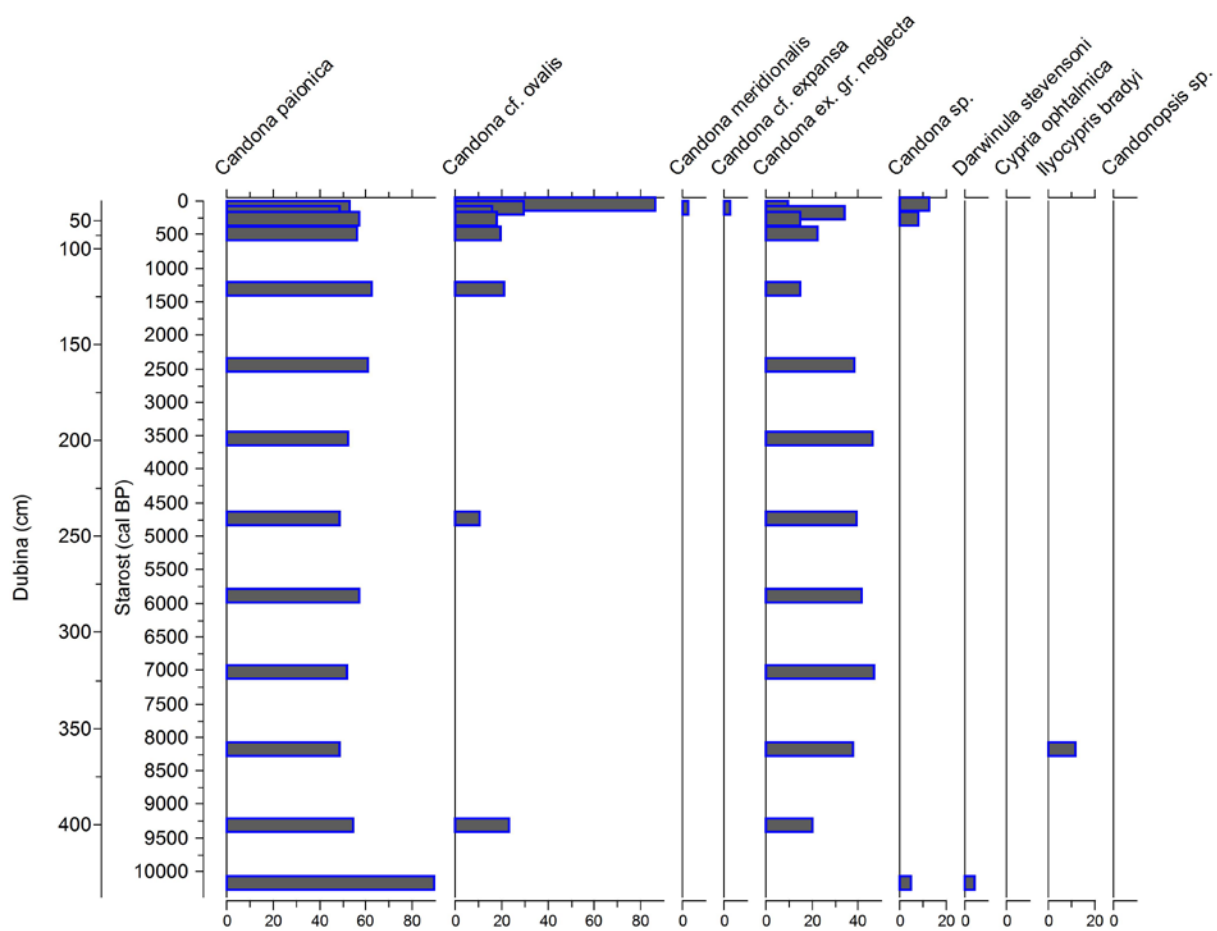
Slika 5-39 Minerali gipsa u uzorcima a) BAJ-7 133-135 cm; b) BAJ-5B 400-402 cm.

Prema sastavu ostrakodne faune u svim uzorcima nije moguće detektirati povećanje sliniteta jezerske vode te bi pojavnost minerala gipsa možda mogla upućivati na naknadno prodiranje slane vode u sediment što nije moglo uzrokovati promjenu ostrakodne faune. Prilikom pripreme uzoraka u laboratoriju u kontaktu s zrakom dolazi do kristalizacije lijepih kristala gipsa. Nalaz fitoplanktona i dijatomeja u uzorku BAJ 7 23-25 cm može biti dodatni indikator eutropifikacije jezera.

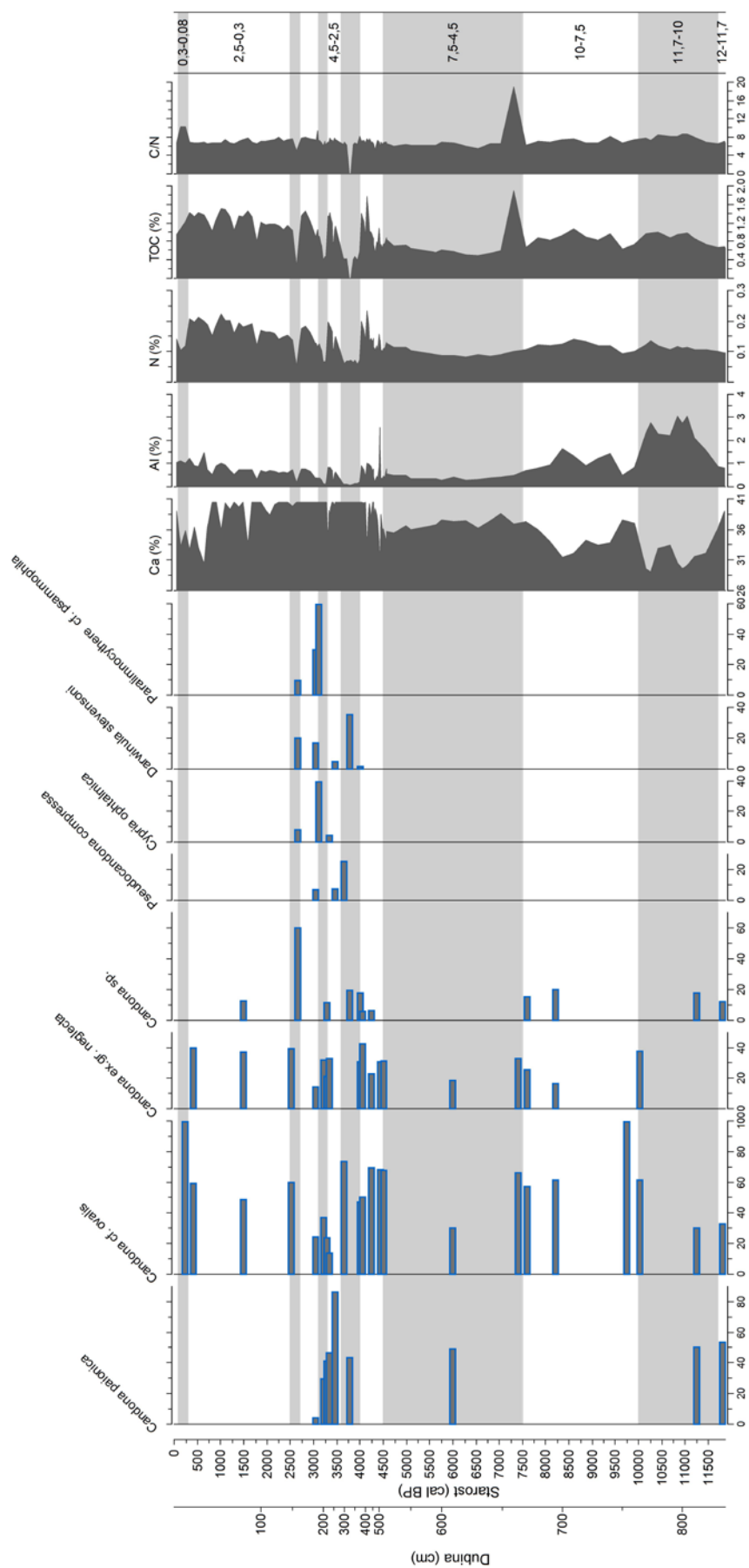


Slika 5-40 Ostrakodna zajednici u jezeru Podgora, u vremenskoj skali.





Slika 5-41 Ostrakodna zajednici u jezeru Sladinac, u vremenskoj skali.



Slika 5-42 Ostrakodna zajednica u jezeru Crniševo, u vremenskoj skali s geokemijskim parametrima.

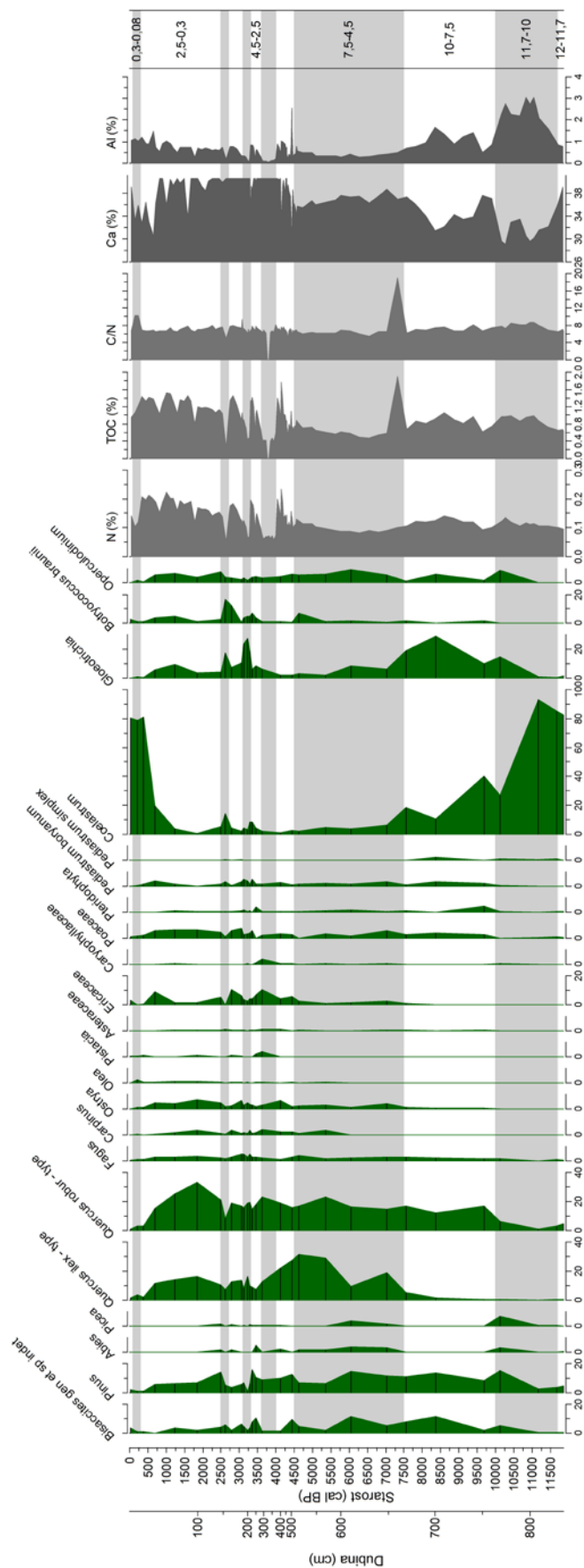
### 5.3.2. Paleookoliš na temelju palinološke analize

Kroz analizirane uzorke iz jezgre Baj-7 možemo pratiti razvoj vegetacije na području Baćinskih jezera od mješane šume u umjereno toploj vlažnoj klimi krajem pliocena do mediteranske vegetacije u sredozemnoj klimi.

Promjene u sastavu palinomorfi (spore, pelud, fitoplankton i zooplankton) se podudaraju s promjenama kod geokemijskih parametara poput N, TOC i C/N čime je omogućeno i objašnjenje nekih promjena ili visokih i niskih vrijednosti parametara (slika 5-43).

Izdvojeno je devet zona i devet podzona koje odgovaraju promjenama u klimi, vegetaciji i trofičnosti. Uzorci najstarije zone **PZBAJ I** taloženi su u vrijeme naglog porasta morske razine („melt water pulses“, MWP-1B) prije 11,3 ka cal BP u hipertrofnom plitkom jezeru. Hipertrofni uvjeti vladali su i u vrijeme zone **PZBAJ II** koja je istovremena s početkom taloženja sapropela S1a 10 800-8 800 cal BP početkom holocena. Taloženje u vrijeme zone **PZBAJ III** se odvijalo u proksimalnijem, tj. plićem dijelu mezotrofnog jezera. Od ove zone se javlja dinocista *Operculodinium* koja ukazuje na izvjesno zaslanjenje. Tijekom zone **PZBAJ IV** jezero prelazi iz mezotrofnog u oligotrofnog, dolazi do zatopljenja i smanjenja padalina te se javlja slatkovodna zelena alga *Botryococcus braunii*. Za zonu **PZBAJ V** je značajan vrlo mali udio zelene alge *Coelastrum polychordum* i postupno smanjenje udjela cijanobakterije *Gloeotrichia* kao i zamjetan udio elemenata mediteranske vegetacije (hrast crnika *Quercus ilex*) i vrjesovke (Ericaceae). Zona **PZBAJ VI** je podijeljena na 6 podzona u kojima se izmjenjuju vlažnija i suša razdoblja odnosno sekundarne sukcesije vegetacije uslijed krčenja šuma. Prva je podzona **PZBAJ VI a** u kojoj se generalno smanjuje udio elemenata mediteranske vegetacije, a povećava udio listopadne vegetacije što ukazuje na vlažniju klimu s više padalina. No, na početku zone uočava se smanjeni udio listopadnog hrasta (*Quercus robur*) i povišeni udio vrjesovke (Ericaceae) i trava (Poaceae) što bi moglo odgovarati periodu suše prije 4200 godina. Slijedi podzona **PZBAJ VI b** u kojoj dominira amorfni liptinit algalnog porijekla koji ukazuje na povećanu primarnu produkciju organske tvari. U podzoni **PZBAJ VI c** je zanimljiv nagli porast udjela dušika što se vidi i po povišenom udjelu zelene alge *Coelastrum polychordum*. Javlja se joha (*Alnus*) Smanjen je udio vrjesovki (Ericaceae) i trava (Poaceae), a povećan udio paprati što ukazuje na nešto vlažniju klimu, ali i sekundarnu sukcesiju možemo pratiti od ove podzone. Nakon krčenja hrastovih šuma (prije nekih 3500 godina) javljaju se paprati i joha kao pionirska vrsta nakon koje slijedi u dijagramu „pik“ jele, pa bora krajem podzone te „pik“ hrasta u sljedećoj podzoni **PZBAJ VI d** kad se obnovila vegetacija. Krajem podzone (prije nekih 3200 godina) slijedi novo krčenje šuma koja se obnavlja unutar podzone **PZBAJ VI e** i još jednom najintenzivnije krčenje šuma (prije nekih 2200 godina) tijekom podzone **PZBAJ VI f** koja se obnavlja tijekom podzone **PZBAJ VII a** i postiže klimaks u podzoni **PZBAJ VII b** (prije nekih 1800 godina tj. 200. g. AD). U podzoni

**PZBAJ VII c** se smanjuje udio peluda drveća a povećava udio algi, vrjesovki (Ericaceae) i trava (Poaceae) što odgovara srednjovjekovnom toplijem periodu (*Medieval Warm Period*, MWP ( 10 do 14. stoljeća) kada jezero ponovo prelazi iz mezotrofnog u eutrofno kakvo ostaje do danas. U najmlađoj zoni **PZBAJ IX** je zanimljivo što u uzorku s dubine 3-5 cm nema dinociste *Operculodinium* budući je kroz veći dio jezgre prisutan a ukazuje na zaslanjenje koje je i danas prisutno zbog izvora Mindel. Vjerojatno je u to vrijeme prokopan Vrgorački tunel uslijed čega je pojačan dotok slatke vode uslijed čega su formirani i anoksični uvjeti.



Slika 5-43 Palinološka analiza u jezeru Crniševo, koja se vrlo dobro korelira s geokemijskim parametrima.

### 5.3.3. Paleookoliš na temelju analize dijatomeja

U njadubljem uzorku (780-781 cm), u dijatomejskoj zajednici je utvrđeno da zajednicom dominira bentos (71%), pa fakultativni plankton (do 28%) dok je plankton slabo zastupljen. Zonu karakteriziraju vrste roda *Achnantheidium* (47%), a brojem se ističu vrste *Achnantheidium subatomus* (27%) i *Staurosira construens* (20%), uz rjeđu pojavu vrste *Amphora pediculus* (7%). Takav tip zajednice upućuje na oligotrofne riječne okoliše vrlo niskog alkaliniteta i minorne uloge makrofitne komponente.

U zajednici u zoni 570-691 cm, i dalje dominira bentos, s učestalosti do 89%, 8 je planktonskih s 19%, dok je 10 fakultativnih planktonskih s učestalosti do 15%. Dominiraju vrste *Cavinula scutelloides* (34%) u zajednici s *Cyclotella distinguenda* (18%), *Amphora pediculus* (17%), *Cymbella diluviana* (14%) i *Staurosira construens* (9%). Naglo povećanje udjela planktonskih vrsta uz prisutne marinske silikoflagelate uočene u uzorku 690-691 upućuje na moguće produbljavanje izložene površine i formiranje plitkog (*Pseudostaurosira brevistriata*, *Encyonopsis*, *Eunotia*, *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P.Compère), alkalnog jezera koje je u pojedinim razdobljima bilo izrazito eutrofno i izloženo marinskim utjecajem. Konstantan prinos slatke vode (*Amphora copulata*, *Gomphonema truncatum* Ehrenberg, *Cymbella laevis*, *Achnantheidium subatomus*) odgovara pluvijalnoj fazi humidne klime. Na temelju povećane učestalosti toplivodnih vrsta (38%) u uzorku 600-601, može se utvrditi zatopljenje i pojačana biološka produkcija.

U uzorku 550-551 cm učestale su vrste roda *Amphora* 27% (*Amphora pediculus*, *Amphora inariensis* i *Amphora copulata*) i *Cyclotella distinguenda* 16%, dok su vrste *Cavinula scutelloides*, *Staurosira construens*, *Pseudostaurosira brevistriata* i *Mastogloia lacustris* rjeđe (do 8%). Iako je neznatno smanjen broj vrsta planktona i fakultativnog planktona, njihova učestalost je nepromijenjena. Analizirana zajednica rezultat je stabilnog oksičnog i alkalnog okoliša mezotrofnog karaktera.

Za razliku od prethodne zone, u uzorku 530-531 cm, smanjen je broj (3) i učestalost planktonskih vrsta (11%), u korist fakultativnog planktona (18%) prisutnog s oligohalob/indiferentne vrstama (*Martyana martyi* (Héribaud) Round, *Pseudostaurosira brevistriata*, *Staurosira construens*) što može sugerirati na neznatno povećanje saliniteta. Sastav zajednice upućuje na prinos nutrijenata i eutrofikaciju alkalnog okoliša, karakterističnog za nešto toplija razdoblja.

U zoni 430-511 cm utvrđena je vrlo velika bioraznolikost dijatomeja (101) s dominacijom bentoskih vrsta (78) dok je 13 planktonskih (s učestalošću do 8%) i 10 fakultativno planktonskih vrsta (do 20%). Uz dominaciju roda *Amphora*: *Amphora pediculus* (42%) i *Amphora inariensis* (19%) pojavljuju se i *Achnantheidium subatomus* (13%) i *Gyrosigma*



*attenuatum* (Kützing) Rabenhorst (10%). U alkalnom jezeru bogatom kisikom, najveća učestalost vrste *Amphora pediculus* u donjem dijelu ove zone ukazuje na eutrofikaciju potaknutu marinskim utjecajem (*Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky i krhotine silikoflagelata), dok u gornjem dijelu zone vrste *Amphora inariensis* i *Achnanthydium subatomus* sugeriraju oligo-mezotrofne uvjete jezera sniženog alkaliniteta.

U zajednici u zoni 410-411 cm prevladavaju 33 bentoske vrste (s učestalošću 70%) gdje se ističu *Cavinula scutelloides* (15 %), *Amphora pediculus* (12%) i *Mastogloia lacustris* (9%). U zajednici planktonskih vrsta (10), najzastupljenija je *Cyclotella distinguenda* (12%). Unutar osam vrsta fakultativnog planktona koji se pojavljuje s učestalošću 13 % izdvaja se *Staurosira construens* (4%). Pojava marinske vrste *Thalassionema nitzschioides* i silikoflagelata ukazuje na marinski utjecaj, a povećanje saliniteta potvrđuje i nalaz brakične vrste *Mastogloia lacustris*. Povećanje eutrofikacije alkalnog jezera uzrokuje nalaz vrsta *Cavinula scutelloides* i *Amphora pediculus*

U zoni 330-471 cm dominiraju *Cymbellafalsa diluviana* (30%), *Cymbella laevis* (29%), *Amphora copulata* (15%), *Mastogloia lacustris* (13%) i *Amphora pediculus* (12%). Nešto slabije zastupljene su *Cavinula scutelloides* (9%) i *Nitzschia amphibioides* (9%). Smanjio se broj (9) i učestalost (9%) planktona, dok je fakultativni plankton nepromijenjen (13%). Na temelju nalaza marinskih taksona (*Thalassionema nitzschioides*, *Coscinodiscus oculus-iridis* (Ehrenberg) Ehrenberg) kao i silikoflagelata vidljiv je marinski utjecaj na početku zone, o čemu svjedoči i povećana koncentracija stroncija u uzorku. Ovaj nalaz je u skladu sa sastavom zajednice koja tolerira povišenje saliniteta u slatkovodnim okolišima (oligohalob/indiferentne). Idući prema kraju zone smanjuje se broj planktonskih vrsta, što ukazuje na oplicavanje. Istodobna dominacija hladnovodne vrste *Cymbella laevis* upućuje na zahlađenje. Eutrofno alkalno jezero, koje je razvijeno početkom zone, poprima oligotrofni karakter pri kraju zone.

U zoni 295-311 cm primjećeno je znatnije povećanje učestalosti planktona (20%) s prisutnim manjim brojem taksona (7) nego u zajednici prethodne zone. Dominiraju vrste *Cyclotella distinguenda* (18%) i *Cyclotella comensis* (13%). U zajednici fakultativnog planktona broj taksona je ostao nepromijenjen iako je došlo do neznatnog povećanja učestalosti (2%). Utvrđene vrste upućuju na zatopljenje i povećani dotok slatke vode u jezero, te moguće povećanje razine vode. Alkalno, mezotrofno jezero, u gornjem dijelu zone poprima oligotrofni karakter, dok prisutnost *Coscinodiscus oculus-iridis* ipak ukazuje na manji marinski utjecaj u tom dijelu zone.

U zoni 257-258 cm dominiraju bentoske vrste (49) s visokom učestalošću (76%), među kojima se ističe *Cavinula scutelloides* (20%), *Amphora pediculus* (11%) i *Gomphonema*

*pumilum* (10%). Ove vrste indikativne su za povećanu koncentraciju nutrijenata, a *Cavinula scutelooides* i za toplija razdoblja. Primjećen je manji značaj i udio planktonskih vrsta (9 taksona, do 14%), gdje se ističe *Cyclotella distinguenda* (11%). Trend pada učestalosti zabilježen je i kod fakultativnog planktona (10%). sastav zajednice upućuje na povećanje nutrijenata u jezeru, što je najvjerojatnije posljedica morskog utjecaja (*Coscinodiscus radiatus* i silikoflagelate).

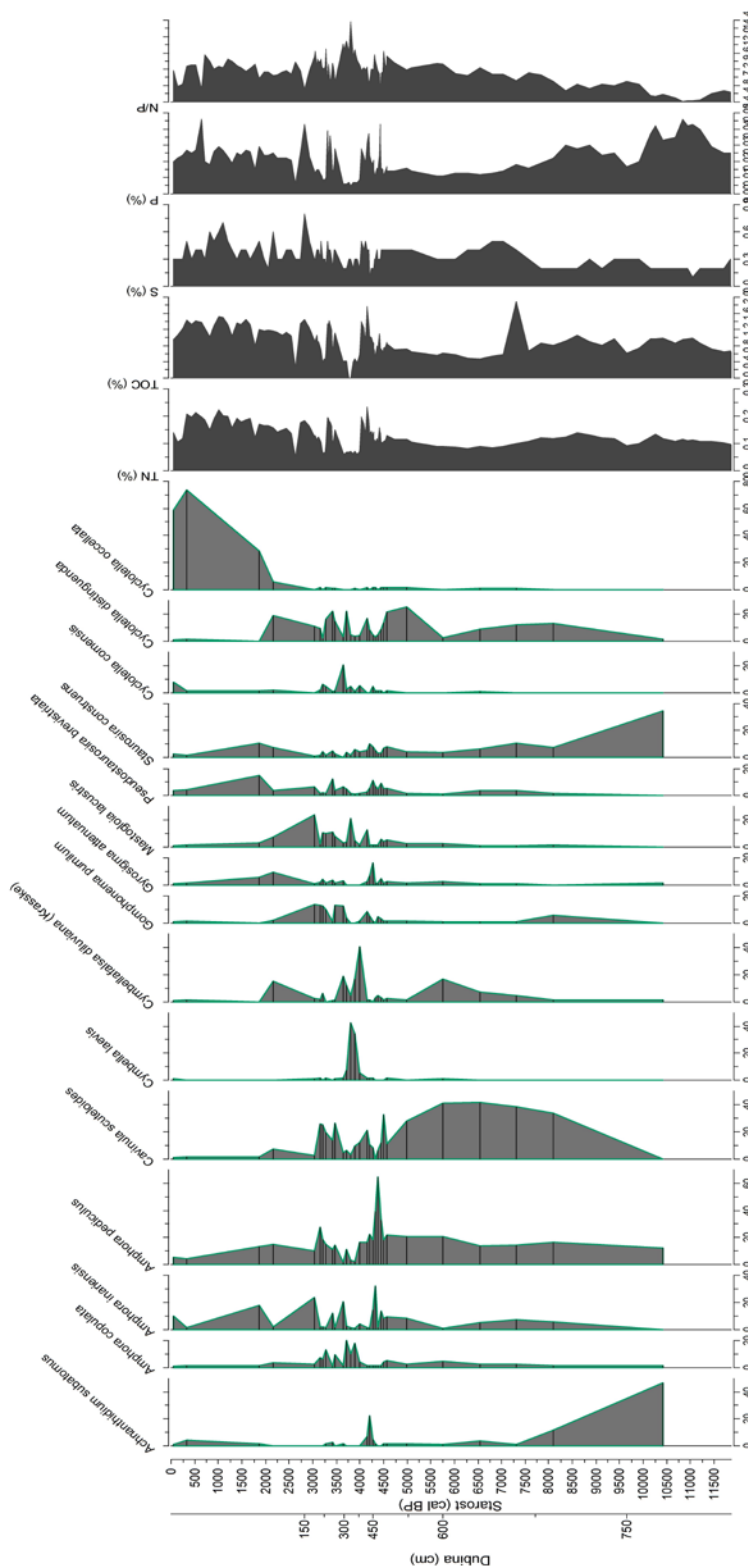
Zonu 245-246 cm karakterizira značajni pad bioraznolikosti dijatomejske zajednice (38). Premda učestalošću dominira bentos (58%) u zajednici ove zone ističe se planktonska vrsta *Cyclotella distinguenda* (18%). Podjednaka je učestalost (20-22%) i raznolikost planktona i fakultativnog planktona (6-7 vrsta). U usporedbi s prethodnom zonom, dolazi do rasta udjela fitoplanktona - nalaz vrste *Pseudostaurosira brevistriata* (10%). U bentosu dominiraju vrste *Cavinula scutelooides* (11%) i *Amphora inariensis* (10%). *Cyclotella distinguenda*, kao dominantna vrsta zone i kao i vrsta *Pseudostaurosira brevistriata* upućuju na oligo-mezotrofne uvjete alkalnog jezera. Značajniji porast planktona i fakultativnog planktona u zajednici, ukazuje na viši stupac vode jezera, što je vjerojatno posljedica povećanog prinosa slatke vode.

U zoni 200-216 cm, iako raste bioraznolikost planktonskih (10) i fakultativno- planktonskih vrsta (9), njihova učestalost u zajednici se smanjuje (P -15%, FP-11%), pa tako i učestalost *Cyclotella distinguenda* (10%). Nalaz vrste *Coscinodiscus oculus-iridis*, kao i povećana koncentracija fosfata u jezeru ukazuje na mogući morskog utjecaj, dok smanjena koncentracija nitrata utječe na učestalost vrste *Cavinula scutelooides*, koja je indikator eutrofnih uvjeta.

U zajednici u zoni 161-186 su najznačajnije su: *Amphora inariensis* (19%), *Mastogloia lacustris* (19%), *Amphora pediculus* (15%), *Cavinula scutelooides* (14%) i *Gomphonema pumilum* (11%). Uvjeti eutrofnog jezera zabilježeni u prethodnoj zoni, nastavljaju se i dalje (*Cavinula scutelooides*, *Amphora pediculus*, *Mastogloia lacustris*), iako dolazi i do razvoja zajednice vrsta oligotrofnih uvjeta (*Amphora inariensis*). Ovaj nalaz može biti posljedica varijacije uvjeta u jezeru ili posljedica pojave stratifikacije i stvaranja nutrikline u alkanom jezeru. Smanjena raznolikost planktonskih i fakultativno-planktonskih vrsta (6), ukazuju na moguće oplicavanje kisikom bogatog jezera, gdje *Cyclotella distinguenda* (9%) i *Pseudostaurosira brevistriata* (5%) upućuju na njegov oligo-mezotrofni karakter.

Zonu u prvom metru sedimenta definira najveća bioraznolikost dijatomejske zajednice (102) s dominacijom bentosa (82 taksona; učestalost do 69%) i planktona (10 taksona; 55%), dok se fakultativni-plankton javlja nešto rjeđe (10 taksona; do 24%). Od vrsta dominiraju planktonske *Cyclotella ocellata* (53%) i *Cyclotella distinguenda* (10%), dok su bentoska

*Amphora inariensis* (12%) i fakultatvno-planktonska *Pseudostaurosira brevistriata* (10%) nešto rjeđe. Obzirom na dominaciju planktona moglo bi se zaključiti da je porastao stupac vode u jezeru, slika 4-104. Prisutstvo vrste *Cyclotella ocellata* ukazuje na toplije razdoblje, pa je vrsta i indikativna za povećani udio magnezija i nitrata u alkalnom jezeru.



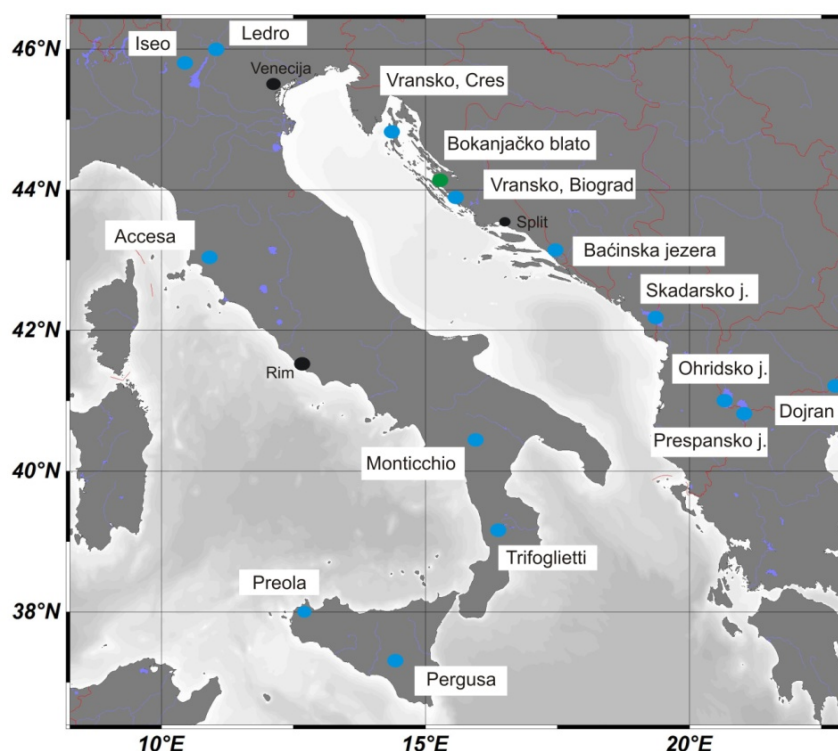
Slika 5-44 Dijatomska zajednica u jezeru Crniševo, u vremenskoj skali s geokemijskim parametrima.

#### 5.4. Usporedba istraženih jezera s jezerima šireg jadranskog područja

Šire područje oko Jadranskog mora istraženo je većinom od strane talijanskih istraživača, bilo da se radi o jezerskim ili morskim sedimentima (slika 5-45).

U jezeru Ledro utvrđeni su poplavni periodi (Vanniere et al., 2013) u zadnjih 10 000 godina. Rani i srednji holocen pokazuju relativno niske frekvencije poplava, dok u kasnom holocenu, poslije oko 4 500 ka BP, postaju učestalije, kao što je evidentirano i u jezeru Iseo s povećanim brzinama sedimentacije nakon tog perioda (Lauterbach et al., 2012). To se smatra početkom neoglacijala u središnjem Mediteranu koje se očituje u različitim paleoklimatskim dokazima (Magny et al., 2009; Zanchetta et al., 2012b) i podudara se s fluktuacijama razina jezera tijekom holocena.

Simonneau et al. (2013) istraživali su duboke jezgre jezera Ledro i uzorke tla i riječnih naslaga u slivu, te se dobio uvid u odnose između klimatskih uvjeta i promjena upotrebe zemljišta. Tijekom ranog holocena, progresivna aforestacija dovela je do stabilizacije tala, koje je prekinuto događajem „8,2 ka“ i naglom erozijom. Srednji holocen karakterizira niska erozija slivu i povećanoj algalna produkcija. Tijekom kasnog holocena, nakon 4 500 ka BP, vlažniji klimatski uvjeti i ljudska aktivnost drastično je povećala eroziju tla.



Slika 5-45 Jezera u širem jadranskom području (u Italiji, Makedoniji i Albaniji) s kojima su se usporedile jezgre u ovom radu.

Palinološke analize južnijih područja, jezera Trifoglietti (Joannin et al., 2012) i jezera Pergusa (Sadori et al., 2013) na Siciliji u južnoj Italiji, dokazuju maksimum vlažnosti između 9 400 i 6 200 ka BP (otprilike taloženje sapropela 1). To je u skladu s marinskim jezgrama južnog Sredozemnog mora (Desprat et al., 2013) i Jadranskog mora (Combourieu Nebout et al., 2013), promjene u asocijaciji peluda govore o suhim događajima kao odgovor na hladne događaje u sjevernom Atlantiku i /ili u središnjem Mediteranu.

U jugoistočnoj Europi, na granici između Makedonije i Grčke, 7 m jezgre jezera Dojran pruža zapis okolišnih i klimatskih promjena tijekom posljednjih 12 500 godina (Francke et al., 2013). Vlažni uvjeti, a prema tome i viša razina jezera, podudaraju se s taloženjem sapropela 1, s povećanom erozijom u slivu. Ta je faza prekinuta suhim i hladnim periodom te sniženjem razine jezera tijekom „8,2 ka“ događaja. Period od 7 900-4 300 ka BP karakteriziraju relativno stabilni uvjeti, iako se uočava postepen pad razine jezera nakon 6 000 ka BP. Intenzivna erozija kao rezultat ljudskog utjecaja, započinje od 2 800 ka BP. Ovi rezultati upućuju na to da unatoč tome što se jezero nalazi na oko 41° sjeverne geografske širine, pokazuje karakteristike južnijeg paleohidrogeološkog dijela Sredozemnog mora. Suprotan trend je utvrđen u jezeru Maliq (oko 40° sjeverne geografske širine) u Albaniji (Bordon et al., 2009; Magny et al., 2009; Fouache et al., 2010b), koji se nalazi relativno blizu jezera Dojran. Razlike u interpretaciji razina jezera objašnjavaju se razlikama u metodologiji.

Međusobnom usporedbom talijanskih jezera idući od sjevera prema jugu (Ledro, Accesa, Trifoglietti i Pergusa), Peyron et al. (2013) potvrdili su podjelu na sjeverni i južni dio s obzirom na količinu ljetnih padalina tijekom holocena, pomoću palinoloških analiza i multidisciplinarnog pristupa. Maksimum ljetnih padalina i razine jezera tijekom srednjeg holocena utvrđeni su južnije od 40° sjev. geogr. širine.

Ohridsko i Prespansko jezero međusobno su povezani podzemnim izvorima, Prespansko jezero nalazi se oko 150 m iznad Ohridskog jezera i drenira u njega (Leng et al., 2010). Prespansko jezero sadrži jezgre sedimenata do oko 48 ka BP (Wagner et al., 2012), a Ohridsko do oko 136 ka BP (Lezine et al., 2010; Vogel et al., 2010). Prijelaz iz pleistocena u holocen teško se može usporediti u jezerima Ohrid, Maliq i Prespa, zbog hijatusa oko tog perioda u jezgrama sedimenata. Posljednjih 17 ka BP u Prespanskom jezeru (prvih 320 cm jezgre) pokazalo je klimatske i okolišne promjene na temelju sedimentoloških, geokemijskih i bioloških analiza (Aufgebauer et al., 2012). Hladni i suhi uvjeti vladali su tijekom mlađeg drijasa, u ranom holocenu došlo je do zatopljenja i povećanja produktivnosti jezera, posebno nakon 9,3 ka BP s povećanjem kalcita, koji je uglavnom biogeni i induciran fotosintetskim procesima. Period između 8,3 i 7,9 ka BP karakteriziran je suhim klimatskim uvjetima. Tijekom srednjeg holocena povećala se trofičnost jezera, što može biti povezano sa

snižanjem razine jezera. Intenzivna ljudska aktivnost u slivu započela je oko 1,9 ka BP (Panagiotopoulos et al., 2013). Izotopni sastav kisika u sedimentima Prespanskog jezera indicira na vlažnije uvjete tijekom holocena, prekinuto s 2 sušna perioda („8,2“ događaj i nakon 2 ka BP) (Leng et al., 2013).

U Skadarskom jezeru identificirani su slojevi s tefrom te su određene kojim eksplozivnim vulkanskim erupcijama talijanskih vulkana pripadaju-AD 472 i Avellino erupcijama Vezuva; zatim erupciji Mount Etna (3,4 ka BP); erupcijama Astroni (4,2 ka BP), Agnano Monte Spina (4,5 ka BP) i Agnano Pomici Principali (12,3 ka BP) Flegrejskih polja (Sulpizio et al., 2009). Utvrđene su promjene u zadnjih 4 500 ka BP (Zanchetta et al., 2012), vlažni periodi na 4 300 BP i između 2 500-2 000 BP, te nekoliko vlažnijih intervala u zadnjih 2 000 godina.

Prema Magny et al. (2013) holocen se može podijeliti na tri sukcesivne faze, na temelju promjena razina jezera. Sjeverno od oko 40° sjeverne geografske širine (jezera Accesa, Ledro) pokazuju 2 vlažna perioda, prije oko 9 000 cal BP i poslije 4 500 cal BP. Te periode karakteriziraju relativno vlažni ljetni uvjeti, dok period između pokazuje suše uvjete tijekom ljeta. U jezeru Accesa je od 9 200-7 700 cal BP zabilježen pad razine jezera (Magny et al., 2007a). Južna talijanska jezera (južnije od 40° sjeverne geografske širine; Pergusa na Siciliji) pokazuju obrnuti trend, povišene razine jezera između 9 000-8 200 cal BP.

Prema tome, jezera koja se nalaze južno od 40° sjeverne geografske širine (Preola, Pergusa u južnoj Italiji), koji pokazuju vrlo suhe uvjete u ranom holocenu, vlažnije uvjete između 10 300-4 500 cal BP te ponovno povećanje suših uvjeta nakon 4 500 cal BP i pad razine jezera (Magny et al., 2013). Slične uvjete pokazuje i jezero Dojran u Albaniji/Grčkoj (Francke et al., 2013).

Suprotan trend paleohidrogeoloških uvjeta između jezera sjeverno i južno od 40° sjeverne geografske širine vidljiv je u središnjem Mediteranu u srednjem holocenu: od 9 000-4 500 cal BP je sjeverno od 40° viša razina jezera, a od 10 300-4 500 BP južno od 40° je niska razina jezera (Magny et al., 2013). Prema tome, promjena između ranog i srednjeg holocena na temelju „8,2“ događaja nije uočena u središnjem Mediteranu, gdje je maksimum (minimum) vlažnosti započeo oko 10 500 cal BP (9 000 cal BP) u južnom (sjevernom) Mediteranu.



Prema dobivenim rezultatima, Baćinska jezera na istočno jadranskoj obali podudaraju se s trendom za središnju Europu s vlažnijim uvjetima u ranom holocenu do oko 9 000 BP. U jezgrama Baćinskih jezera (Crniševo), taj se period očituje u povećanoj eroziji i donosu materijala iz sliva (povišeni litogeni elementi, npr. Al, Fe). Nakon toga je uslijedilo razdoblje suših uvjeta, s relativno stabilnim paleookolišnim uvjetima, a izdizanje Jadranskog mora omogućilo je formiranje dubljih jezera, od oko 7 500 cal BP. Ovo razdoblje karakterizirano je dominantnom karbonatnom sedimentacijom. Sljedeća klimatska i paleookolišna promjena dogodila se prije oko 4 500 godina, uslijedio je vlažni period i povećana erozija u slivu. Sve veći ljudski utjecaj očituje se u deforestaciji slivnih područja nakon oko 4 000 ka BP. To je potvrđeno palinološkim analizama, kultivacijom žitarica i maslina.

Identificiranje slojeva s tefrom može biti ključan marker pojedinih događaja. Tefre Agnano Monte Spina (Flegrejska polja) i Avellino (Vezuv) su ključni događaji za početak neoglacijala u središnjem Mediteranu između 4 500-3 800 BP (Magny et al., 2013). Mercato tefre u jugoistočnoj Europi označavaju „8,2“ događaj, dok AD472/512 tefre označavaju početak srednjovjekovnog toplog perioda u jezerima Ohrid i Prespa (Aufgebauer et al., 2012; Vogel et al., 2010; Wagner et al., 2012). Baćinska jezera pokazala su potencijalni materijal za tefru. Preliminarno je utvrđena u Crniševu u intervalu 456-457 cm, no kemijskim analizama (povišeni K i Na) pretpostavljaju se još 2 sloja tefre: od 36-37 cm i 504-506 cm. S obzirom na starost sedimenata na dubini 456 cm, moguće je da ta tefra odgovara Astroni Agnano Monte Spino grupi tefre (AMST), erupcije Flegrejskih polja (oko 4 400 BP). Ta je tefra pronađena u jezgrama u Jadranskom moru i Skadarskom jezeru (Sulpizio et al., 2010). U skladu s terestičkim zapisom u središnjoj Italiji (Zanchetta et al., 2012), AMST predstavlja početak hladnog perioda (neoglacijala) od 4 300-3 800 cal BP. U jezeru Sladinac identificiran je sloj tefre na 261. cm, te su izdvojena vulkanska stakla i snimljena na SEM-u. S obzirom na nedostatak pogodnog materijala za datiranje u ovoj jezgri, pronalazak tefre je vrlo vrijedan nalaz i nakon što se točno utvrdi kojoj erupciji pripada, tefra će se uklopiti u kronološki model za sedimnate iz jezera Sladinca. Prema morfologiji zrna i ukupnom kemijskom sastavu tefra bi mogla pripadati erupciji Avellino, Vezuva, od prije ok 3 900 cal BP:

## 6. Sinteza, prijedlozi za buduća istraživanja i zaključci

Baćinska jezera su skup jezera kod mjesta Baćina, sjeverno od grada Ploče u južnoj Dalmaciji. Sastoje se od šest međusobno povezanih (Oćuša, Crniševo, Podgora, Sladinac, Šipak i Plitko jezero) i jednog odvojenog jezera (Vrbnik), ukupne površine 1,4 km<sup>2</sup>. Jezera su kriptodepresije. Nepravilnih su i različitih oblika te predstavljaju zanimljivu pojavu u kršu. Najveće je jezero Oćuša (Voćuša) površine oko 0,55 km<sup>2</sup> i dužine preko 1,2 km i dubine 19,6 m. Jezero Sladinac ima maksimalnu dubinu od 16,4 m, Podgora 10,1 m, dok je Plitko jezero (Podkušinac) duboko do 5,5 m. Najdublje jezero je Crniševo, s najvećom dubinom od 39 m (depresija konusnog oblika promjera 15-tak metara, ponor), koje je smješteno najzapadnije i drugo je po veličini s površinom od 0,43 km<sup>2</sup> i dužinom od 1,1 km. Crniševo pripada dubokim krškim jezerima, slatkovodno je do slabo brakično, zaslanjuje se podvodnim slanim izvorom Mindel i kroz ponor (-39 m) na jugozapadnoj strani jezera. Po produktivnosti pripada mezotrofnom tipu jezera, a po termalnoj stratifikaciji, ono je polimikitično jezero. Analizom sedimenta iz slivova definirali su se potencijalni izvorišni materijali za jezerske sedimente, posebno na temelju minerala glina. Pri istraživanju provedena su snimanja akustičnim dubinomjerom i panoramskim dubinomjerom kako bi se stekao uvid u morfologiju dna istraživanih jezera, prilog čega je detaljno snimljen i prostor ponorne zone u jezeru Crniševo koja je precizno locirana.

### Stanje jezerske vode

Motrena jezerska voda jezera Crniševa pripada od CaMg-HCO<sub>3</sub>Cl tipu u plićem dijelu jezera do NaCaMg-ClHCO<sub>3</sub> tipu u dubljim dijelovima jezera, a vode ostalih motrenih jezera Oćuše, Podgore, Plitko i Sladinca pripadaju Ca-HCO<sub>3</sub> tipu voda.

Sadržaji hranjivih tvari odnosno koncentracije ortofosfata, nitrita, amonijaka i nitrata u vodama motrenih jezera variraju, ovisno o godišnjem dobu tj. o biološkim i hidrološkim uvjetima. U vodama jezera Crniševo koncentracije nitrata u motrenom periodu su vrlo niske te variraju od <0.1 do 3.6 mg/L; koncentracije nitrita variraju od <0.001 do 0.028 mg/L; koncentracije amonija variraju od <0.01 do 0.52 mg/L; koncentracije ortofosfata variraju do <0.01 do 0.47 mg/L. U vodama jezera Oćuša koncentracije nitrata u motrenom periodu su vrlo niske te variraju od <0.1 do 3.1 mg/L, a i koncentracije amonija su vrlo niske i variraju od <0.01 do 0.06 mg/L. Koncentracije nitrita variraju od <0.001 do 0.037 mg/L, a koncentracije ortofosfata variraju do <0.01 do 0.38 mg/L. Koncentracije nitrata u vodi jezera Podgora variraju od 0.8 do 2.8 mg/L te su vrlo niske kao i u prethodno razmatranim jezerima. Koncentracije nitrita su isto vrlo niske te variraju od <0.001 do 0.01 mg/L. Koncentracije amonijaka su niske i variraju od <0.01 do 0.16 mg/L. Međutim, koncentracije ortofosfata u dosta visoke osobito u ljetnim mjesecima i variraju od <0.01 do 0.54 mg/L. Koncentracije

nitrata u vodi jezera Plitko variraju od 1 do 3.2 mg/L, a koncentracije nitrita od <0.001 do 0.39 mg/L. Sadržaj amonija nalaze se u intervalu od <0.1 do 0.07 mg/L, dok sadržaj ortofosfata varira od <0.01 do 0.39 mg/L. Koncentracije nitrata u vodi jezera Sladinac variraju od <0.1 do 2.3 mg/L. Koncentracije nitrita su isto vrlo niske te variraju od <0.001 do 0.02 mg/L. Koncentracije amonijaka su niske i variraju od <0.01 do 0.07 mg/L, a koncentracije ortofosfata u variraju od <0.01 do 0.43 mg/L.

Anoksija je zapažena u jezeru Crniševu nakon 15 m dubine po mjerenom profilu u hladnom periodu godine te je zabilježena i eutrofikacija. Oksidacijski uvjeti zabilježeni su tijekom cijelog motrenog perioda u vodama jezera Očuša, Podgora, Plitko i Sladinac.

### **Antropogeni utjecaj na površinske sedimente Baćinskih jezera**

Ocjena stupnja onečišćenja područja temelji se primarno na utjecaju onečišćenja na ljudsko zdravlje ili okoliš, ali isto tako i na razlici u sadržaju onečišćivača u onečišćenom području u odnosu na pozadinske vrijednosti okolnog područja ili definiranim graničnim vrijednostima. Kako bi se utvrdili antropogeni utjecaji na recentne jezerske sedimente analizirano je detaljno 20 kratkih jezgara koje su uzorkovane pomoću gravitacijskog korera.

Kako bi se utvrdio eventualni antropogeni utjecaj iz Vrgoračkog polja detaljno su analizirani intervali jezgara BAJ-1 (Podgora) i BAJ-5 (Sladinac) u kojima je vjerojatnost pojavljivanja zapisa intrevencija izgradnjom oba tunela mogla biti zabilježena u slijedu naslaga unutar prvog metra. Analizirani elementi ukazuju da su obje intervencije izgradnjom tunela utjecale na promjene u distribuciji pojedinih kemijskih elementa u profilu sedimenta. Gradnja vrgoračkog tunela imala je za posljedicu povećanja Cu u prvih 30 cm u jezeru Podgora i 20 cm u sedimentima jezera Sladinac. Slično je i za druge teške metale (Hg i Cd) te litogene elemente te fosfor. Intervencija sniženja razine jezera intervencijom izgradnjom tunela 1912 zabilježena je promjenom (sniženjem) koncentracija sumpora i natrija u sedimentima na dubini od 50 cm. Izračunati faktori obogaćenja za dva elementa koji (Cu i Hg) koji se čine najboljim indikatorima onečišćenja u analiziranim sedimentima pokazuju obogaćenja u prvih 30 cm koji za Cu iznose do 60% u odnosu na vrijednosti prije izgradnje tunela iz Vrgoračkog polja. Hg ne pokazuje izraziti trend povećanja osim jednog uzorka na dubini od 31 cm u jezeru Podgora tj početka rada tunela iz Vrgoračkog polja, ove koncentracije mogu biti povezane sa ispiranjem tunela od sredstava koje su korištena za miniranje tunela, naime inicijalne kapisle za aktiviranje eksploziva koriste smjese eksplozivnih tvari na bazi žive.

Koncentracije i distribucije Mo i Na u analiziranim jezgrama ukazuju na intruziju mora u jezerima Crniševo i Sladinac. Ova pojava izraženija je u jezeru Crniševo.

Uočava se da se je najveći unos siliciklastične komponente koja je nosila Cu i druge metale te nutrijente odvijao tijekom 60-tih i 70-tih godina dvadesetog stoljeća nakon izgradnje tunela iz Vrgoračkog polja. Tijekom 90-tih godina do danas upčava se trend smanjenja akumulacije metala i fosfora u sedimentima. Brzina sedimentacije u jezeru Podgora u navedenom razdoblju iznosi 3,9 mm godišnje, a u jezeru Sladinac 2,8 mm godišnje.

U površinskim sedimentima jezera Crniševa javljaju se laminirani sedimenti koje su posljedica taloženja kalcita kao posljedica saturacije sa Ca i povišenih temperatura tijekom ljetnih mjeseci. Svjetle lamine u laminiranim sedimentima Crniševa sastoje se od kalcita, koji se taloži u proljeće/ljeto, dok se tamne lamine sastoje od organskog materijala, taloženog u jesen/zimu. Svjetle lamine široke su oko 2 mm i deblje su od tamnih, koje imaju debljinu manje od 0,5 mm. Endogene varve karakteriziraju taloženje minerala iz stupca vode, u ovom slučaju, kalcita, te prema tome laminirane sedimente u Crniševu, možemo zvati endogene kalcitne varve. Povišena temperatura u proljeće/ljeto i algalni „bloom“ uzrokuju taloženje kalcita i pojavu „bijeljenja“ jezera tijekom ljetnih mjeseci, dok tijekom zimskih mjeseci dolazi do anoksije pri dnu vodenog stupca, što je vidljivo pri analizama jezerske vode po dubini. Početak laminiranih sedimenata označilo je početak izmjene oksičnog i anoksičnog stanja u jezeru Crniševu. Gornjih 5 cm sedimenta sadrži oko 110 lamina, što znači da je početak anoksije u jezeru Crniševu započeo prije oko 55 godina.

Udio dušika uglavnom varira između 0,2 i 0,5 % u prvih 20 cm svih jezgara, a u površinskim uzorcima jezera Šipak doseže 0,78%. Duboke jezgre (BAJ-7) pokazuju varijaciju rasponu od 0,05 i 0,23 %. Slična distribucija je i organskog ugljika unutar prvih 10 cm u svim jezerima osim Plitkog jezera udio organskog ugljika veći je od 2% a u jezerima Crniševu i Šipak udio organskog ugljika u pojedinim uzorcima prelazi 3 %. Najveći sadržaj organskog ugljika utvrđen je jezeru Šipak na dubini od 5-6 cm sa udjelom od 4,76%. Udio organskog ugljika u dubokim jezgrama varira između 0,2 i 1,90 %. Povišenim koncentracijama organskog ugljika i dušika u jezeru Crniševu je posljedica anoksije koje je prisutna u jezeru analogijom slični proces moguć je i u jezeru Šipak budući da je protok vode puno manji nego u ostalim jezerima. Slično ponašanje pokazuje i distribucija fosfora ukazujući na izraženiju eutrofikaciju ova dva jezera u posljednjih 50 godina.

Pregledom distribucije  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  u u profila jezgri uočava se sličnost u vrijednosti omjera  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  nalaze se u rasponu od 1,22 do 1,25 što odgovara regionalnoj litogenoj signaturi (1,20 do 1,35). Vršni mlađi dijelovi profila iz jezera Crniševu karakterizira varijabilnost omjera  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  ali u intervalu od 1,16 do 1,18 što je karakteristična vrijednost za sedimente opterćene olovom nastalo izgaranjem benzina (automobilsko olovo) ili olova iz industrijskih izvora. Najniže vrijednosti  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  u jezgrama iz jezera Crniševu najvjerojatnije su vezana

za ispiranja i akumulaciju olova iz benzina koji se je masovno koristio u prošlosti. Kako je olovo regionalna onečišćujuća tvar samo smanjenje korištenja olova u benzinu ne smanjuje njegovu koncentraciju u sedimentima već je to proces koji će uslijed erozije površinskih horizonata tla trajati stanovito razdoblje. Generalno niže vrijednosti omjera  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  prisutne su u pojedinačnim profilima u 50% naliziranih jezgri. Jezgre iz jezera Crniševa pokazuju akumulaciju olova u prvih 15 cm što se manifestira sa povišenim vrijednostima faktora obogaćenja (EF), vrijednosti su povišene ali ne prelaze vrijednosti koje bi ukazivale na onečišćenje.

Koncentracije PAH-ova u sedimentima variraju u širokim rasponima uglavnom kao posljedice blizine izvora onečišćenja i načina transporta. U tlima i sedimentima onečišćenih i prirodnih okoliša varira od 1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  do više od 300  $\text{g}/\text{kg}$ . Uglavnom odnos Phe/An  $<10$  i odnos Flu/Pyr  $>1$  ukazuje na porijeklo PAHova kao posljedice izgaranja (pirogenetski). Slično, fluoranthen (Flu) je manje hermodinamično stabilan nego piren (Pyr); a bući da zajedno dolaze prevladavanje Flu u odnosa na Pyr ukazuje na pirolitički proces, dok u PAHovim porijeklom iz benzina, piren dominira u odnosu na fluoranthene. Rezultati pokazuju da je odnos Flu/Pyr  $>1$  za sve analizirane uzorke dok odnos Phe/An nije bilo moće odrediti jer su koncentracije An (antracen) bile ispod granice detekcije. Koncentracije fluoranthena i pirena pokazuju signifikantnu korelaciju ( $r = 0.90$ ,  $p < 0.0001$ ), što ukazuje da PAHovi u sedimentima Bačinskih jezera imaju sličnu povijest/porijeklo bez obzira na jezero i moće utjecaje. Odnos Flu/(Flu+Pyr) je jako sličan i kreće se u uskom rasponu od 0,50 do 0,56 i moće biti indikativa također na porijeklo PAH-ov iz procesa izgaranja ili izgaranja ugljena. Odnos Chry/BaA bilo je moguće utvrditi samo iz uzorka BJ-10 iz Crniševa a budući da je manji od 1 također je indikativan za pirogeno porijeklo PAH-ova. Također odnos LMW/HMW je relativno nizak Isto također ukazuje na pirolitičko porijeklo PAH-ova u Bačinskim jezerima. Najviše koncentracije PAH-ova zabilježene su u sedimentima Crniševa te kao takvi se možda mogu pripisati utjecaju odlagališta iznad Crniševa kod Kruševa.

U nedavnoj prošlosti dvije intervencije su bitno promijenile ekosutav Bačinskih jezera. Povezivanje Bačinska jezera sa morem preko tunela 1912. godine koji se nalazi u jezeru Sladinac (dug oko 120 m, ulazi u kanal koji je spojen s morem), ova intervencija snizila je razinu Bačinskih jezera za najviše 12 m. Drugi tunel koje spaja Bačinska jezera (Podgoru) s Vrgoračkim poljem dug oko 2 km i izgrađen je 1938. godine. Taj sustav tunela napravljen je radi odvodnje viška vode iz Vrgoračkog polja (JI dio) i kako bi se spriječile poplave i dreniralo Vrgoračko polje (jezero). Provedena istraživanja stoga imaju tri aspekta, paleolimnoolšku rekonstrukciju kojom se dobiva razvoj jezera u dužem vremnskom periodu na temelju analize dugačkih jezgara koje obuhvaćaju razdoblje od 11.000 godina unazad. Datiranje u prvih 50 cm jezgre radioaktivnim ugljikom u dugačkim jezgrama treba promatrati s rezervom jer je

sadašnjost 1950. godina, a za precizno datiranje posljednjih 100 godina potrebno je koristiti druge metode, kao što su radionuklidi  $Cs^{137}$  ili  $Pb^{210}$ , koji mogu dati točnije brzine sedimentacije za najrecentniji period, te koristiti kratke jezgre kod kojih ne dolazi do poremećaja površinskih slojeva. Utvrđene recentne zone na temelju dugačkih jezgri jezera su samo pretpostavke u slijedu rekonstrukcije paleokoliša tijekom holocena. Također, u jezeru Crniševo tek su na temelju kratkih gravitacijskih jezgri uočeni laminirani sedimenti. Kratke jezgre koje su poslužile za analizu i utvrđivanje promjena koje su nastupile usljed djelovanja čovjeka, te analiza parametara koje nam ukazuju na stanje vode koje je u interakciji sa sedimentima danas. Pri istraživanju provedena su snimanja akustičnim dubinomjerom i panoramskim dubinomjerom kako bi se stekao uvid u morfologiju dna istraživanih jezera, prilog čega je detaljno snimljen i prostor ponorne zone u jezeru Crniševo koja je precizno locirana.

Sadašnja istraživanja Baćinskih jezera pokazala su da utjecaj ljudske djelatnosti znatno utječe na ovaj osjetljivi ekosustav, promjene su svakako vidljive u posljednjih 100 godina od kada su razine jezera snižene za 10 -12 m. Svakako najveći poremećaj zabilježen je u jezeru Crniševu u kojem pored izolacije uslijed snižavanja razine jezera, čime je izgubljeno oko 40% volumena vode u odnosu na razdoblje prije 100 godina dolazi i do akumulacije onečišćujućih tvari (PAH i Pb). Svakako najizraženiji proces zabilježen u jezeru Crniševo je prodor mora koji se uočava i u stupcu vode ali i u sedimentima, svakako je potrebno provesti daljnja istraživanja koja bi obuhvatila praćenje ovog procesa naročito povezano sa utvrđenom depresijom koja predstavlja ponor (-39m) a i vezu sa morem. Druga pojava koju je potrebno istražiti je pojava laminiranih sedimenata koji su posljedica recentne anoksija na dnu jezera i niske koncentracije kisika što je posljedica povećanja primarne produkcije kojom se stvara višak organske tvari koja pada na dno jezera te se sav kisik troši za razgradnju organske tvari te povišenih temperature vode u ljetnim mjesecima. Svakako ovu pojavu treba detaljno istražiti i utvrditi koja kombinacija bioloških i anorganskih procesa dovodi do ove pojave, dali je inducirana klimatskim promjenama i/ili promjenom koncentracija hranjivih tvari. Potrebna su detaljna istraživanja kojima bi se utvrdili točni izvori povišenih koncentracija PAH-ova i potencijalnih organskih onečišćujućih tvari koja nisu analizirana u ovom istraživanju.



## Paleookoliši istraživanih jezera

### *Jezero Podgora*

Najdublji dio jezgre, od 630 do 510 cm, koji je intenzivno taložen u intervalu od 11-10,6 ka cal BP, sadrži dominantno kalcit, uz manji udio kvarca. U tom intervalu utvrđen je interval u kojem je povišen magnetski susceptibilitet (587-588 cm) i u kojem su pregledavanjem razmazanih preparata uočena vulkanska stakla. U intervalu 599-600 cm, nije pronađen vulkanski materijal, te je očigledno povišen magnetski susceptibilitet u tom uzorku rezultat drugih procesa u jezeru. Brzina sedimentacije je najveća u ovom dijelu jezgre, 3,1 mm/godišnje, te ukazuje na jezersku sredinu u kojem se taložio karbonat, koji je erodiran iz sliva, te su čestice krupnije, u tom dijelu jezgre prisutan najviši udio pijeska i ukazuje na plići vodeni okoliš. Tako visok udio pijeska pojavljuje se u intervalima u središnjem dijelu jezgre, kojeg također prati sniženje siliciklastičnog materijala: 5-5,3 ka cal BP (320-305 cm), 4,3-4,2 ka cal BP (260-255 cm); 3,9-3,5 ka cal BP (235-210 cm), te bi mogli upućivati na faze oplićavanja jezera.

U intervalu od 10,6 do 6,4 ka cal BP (510-410 cm) u uzorcima su prisutni u većim količinama kvarc i muskovit/illit, čiji se udio nakon toga smanjuje. Ovaj interval jasno se izdvaja od prethodnog dubljeg i starijeg intervala, koji je vrlo nehomogen, dok je sediment u ovom intervalu vrlo homogen i jednoličan. Karakterizira ga vrlo visok magnetski susceptibilitet, uslijed povišenog udjela siliciklastičnog materijala (Al i ostalih litogenih elemenata). Vidljivo je iz modela dubina-starost da je u tom dugom intervalu istaloženo vrlo malo sedimenta, brzina sedimentacije je vrlo mala i iznosi 0,2 mm godišnje, što ukazuje na mirnu taložnu sredinu, uz konstantan donos siliciklastičnog materijala u jezero. Od 6,4 do 0,9 ka cal BP (410-60 cm) vidljivo je postepeno povišenje udjela kalcita u sedimentima, kojeg prati sniženje magnetskog susceptibiliteta i siliciklastičnog materijala, te je u sedimentima prisutan kvarc kao sekundarni mineral u manjim količinama. Geokemijski i mineralni sastav ukazuje na dublje jezero, udio sumpora, mangana, dušika te organskog ugljika su viši od ostatka jezgre. Također su brzine sedimentacije niske, te je u oko 5 500 godina istaloženo 3,5 m sedimenta. Od 60. do 25. cm (940-370 cal BP), u sedimentima dominira kalcit, snižava se udio organskog ugljika, što ukazuje na dublju vodenu sredinu, nakon čega dolazi do promjene u jezerskoj sedimentaciji i taloženju sedimenta koji sadrži siliciklastični materijal, povišeni su udjeli Al, Fe, K, Pb, Cu i ostalih elemenata.

Minerali glina u uzorcima od 60. do 0 cm sadrže smektite, illite i kaolinite, dakle sastav koji je različit od intervala od 450. do 60. cm (hidroksil-interstratificirani vermikulit, illit i kaolinit; slika 5-13), koji prema tome govori o različitom porijeklu jezerskih sedimenata. Smektit, illit i kaolinit prisutno su u sedimentima iz Vrgoračkog polja, dok su hidroksil-interstratificirani

vermikulit, illit i kaolinit karakterističnih za crvenice u slivnom području Baćinskih jezera. Prema tome, od 60. cm u jezeru Podgora talože se sedimenti Vrgoračkog polja, koji su mogli dospjeti u jezero nakon što se prokopao tunel iz Vrgoračkog polja. U prošlosti, u periodu od 11 do 7,2 ka cal BP, sedimenti pokazuju signaturu Vrgoračkog polja, kada se muljevitim tokovima donosio materijal iz Vrgoračkog polja u jezero Podgora. U to vrijeme Vrgoračko polje je još postojalo kao polje, a muljeviti tokovi su prestali nakon što je formirano jezero u Vrgoračkom polju, što bi prema mineralima glina u jezeru Podgora, odgovaralo periodu od prije oko 7 200 godina (promjena u sastavu minerala glina je na oko 450 cm). U površinskim uzorcima od 10 do 0 cm, od 120 do 0 cal BP, ponovno se povećava udio kalcita i Ca, te se postepeno snižava udio siliciklastičnog materijala, što ukazuje na dublje jezero u posljednjih 100-njak godina.

### **Jezero Sladinac**

Sedimenti iz jezera Sladinca pokazuju najviše ujednačen sastav, bez većih vidljivih promjena u sedimentaciji tijekom holocena, posljednjih oko 10 300 godina, koliko je obuhvaćeno jezgrom BAJ-5. U posljednjim centimetrima jezgre (439-425 cm), koji odgovaraju vremenskom intervalu od 10,3 do 10 ka cal BP, sedimenti su vrlo pjeskoviti i ukazuju na povećan donos materijala iz sliva, koji je dominantno karbonatan. U intervalu od 10 do 7,3 ka cal BP (425-330 cm) malo su povišene vrijednosti siliciklastičnih elemenata, osim dominantnog kalcita, prisutni su i kvarc i muskovit/illit. Nakon toga, od 7,3 ka cal BP do recentnijeg perioda, taloži se dominantno kalcit, u izmjeni karbonatne sedimentacije u jezeru i donosa karbonatnog materijala iz sliva. Unutar tog perioda ponovno se uočavaju pjeskovitiji intervali, posebno od oko 5 do 2 ka cal BP, te od 1,5 do 0,5 ka cal BP, koji bi mogli ukazivati na faze plićeg jezera. U prvih 25. cm jezgre povišeni su udjeli siliciklastičnih elemenata, Al, Fe, K, Pb, Cu, kao posljedica erozije siliciklastičnog materijala nakon prokopa tunela iz Vrgoračkog polja. Također su povišeni fosfor i ukupni dušik. Veza između Sladinca i Vrgoračkog polja vidljiva je pomoću minerala glina, sedimenti površinskih uzoraka jezera Sladinca pokazuju istu signaturu koja je prisutna u sedimentima iz Vrgoračkog polja.

Minerali glina u sedimentima jezera Sladinac pokazuju isti sastav duž jezgri, osim u površinskim uzorcima. U prvih 25 cm jezgre, sastav je drugačiji nego u ostatku jezgre, sadrži smektit, illit i kaolinit, za razliku od 35. cm do kraja jezgre u kojima su prisutni hidroksil-interstratificirani vermikulit, illit i kaolinit. Smektit, illit i kaolinit karakteristični su za sedimente iz Vrgoračkog polja, dok su hidroksil-interstratificirani vermikulit, illit i kaolinit karakteristični za crvenice u slivnom području Baćinskih jezera. Prema tome, od 35. cm prema gore, u jezeru Sladinac talože se sedimenti Vrgoračkog polja, koji su mogli dospjeti u jezero nakon što se prokopao tunel iz Vrgoračkog polja i povezo ih.

Ukupno su na jezgri napravljene 2 analize datiranja, što bi zasigurno trebalo povećati, no vrlo je malo materijala pronađeno za datiranje. Pri tome bi velika korist mogla biti od sloja tefre koji je vidljiv na 261. cm. Uočava se crni/tamno sivi sloj povišenog magnetskog susceptibiliteta, 261-262 cm, u kojem su izdvojena vulkanska stakla koja bi po morfologiji zrna i kemijskom sastavu ukupnog uzorka mogla odgovarati erupciji Vezuva, Avellino prije oko 3 900 godina. Kronološki model slijeda događaja tijekom holocena zasigurno bi bio nadopunjen kada bi se sa preciznošću utvrdila ova tefra u jezeru Sladinac.

### **Jezero Crniševo**

U 840 cm analizirane jezgre sedimenata BAJ-7 u jezeru Crniševo, Baćinska jezera, definirano je nekoliko zona u kojima su registrirane faze kroz koje je jezero prošlo. Na 833. cm jezgre utvrđena je starost od 11 700 cal BP.

U donjem dijelu jezgre od 843. do 830. cm (12-11,7 ka BP) prisutan je kalcit, a magnetski susceptibilitet je nizak, što ukazuje da je već u to doba postojalo jezero. Potom od 11,7 do 10 ka BP (830-764 cm) vrlo je visok udio siliciklastične komponente, kao i magnetski susceptibilitet, što upućuje na povećanu eroziju i donos terigenog materijala iz sliva. Udio siliciklastičnog materijala se postepeno smanjuje od 10-7,5 ka BP (764 do 668 cm). Zajednica peluda pokazuje da prevladava mješovita šuma, s dominantnim peludom bora Pinus, a pojavljuju se i alge koje ukazuju na marinski utjecaj na sedimente. To je posljedica izdizanja razine mora, prije 10 000 godina bila je oko 35 m niža nego danas, a nadmorska visina dna jezera je iznosila oko 32 do 33 m (7,64 m jezgre + 25 m dubina vodenog stupca jezera), stoga je nakon 10 ka BP bio moguć povremeni prodor morske vode u Crniševo.

Od 7,5 do 4,5 ka BP (668-530 cm) dominira karbonatna sedimentacija, prisutan je samo kalcit, te je magnetski susceptibilitet vrlo nizak. Nakon toga od 4,5 do 2,5 ka BP (530-134 cm) došlo je do naglih promjena u jezeru, povećao se udio pjeskovite frakcije u odnosu na silt koji je prevladavao do ovog perioda, te dolazi do izmjene siliciklastične i karbonatne sedimentacije (izmjenjuju se intervali s kalcitom i kvarcom te samo kalcitom), a u skladu s tim mijenja se udio TOC te je taj period podijeljen na ukupno 6 podzona. Palinološkim analizama utvrđena je mediteranska vegetacija, s dominacijom hrasta crnike *Quercus ilex* i degradacijskim stadijima crnikove šume (makije). Palinološkom analizom utvrđena je mješovita šuma, no već na početku ove zone pojavljuju se elementi mediteranske vegetacije (hrast crnika *Quercus ilex*), ali s relativno malim udjelom peluda u odnosu na pelud mješovite šume, vjerojatno zbog blizine planina uz koje se vežu niže temperature i veće količine vlage, kao i donos kopnenog materijala (pa tako i peluda) vodenim tokovima. Od 2,5-0,03 ka BP (134-20 cm) uspostavljaju se ponovno relativno stabilni uvjeti s povremenim značajnim donosom pijeska u jezero, te lagano povišenog siliciklastičnog materijala, uslijed

deforestacije i ljudskog utjecaja. Period od 300 do 80 BP, koji bi mogao odgovarati malom ledenom dobu, registriran od 20. do 8. cm karakteriziran je povišenim udjelom C/N koji ukazuje na donos materijala iz sliva. U sedimentima od 285 do 0 cm povišena je koncentracija natrija, što upućuje na naknadni utjecaj morske vode na jezerske sedimente i povezanost Baćinskih jezera s morem.

Minerali glina u cijeloj su jezgri BAJ-7 istog tipa, prevladava kaolinit (uređen i neuređen), zatim prisutni su illit i hidroksil interstratificirani vermikulit (ili sekundarni klorit). Detritičnog su porijekla, taložili su se u jezeru nakon što su erodirani iz sliva i transportirani u jezero. Isti tip minerala glina pojavljuje se u crvenicama uz jezero.

U sedimentima Baćinskih jezera je na temelju visokog magnetskog susceptibiliteta i povišenih udjela K, Na, Mg, Fe, Zr i ostalih elemenata u ukupnom sedimentu, utvrđena tefra na 455. i 504. cm. Prema starosti tih intervala (na temelju modela dubine/starost) pretpostavlja se da tefra pripada Astroni Agnano Monte Spino grupi (oko 4 400 cal BP). Za točno utvrđivanje pripadnosti toj tefri, potrebno je kemijski analizirati vulkansko staklo. Pronalazak Astroni Agnano tefre u sedimentima ukazuje na početak hladnog perioda (neoglacijala) od 4 300-3 800 cal BP (Zanchetta et al., 2012).

Minerali glina u istraživanim jezerskim sedimentima pokazali su sastav uglavnom vezan za slivno područje u kojem se nalaze. Promjene unutar jezgri sedimenata nisu ukazivale na paleoklimatsku ovisnost i dominaciju fizičkog ili kemijskog trošenja. Usporedbom pojedinih jezerskih sedimenata s potencijalnim izvorišnim materijalom u slivnom području može se zaključiti da minerali glina nisu direktno povezani s intenzitetom kemijskog trošenja, nego su vezani za eroziju i donos detritičnog materijala. Jezerski sedimenti Crniševa pokazuju isti signaturu kao i jezgra uz rub jezera, HIV (ili sekundarni klorit), illit i kaolinit, te nije uočena povezanost sa sedimentima Vrgoračkog polja.



## 7. Literatura

Alley, R.B. (2000): The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland, *Quaternary Science Reviews* 19, 213-226.

Alley, R.B. & Agustsdottir, A.M., 2005. The 8k event: cause and consequences of a major Holocene abrupt change, *Quaternary Science Reviews* 24, 1123–1149.

Allen, J.R.M. & Huntley, B. (2009): Last Interglacial palaeovegetation, palaeoenvironments and chronology: a new record from Lago Grande di Monticchio, southern Italy, *Quaternary Science Reviews* 28 (15–16), 1521–1538.

Antonioli, F., Anzidei, M., Lambeck, K., Auriemma, R., Gaddi, D., Furlani, S., Orru, P., Solinas, E., Gaspari, A., Karinja, S., Kovačić, V., Surace, L. (2007): Sea-level change during the Holocene in Sardinia and in the northeastern Adriatic (central Mediterranean Sea) from archaeological and geomorphological data, *Quaternary Science reviews* 26, 2463-2486.

ArcGIS (1999-2009): Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI), ver. 9.3.1, California, USA.

Ariztegui, D., Asioli, A., Lowe, J.J., Trincardi, F., Vigliotti, L., Tamburini, F., et al. (2000): Palaeoclimatic reconstructions and formation of sapropel S1: inferences from Late Quaternary lacustrine and marine sequences in the Central Mediterranean region. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 158, 215–240.

Ariztegui, D., Anselmetti, F.S., Robbiani, J.M., Bernasconi, S.M., Brati, E., Gilli, A., Lehmann, M.F. (2010): Natural and human-induced environmental change in southern Albania for the last 300 years – Constraints from the Lake Butrint sedimentary record, *Global and Planetary Change* 71, 183-192.

Arnaud, F. (2005): Discriminating bio-induced and detrital sedimentary processes from particle size distribution of carbonates and non-carbonates in hard water lake sediment, *Journal of Paleolimnology* 34, 519-526.

Arribas, M.E., Bustillo, A., Tsige, M., 2004. Lacustrine chalky carbonates: origin, physical properties and diagenesis (Palaeogene of the Madrid Basin, Spain), *Sedimentary Geology* 166, 335-351.

Asioli, A., Trincardi, F., Lowe, J.J., Ariztegui, D., Langone, L., Oldfield, F. (2001): Submillennial scale climatic oscillations in the central Adriatic during the Lateglacial: palaeoceanographic implications, *Quaternary Science Reviews* 20 (11), 1201–1221.



Aufgebauer, A., Panagiotopoulos, K., Wagner, B., Schaebitz, F., Viehberg, F.A., Zanchetta, G., Sulpizio, R., Leng, M.J., Damaschke, M. (2012): Climate and environmental change in the Balkans over the last 17 ka recorded in sediments from Lake Prespa (Albania/F.Y.R. of Macedonia/Greece), *Quaternary International*, 1-14.

Balsam W.L., Deaton, B.C., Damuth, J.E. (1999): Evaluating optical lightness as a proxy for carbonate content in marine sediment cores, *Marine Geology* 161, 141-153.

Barnhisel, R.I. & Bertsch, P.M (1989): Chlorites and hydroxy-interlayered vermiculite and smectite. In: Dixon, J.B. & Weed, S.B. (ed.): *Minerals in soil environments*. 2nd edition, Soil Science Society of America, USA, 729-788.

Belmecheri, S., von Grafenstein, U., Andersen, N., Eymard-Bordon, A., Regnier, D., Grenier, C., Lezine, A.M. (2010): Ostracod-based isotope record from Lake Ohrid (Balkan Peninsula) over the last 140 ka, *Quaternary Science Reviews*, 29, 3894-3904.

Bergmann, J., Friedel, P. & Kleeberg, R. (1998): BGMN — a new fundamental parameters based Rietveld program for laboratory X-ray sources, its use in quantitative analysis and structure investigations, *Commission of Powder Diffraction, International Union of Crystallography CPD Newsletter* 20, 5-8.

Biondić, B., Kapelj, S. & Kuhta, M. (1998): Hidrogeološka istraživanja Vranskog jezera na otoku Cresu s prijedlogom zona sanitarne zaštite, *Fond stručne dokumentacije, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, br. 11/98., str. 68.*

Birks, H.J.B., Lotter, A.F., Juggins, J., Smol, J.P (2012): *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments: Data Handling and Numerical Techniques, Developments in Paleoenvironmental Research Vol. 5*, Springer, str. 745.

Björck, S., Rundgren, M., Ingolfsson, O., Funder, S. (1997): The Preboreal oscillation around the Nordic Seas: terrestrial and lacustrine responses, *Journal of Quaternary Science* 12, 455-465.

Blaauw, M. (2010): Methods and code for „classical“ age-modelling of radiocarbon sequences, *Quaternary Geochronology* 5, 512-518.

Blott, S. J. (2010): GRADISTAT Version 8.0 A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments by Sieving or Laser Granulometer.

- Blott, S. J. & Pye, K. (2001): Gradstat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments, *Earth Surface Processes and Landforms* 26, 1237-1248.
- Bogunović, M., Vidaček, Ž., Racz, Z., Husnjak, S., Sraka, M. (1996): Namjenska pedološka karta tala za obradu Republike Hrvatske M 1:300.000.
- Bonacci, O. (1993): The Vrana Lake Hidrology (Island of Cres-Croatia), *Journal of the American Water Resources Association*, 29/3, 407-417.
- Bordon, A., Peyron, O., Lezine, A.M., Brewer, S., Fouache, E. (2009): Pollen-inferred Late-Glacial and Holocene climate in southern Balkans (Lake Maliq), *Quaternary International* 200, 19-30.
- Bourne, A.J., Lowe, J.J., Trincardi, F., Asioli, A., Blockley, S.P.E., Wulf, S., Matthews, I.P., Piva, A., Vigliotti, L. (2010): Distal tephra record for the last ca 105,000 years from core PRAD 1-2 in the central Adriatic Sea: implications for marine tephrostratigraphy. *Quaternary Science Reviews* 29, 3079-3094.
- Bradley, R.S. (1999): *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary*, International geophysics series 68, Elsevier, USA, str. 614.
- Brännvall, M.L., Bindler, R., Emteryd, O., & Renberg, I. (2001): Four thousand years of atmospheric lead pollution in northern Europe: a summary from Swedish lake sediments, *Journal of Paleolimnology* 25, 421-435.
- Brindley, G.W. & Brown, G. (1980): *Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification*. Mineralogical Society, London, str. 495.
- Bronk Ramsey, C., Dee, M., Lee, S., Nakagawa, T., Staff, R. (2010): Developments in the calibration and modelling of radiocarbon dates, *Radiocarbon*, 52, 3, 953-961.
- Buhrke, E.V., Jenkins, R., Smith, D.K. (1998): *A practical guide for the preparation of specimens for x-ray fluorescence and x-ray diffraction analysis*, John Wiley & Sons, str. 333.
- Calanchi, N. & Dinelli, E. (2008): Tephrostratigraphy of the last 170 ka in sedimentary successions from the Adriatic Sea, *Journal of Volcanology and Geothermal research* 177, 81-95.
- Calanchi, N., Cattaneo, A., Dinelli, E., Gasparotto, G., Lucchini, F. (1998): Tephra layers in Late Quaternary sediments of the central, Adriatic Sea, *Marine Geology* 149, 191-209.

- Caron, B., Sulpizio, R., Zanchetta, G., Siani, G., Santacroce, R. (2010): The Late Holocene to Pleistocene tephrostratigraphic record of Lake Ohrid (Albania), *Comptes Rendus Geoscience* 342, 453–466.
- Carton, A., Bondesan, A., Fontana, A., Meneghel, M., Miola, A., Mozzi, P., Primon, S., Surian, N. (2009): Geomorphological evolution and sediment transfer in the Piave River system (northeastern Italy) since the Last Glacial Maximum, *Geomorphologie: relief, processus, environment* 3, 155-174.
- Cattaneo, A., Correggiari, A., Langone, L., Trincardi, F. (2003): The late-Holocene Gargano subaqueous delta, Adriatic shelf: Sediment pathways and supply fluctuations, *Marine Geology* 193, 61-91.
- Chamley, H. (1989): *Clay sedimentology*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, str. 623.
- Chapman, J., Schwartz, C., Turner, J., Shiel, R.S. (1990): New absolute dates for prehistoric and Roman Dalmatia, *Vjesnik za Arheologiju i Historiju Dalmatinsku* 83, 29-46.
- Clark, P.U. & Mix, A.C. (2002): Ice sheets and sea level of the Last Glacial Maximum, *Quaternary Science Reviews* 21, 1-7.
- Clark, P.U., Mitrovica, J.X., Milne, G.A., Turon, J.L., Siani, G. (2002): Sea level fingerprint as a direct test for the source of global Meltwater Pulse 1A, *Science* 295, 2438–2441.
- Clark, P.U., Marshall, A., McCabe, A.M., Mix, A.C., Weaver, A.J. (2004): Rapid rise of sea level 19,000 years ago and its global implications, *Science* 304, 1141–1144.
- Cohen, A.S. (2003): *Paleolimnology*, Oxford University Press, Oxford, str. 500.
- Combourieu Nebout, N., Peyron, O., Bout-Roumazielles, V., Goring, S., Dormoy, I., Joannin, S., Sadori, L., Siani, G., Magny, M. (2013): Holocene vegetation and climate changes in central Mediterranean inferred from a high-resolution marine pollen record (Adriatic Sea). *Climate of the Past* 9, 2023-2042.
- Constantini, E.A.C., Priori, S., Urban, B., Hilgers, A., Sauer, D., Protano, G., Trombino, L., Hülle, D., Nannoni, F. (2009): Multidisciplinary characterization of the middle Holocene eolian deposits of the Elsa River basin (central Italy), *Quaternary International* 209, 107-130.
- Correggiari, A., Roveri, M., Trincardi, F. (2006): Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic Sea, *Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences* 9, 697-704.

Covelli, S. & Fontolan, G. (1997): Application of a normalization procedure in determining regional geochemical baselines, *Environmental Geology* 30, 34-45.

Covelli, S., Fontolan, G., Faganeli, J., Ogrinc, N. (2006): Anthropogenic markers in the Holocene stratigraphic sequence of the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea), *Marine Geology* 230, 29-51.

Cullity, B. D. & Stock S., R. (2001): *Elements of X-ray diffraction*, Prentice Hall, str. 678.

Curzi, P.V., Dinelli, E., Ricci Lucchi, M., Vaiani, S.C. (2006): Palaeoenvironmental control on sediment and provenance in the late Quaternary deltaic successions: a case study from the Po delta area (Northern Italy), *Geological Journal* 41, 591-612.

Dean, W. E. & Fouch, T.D. (1983): Chapter 2: Lacustrine. In Scholle, P.A., Bebout, D.G., Moore, C.H. (eds.) *Carbonate Depositional Environments*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Memoir 33, 98-130.

Dearing, J.A. (1999): Holocene environmental change from magnetic proxies in lake sediments. In Maher, B.A. & Thompson, R. (eds.) *Quaternary Climates, Environments and Magnetism*. Cambridge University Press, 231-278.

Debret, M., Desmet, M., Balsam, W., Copard, Y., Francus, P., & Laj, C. (2006): Spectrophotometer analysis of Holocene sediments from an anoxic fjord: Saanich Inlet, British Columbia, Canada, *Marine Geology* 229, 15–28.

Di Vito, M.A., Isaia, R., Orsi, G., Southon, J., De Vita, S., D'Antonio, M. (1999): Volcanism and deformation since 12,000 years at the Campi Flegrei caldera (Italy). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 91, 221–246.

Döbelin, N. (2013a): Profex, version 3.0.0. RMS Foundation, Bettlach, Švicarska.

Döbelin, N. (2013b): Lesson 1, X-rays & Diffraction, Švedska.

Döbelin, N. (2013c): Lesson 3, Sample Preparation and Problems, Švedska.

Dormoy, I., Peyron, O., Combourieu-Neboutb, N., Goring, S., Kotthoff, U., Magny, M., Pross, J. (2009): Terrestrial climate variability and seasonality changes in the Mediterranean region between 15 000 and 4000 years BP deduced from marine pollen records, *Climate of the Past* 5, 615-632.

Drescher-Schneider, R., de Beaulieu, J.L., Magny, M., Walter-Simonnet, A.V., Bossuet, G., Millet, L., Brugiapaglia, E., Drescher, A. (2007): Vegetation history, climate and human

impact over the last 15,000 years at Lago dell'Accesa (Tuscany, Central Italy), *Vegetation History and Archaeobotany* 16, 4, 279-299.

Durn, G., Ottner, F., Slovenec, D. (1999): Mineralogical and geochemical indicators of the polygenetic nature of terra rossa in Istria, Croatia, *Geoderma* 91, 125-150.

Eastwood, W.J., Leng, M.J., Roberts, N. and Davis, B. (2007): Holocene climate change in the eastern Mediterranean region: a comparison of stable isotope and pollen data from Lake Gölhisar, southwest Turkey, *Journal of Quaternary Science* 22, 327–341.

Ehrmann, W., Schmiedl, G., Hamann, Y., Kuhnt, T., Hemleben, C., Siebel, W. (2007): Clay minerals in late glacial and Holocene sediments of the northern and southern Aegean Sea, *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology* 249, 36-57.

Evans, M.E. & Heller, F. (2003): *Environmental Magnetism: Principles and Applications of Environmental Magnetism*. Academic Press, San Diego, CA, USA, str. 299.

Fagel, N., Thamó-Bózsó, E., Heim, B. (2007): Mineralogical signatures of Lake Baikal sediments: Sources of sediment supplies through Late Quaternary, *Sedimentary Geology* 194, 37-59.

Fagel, N. & Boës, X. (2008): Clay-mineral record in Lake Baikal sediments: The Holocene and late Glacial transition, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 259, 230-243.

Fairbanks, R. G. (1989): A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation, *Nature* 342, 637-642.

Faivre, S., Bakran-Petricioli, T., Horvatinčić, N. (2010): Relative Sea Level Change during the Late Holocene on the Island of Vis (Croatia)-Issa Harbour Archaeological Site, *Geodinamica Acta* 23 (5-6), 209-223.

Faivre, S., Bakran-Petricioli, T., Horvatinčić, N., Sironić, A. (2013): Distinct phases of relative sea level changes in central Adriatic during the last 1500 years – influence of climatic variations?, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 369, 163-174.

Favaretto, S., Asioli, A., Miola, A., Piva, A. (2008): Preboreal climatic oscillations recorded by pollen and foraminifera in the southern Adriatic Sea, *Quaternary International* 190, 89-102.

Filipčić, A. (2001): Razgraničenje Köppenovih klimatskih tipova Cf i Cs u Hrvatskoj, *Acta Geographica Croatica*, Volumen 35, 7-18.

Finne, M., Holmgren, K., Sundquist, H.S., Weuberg, E., Lindblom, M. (2011): Climate in the eastern Mediterranean, and adjacent regions, during the past 6000 years – A review, *Journal of Archaeological Science* 38, 3153-3173.

Folk, R.L. (1954): The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature, *Journal of Geology*, 62, 344-359.

Folk, R.L. and Ward, W.C. (1957): Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters, *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.

Förstner, U. & Wittmann, G. T. W. (1981): Heavy metal pollution in the aquatic environment, Springer verlag, Berlin, Heidelberg, New York, str. 486.

Fouache, E., Vella, C., Dimo, L., Gruda, G., Mugnier, J.L., Deneffe, M., Monnier, O., Hotyat, M., Huth, E. (2010a): Shoreline reconstruction since the Middle Holocene in the vicinity of the ancient city of Apollonia (Albania, Seman and Vjosa delta), *Quaternary International* 216, 118-128.

Fouache, E., Desruelles, S., Magny, M., Bordon, A., Oberweiler, C., Coussot, C., Touchais, G., Lera, P., Lézine, A.M., Fadin, L., Roger, R. (2010b): Palaeogeographical reconstructions of Lake Maliq (Korça Basin, Albania) between 14,000 BP and 2000 BP, *Journal of Archeological Science* 37, 525-535

Foucault, A. & Mélières, F. (2000): Palaeoclimatic cyclicity in central Mediterranean Pliocene sediments: the mineralogical signal, *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 158, 311-323.

Francke, A., Wagner, B., Leng, M.J., Rethemeyer, J. (2013): A Late Glacial to Holocene record of environmental change from Lake Dojran (Macedonia, Greece), *Climate of the Past* 9, 481-498.

Fritz, F. (1976): Ravni Kotari – Bukovica, Hidrogeološka studija, Fond stručne dokumentacije, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, br. 6193, str. 134.

Fritz, F. (1983): Pregrada na Vranskom jezeru – idejno rješenje, geološko istražni radovi, Fond stručne dokumentacije, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, br. 270/83, str. 24.

Fritz, F. (1984): Postanak i starost Vranskog jezera kod Biograda na moru, *Geološki vjesnik*, Vol. 37, 231-243.



Fritz, F. & Pavičić, A. (1975): Bokanjačko blato, Hidrogeološki radovi za glavni projekt injekcione zavjese, Fond stručne dokumentacije, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, br. 266/75, str 15.

Fritz, F., Pavičić, A., Renić, A. (1994): Crpilišta zadarskog vodovoda. Hidrogeološki istražni radovi za prijedlog zona sanitarne zaštite, Fond stručne dokumentacije, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, br. 70/94, str. 26.

Fuček, L., Matičec, D., Vlahović, I., Oštrić, N. (1997): Geološka karta istočne strane Vranskog jezera M 1:5000 s izdvojenim litostratigrafskim jedinicama, Fond stručne dokumentacije, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, br. 20/97, str. 15.

Ghilardi, M., Kunesch, S., Styllas, M., Fouache, E. (2008): Reconstruction of Mid-Holocene sedimentary environments in the central part of the Thessaloniki Plain (Greece), based on microfaunal identification, magnetic susceptibility and grain-size analyses, *Geomorphology* 97, 617-630.

Gibbard, P.L. (2007): Climatostratigraphy, In: Elias, S.A. (ed.) *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, Amsterdam, 2819-2825.

Giraudi, C., Magny, M., Zanchetta, G., Drysdale, R.N. (2011): The Holocene climatic evolution of Mediterranean Italy: A review of the continental geological data, *The Holocene* 21, 105-115.

Glew, J.R., Smol, J.P., Last, W.M. (2001): Sediment core collection and extrusion. In: Last, W.M. & Smol, J.P. (Eds.), *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments: Basin Analysis, Coring and Chronological Techniques, Developments in Paleoenvironmental Research Vol. 1*, Springer, 73-105.

Gligora, M., Plenković-Moraj, A., Kralj, K., Grigorszky, I., Peroš-Pucar, D. (2007): The relationship between phytoplankton species dominance and environmental variables in a shallow lake (Lake Vrana, Croatia), *Hydrobiologia* 584, 337-346.

Grüger, E. (1996): Vegetational change. In: Chapman, J., Shiel, R., Batović, Š. (eds.): *The changing face of Dalmatia, archaeological and ecological studies in a Mediterranean landscape*, Leichester Univ. Press, Leichester, 33-43.

Guggenheim, S. & Martin, R.T. (1995): Definition of clay and clay mineral. Joint report of the AIPEA nomenclature and CMS nomenclature committees, *Clays and Clay Minerals* 43: 255-256.

Håkanson, L. & Jansson, M. (2002): Principles of lake sedimentology , The Blackburn Press, USA, str. 316.

Hamann, Y., Ehrmann, W., Schmiedl, G., Kuhnt, T. (2009): Modern and late Quaternary clay mineral distribution in the area of the SE Mediterranean Sea, Quaternary Research 71, 453-464.

Heaton, T.J., Blackwell P.G., Buck C.E. (2009): A Bayesian approach to the estimation of radiocarbon calibration curves: the IntCal09 methodology, Radiocarbon 51(4), 1151-1164.

Hinderer, M. & Einsele, G. (2001): The world's large lake basins as denudation-accumulation systems and implications for their lifetimes. Journal of Paleolimnology 26, 355-372.

Huntley, B., Watts, W.A., Allen, J.R.M., Zolitschka, B. (1999): Palaeoclimate, chronology and vegetation history of the Weichselian Lateglacial: comparative analysis of data from three cores at Lago Grande di Monticchio, southern Italy, Quaternary Science Reviews 18, 945-960.

Hutchinson, G.E. (1957): *A Treatise on Limnology: Introduction to lake biology and the limnoplankton*, New York, Wiley, str. 1115.

Ilijanić, N., Miko, S., Hasan, O. (2013): Paleolimnološka istraživanja Vranskog jezera kod Biograda – I. faza (privremeno izvješće), Hrvatski geološki institut, Znanstvena studija br. 34/13, Zagreb, str. 75.

Ivičić, D. & Buljan, R. (2002): Studija o utjecaju na okoliš odvodnje viška vode iz Vrgoračkog polja, Fond stručne dokumentacije, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, br. 34/02, str. 25.

Ivičić, D. & Pavičić, A. (1996): Hidrogeološki istražni radovi za prijedlog zona sanitarne zaštite za izvore Klokun i Modro Oko, Fond stručne dokumentacije, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, br. 62/96, str. 54.

Jackson, M.L. (1956): Soil Chemical Analysis-Advanced course: Published by the author, Department of soil analysis, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, str. 991.

Jahns, S. & van den Bogaard, C. (1998): New palynological and tephrostratigraphical investigations of two salt lagoons on the island of Mljet, south Dalmatia, Croatia, Vegetation History and Archaeobotany 7, 219-234.

Jasmund, K. & Lagaly, G. (1992): Tonminerale und Tone: Strukturen, Eigenschaften, Anwendung und Einsatz in Industrie und Umwelt, Steinkopff Verlag, Darmstadt.

Jasprica, N. (2007): Flora delte Neretve: Biljni svijet u delti Neretve, Regionalni centar zaštite okoliša za Srednju i Istočnu Europu, Mađarska, str. 36.

Jasprica, N., Carić, M., & Batistić, M. (2003). The marshland vegetation (Phragmito-Magnocaricetea, Isoeto-Nanojuncetea) and hydrology in the Hutovo Blato Natural park (Neretva River delta, Bosnia and Herzegovina). *Phyton (Horn)*, 43, 281–294.

Joannin, S., Brugiapaglia, E., de Beaulieu, J.-L., Bernardo, L., Magny, M., Peyron, O., Goring, S., Vanniere, B. (2012): Pollen based reconstruction of Holocene vegetation and climate in southern Italy: the case of Lago Trifoglietti, *Climate of the Past* 8, 1973-1996.

Jones, B.F. & Bowser, C.J. (1978): The mineralogy and related chemistry of lake sediments. U: Lerman, A. (ed.) *Lakes: Chemistry, Geology, Physics*. Springer-Verlag, New York: 179-235.

Jones, M.D. & Roberts, N. (2008): Interpreting lake isotope records of Holocene environmental change in the Eastern Mediterranean, *Quaternary International* 181, 32-38.

JU (Javna Ustanova) PP Vransko jezero (2010): Plan upravljanja Parkom prirode Vransko jezero, str. 163.

Juggins, S. (2011): C2 data analysis, version 1.7.4., software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation, Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK.

Juračić, M. (1998): O nastanku i promjenama delte rijeke Neretve, *Dubrovnik* 4, 228-232.

Kapelj, S. (1997): Hidrogeokemijske značajke Vranskog jezera na otoku Cresu, Disertacija, Rudarsko geološko-naftni fakultet, Zagreb, str. 96.

Kapelj, J. (2002.): Strukturni sklop šireg područja Promine u sjevernoj Dalmaciji i odraz na hidrogeološke odnose, doktorska disertacija, PMF, Zagreb.

Klug, H.P. & Alexander, L.E. (1974): X-ray diffraction procedures for polycrystalline and amorphous materials, John Wiley & Sons, New York, str. 966.

Koeck, R. (ed.) (2012): CC-WaterS Monograph. Climate Change and Impact on Water Supply, Vienna, str. 215.

Koinig, K.A., Shotyk, W., Lotter, A.F., Ohlendorf, C., Sturm, M. (2003): 9000 years of geochemical evolution of lithogenic major and trace elements in the sediment of an alpine

lake — the role of climate, vegetation, and land-use history, *Journal of Paleolimnology* 30, 307–320.

Köppen, W. (1900): Versuch einer klassifikation der klimate, vorzugsweise nach ihren beziehungen zur pflanzenwelt. *Geogr. Z.* 6, 593–611.

Korbar, T., 2009. Orogenic evolution of the External Dinarides in the NE Adriatic region: a model constrained by tectonostratigraphy of Upper Cretaceous to Paleogene carbonates. *Earth-Science Review* 96/4, 296-312.

Korponai, J., Varga, K.A., Lengre, T., Papp, I., Toth, A., Graun, M. (2011): Paleolimnological reconstruction of the trophic state in Lake Balaton (Hungary) using Cladocera remains, *Hydrobiologia* 676, 237-248.

Kovács, J., Varga, G., Dezsó, J. (2008): Comparative study on the Late Cenozoic red clay deposits from China and Central Europe (Hungary), *Geological Quarterly* 52, 369-381.

Kovacs, J., Fabian, S.A., Varga, G., Ujvari, G., Varga, G., Dezsó, J. (2011): Plio-Pleistocene red clay deposits in the Pannonian Basin: A review, *Quaternary International* 240, 35-43.

Kretz, R. (1983): Symbols for rock-forming minerals, *American Mineralogist* 68, 277-279.

Krumm, S. (1994): Centrifuge: Calculates settling times for grain-size separation by centrifuge methods.

Lambeck, K., Antonioli, F., Purcell, A., Silenzi, S. (2004): Sea-level change along the Italian coast for the past 10,000 yr, *Quaternary Science Reviews* 23, 1567-1598.

Lane, C. S., Andrić, M., Cullen, V. L., Blockley, S. P. E. (2011): The occurrence of distal Icelandic and Italian tephra in the Lateglacial of Lake Bled, Slovenia, *Quaternary Science Reviews* 30, 1013-1018.

Last, W.M. (2001): Mineralogical analysis of lake sediments. In: Last, W.M. & Smol, J.P. (Eds.), *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments: Physical and Geochemical Methods, Developments in Paleoenvironmental Research Vol. 2*, Springer, 143–187.

Last, W.M. & Smol, J.P. (2001): *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments: Physical and Geochemical Methods, Developments in Paleoenvironmental Research Vol. 2*, Springer, str. 504.

Lauterbach, S., Chapron, E., Brauer, A., Hüls, M., Gilli, A., Ernaud, F., Piccin, A., Nomade, J., Desmet, M., von Grafenstein, DecLakes Participants (2012): A sedimentary record of Holocene surface runoff events and earthquake activity from Lake Iseo (Southern Alps, Italy), *The Holocene* 22/7, 749-760.

Leng, M.J., Baneschi, I., Zanchetta, G., Jey, C.N., Wagner, B., Vogel, H. (2010): Late Quaternary palaeoenvironmental reconstruction from Lakes Ohrid and Prespa (Macedonia/Albania border) using stable isotopes, *Biogeosciences* 7, 3109-3122.

Leng, M.J., Wagner, B., Boehm, A., Panagiotopoulos, K., Vane, C.H., Snelling, A., Haidon, C., Woodley, E., Vogel, H., Zanchetta, G., Baneschi, I. (2013): Understanding past climatic and hydrological variability in the Mediterranean from Lake Prespa sediment isotope and geochemical record over the Last Glacial cycle, *Quaternary Science Reviews* 66, 123-136.

Lezine, A.M., von Grafenstein, U., Anderson, N., Belmecheri, S., Bordon, A., Caron, B., Cazet, J.P., Erlenkeuser, H., Fouache, E., Grenier, C., Huntsman-Mapila, P., Hureau-Mazaudier, D., Manelli, D., Mazaud, A., Robert, C., Sulpizio, R., Tiercelin, J.J., Zanchetta, G., Zeqollari, Z. (2010): Lake Ohrid, Albania, provides an exceptional multi-proxy record of environmental changes during the last glacial-interglacial cycle, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 287, 116-127.

Lionello, P. (2012): *The climate of the Mediterranean region: From past to the future*. Elsevier insights, 1st edition, str. 502.

Lorenz, J. (1859): *Der Vrana See (Krahen-See) auf Cherso*, Petermanns geogr. Mitt. 1, Gotha, str 530.

Lowe, J.J., Blockley, S., Trincardi, F., Asioli, A., Cattaneo, A., Matthews, I.P., Pollard, M., Wulf, S. (2007): Age modelling of late Quaternary marine sequences in the Adriatic: towards improved precision and accuracy using volcanic event stratigraphy. *Continental Shelf Research* 27, 560–582.

Lugović, B. & Majer, V. (1983): *Eruptivi Senjske drage (Vratnika) kod Senja (Hrvatska, Jugoslavija)*, *Geološki vjesnik* 36, 157-181.

Lundqvist, G. (1938): *Sjosediment från Bergslagen (Kolbäcksåns vattenområde)*. *Sver Geol Unders Ser C* 420, 1-186.

Lucchini, F., Dinelli, E., Calanchi, N. (2003): Chemostratigraphy of Lago Albano sediments (Central Italy): geochemical evidence of palaeoenvironmental change sin late Quaternary, *Journal of Paleolimnology*, 29, 109-122.

Magaš, N. (1965): O depresiji Vranskog jezera na otoku Cresu i geološkim odnosima njegovog užeg područja, *Geološki vjesnik* 18/2, 255-261.

Magaš, N. (1968): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Cres L33-113, Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1965); Savezni geološki zavod, Beograd.

Magaš, N. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Cres L33-113, Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1965); Savezni geološki zavod, Beograd, str. 42.

Magaš, N., Marinčić, S., Benček, Đ. (1979): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Ploče K33-35, Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1972); Savezni geološki zavod, Beograd, str. 52.

Magny, M. & Combourieu Nebout, N. (2013): Holocene changes in environment and climate in the central Mediterranean as reflected by lake and marine records, *Climate of the Past* 9, 1447-1454.

Magny, M., de Beaulieu, J.L., Drescher-Schneider, R., Vanniere, B., Walter-Simonnet, A.-V., Miras, Y., Millet, L., Bossuet, G., Peyron, O., Brugiapaglia, E., Leroux, A. (2007a): Holocene climate changes in the central Mediterranean as recorded by lake-level fluctuations at Lake Accessa (Tuscany, Italy), *Quaternary Science Reviews* 26, 1736-1758.

Magny, M., Vanniere, B., de Beaulieu, J.L., Begeot C., Heiri, O., Millet, L., Peyron, O., Walter-Simonnet, A.V. (2007b): Early-Holocene climatic oscillations recorded by lake-level fluctuations in west-central Europe and in central Italy, *Quaternary Science Reviews* 26, 1951-1964.

Magny, M., Galop, D., Bellintani, P., Desmet, M., Didier, J., Haas, J.N., Martinelli, N., Pedrotti, A., Scandolari, R., Stock, A., Vanniere, B. (2009a): Late-Holocene climatic variability south of the Alps as recorded by lake-level fluctuations at Lake Ledro, Trenrino, Italy, *The Holocene* 19, 4, 575-589.

Magny, M., Vanniere, B., Zanchetta, G., Fouache, E., Touchais, G., Petrika, L., Coussot, C., Walter-Simonnet, A. V., and Arnaud, F. (2009b): Possible complexity of the climatic event around 4300- 3800 cal BP in the central and western Mediterranean, *Holocene* 19, 823-833.

Magny, M., Vanniere, B., Calo, C., Millet, L., Leroux, A., Peyron, O., Zanchetta, G., La Mantia, T., Tinner, W. (2011): Holocene hydrological changes in south-western Mediterranean as recorded by lake-level fluctuations at Lago Preola, a coastal lake in southern Sicily, Italy, *Quaternary Science Reviews* 30, 2459-2475.



Maher, B.A. (2011): The magnetic properties of Quaternary Aeolian dusts and sediments, and their palaeoclimatic significance, *Aeolian Research* 3 (2), 87-144.

Majcen, Ž. & Korolija, B. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Zadar L33-139, Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1967); Savezni geološki zavod, Beograd, str. 44.

Majcen, Ž., Korolija, B., Sokač, B., Nikler, L. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Zadar L33-139, Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1963-1969); Savezni geološki zavod, Beograd.

Mamužić, P. & Nedela-Devide, D. (1968): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Biograd K33-7, Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1963); Savezni geološki zavod, Beograd.

Mamužić, P. & Nedela-Devide, D. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Biograd K33-7, Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1963); Savezni geološki zavod, Beograd, str. 27.

Mamužić, P. (1971): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Šibenik K33-8, Institut za geološka istraživanja, Zagreb Savezni geološki zavod, Beograd.

Mamužić, P. (1975): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Šibenik K33-8, Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1966); Savezni geološki zavod, Beograd, str. 37.

Marinčić, S., Magaš, N., Benček, Đ. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Ploče K33-35, Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1967-1971); Savezni geološki zavod, Beograd.

Marković-Marjanović, J.(1975): Lesni plato Pakošтана nedaleko od Vranskog jezera kod Biograda na moru-severni jadrان. *Glasnik Prirodnoslovnog muzeja u Beogradu, serija A, knjiga 30*, str. 221-233.

Martinson, D.G., Pisias, N.G, Hays, J.D., Imbrie, J.D., Moore, T.C., Shackleton, N.J. (1987): Age Dating and the orbital theory of the ice ages: development of a high-resolution 0 to 300,000-year chronostratigraphy, *Quaternary Research* 27, 1-29.

Mayer, E. (1873): Der Vrana See auf der Insel Cherso im Adriatischen Meere, *Mitt. Geogr. Gesell.*, 16, Wien, 241-248.

Mayewski, P.A., Rohling, E.E., Stager, J.C., Karlen, W., Maasch, K.A., 2004. Holocene climate variability. *Quaternary Research* 62 (3), 243–255.

Mesić, S. (1999): Raspodjela odabranih elemenata u tragovima u recentnom sedimentu Vranskog jezera na Cresu, Magistarski rad, PMF, Sveučilište u Zagrebu, str. 84.

Mesić, S. (2004): Antropogeni utjecaj na geokemijski sastav holocenskih sedimenata Vranskog jezera na Cresu, Doktorska disertacija, PMF, Sveučilište u Zagrebu, str. 186.

Mesić, S., Miko, S., Prohić, E., Singer, D. (2005): Nastanak i budućnost Vranskog jezera na Cresu – morfogeneza, geokemija sedimenata, funkcioniranje, opterećenje i zaštita sustava, PMF Geološki odsjek, Znanstvena studija, Zagreb, str. 264.

Mesić, S., Miko, S., Hasan, O., Bakrač, K., Koch, G., Šparica Miko, M. (2007): Nastanak i budućnost Vranskog jezera na otoku Cresu – Utjecaj promjene klime i upotrebe zemljišta tijekom holocena na razine Vranskog jezera, Hrvatski geološki institut, Znanstvena studija br. 29/1, Zagreb, str. 135.

Meunier, A. (2005): Clays, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, str. 472.

Meunier, A. & Velde, B. (2010): Illite, Springer, str. 286.

Meyers, P.A. & Teranes, J.L. (2001): Sediment organic matter. In: Last, W.M., Smol, J.P. (Eds.), Tracking Environmental Change Using Lake Sediments: Physical and Geochemical Methods, Developments in Paleoenvironmental Research Vol. 2, Springer, 239-269.

Miko, S., Mesić, S., Prohić, E. i Peh, Z. (2003): Trace element distribution in surface sediments of Lake Vrana and topsoil of Cres island, Croatia, *Natura Croatica* 12/2, 93-111.

Miko, S., Mesić, S., Šparica Miko, M., Hasan, O. (2008): A record of anthropogenic Pb deposition in a Mediterranean karst catchment (Lake Vrana, Cres Island, Croatia), *Mineralogical Magazine*, 72/1, 455-460.

Milanković, M. (1920): *Theorie Mathematique des Phenomenes Thermiques produits par la radiation Solaire*, Gauthier-Villars, Paris, str. 338.

Moore, D.M. & Reynolds, R.C. (1997): X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals, Second edition, Oxford Univ. Press, Oxford, str. 378.

Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M. (1991): *Pollen Analysis* (2 edition), Blackwell Science Publication, London, str 216.

Mrakovčić, M., Mišetić, S., Plenković-Moraj, A., Razlog Grilca, J., Mihaljević, Z., Čaleta, M., Mustafić, P., Kerovec, M., Pavlinić, I., Zanella, D., Buj, I., Brigić, A., Gligora, M., Kralj, K. (2004): Kategorizacija i inventarizacija florističkih i faunističkih vrijednosti Parka prirode „Vransko jezero“, Zoologijski zavod Biološkog odsjeka PMF, Zagreb, str. 239.

Munsell Color (1994), Munsell Soil Color Charts Revised Edition, Munsell Color, GretagMacbeth, New Windsor, NY.

Naeher, S., Gilli, A., North, R.P., Hamann, Y., Schubert, C.J. (2013): Tracing bottom waters oxygenation with sedimentary Mn/Fe ratios in Lake Zurich, Switzerland, *Chemical Geology* 352, 125-133.

Och, L.M., Müller, B., Voegelin, A., Ulrich, A., Göttlicher, J., Steiniger, R., Mangold, S., Vologina, E.G., Sturm, M. (2012): New insights into the formation and burial of Fe/Mn accumulations in Lake Baikal sediments, *Chemical Geology* 330-331, 244-259.

Ohlendorf C, Sturm M, Hausmann S (2003) Natural environmental changes and human impact reflected in sediments of a high alpine lake in Switzerland, *Journal of Paleolimnology* 30, 297–306.

Oldfield, F., Asioli, A., Juggins, S., Langone, L., Rolph, T., Trincardi, F., Wolff, G., Gibbs, Z., Vigliotti, L., Frignani, M., Van der Post, K. (2003): A high resolution Late-Holocene palaeo-environmental record from the Adriatic Sea: core RF 93-30. *Quaternary Science Reviews* 22, 161-184.

Ožanić, N. (1996): Hidrogeološki model funkcioniranja Vranskog jezera na otoku Cresu. Disertacija, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, str. 139.

Panagiotopoulos, K., Aufgebauer, A., Schäbitz, F., Wagner, B. (2013): Vegetation and climate history of the Lake Prespa region since the Late glacial, *Quaternary International* 293, 157-169.

Parlagreco, L., Mascioli, F., Miccadei, E., Antonioli, F., Gianolla, D., Devoti, S., Leoni, G., Silenzi, S. (2011): New data on Holocene relative sea level along the Abruzzo coast (central Adriatic, Italy), *Quaternary International* 232, 179-186.

Petrik, M. (1957): Hidrološki režim jezera Vrana, *Krš Jugoslavije* 1, JAZU, Zagreb, 109-192.

Peyron, O., Goring, S., Dormoy, I., Kotthoff, U., Pross, J., De Beaulieu, J.L., Drescher-Schneider, R., Vannièrè, B., Magny, M. (2011): Holocene seasonality changes in the central Mediterranean region reconstructed from the pollen sequences of Lake Accesa (Italy) and Tenaghi Philippon (Greece), *The Holocene* 21, 131-146.

Peyron, M., Magny, M., Goring, S., Joannin, S., de Beaulieu, A.L., Brugiapaglia, E., Sadori, L., Garfi, G., Kouli, K., Ioakim, C., Combourieu-Nebout, N. (2013): Contrasting patterns of

climatic changes during the Holocene across the Italian Peninsula reconstructed from pollen data, *Climate of the Past* 9, 1233-1252.

Piva, A., Asioli, A., Trincardi, F., Schneider, R.R., Vigliotti, L. (2008): Late-Holocene climate variability in the Adriatic Sea (Central Mediterranean), *The Holocene* 18, 1, 153-167.

Plott & Wright,

Poljak, J. (1947): Izveštaj o geološkim istraživanjima jezera Vrana na otoku Cresu, Fond stručne dokumentacije, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, br. 701, str. 4.

Prelogović, E., Pribičević, B., Ivković, Ž., Dragičević, I., Buljan, R., Tomljenović, B. (2003): Recent structural fabric of the Dinarides and tectonically active zones important for petroleum-geological exploration in Croatia, *Nafta* 55 (4), 155-161.

R Core Team (2013): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Ver 3.0.1, Vienna, Austria.

Raić, V. & Papeš, J. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Metković K33-36, Institut za geološka istraživanja, Sarajevo (1971); Savezni geološki zavod, Beograd, str. 43.

Raić, V. & Papeš, J. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Imotski K33-23, Institut za geološka istraživanja, Sarajevo (1968); Savezni geološki zavod, Beograd, str. 51.

Raić, V., Papeš, J., Behlilović, S., Crnolatac, I., Mojičević, M., Ranković, M., Slišković, T., Đorđević, B., Golo, B., Ahac, A., Luburić, P., Marić, Lj. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Metković K33-36, Institut za geološka istraživanja, Sarajevo (1958-1971); Savezni geološki zavod, Beograd, 1975.

Raić, V., Ahac, A., Papeš, J. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Imotski K33-23, Institut za geološka istraživanja, Zagreb Savezni geološki zavod, Beograd.

Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Burr, G.S., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M., van der Plicht, J., Weyhenmeyer, C.E. (2009): IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-500,000 years Cal BP, *Radiocarbon* 51 (4), 1111-1150.

Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Turney, C.S.M., van der Plicht, J. (2013): IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 55: 1869-1887.

Renssen, H., Isarin, R.F.B., Jacob, D., Podzun, R., Vandenberghe, J. (2001): Simulation of the Younger Dryas climate in Europe using a regional climate model nested in an AGCM: preliminary results, *Global and Planetary Change* 30, 41-57.

Retallack, G.J. (2001): *Soils of the Past: An Introduction to Paleopedology*, 2nd edition, Blackwell Science, str. 404.

Rietveld, H. M. (1969): A profile refinement method for nuclear and magnetic structures, *Journal of Applied Crystallography* 2, 65-71.

Roberts, N., Jones, M.D., Benkaddour, A., Eastwood, W.J., Filippi, M.L., Frogley, M.R., Lamb, H.F., Leng, M.J., Reed, J.M., Stein, M., Stevens, L., Valero-Garces, B., Zanchetta, G. (2008): Stable isotope records of Late Quaternary climate and hydrology from Mediterranean lakes: the ISOMED synthesis. *Quaternary Science Reviews* 27, 2426-2441.

Roberts, N., Eastwood, W.J., Kuzucuoglu, C., Fiorentino, G., Caracuta, V. (2011): Climatic, vegetation and cultural change in the eastern Mediterranean during the mid-Holocene environmental transition, *The Holocene* 21, 1, 147-162.

Roberts, N., Moreno, A., Valero-Garces, B.L., Corella, J.P., Jones, M., allcock, S., Woodbridge, J., Morellon, M., Luterbacher, J., Xoplaki, E., Türkes, M. (2012): Paleolimnological evidence for an east-west climate sea-saw in the Mediterranean since AD 900, *Global and Planetary Change* 84-85, 23-34.

Romić, D., Petošić, D., Romić, M., Ondrašek, G., Dolanjski, D., Salopek, Z., Zovko, M., Husnjak, S., Vidaček, Ž., Sraka, M., Juračak, J., Borošić, J., (2006): Plan navodnjavanja za područje Zadarske županije, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 207.

Rohling, E.J., Jorissen, F.J., De Stigter, H.C. (1997): 200 year interruption of Holocene sapropel formation in the Adriatic Sea, *Journal of Micropalaeontology* 16, 97-108.

Rubinić, J. & Ožanić, N. (1992): Hidrološke karakteristike Vranskog jezera na otoku Cresu. *Građevinar*, 44/92, 521-530.

- Sadori, L., Ortu, E., Peyron, O., Zanchetta, G., Vanniere, B., Desmet, M., Magny, M. (2013): The last 7 millennia of vegetation and climate changes at Lago di Pergusa (central Sicily, Italy), *Climate of the Past* 9, 1969-1984.
- Schmidt, R., Müller, J., Dröschner-Schneider, R., Krisal, R., Szeroczyńska, K., Barić A. (2000): Changes in lake level and trophy at Lake Vrana, a large karstic lake on the Island of Cres (Croatia), *Journal of Limnology*, 59(2), 113-130.
- Schmidt, R., Pugliese, N., Müller, J., Szeroczyńska, K., Bogner, D., Melis, R., Kamenik, C., Barić, A., Danielopol, D.L. (2001): Paleoclimate, vegetation and coastal lake development, from Upper Pleniglacial until Early Holocene, in the northern Adriatic Valun Bay (Isle of Cres, Croatia), *Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences*, 14(1), 61-78.
- Sheldon, N.D. & Tabor, N.J. (2009): Quantitative paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction using paleosoils. *Earth Science Reviews* 95, 1-52.
- Shepard, F.P. (1954): Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *J. Sed. Pet.* 24, 151-158.
- Shotyk, W., Weiss, D., Appleby, P.G., Cheburkin, A.K., Frei, R., Gloor, M., Kramers, J.D., Reese, S., & Van der Knaap, W.O. (1998): History of atmospheric lead deposition since 12,370 <sup>14</sup>C yr BP recorded in a peat bog profile, Jura Mountains, Switzerland, *Science* 281, 1635-1640.
- Siani, G., Sulpizio, R., Paterne, M., Sbrana, A. (2004): Tephrostratigraphy study for the last 18,000 <sup>14</sup>C years in a deep-sea sediment sequence for the South Adriatic, *Quaternary Science Review* 23, 2485–2500.
- Siani, G., Magny, M., Paterne, M., Debret, M., Fontugne, M. (2013): Paleohydrology reconstruction and Holocene climate variability in the South Adriatic Sea, *Climate of the Past* 9, 499-515.
- Simonneau, A., Chapron, E., Vanniere, B., Wirth, S.B., Gilli, A., Di Giovanni, C., Anselmetti, F.S., Desmet, M., Magny, M. (2013): Mass-movement and flood-induced deposits in lake Ledro, southern Alps, Italy: implications for Holocene palaeohydrology and natural hazards, *Climate of the Past* 9, 825-840.
- Singer, A. (1984): The Paleoclimatic Interpretation of Clay Mineral in Sediments – A Review, *Earth Science reviews* 21, 251-293.
- Solotchina, E.P., Prokopenko, A.A., Kuzmin, M.I., Solotchin, P.A., Zhdanova, A. N. (2009): Climate signals in sediment mineralogy of Lake Baikal and Lake Hovsgol during the LGM-



Holocene transition and the 1-Ma carbonate record from the HDP-04 drill core. *Quaternary International* 205, 38-52.

StatSoft, Inc. (2006): STATISTICA (data analysis software system), version 7.1, Tulsa, SAD.

Stajić (1991): Rezultati geodetsko-hidrografskih istraživačkih radova na Vranskom jezeru (otok Cres), Hidrografski institut, Split.

St-Onge, G., Mulder, T., Francus, P., Long, B. (2007): Chapter two: continuous properties of cored marine sediments. In: Hillaire, C., Anthony, E.J. (Eds.), *Proxies in Late Cenozoic. Paleoceanography*. University of Quebec, Montreal, 63–98.

Stražičić, N. (1981): Otok Cres. *Otočki ljetopis Cres-Lošinj* 4, str. 344.

Stroj, A. (2012): Vransko jezero: Hidrogeološka istraživanja, Fond stručne dokumentacije, Hrvatski geološki institut, Zagreb, br. 03/12, str. 39.

Stuiver, M. & Braziunas, T.F. (1993): Modeling atmospheric  $^{14}\text{C}$  influences and  $^{14}\text{C}$  ages of marine samples to 10,000 BC, *Radiocarbon* 35(1), 137-189.

Sulpizio, R., Bonasia, R., Dellino, P., Di Vito, M.A., La Volpe, L., Mele, D., Zanchetta, G., Sadori, L. (2008): Discriminating the long distance dispersal of fine ash from sustained columns or near ground ash clouds: the example of the Pomici di Avellino eruption (Somma-Vesuvius, Italy), *Journal of Volcanology and Geothermal research* 177, 263–276.

Sulpizio, T., van Welden, A., Caron, B., Zanchetta, G. (2010): The Holocene tephrostratigraphic record of Lake Shkodra (Albania and Montenegro), *Journal of Quaternary Science* 25/5, 633-650.

Surić, M. & Juračić, M. (2010): Late Pleistocene-Holocene environmental changes – records from submerged speleothems along the Eastern Adriatic coast (Croatia), *Geologia Croatica* 63/2, 155-169.

Surić, M., Juračić, M., Horvatinčić, N., Krajcar Bronić, I. (2005): Late Pleistocene – Holocene sea level rise and the pattern of coastal karst inundation – records from submerged speleothems along the Eastern Adriatic Coast (Croatia), *Marine Geology* 214 (1-3), 163-175.

Šegota, T., (1975): Klima. Sjeverno Hrvatsko primorje. *Geografija SR Hrvatske*, 5, Zagreb.

Šegota, T., Filipčić, A. (2001): Hipotetska starost Vranskog Jezera na Cresu. *Acta Geographica Croatica*, 35, 45-56.

Šiljeg, A., Fabulić, M., Lozić, S. (2013): Batimetrijsko istraživanje Vranskog jezera, 9. savjetovanje Kartografija i geoinformacije, Zadar.

Šoštarić, R. (2005): The development of postglacial vegetation in coastal Croatia, *Acta Botanica Croatica*, 64 (2), 383-390.

Talma, A.S. & Vogel, J.C. (1993): A simplified approach to calibrating  $^{14}\text{C}$  dates, *Radiocarbon*, 35, 2, 317-322.

Tanner, P.A. & Wai Ting Tung, J. (2003): Instrumental determination of organic carbon in marine sediments, *Marine Chemistry* 80, 161-170.

Terzić, J. & Lukač Reberski, J. (2013): Hidrogeološki elaborat zona sanitarne zaštite crpilišta zadarskog vodovoda (Zdenci B-4 i B-5, Jezerce, Oko, Boljkovac i Golubinka) u sklopu hidrogeološkog sustava Bokanjac-Poličnik, Hrvatski geološki institut, br. 07/13, str. 62.

Thiry, M. (2000): Palaeoclimatic interpretation of clay minerals in marine deposits: an outlook from the continental origin, *Earth Science Reviews* 49, 201-221.

Tomec, M., Teskeredžić, E., Teskeredžić, Z. (2009): Dinamika fitoplanktona u jezeru Vrana, (otok Cres), *Ribarstvo*, 67, 101-112.

Trinajstić, I. (1995): Plantgeographical division of forest vegetation of Croatia, *Annales Forestales* 20, 37-66.

Trinajstić, I. (2000): Pregled vegetacije Biokovskog područja, *Ekološke monografije* 5 (Biokovo 2), 13-37.

Trincardi, F., Cattaneo, A., Correggiari, A., Ridente, D. (2004): Evidence of soft sediment deformation, fluid escape, sediment failure and regional weak layers within the late Quaternary mud deposits off the Adriatic Sea, *Marine Geology* 213, 91-119.

Tsimplis, M.N., Raicich, F., Fenoglio-Marc, L., Shaw, A.G.P., Marcos, M., Somot, S., Bergamasco, A. (2012): Recent developments in understanding sea level rise at the Adriatic coasts, *Physics and Chemistry of the Earth* 40-41, 59-71.

Tucker, M.E. & Wright, V.P. (1990): *Carbonate Sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 482 pp.

Vanniere, B., Power, M.J., Roberts, N., Tinner, W., Carrion, J., Magny, M., Bartlein, P., Colombaroli, D., Daniau, A.L., Fisinger, W., Gil-Romera, G., Kaltenrieder, P., Pini, R., Sadori, L., Turner, R., Valsecchi, V., Vescovi, E. (2011): Circum-Mediterranean fire activity and

climate changes during the mid-Holocene environmental transition (8500-2500 cal. BP), *The Holocene* 21, 1, 53-73.

Vanniere, B., Magny, M., Joannina, S., Simonneau, A., Wirth, S.B., Hamann, Y., Chapron, E., Gilli, A., Desmet, M., Anselmetti, F.S. (2013): Orbital changes, variation in solar activity and increased anthropogenic activities: controls on the Holocene flood frequency in the Lake Ledro area, Northern Italy, *Climate of the Past* 9, 1193-1209.

Velde, B. (2010): *Origin and mineralogy of clays: Clays and the environment*, Springer, str. 336.

Velde, B. & Meunier, A. (2008): *The origin of clay minerals in soils and weathered rocks*. Springer, str. 406.

Venkatarathnam, K. & Ryan, W.B.F. (1971): Dispersal patterns of clay minerals in the sediments of the eastern Mediterranean Sea, *Marine Geology* 11, 261-282.

Vigliotti, L., Verosub, K.L., Cattaneo, A., Trincardi, F., Asioli, A., Piva, A. (2008): Palaeomagnetic and rock magnetic analysis of Holocene deposits from the Adriatic Sea: detecting and dating short-term fluctuations in sediment supply, *The Holocene* 18, 1, 141-152.

Vincze, L., Kozák, M., Kovács-Pálffy, P., Papp, I., Püspöki, Z. (2005): Origin of red clays around Miskolc (North Hungary), *Acta Mineralogica-Petrographica* 46, 15-27.

Vlahović, I., Tišljarić, J., Velić, I., Matičec, D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 220, 330-360.

Vogel, H., Wagner, B., Zanchetta, G., Sulpizio, R., Rosén, P. (2010): A paleoclimate record with tephrochronological age control for the last glacial-interglacial cycle from Lake Ohrid, Albania and Macedonia. *Journal of Paleolimnology* 44, 295-310.

Vukosavljević, B. (2006): Prostorna diferencijacija Vrgoračkog područja na temelju krških prirodno-geografskih i društveno-geografskih obilježja, *Geoadria* 11/2, 241-281.

Wagner, B., Lotter, A.F., Nowaczyk, N., Reed, J.N., Schwalb, A., Sulpizio, R., Valsecchi, V., Wessels, M., Zanchetta, G. (2009): A 40,000-year record of environmental change from ancient Lake Ohrid (Albania and Macedonia), *Journal of Paleolimnology* 41, 407-430.

Wagner, B., Aufgebauer, A., Vogel, H., Zanchetta, G., Sulpizio, R., Damaschke, M. (2012): Late Pleistocene and Holocene contourite drift in Lake Prespa (Albania/F.Y.R. of Macedonia/Greece), *Quaternary International* 274, 112-121.

Walker, M. (2005): *Quaternary Dating Methods*, John Wiley & Sons, str. 286.

Walker, M., Johnsen, S., Olander Rasmussen, S., Popp, T., Steffense, J.P., Gibbard, P., Hoek, W., Lowe, J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L.C., Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D.J., Nakagawa, T., Newnham, R., Schwander, J. (2009): Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records, *Journal of Quaternary Science* 24 (1), 3-17.

Walker, M.J.C., Berkelhammer, M., Björck, S., Cwynar, L.C., Fisher, D.A., Long, A.J., Lowe, J.J., Newnham, R.M., Rasmussen, S.O., Weiss, H. (2012): Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial record) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy), *Journal of Quaternary Science* 27/7, 649-659.

Weaver, C.E. (1989): *Clays, muds and shales*. Elsevier Science Pub. Co., str. 819.

Wentworth, C.K. (1922): A scale of grade and class terms for clastic sediments, *Journal of Geology*, 30, 377-392.

Wulf, S., Kraml, M., Keller, J. (2008): Towards a detailed distal tephrostratigraphy in the Central Mediterranean: the last 20,000 yrs record of Lago Grande di Monticchio, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 177, 118–132.

Wunsam, S., Schmidt, R., Muller, J. (1999): Holocene lake development of two Dalmatian lagoons (Malo and Veliko jezero, Isle of Mljet) in respect to changes in Adriatic sea level and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 146, 251-281.

X-Rite Incorporated (2009): *ColorChecker Passport, RAW Color Power, SAD*.

Zanchetta G., Drysdale R.N., Hellstrom J.C., Fallick A.E., Isola I., Gagan M.K., Pareschi, M.T. (2007): Enhanced rainfall in the Western Mediterranean during deposition of sapropel S1: Stalagmite evidence from Corchia cave (Central Italy), *Quaternary Science Reviews* 26, 279-286.

Zanchetta, G., Sulpizio, R., Roberts, N., Cioni, R., Eastwood, W.J., Siani, G., Caron, B., Paterne, M., Santacroce, R. (2011): Tephrostratigraphy, chronology and climatic events of the Mediterranean basin during the Holocene: an overview, *The Holocene* 21, 33–52.

Zanchetta, G., Giraudi, C., Sulpizio, R., Magny, M., Drysdale, R.N., Sadori, L. (2012a): Constraining the onset of the Holocene “Neoglacial” over the central Italy using tephra layers, *Quaternary Research* 78, 230-247.

Zanchetta, G., van Welden, A., Baneschi, I., Drysdale, R., Sadori, L., Roberts, N., Giardini, M., Beck, C., Pascucci, V., Sulpizio, R. (2012b): Multiproxy record for the last 4500 years from Lake Shkodra (Albania/Montenegro), *Journal of Quaternary Science* 27/8, 780-789.

#### Literatura (pelud)

Ariztegui, D., Asioli, A., Lowe, J.J., Trincardi, F., Vigliotti, L., Tamburini, F., et al. (2000): Palaeoclimatic reconstructions and formation of sapropel S1: inferences from Late Quaternary lacustrine and marine sequences in the Central Mediterranean region. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 158, 215–240.

Batten, D.J. (1996): Palynofacies and palaeoenvironmental interpretation. U: Jansonius, J., McGregor, D.C. (ur.): *Palynology: Principles and Applications.*- *Am. Assoc. Stratigr. Palynol. Found.*, 3: 1011–1064.

Beug, H.-J., (1962): Über die ersten anthropogenen Vegetationsveränderungen in Süddalmatien an Hand eines neuen Pollendiagrammes vom »Malo Jezero« auf Mljet. Veröff. Geobot. Inst. Stiftung Rübel, Zürich, 37, 9–15.

Beug, H.-J., (1967): On the forest history of the Dalmatian coast. *Rev. Palaeobotan. Palynol.* 2, 271–279.

Björck, S., Rundgren, M., Ingolfsson, O., Funder, S. (1997): The Preboreal oscillation around the Nordic Seas: terrestrial and lacustrine responses, *Journal of Quaternary Science* 12, 455-465.

Brooks, J. & Shaw, G. (1972): Geochemistry of sporopollenin.- *Chem. Geol.* 10, 69–87.

Combaz, A. (1964): Les palynofacies.- *Rev. Micropaleontologie*, 7/3, 205-218, Paris.

Combourieu-Nebout, N., Peyron, O., Dormoy, I., Desprat, S., Beaudouin, C., Kotthoff, U., and Marret, F. (2009): Rapid climatic variability in the west Mediterranean during the last 25 000 years from high resolution pollen data, *Clim. Past*, 5, 503–521, doi:10.5194/cp-5-503-2009.

Combourieu-Nebout, N., Peyron, O., Bout-Roumazielles, V., Goring, S., Dormoy, I., Joannin, S., Sadori, L., Siani, G. M. Magny, (2013): Holocene vegetation and climate changes

- in central Mediterranean inferred from a high-resolution marine pollen record (Adriatic Sea), *Clim. Past Discuss.*, 9, 1969-2014
- Edwards, M. E., N. H. Bigelow, B. P. Finney, and W. R. Eisner. 2000. Records of aquatic pollen and sediment properties as indicators of late-Quaternary Alaskan lake levels. *Journal of Paleolimnology* 24:55-68.
- Engstrom DR, Fritz SC (2006) Coupling between primary terrestrial succession and the trophic development of lakes at Glacier Bay, Alaska. *J Paleolimnol* 35:873–880.
- Fairbanks, R. G. (1989): A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation, *Nature* 342, 637-642.
- Havinga, A.J. (1964): Investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores.- *Pollen et Spores* 6 (2), 621–635.
- Havinga, A.J. (1984): A 20-year experimental investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores in various soil types.- *Pollen et Spores* 26, 3–4, 541–558.
- Ilijanić, N. (2014): Minerali glina u jezerskim sedimentima istočno jadranske obale kao pokazatelji promjena okoliša tijekom kasnog pleistocena i holocena.- doktorska disertacija, Zagreb, 382 str.
- Jahns, S., Bogaard Van Den, C. (1998): New palynological and tephrostratigraphical investigations of two salt lagoons on the island of Mljet, south Dalmatia, Croatia. *Veget. Hist. Archaeobot.* 7, 219–234.
- Kapp, R.O., Davis, O.K. & King, J.E. (2000): Guide to Pollen and Spores. (2nd Edition), 279 str.
- MacDonald, G.M., (1996): Non-Aquatic Quaternary. U: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (ur.): Palynology: Principles and Applications.- *American Association of Stratigraphic Palynologist*, Houston, Texas, 879-910.
- Magny, M., Combourieu Nebout, N., de Beaulieu, J. L., Bout-Roumazielles, V., Colombaroli, D., Desprat, S., Francke, A., Joannin, S., Peyron, O., Revel, M., Sadori, L., Siani, G., Sicre, M.A., Samartin, S., Simonneau, A., Tinner, W., Vanni`ere, B., Wagner, B., Zanchetta, G., Anselmetti, F., Brugiapaglia, E., Chapron, E., Debret, M., Desmet, M., Didier, J., Essallami, L., Galop, D., Gilli, A., Haas, J. N., Kallel, N., Millet, L., Stock, A., Turon, J. L., Wirth, S. (2013): North-south palaeohydrological contrasts in the central Mediterranean during the Holocene: tentative synthesis and working hypotheses, *Clim. Past Discuss.*, 9, 1901–1967, doi:10.5194/cpd-9-1901-2013.
- Moore, P.D., Webb, J.A. & Collinson, M.E. (1991): Pollen analysis.- Blackwell Scientific, London, 216 str.



- Müller, H. (1970): Ökologische Veränderungen im Otterstedter See im Laufe der Nacheiszeit. Ber. Naturhist. Ges. Hannover 114: 33–46.
- Robert, P. (1988): Organic Metamorphism and Geothermal History.- Elf-Aquitain and D. Reidl Publ. Company, Dordrecht, 311 str.
- Rohling, E.J., Jorissen, F.J., De Stigter, H.C. (1997): 200 year interruption of Holocene sapropel formation in the Adriatic Sea. *J. Micropalaeontol.* 16, 97–108.
- Rott, E., 1984. Phytoplankton as biological parameter for the trophic characterization of lakes. Verh. int. Ver. Limnol. 22: 1078–1085.
- Schmidt, R., Müller, J., Drscher-Schneider, R., Krisal, R., Szeroczynska, K., Barić A. (2000): Changes in lake level and trophy at Lake Vrana, a large karstic lake on the Island of Cres (Croatia), *Journal of Limnology*, 59(2), 113-130.
- Stach, E., Mackowsky, M-Th., Teichmüller, M. Taylor, G.H., Chandra, D. & Teichmüller, R. (1982): Coal Petrology.- Gebr. Bornträger, Berlin-Stuttgart, 535 str.
- Šoštarić R. (2005): The development of postglacial vegetation in coastal Croatia. *Acta Bot Croat* 64: 383–390.
- Temperton VM, Grayston SJ, Jacson G, Barton CV, Millard P, Jarvis PG (2003) Effects of elevated carbon dioxide concentration on growth and nitrogen fixation in *Alnus glutinosa* in a long-term field experiment. *Tree Physiol* 23:1051–105.
- Tucker, M. (1988): Techniques in Sedimentology, Blackwell Scientific Publications, Oxford, str. 394.
- Tyson, R.V. (1995): Sedimentary Organic Matter. Organic Facies and Palynofacies.- Chapman and Hall, London, 615 str.
- van Geel, B., 2001. Non-pollen palynomorphs. In: J.P. Smol, H.J.B. Birks and W.M. Last (eds.) Tracking environmental change using lake sediments.; Volume 3: Terrestrial, algal and siliceous indicators. Kluwer, Dordrecht, p. 99-119.
- White, N. G. (2008): Scanning Electron Microscopy, Chapter 10. In: Ulery, A.L. & Drees, L.R.: Methods of Soil Analysis, Part 5-Mineralogical Methods, SSSA Book Series 5.
- BOOMER, I. & EISENHAUER, G. 2002: Ostracod faunas as palaeoenvironmental indicators in margin marine environments. In *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research* (Holmes, J. A. & Chivas, A. R., eds), pp.135-149, Geophysical Monograph, 131, American Geophysical Union, Washington, DC.
- FUHRMANN, R. 2012: Atlas quartärer und rezenter Ostrakoden Mitteldeutschlands. Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen. Altenburg, 1-320.

MAZZINI, I., GLIOZZI, E., KOCI, R., SOULIE-MÄRSCH, I., ZANCHETTA, G., BANESCHI, I., SADORI, L., GIARDINI, M., VAN VALDEN, A. & BUSHATI, S. 2014: Historical evolution and Middle to Late Holocene environmental changes in Lake Shkodra (Albania): New evidence from micropaleontological analysis. *Palaeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*

MEISCH, C. 2000: Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe. *Spektrum Akademischer Verlag*. 1-515.

PETKOVSKI, T. 1958: Zwei neue ostracoden aus dem Dorjansee. *Biološki glasnik* 11(1/4), 27-34.

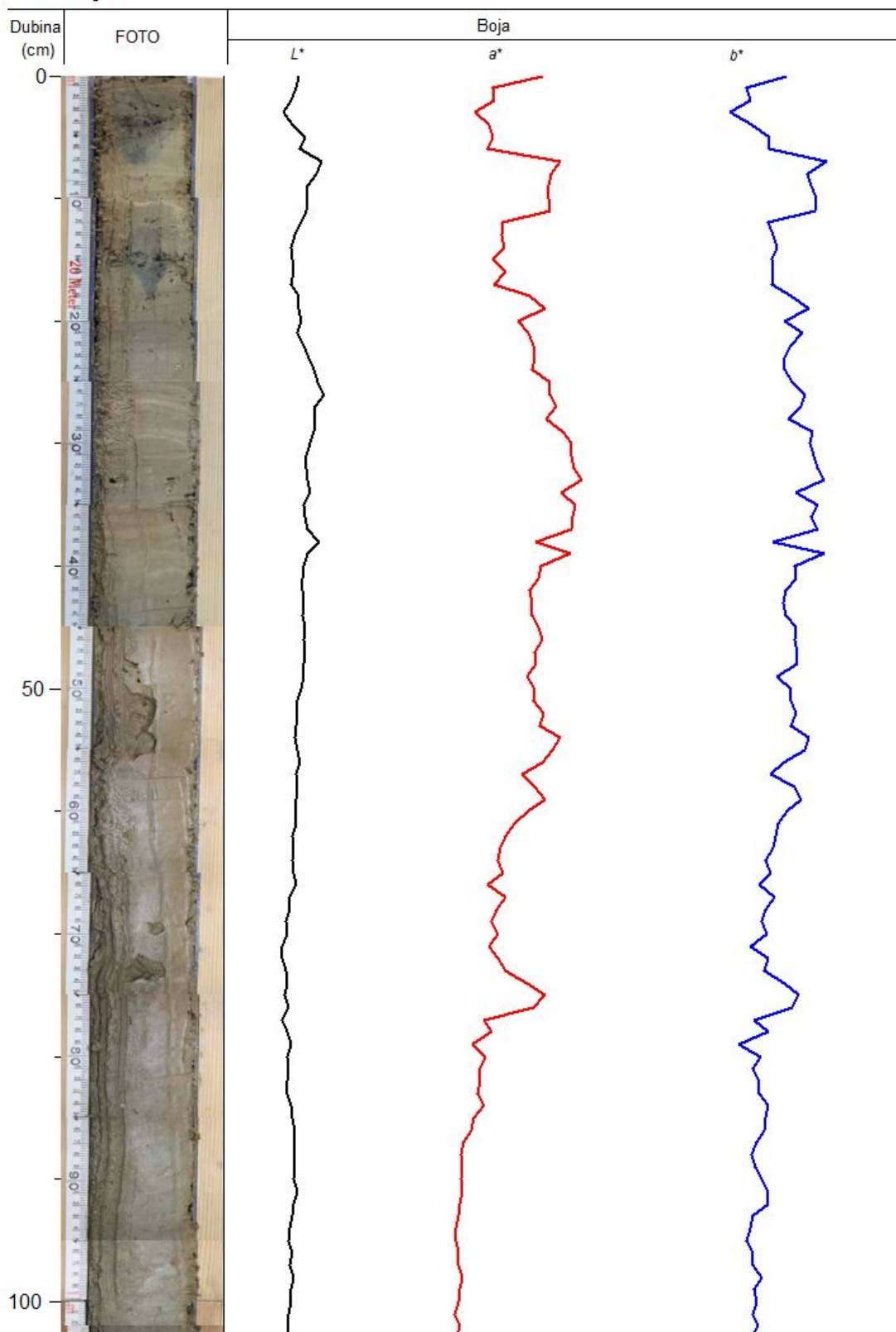


## 8. Prilozi

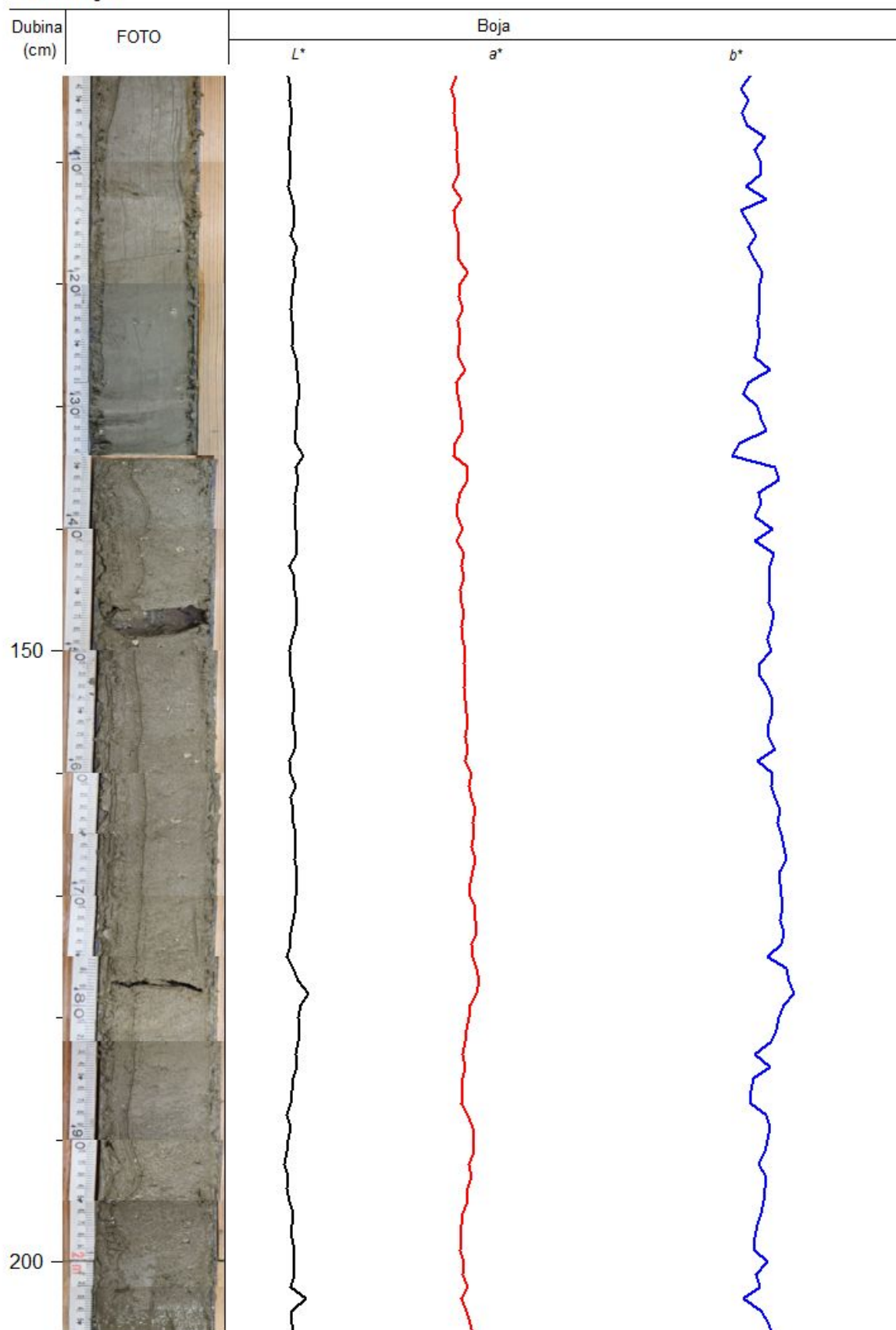
### 8.1. Fotodokumentirani dijelovi dugih jezgri

#### 8.1.1. BAJ-1 (Podgora)

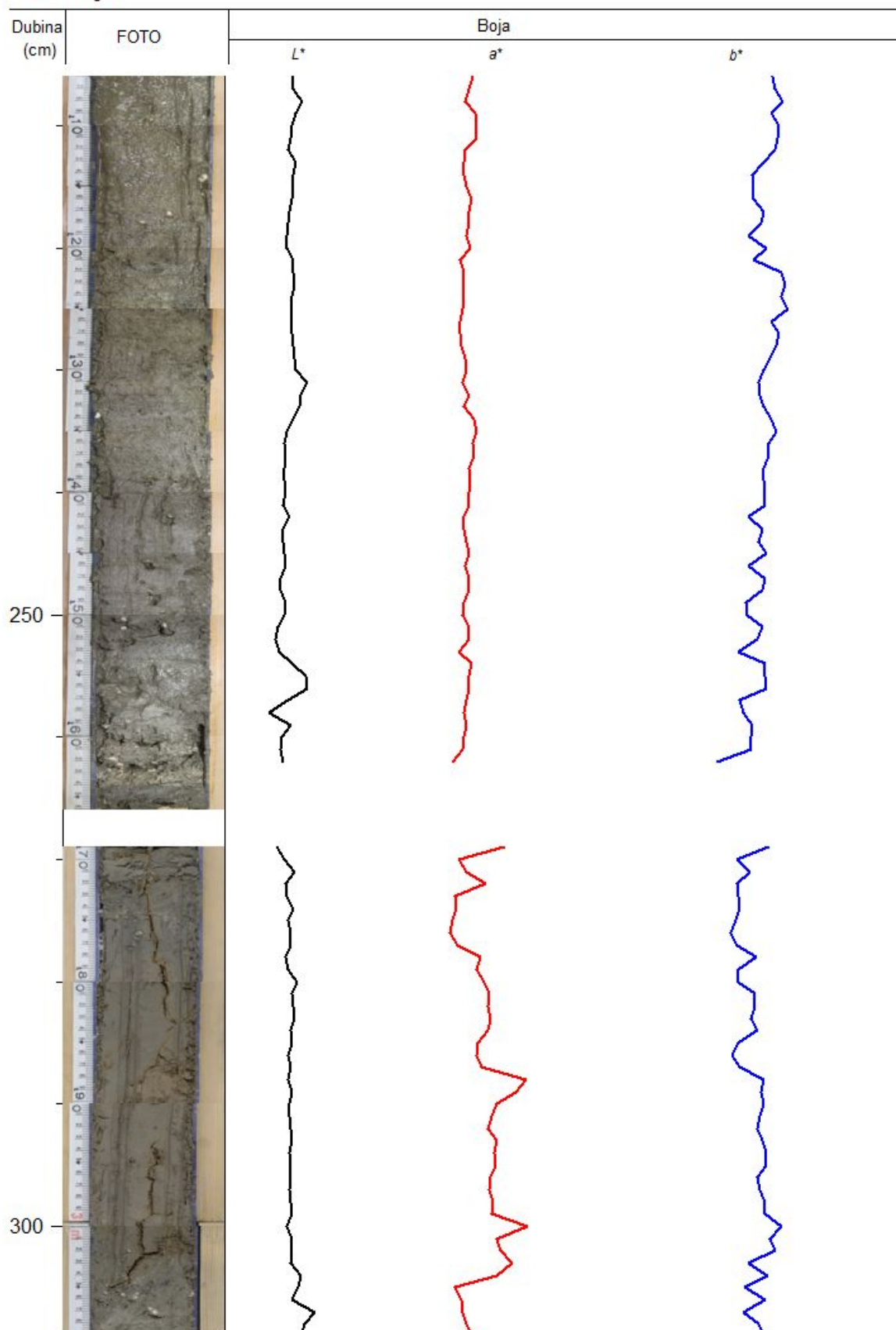
BAJ-1 Podgora



## BAJ-1 Podgora

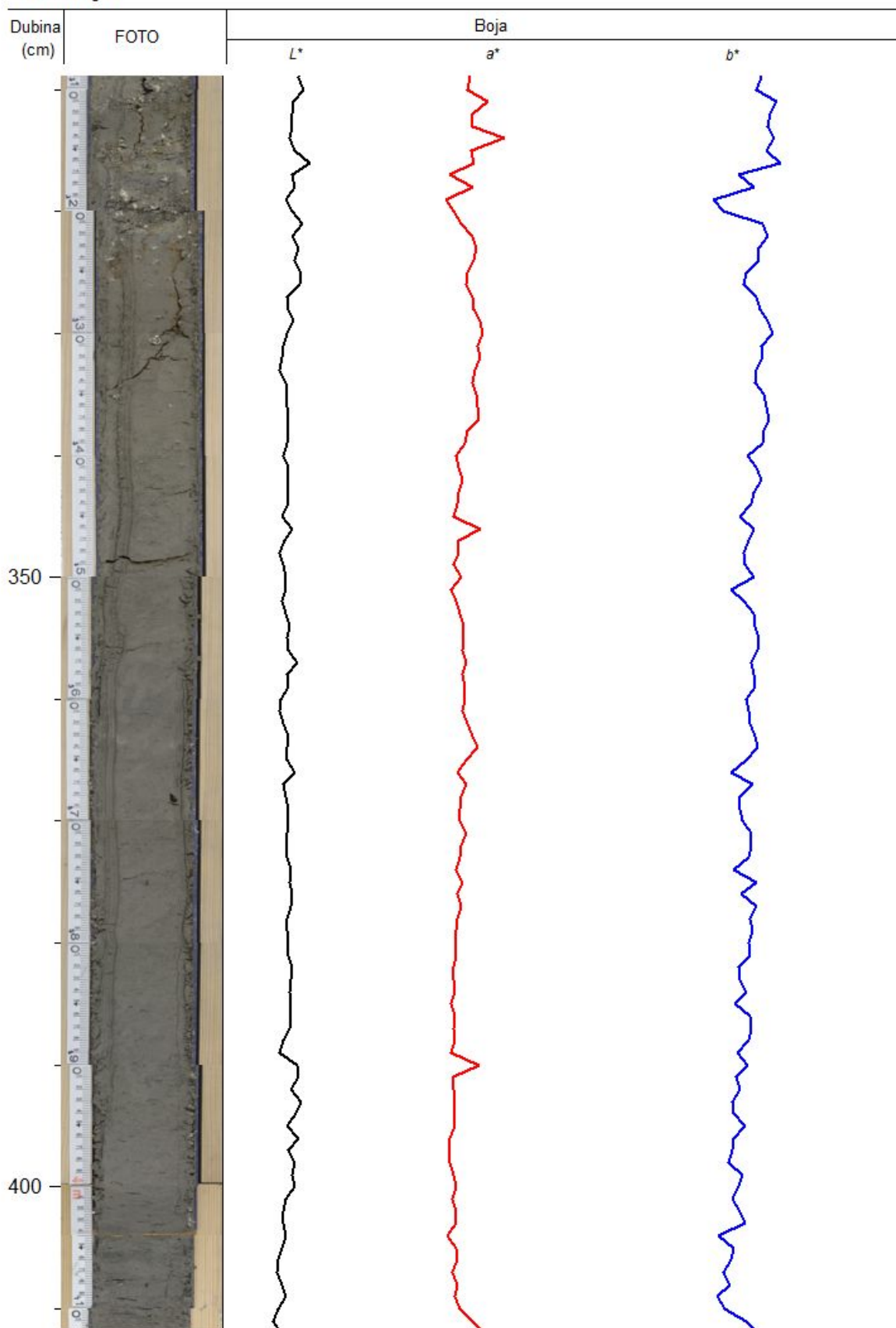


## BAJ-1 Podgora

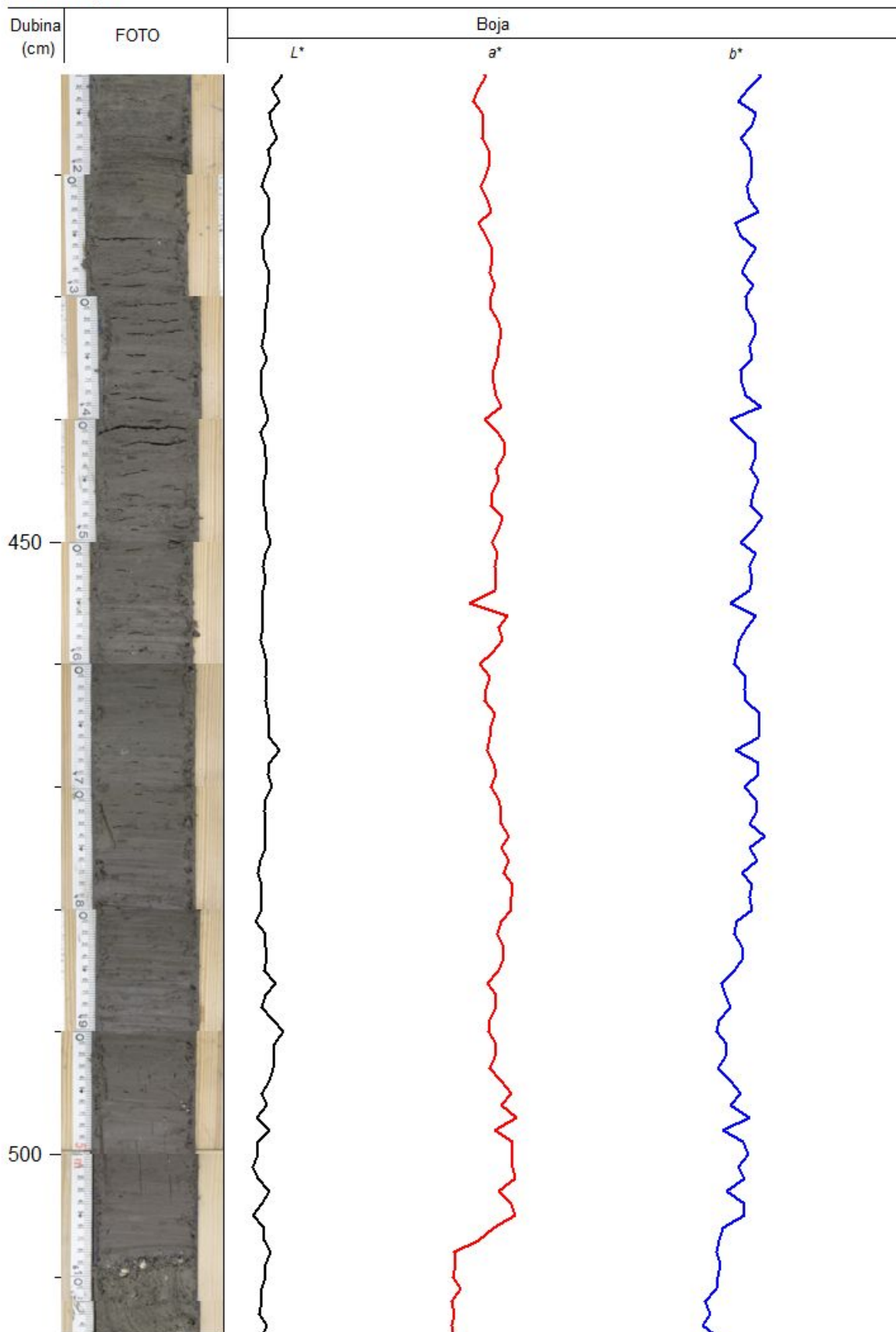




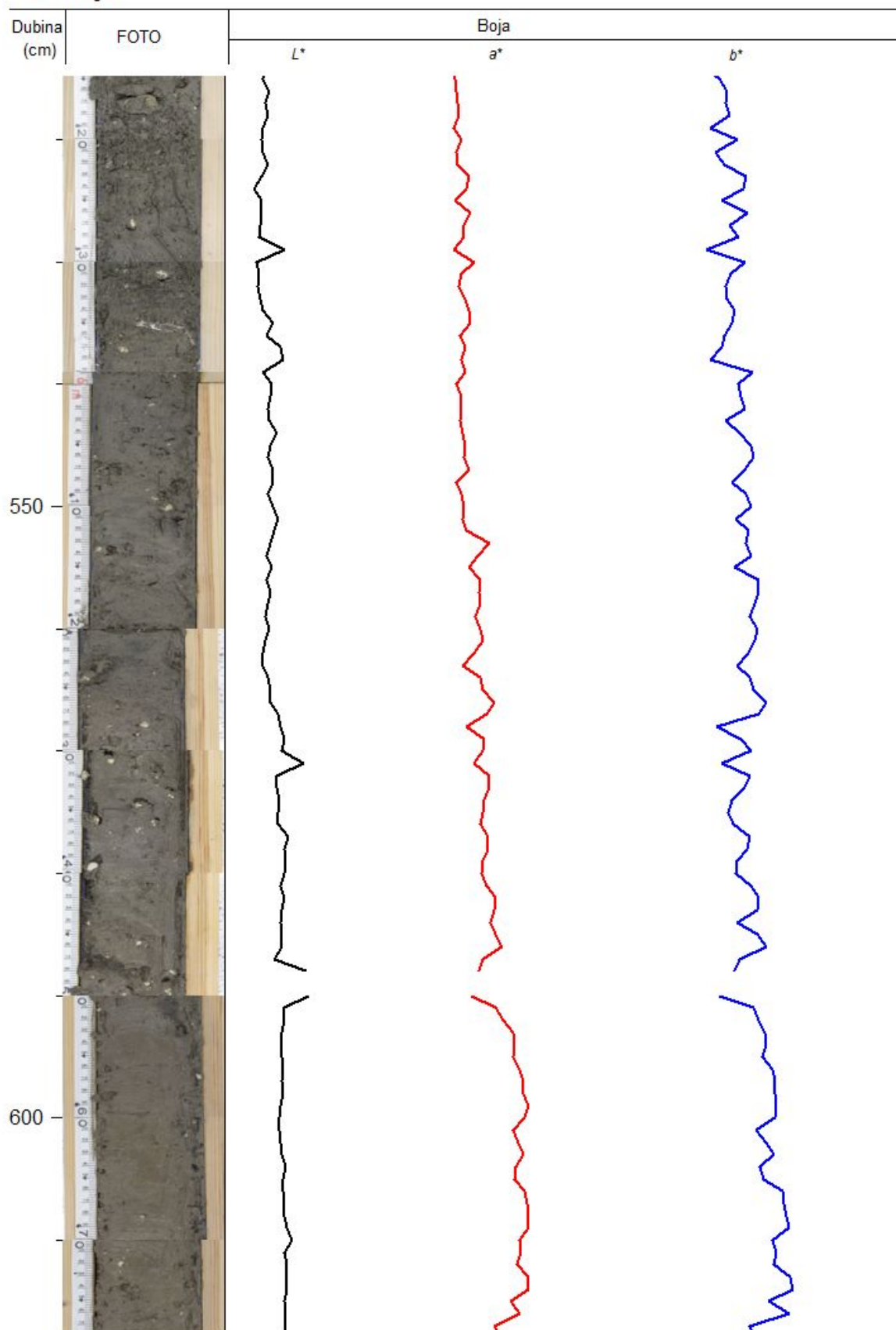
## BAJ-1 Podgora







## BAJ-1 Podgora



## BAJ-1 Podgora

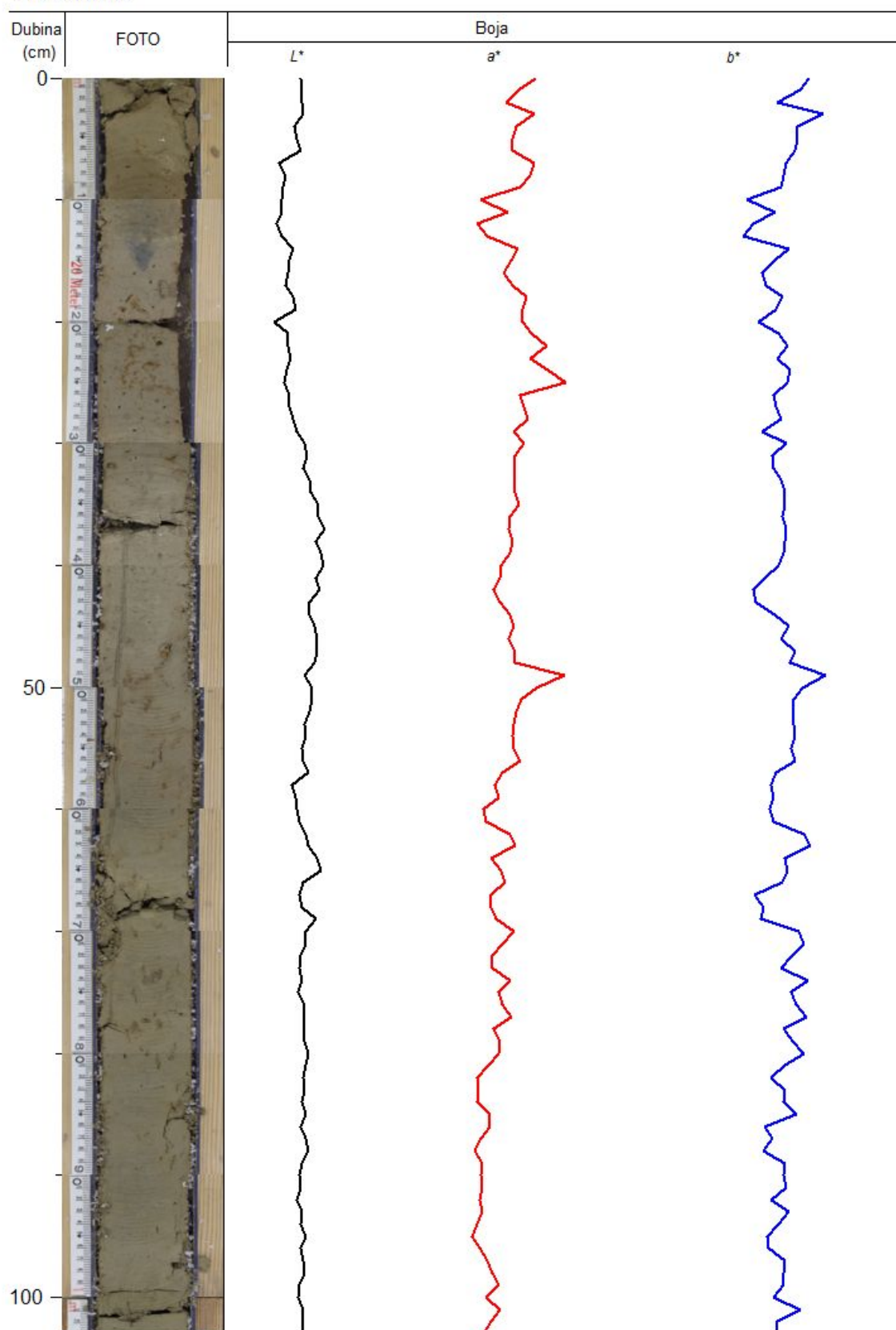


BAJ-1 Podgora

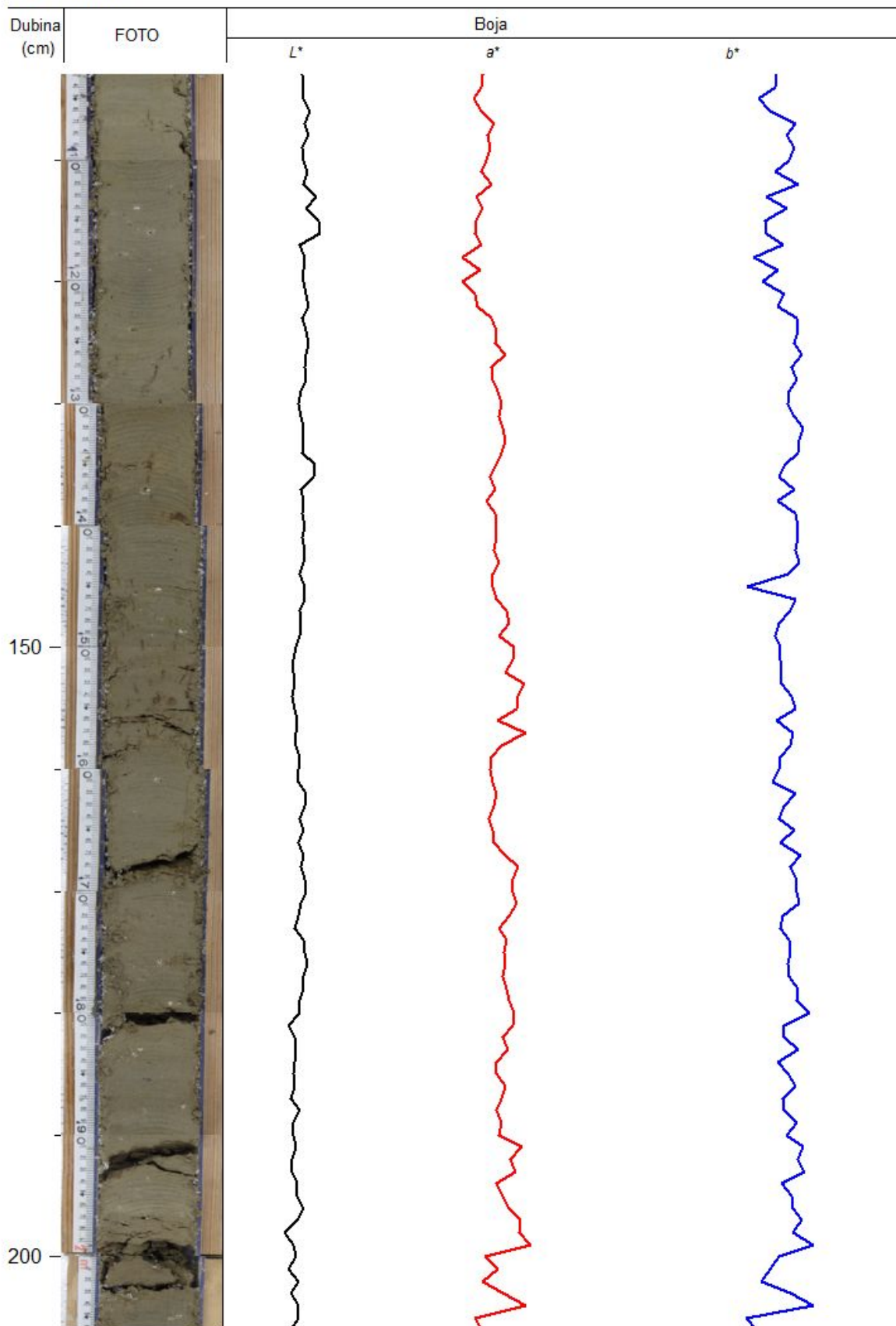
Dubina (cm)	FOTO	Boja		
		$L^*$	$a^*$	$b^*$
				

## 8.1.2. BAJ-5 (Sladinac)

BAJ-5 Sladinac

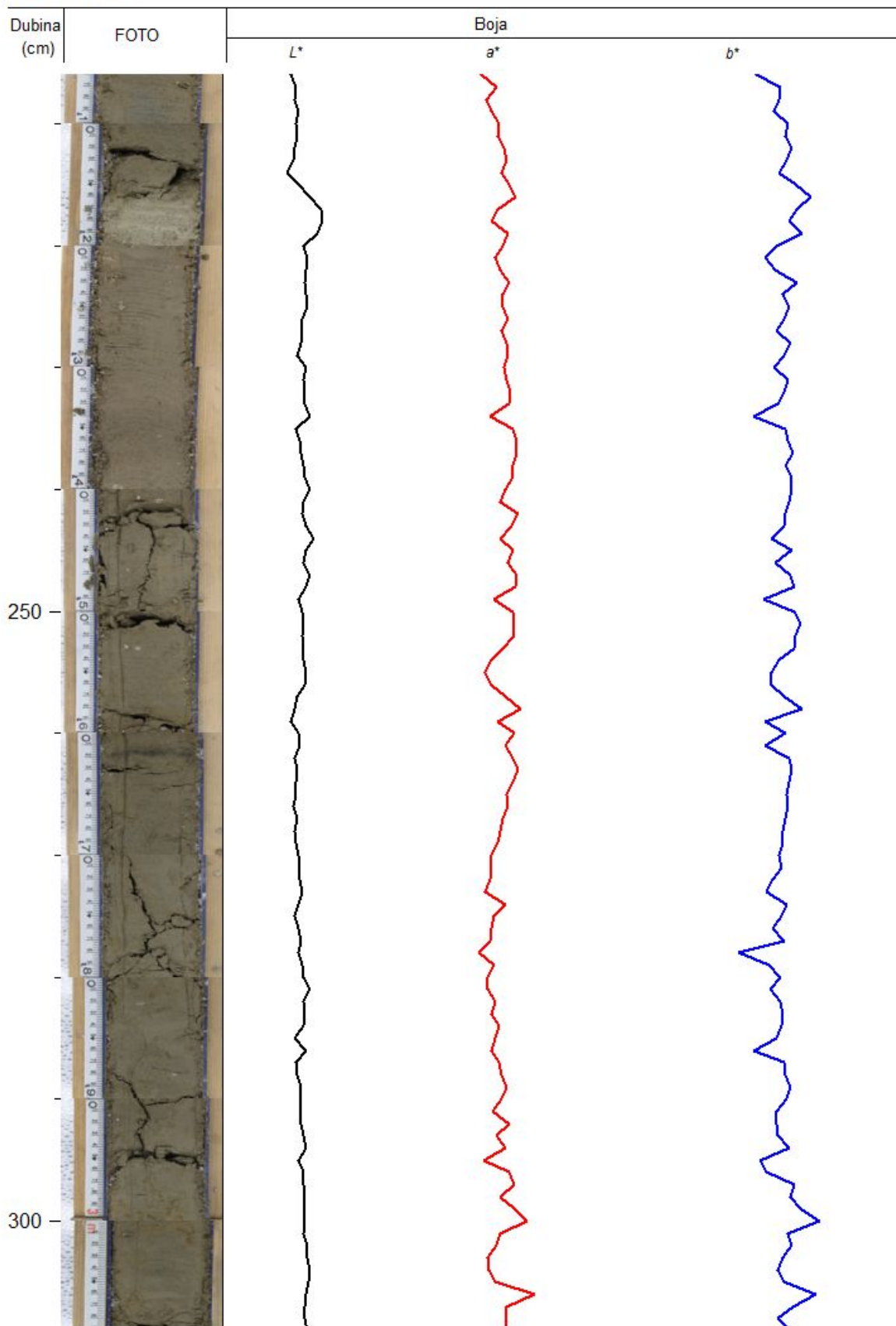


## BAJ-5 Sladinac

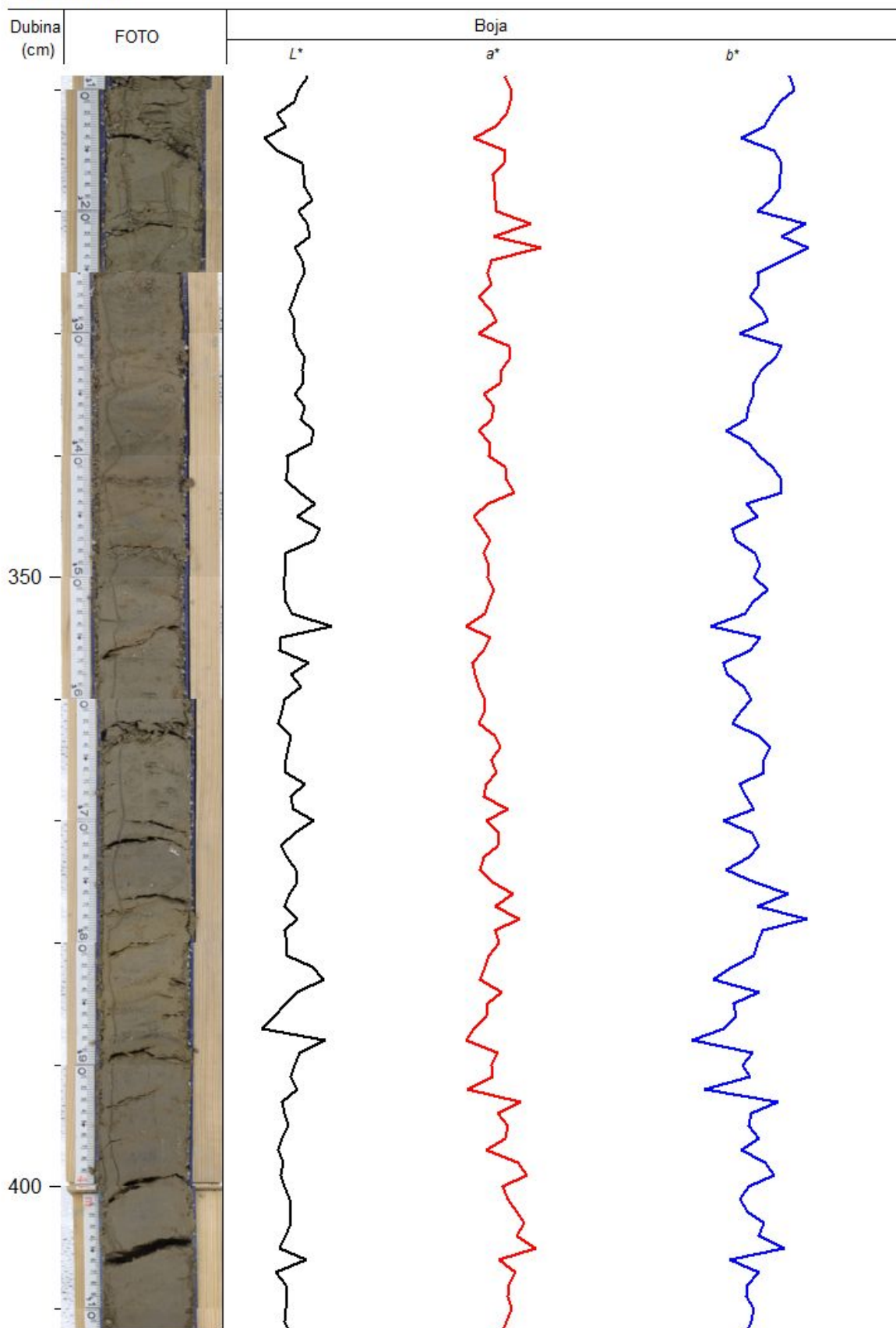








## BAJ-5 Sladinac



## BAJ-5 Sladinac



## BAJ-5 Sladinac

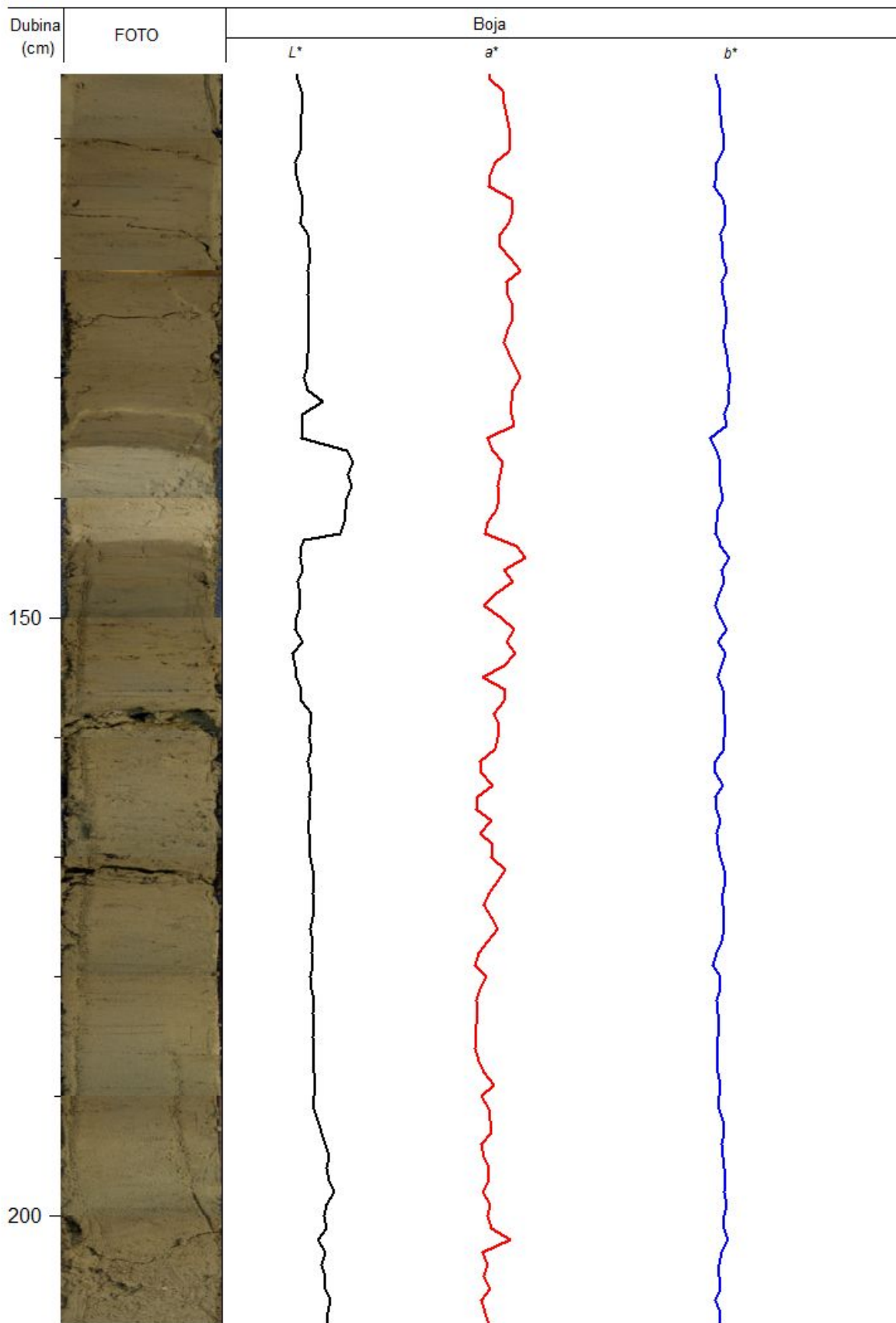
Dubina (cm)	FOTO	Boja		
		$L^*$	$a^*$	$b^*$
				

## 8.1.3. BAJ-7 Crniševo)

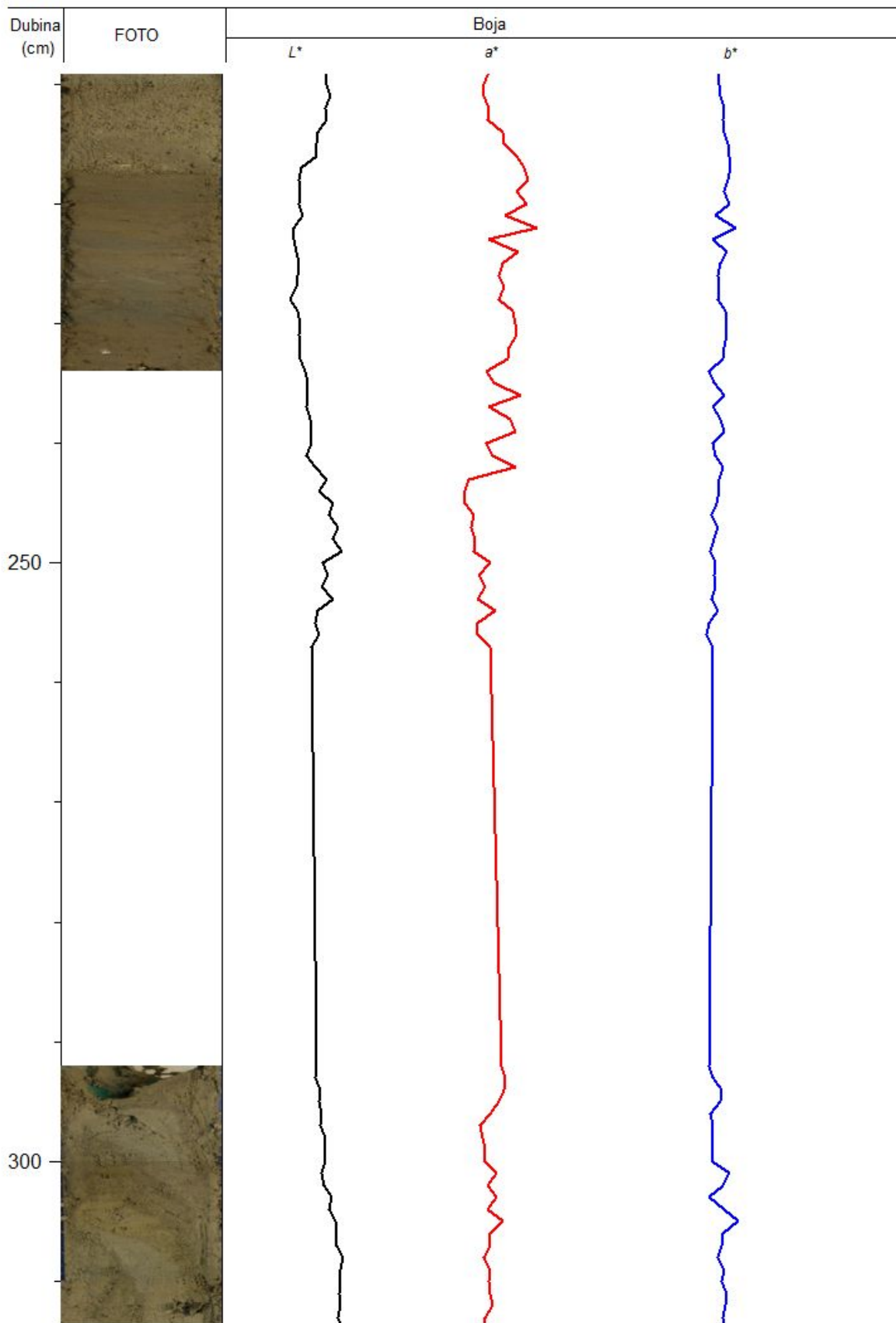
BAJ-7



BAJ-7

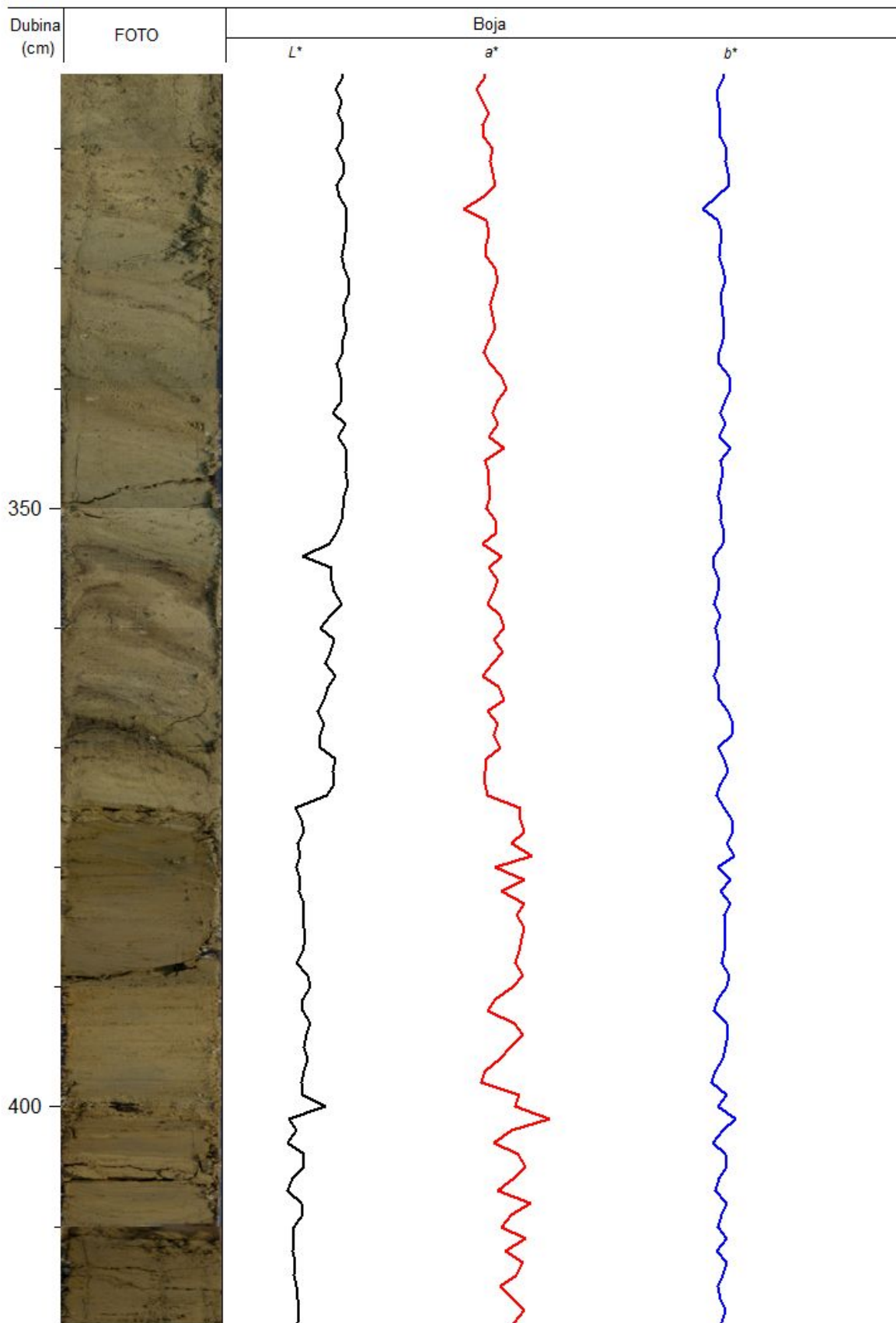


BAJ-7

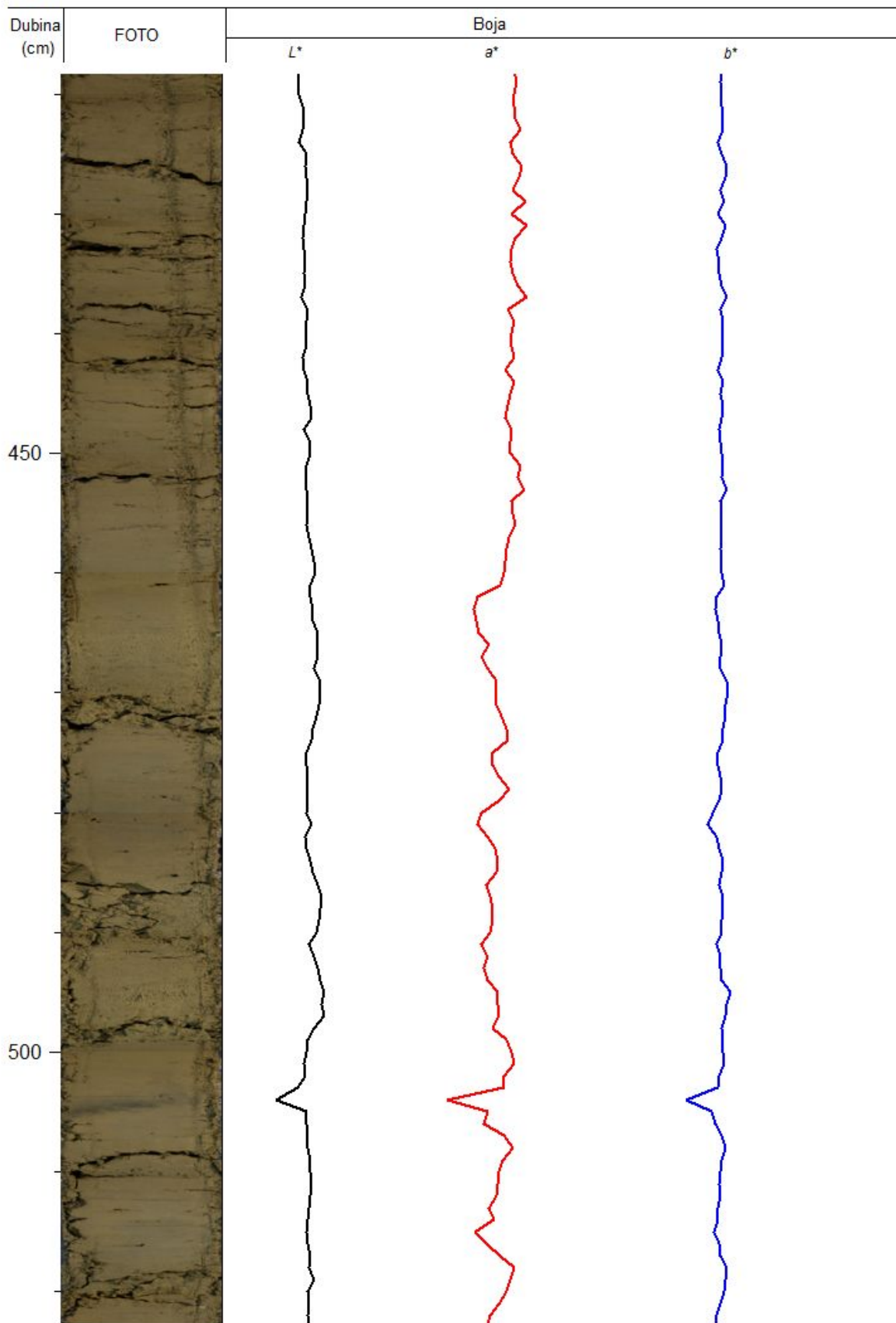




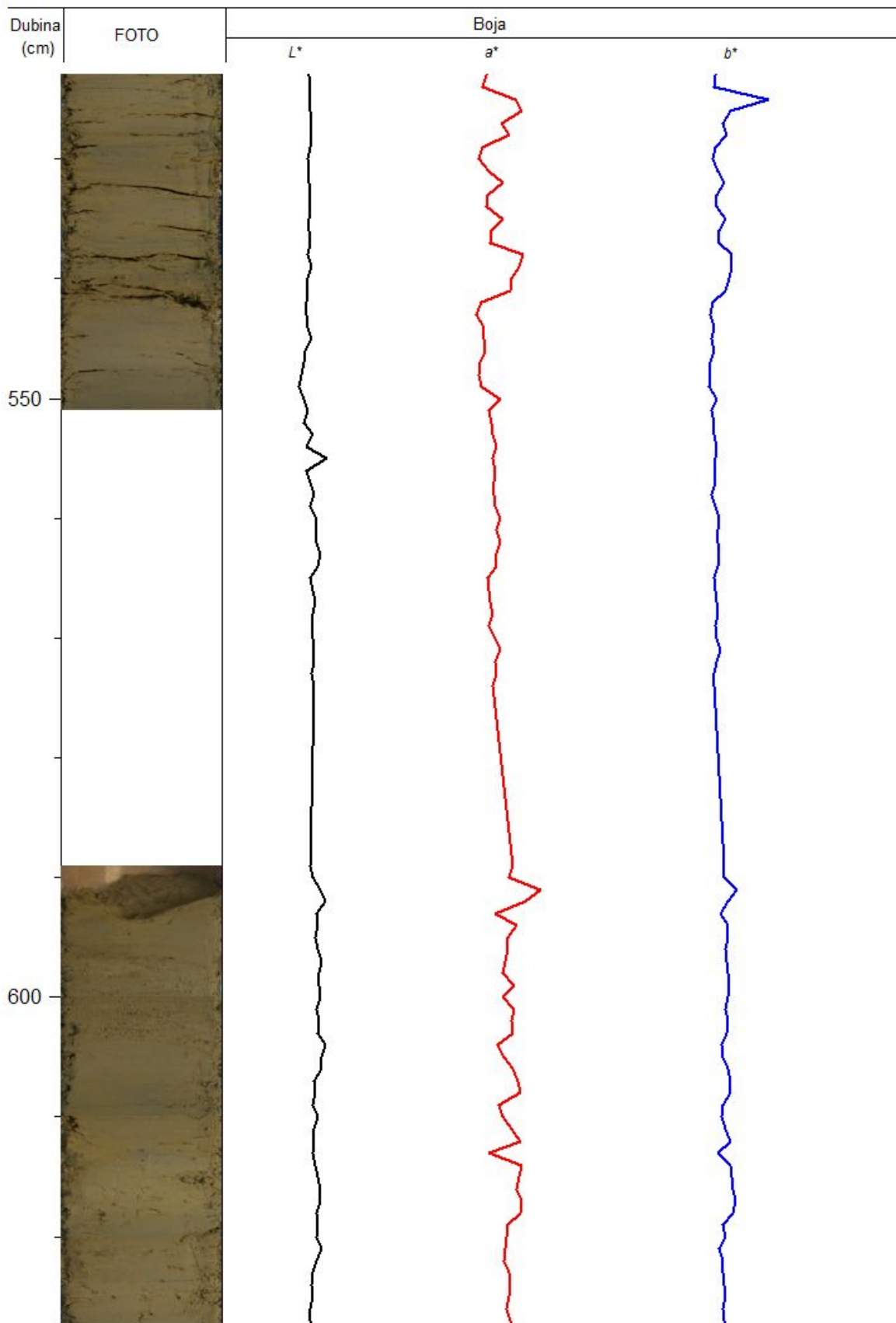
BAJ-7



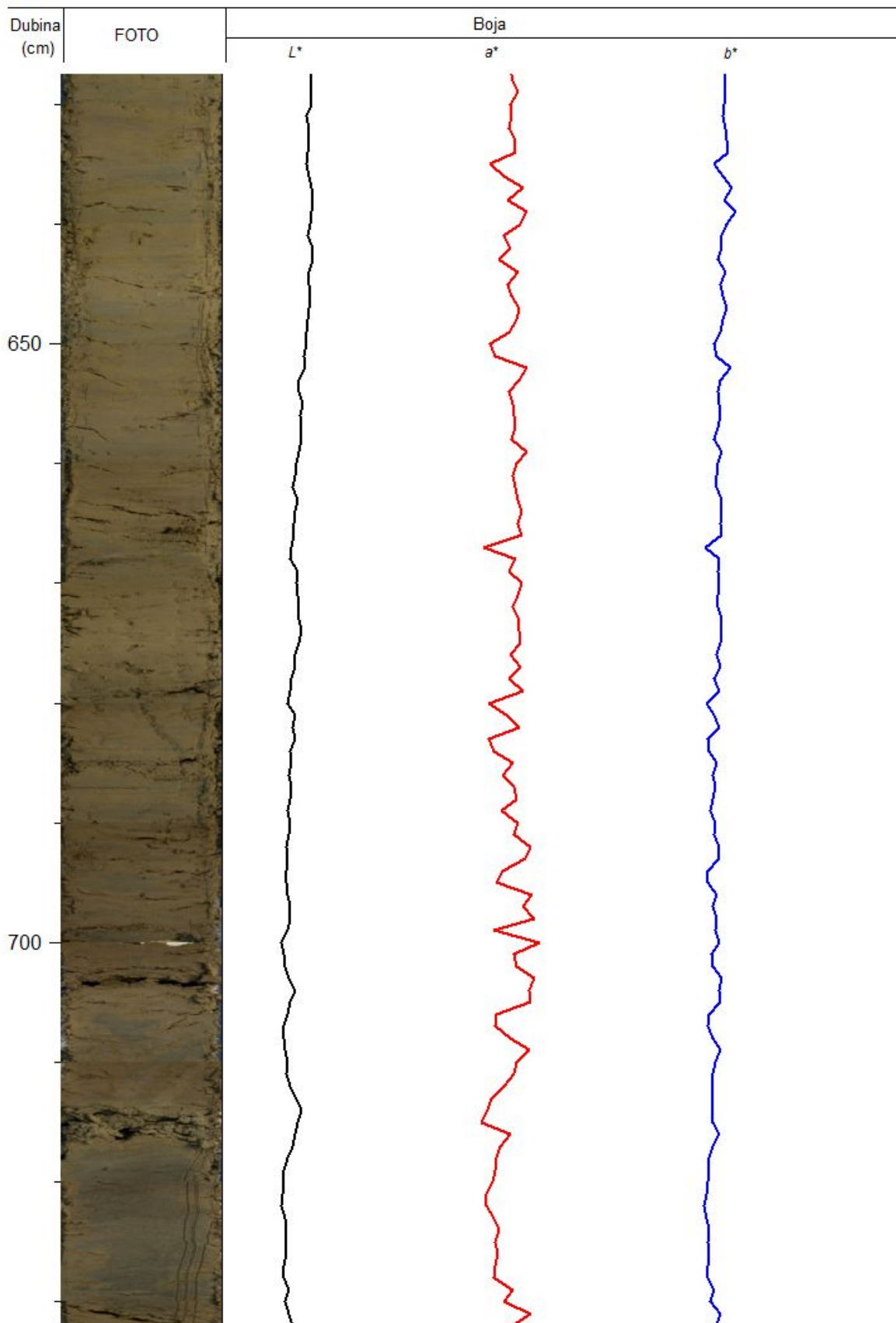
BAJ-7



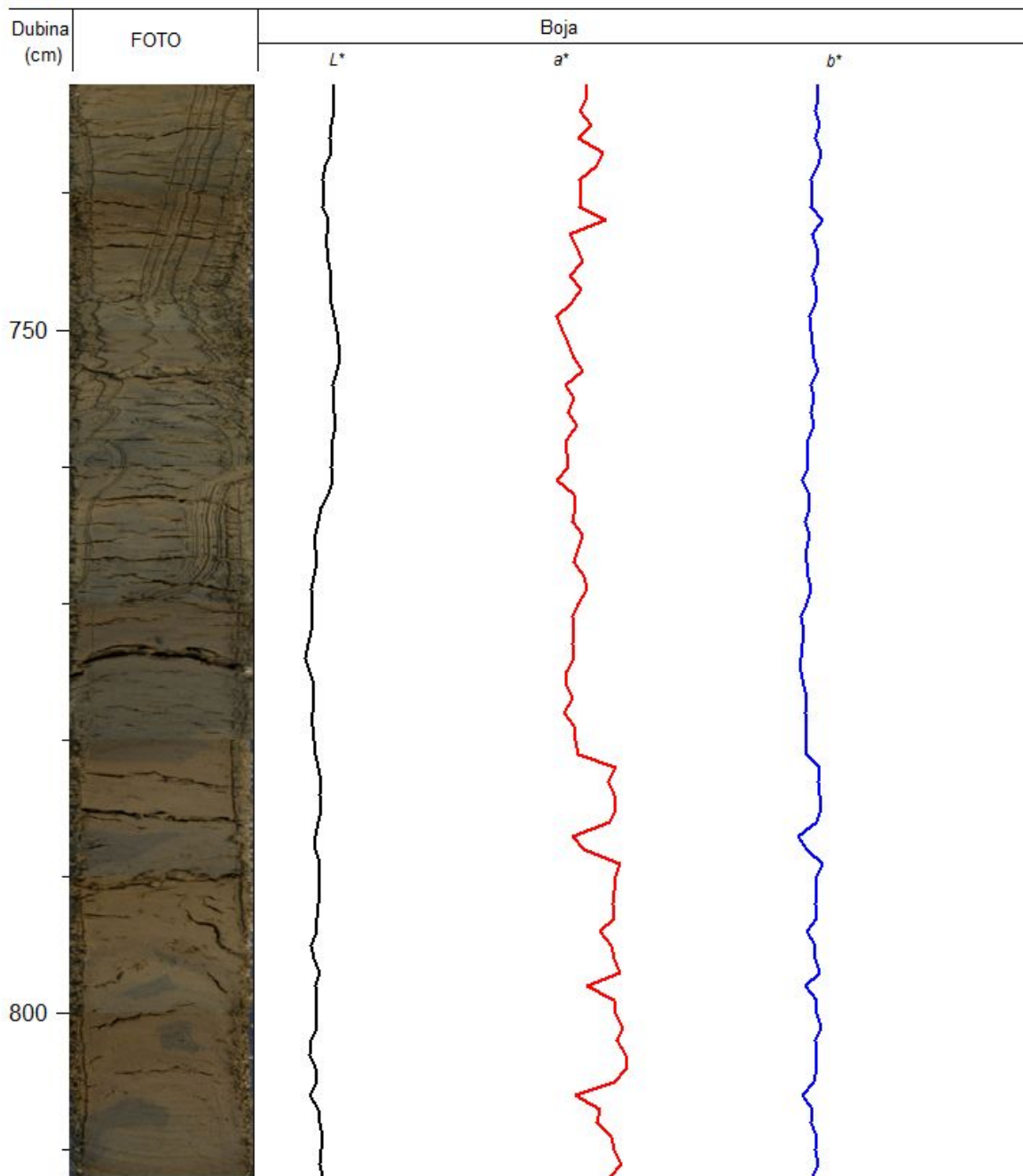
BAJ-7



BAJ-7



BAJ-7



## 8.2. Rezultati analize organskog ugljika i dušika za duge jezgre

### 8.2.1. BAJ-1 (Podgora)

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BAJ-1 (0-1)	0,17856	10,00201	6,33128	1,73673	8,26527
BAJ-1 (5-6)	0,11354	9,41886	3,48382	0,85235	8,56651
BAJ-1 (10-11)	0,08842	9,77782	3,39033	0,71773	9,06009
BAJ-1 (15-16)	0,14500	9,53686	4,79440	1,29099	8,24587
BAJ-1 (20-21)	0,13368	9,47820	4,03743	1,02595	8,45224
BAJ-1 (25-26)	0,06603	10,09608	2,90944	0,47654	9,61955
BAJ-1 (30-31)	0,06974	9,86061	3,20333	0,68276	9,17785
BAJ-1 (35-36)	0,10798	9,95850	3,99079	0,79165	9,16685
BAJ-1 (40-41)	0,10508	10,02358	3,86123	0,74120	9,28238
BAJ-1 (45-46)	0,13712	10,09573	4,73310	0,98638	9,10935
BAJ-1 (50-51)	0,14556	10,26726	6,87472	1,44644	8,82082
BAJ-1 (55-56)	0,15125	9,98418	4,90910	1,15776	8,82642
BAJ-1 (60-61)	0,16090	10,28277	5,40410	1,20679	9,07598
BAJ-1 (65-66)	0,18398	10,31185	6,07770	1,38262	8,92923
BAJ-1 (70-71)	0,20786	10,15249	5,96939	1,52643	8,62606
BAJ-1 (75-76)	0,20949	10,09893	6,74285	1,80513	8,29380
BAJ-1 (80-81)	0,22282	10,78338	7,90882	1,83145	8,95193
BAJ-1 (85-86)	0,23486	11,56586	8,56366	1,71179	9,85407
BAJ-1 (90-91)	0,24261	11,44426	9,04233	1,66677	9,77749
BAJ-1 (95-96)	0,24664	10,58410	6,43097	1,66832	8,91578
BAJ-1 (100-101)	0,24185	10,97207	8,10238	1,77248	9,19960
BAJ-1 (105-106)	0,21113	10,96997	7,88782	1,53032	9,43965
BAJ-1 (110-111)	0,21752	11,53812	9,24226	1,87849	9,65963
BAJ-1 (115-116)	0,23060	10,87857	6,60277	1,50576	9,37281
BAJ-1 (120-121)	0,22288	11,15588	7,23320	1,51709	9,63879
BAJ-1 (125-126)	0,19602	11,16154	6,73979	1,25063	9,91090
BAJ-1 (130-131)	0,24166	11,40930	8,14907	1,64228	9,76702
BAJ-1 (135-136)	0,24926	11,73558	9,34173	3,62963	8,10595
BAJ-1 (140-141)	0,24036	11,73434	9,31528	1,62663	10,10771
BAJ-1 (145-146)	0,27353	11,70489	9,91440	2,01847	9,68641
BAJ-1 (150-151)	0,27798	11,41970	8,62119	1,90063	9,51907
BAJ-1 (155-156)	0,28564	11,48555	8,80027	1,92392	9,56164
BAJ-1 (160-161)	0,30396	11,13673	7,90689	1,94359	9,19314
BAJ-1 (165-166)	0,31689	11,57450	9,00938	2,09585	9,47865
BAJ-1 (170-171)	0,25693	9,98839	9,63822	2,04619	7,94220
BAJ-1 (175-176)	0,29496	12,51596	13,45664	2,35532	10,16065
BAJ-1 (180-181)	0,31317	12,16430	11,57179	2,10028	10,06402
BAJ-1 (185-186)	0,23163	11,76551	9,36326	1,58464	10,18087
BAJ-1 (190-191)	0,23034	11,40257	8,30672	1,60760	9,79497
BAJ-1 (195-196)	0,25121	11,44060	8,59939	1,65375	9,78685



Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BAJ-1 (200-201)	0,22569	11,40306	8,21119	1,48409	9,91897
BAJ-1 (205-206)	0,18128	11,53615	8,19668	1,27770	10,25845
BAJ-1 (210-211)	0,13039	12,17964	12,49666	0,84515	11,33449
BAJ-1 (215-216)	0,11581	12,19648	13,21208	0,95563	11,24085
BAJ-1 (220-221)	0,09935	12,16433	13,60527	0,72135	11,44298
BAJ-1 (225-226)	0,14780	12,13259	11,08536	1,07650	11,05609
BAJ-1 (230-231)	0,12129	11,99345	10,64856	0,88607	11,10739
BAJ-1 (235-236)	0,10283	11,95016	10,70518	0,75300	11,19716
BAJ-1 (240-241)	0,17925	11,47601	8,48830	1,35651	10,11949
BAJ-1 (245-246)	0,21511	11,48556	9,24752	1,66576	9,81980
BAJ-1 (250-251)	0,24192	11,43164	9,46875	1,96704	9,46460
BAJ-1 (255-256)	0,16924	11,43283	8,51389	1,30816	10,12467
BAJ-1 (270-271)	0,16339	10,70041	6,33786	1,33444	9,36597
BAJ-1 (275-276)	0,16828	10,68473	6,15328	1,33323	9,35150
BAJ-1 (280-281)	0,15441	10,08377	4,75863	1,20227	8,88150
BAJ-1 (285-286)	0,14069	10,29792	4,71579	1,06492	9,23300
BAJ-1 (290-291)	0,12534	10,45787	4,71213	1,34461	9,11326
BAJ-1 (295-296)	0,14460	10,58267	5,36509	1,10988	9,47279
BAJ-1 (300-301)	0,14111	10,73047	5,85313	1,09635	9,63412
BAJ-1 (305-306)	0,10043	11,88190	10,21524	0,77728	11,10462
BAJ-1 (310-311)	0,09800	11,90245	9,93209	0,73358	11,16886
BAJ-1 (314-315)	0,11537	11,79824	10,06629	0,92489	10,87335
BAJ-1 (319-320)	0,10923	11,78254	9,16697	0,80578	10,97676
BAJ-1 (325-326)	0,14317	11,24387	7,10943	1,05838	10,18549
BAJ-1 (330-331)	0,15907	11,03400	6,81966	1,25284	9,78116
BAJ-1 (335-336)	0,17643	10,69935	7,48910	1,57264	9,12671
BAJ-1 (340-341)	0,17007	11,52090	8,70061	1,25167	10,26923
BAJ-1 (345-346)	0,16014	11,35664	8,20782	1,21238	10,14426
BAJ-1 (350-351)	0,15794	10,79914	7,40200	1,20564	9,59350
BAJ-1 (355-356)	0,16325	11,15603	7,14991	1,20147	9,95456
BAJ-1 (360-361)	0,16556	10,61562	5,75044	1,18465	9,43097
BAJ-1 (365-366)	0,13277	10,62874	6,21045	1,21023	9,41851
BAJ-1 (370-371)	0,16073	11,19017	7,37183	1,12531	10,06486
BAJ-1 (375-376)	0,14186	11,62244	7,83276	1,05766	10,56479
BAJ-1 (380-381)	0,14745	11,58514	8,35683	1,09600	10,48914
BAJ-1 (385-386)	0,13652	11,47412	7,70320	1,00889	10,46524
BAJ-1 (390-391)	0,14543	11,31857	7,38958	1,02538	10,29319
BAJ-1 (395-396)	0,15833	11,81126	7,99794	1,11203	10,69923
BAJ-1 (400-401)	0,13309	11,35167	7,43038	1,07050	10,28117
BAJ-1 (405-406)	0,14534	10,97682	6,49571	1,17618	9,80064
BAJ-1 (410-411)	0,14888	11,07251	7,03040	1,20916	9,86335
BAJ-1 (415-416)	0,17185	11,12607	7,06935	1,29928	9,82679
BAJ-1 (420-421)	0,16286	10,67415	5,72838	1,15370	9,52046

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BAJ-1 (425-426)	0,15323	10,43233	5,47539	3,23015	7,20218
BAJ-1 (430-431)	0,15125	10,03185	4,70538	1,22189	8,80996
BAJ-1 (435-436)	0,15865	9,25734	3,94715	1,21718	8,04016
BAJ-1 (440-441)	0,16814	9,05938	3,86915	1,29404	7,76534
BAJ-1 (445-446)	0,17330	9,52320	4,37567	1,31511	8,20809
BAJ-1 (450-451)	0,15637	9,03279	3,53560	1,17827	7,85452
BAJ-1 (455-456)	0,14974	8,00438	2,96272	1,20120	6,80318
BAJ-1 (460-461)	0,15653	9,24406	3,86750	1,25667	7,98740
BAJ-1 (465-466)	0,15425	10,30511	5,85737	1,33091	8,97420
BAJ-1 (470-471)	0,15257	9,86552	4,28724	1,09080	8,77472
BAJ-1 (475-476)	0,15917	8,85516	3,43566	1,17702	7,67814
BAJ-1 (480-481)	0,14441	7,12272	2,43261	1,17853	5,94419
BAJ-1 (485-486)	0,13759	6,91607	2,26990	1,08669	5,82938
BAJ-1 (490-491)	0,13193	6,80630	2,11425	1,01053	5,79577
BAJ-1 (495-496)	0,13632	6,59781	2,03811	0,97717	5,62064
BAJ-1 (500-501)	0,13341	6,54077	2,03380	1,01692	5,52385
BAJ-1 (505-506)	0,13533	6,79063	2,23057	1,15314	5,63749
BAJ-1 (510-511)	0,17418	11,23351	8,34191	1,46701	9,76650
BAJ-1 (515-516)	0,18511	11,04273	8,08397	1,69206	9,35068
BAJ-1 (520-521)	0,17244	11,43962	9,48661	1,68549	9,75413
BAJ-1 (525-526)	0,19918	11,25661	9,03156	1,83025	9,42637
BAJ-1 (530-531)	0,19343	10,81344	7,77351	1,92402	8,88941
BAJ-1 (535-536)	0,17515	11,64510	10,73734	1,71647	9,92863
BAJ-1 (540-541)	0,20548	11,75882	7,62878	1,58961	10,16921
BAJ-1 (545-546)	0,21305	11,89867	8,49537	1,68055	10,21811
BAJ-1 (550-551)	0,17024	11,68798	7,22885	1,36423	10,32376
BAJ-1 (555-556)	0,19534	12,11241	9,21947	1,64927	10,46314
BAJ-1 (560-561)	0,22747	10,91365	6,72046	1,77978	9,13387
BAJ-1 (565-566)	0,19810	12,14496	9,82591	1,72985	10,41511
BAJ-1 (570-571)	0,13648	11,76040	6,62322	1,01474	10,74565
BAJ-1 (575-576)	0,12833	11,28313	5,11004	0,91245	10,37068
BAJ-1 (580-581)	0,12569	10,50901	3,82619	0,84628	9,66273
BAJ-1 (585-586)	0,12333	10,55514	3,84155	0,79532	9,75982
BAJ-1 (590-591)	0,09349	10,40913	2,82483	0,62248	9,78665
BAJ-1 (595-596)	0,11091	10,27197	3,27498	0,75521	9,51676
BAJ-1 (600-601)	0,09980	10,28650	2,77463	0,59943	9,68707
BAJ-1 (605-606)	0,08889	10,31691	2,66956	0,58810	9,72881
BAJ-1 (610-611)	0,08296	10,79328	2,65688	0,50621	10,28707
BAJ-1 (615-616)	0,08728	10,58783	2,61295	0,52144	10,06639
BAJ-1 (620-621)	0,08023	10,26331	2,29335	0,51337	9,74995
BAJ-1 (625-626)	0,07853	10,06054	2,32586	0,54641	9,51413

## 8.2.2. BAJ-5 (Sladinac)

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BAJ 5 (0-2)	0,17942	11,38932	10,72242	0,00000	11,38932
BAJ 5 (5-6)	0,19910	11,21537	10,00522	0,18620	11,02918
BAJ 5 (10-11)	0,22138	10,39109	7,46732	2,99059	7,40051
BAJ 5 (15-16)	0,24244	2,30734	4,04780	1,28336	1,02398
BAJ 5 (20-21)	0,11586	8,33185	3,55980	1,29057	7,04128
BAJ 5 (25-26)	0,11309	8,98162	4,40731	1,40263	7,57900
BAJ 5 (30-31)	0,08848	10,93322	7,13324	1,18005	9,75317
BAJ 5 (35-36)	0,00000	11,65368	8,45659	0,69547	10,95821
BAJ 5 (40-41)	0,00000	11,64576	8,86856	0,69255	10,95321
BAJ 5 (45-46)	0,01839	11,35715	7,94732	0,86713	10,49002
BAJ 5 (50-51)	0,08939	11,32805	8,83983	1,20593	10,12212
BAJ 5 (55-56)	0,10710	11,40436	9,71130	1,49748	9,90688
BAJ 5 (60-61)	0,13042	11,38536	10,66490	1,51047	9,87489
BAJ 5 (65-66)	0,14526	11,67650	12,30168	1,40387	10,27263
BAJ 5 (70-71)	0,28625	11,67510	12,28066	1,80673	9,86837
BAJ 5 (75-76)	0,23925	11,72322	12,99166	1,85118	9,87204
BAJ 5 (80-81)	0,14668	11,75240	11,79820	1,40611	10,34629
BAJ 5 (85-86)	0,19671	11,59883	11,20219	1,48418	10,11465
BAJ 5 (90-91)	0,14223	11,87186	12,29064	1,60196	10,26990
BAJ 5 (95-96)	0,18508	11,95695	12,95276	1,53102	10,42593
BAJ 5 (100-101)	0,14235	11,79292	12,41410	1,53935	10,25357
BAJ 5 (105-106)	0,13941	11,69834	10,85728	1,37388	10,32446
BAJ 5 (110-111)	0,21056	11,78495	12,70384	1,51747	10,26747
BAJ 5 (115-116)	0,19541	11,97518	13,42613	1,67934	10,29584
BAJ 5 (130-131)	0,29326	12,34107	14,34004	1,92013	10,42094
BAJ 5 (135-136)	0,16071	12,53250	16,41903	1,70085	10,83165
BAJ 5 (140-145)	0,11127	12,44065	15,07279	1,61414	10,82651
BAJ 5 (145-146)	0,11471	12,14195	14,23615	1,53807	10,60387
BAJ 5 (150-151)	0,17635	11,97195	11,71931	1,56980	10,40215
BAJ 5 (155-156)	0,17867	11,95428	13,45496	1,72654	10,22774
BAJ 5 (160-161)	0,14878	12,10972	13,08420	1,46294	10,64678
BAJ 5 (165-166)	0,13314	11,98347	12,79332	1,41507	10,56840
BAJ 5 (170-171)	0,11257	12,08099	13,98232	1,37083	10,71016
BAJ 5 (175-176)	0,09063	12,17401	13,20865	1,27146	10,90254
BAJ 5 (180-181)	0,11238	11,91381	12,37962	1,68487	10,22894
BAJ 5 (185-186)	0,08011	11,76088	10,80965	1,39315	10,36774
BAJ 5 (190-191)	0,18633	11,70844	12,14837	1,85263	9,85581
BAJ 5 (195-196)	0,06808	11,91712	12,05112	1,45843	10,45869
BAJ 5 (200-201)	0,21124	12,17324	11,20574	1,53552	10,63771
BAJ 5 (205-206)	0,20979	12,03249	11,66126	1,55445	10,47804
BAJ 5 (210-211)	0,27200	12,16823	14,03947	2,16362	10,00461
<b>Ime</b>	<b>Ukupni</b>	<b>Ukupni ugljik</b>	<b>Otopljen C%</b>	<b>Organski ugljik</b>	<b>Netopivi</b>

	<b>dušik (N%)</b>	<b>(TC%)</b>		<b>(OC%)</b>	<b>ostatak (INC%)</b>
BAJ 5 (215-216)	0,17847	11,89269	12,21136	1,31370	10,57899
BAJ 5 (220-221)	0,16000	11,69240	9,53341	1,21046	10,48194
BAJ 5 (225-226)	0,14851	11,82199	9,54852	1,15547	10,66652
BAJ 5 (230-231)	0,14578	11,85324	9,92643	1,18194	10,67131
BAJ 5 (235-236)	0,14519	11,86153	10,88201	1,13075	10,73078
BAJ 5 (240-241)	0,16586	11,70724	9,56728	1,08656	10,62068
BAJ 5 (245-246)	0,13752	12,19577	12,79421	1,13984	11,05593
BAJ 5 (250-251)	0,17232	12,29278	12,52757	1,31139	10,98139
BAJ 5 (255-256)	0,17719	12,00299	11,68542	1,32630	10,67669
BAJ 5 (260-261)	0,18273	10,87385	7,07234	1,35265	9,52119
BAJ 5 (265-266)	0,19739	12,33898	14,67516	1,45167	10,88732
BAJ 5 (270-271)	0,17656	12,39891	15,11146	1,27798	11,12094
BAJ 5 (275-276)	0,16641	12,05312	13,27335	1,22659	10,82653
BAJ 5 (280-281)	0,15098	12,14568	12,76959	1,15360	10,99207
BAJ 5 (285-286)	0,16758	11,83546	11,21306	1,35936	10,47610
BAJ 5 (290-291)	0,15777	12,06527	13,00325	1,16288	10,90239
BAJ 5 (295-296)	0,13701	12,19587	14,46656	1,04260	11,15327
BAJ 5 (300-301)	0,13596	12,27337	15,41966	1,09557	11,17780
BAJ 5 (305-306)	0,12072	12,21815	14,56365	0,90848	11,30967
BAJ 5 (310-311)	0,11629	12,18155	14,14644	0,86831	11,31324
BAJ 5 (315-316)	0,11529	12,32118	13,51047	0,88872	11,43246
BAJ 5 (320-321)	0,11323	12,34839	14,11236	0,79735	11,55105
BAJ 5 (325-326)	0,11769	12,31410	13,23524	0,78829	11,52581
BAJ 5 (330-331)	0,11688	12,13318	11,88629	0,83870	11,29448
BAJ 5 (335-336)	0,13666	12,35445	13,68919	1,02080	11,33365
BAJ 5 (340-341)	0,14153	12,10272	11,17292	1,03517	11,06754
BAJ 5 (345-346)	0,12778	11,99554	11,39354	0,89781	11,09773
BAJ 5 (350-351)	0,12704	11,98748	10,65963	1,02173	10,96576
BAJ 5 (355-356)	0,12715	11,73701	8,64436	0,88743	10,84959
BAJ 5 (360-361)	0,12615	11,47559	7,44271	0,94448	10,53111
BAJ 5 (365-366)	0,12901	11,52733	9,37666	1,02899	10,49834
BAJ 5 (370-371)	0,11034	11,50891	6,23033	0,84676	10,66215
BAJ 5 (375-376)	0,12466	11,45634	8,77801	1,22936	10,22698
BAJ 5 (380-381)	0,12186	12,07193	10,97049	0,84934	11,22260
BAJ 5 (385-386)	0,11475	12,12419	9,58120	0,85416	11,27002
BAJ 5 (390-391)	0,10808	11,36952	5,48160	0,81210	10,55742
BAJ 5 (395-396)	0,10794	11,09697	5,41193	0,83788	10,25909
BAJ 5 (400-401)	0,09856	11,02558	4,12482	0,69821	10,32737
BAJ 5 (405-406)	0,09489	10,94877	4,02642	0,72323	10,22555
BAJ 5 (410-411)	0,09810	10,83089	4,29693	0,77572	10,05516
BAJ 5 (415-416)	0,10464	11,97073	8,69758	0,83314	11,13759
BAJ 5 (420-421)	0,10930	12,06660	8,52205	0,86686	11,19974
BAJ 5 (425-426)	0,11304	12,57309	13,81683	0,76490	11,80819
<b>Ime</b>	<b>Ukupni</b>	<b>Ukupni ugljik</b>	<b>Otopljen C%</b>	<b>Organski ugljik</b>	<b>Netopivi</b>

	dušik (N%)	(TC%)		(OC%)	ostatak (INC%)
BAJ 5 (430-431)	0,12969	12,23384	11,27373	1,03775	11,19609
BAJ 5 (435-436)	0,10353	12,48467	13,88527	0,83770	11,64697

### 8.2.3. BAJ-7 (Crniševo)

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BAJ-7 (0-1)	0,208	11,322	8,021	1,486291	9,835858
BAJ-7 (5-6)	0,140	11,745	8,425	0,953373	10,79143
BAJ-7 (10-11)	0,104	12,108	8,539	1,065582	11,04214
BAJ-7 (15-16)	0,120	8,053	9,588	1,228031	6,824725
BAJ-7 (20-21)	0,208	11,875	9,913	1,427175	10,44817
BAJ-7 (25-26)	0,198	12,129	10,948	1,333357	10,79545
BAJ-7 (30-31)	0,212	12,155	11,435	1,418512	10,73635
BAJ-7 (36-37)	0,198	11,256	7,548	1,373208	9,883221
BAJ-7 (40-41)	0,188	12,250	11,918	1,24269	11,00722
BAJ-7 (45-46)	0,151	12,360	13,900	1,018175	11,34167
BAJ-7 (50-51)	0,189	12,318	12,165	1,284502	11,03349
BAJ-7 (55-56)	0,223	12,226	12,444	1,513439	10,71304
BAJ-7 (60-61)	0,202	12,248	13,187	1,498834	10,74945
BAJ-7 (65-66)	0,201	12,456	14,005	1,333696	11,12274
BAJ-7 (70-71)	0,159	12,459	14,307	1,03926	11,41967
BAJ-7 (75-76)	0,193	12,609	14,034	1,355684	11,25327
BAJ-7 (80-81)	0,180	12,475	13,697	1,328746	11,14666
BAJ-7 (85-86)	0,186	12,355	13,327	1,452643	10,90202
BAJ-7 (90-91)	0,191	12,605	14,648	1,32623	11,27874
BAJ-7 (95-96)	0,120	12,989	19,824	0,794744	12,19435
BAJ-7 (100-101)	0,170	12,567	15,682	1,208612	11,35881
BAJ-7 (105-106)	0,165	12,594	14,912	1,163732	11,43023
BAJ-7 (110-111)	0,165	12,428	13,322	1,183393	11,24418
BAJ-7 (115-116)	0,158	12,423	14,587	1,175566	11,24743
BAJ-7 (120-121)	0,142	12,166	16,105	1,132987	11,03301
BAJ-7 (125-126)	0,149	12,118	13,869	1,055015	11,06299
BAJ-7 (130-131)	0,155	12,136	15,219	1,140664	10,99534
BAJ-7 (135-136)	0,137	11,914	12,222	1,038259	10,87574
BAJ-7 (140-141)	0,050	12,256	17,335	0,251011	12,00499
BAJ-7 (145-146)	0,175	12,127	14,836	1,350669	10,77633
BAJ-7 (150-151)	0,183	11,887	14,919	1,45878	10,42822
BAJ-7 (155-156)	0,163	11,961	14,546	1,23161	10,72939
BAJ-7 (161-162)	0,126	12,310	19,293	0,935518	11,37448
BAJ-7 (165-166)	0,128	12,414	18,951	0,915712	11,49829
BAJ-7 (170-171)	0,113	12,268	19,446	1,053973	11,21403
BAJ-7 (175-176)	0,122	12,425	18,717	0,892801	11,5322
BAJ-7 (180-181)	0,124	12,173	18,837	0,907002	11,266

BAJ-7 (185-186)	0,109	12,220	18,410	0,756467	11,46353
BAJ-7 (190-191)	0,104	12,085	18,758	0,702862	11,38214
BAJ-7 (195-196)	0,085	12,096	19,068	0,545535	11,55046
BAJ-7 (200-201)	0,066	12,051	20,514	0,390792	11,66021
BAJ-7 (205-206)	0,066	12,134	24,142	0,470528	11,66347
BAJ-7 (210-211)	0,068	12,117	22,621	0,40944	11,70756
BAJ-7 (215-216)	0,102	12,291	18,927	0,675883	11,61512
BAJ-7 (220-221)	0,195	12,216	14,006	1,350178	10,86582
BAJ-7 (225-226)	0,191	11,968	14,301	1,309829	10,65817
BAJ-7 (230-231)	0,182	12,066	14,318	1,416766	10,64923
BAJ-7 (235-236)	0,180	12,100	14,381	1,333119	10,76688
BAJ-7 (240-241)	0,164	12,169	15,024	1,188999	10,98
BAJ-7 (245-246)	0,089	12,292	22,185	0,608091	11,68391
BAJ-7 (251-252)	0,132	12,245	15,597	1,030806	11,21419
BAJ-7 (255-256)	0,149	12,134	15,469	1,115779	11,01822
BAJ-7 (295-296)	0,066	12,371	28,309	0,414444	11,95656
BAJ-7 (300-301)	0,061	12,189	33,342	0,420443	11,76856
BAJ-7 (310-311)	0,068	12,575	30,928	0,424641	12,15036
BAJ-7 (320-321)	0,068	12,962		0	12,962
BAJ-7 (330-331)	0,071	12,382		0	12,382
BAJ-7 (340-341)	0,063	12,274	30,476	0,398626	11,87537
BAJ-7 (350-351)	0,070	12,331	25,068	0,47554	11,85546
BAJ-7 (360-361)	0,059	12,237	23,173	0,382818	11,85418
BAJ-7 (370-371)	0,071	12,425	23,084	0,583564	11,84144
BAJ-7 (380-381)	0,198	12,201	14,324	1,397736	10,80326
BAJ-7 (390-391)	0,170	12,268	14,655	1,230141	11,03786
BAJ-7 (400-401)	0,135	12,339	18,228	0,896453	11,44218
BAJ-7 (410-411)	0,235	12,280	14,591	1,772515	10,50714
BAJ-7 (420-421)	0,185	11,982	12,160	1,318995	10,66278
BAJ-7 (430-431)	0,133	12,019	10,921	1,022096	10,99646
BAJ-7 (440-441)	0,144	12,179	11,651	1,005481	11,17346
BAJ-7 (450-451)	0,130	12,190	11,972	0,888682	11,30122
BAJ-7 (455-456)	0,142	12,191	10,614	0,867907	11,32334
BAJ-7 (456-457)	0,135	12,239	10,534	0,765295	11,47411
BAJ-7 (460-461)	0,114	12,549	14,097	0,744885	11,80451
BAJ-7 (464-465)	0,113	12,660	16,584	0,652912	12,00699
BAJ-7 (470-471)	0,103	12,640	17,368	0,521561	12,11815
BAJ-7 (480-481)	0,119	12,623	14,616	0,78941	11,83388
BAJ-7 (490-491)	0,098	12,611	18,262	0,704365	11,90709
BAJ-7 (500-501)	0,157	12,313	11,053	1,089826	11,2232
BAJ-7 (504-505)	0,124	10,390	3,583	0,717962	9,672431
BAJ-7 (505-506)	0,138	9,265	2,988	0,700029	8,564477
BAJ-7 (510-511)	0,106	12,706	16,631	0,730267	11,97588
BAJ-7 (520-521)	0,102	12,650	17,851	0,645135	12,00482
BAJ-7 (530-531)	0,109	12,714	15,965	0,738541	11,97535



BAJ-7 (540-541)	0,110	12,614	14,843	0,755509	11,85815
BAJ-7 (550-551)	0,129	12,281	10,933	0,885464	11,39584
BAJ-7 (554-555)	0,128	12,550	13,540	0,846385	11,70363
BAJ-7 (560-561)	0,115	12,562	13,674	0,700246	11,86155
BAJ-7 (570-571)	0,115	12,613	14,009	0,719642	11,89307
BAJ-7 (574-575)	0,105	12,687	15,752	0,652448	12,03481
BAJ-7 (595-596)	0,089	12,767	16,254	0,560926	12,20607
BAJ-7 (600-601)	0,088	12,856	20,313	0,613046	12,24343
BAJ-7 (610-611)	0,087	12,655	14,839	0,584805	12,07007
BAJ-7 (620-621)	0,082	12,695	16,773	0,501345	12,194
BAJ-7 (630-631)	0,089	12,514	15,372	0,48637	12,02756
BAJ-7 (640-641)	0,084	12,768	13,564	0,549071	12,21898
BAJ-7 (649-650)	0,091	12,815	15,116	0,591943	12,2234
BAJ-7 (660-661)	0,100	12,599	12,626	1,897435	10,70156
BAJ-7 (670-671)	0,107	12,590	12,515	0,665923	11,92449
BAJ-7 (680-681)	0,122	12,394	11,308	0,872412	11,52165
BAJ-7 (690-691)	0,119	12,173	8,995	0,820794	11,35269
BAJ-7 (700-701)	0,124	11,443	6,222	0,922287	10,52109
BAJ-7 (710-711)	0,140	11,867	8,088	1,063329	10,80355
BAJ-7 (720-721)	0,132	12,223	9,906	0,896691	11,32631
BAJ-7 (730-731)	0,121	11,888	7,366	0,820793	11,06767
BAJ-7 (740-741)	0,119	11,832	7,628	0,964789	10,86677
BAJ-7 (750-751)	0,092	12,570	12,843	0,624555	11,94537
BAJ-7 (760-761)	0,101	12,214	9,514	0,744375	11,46929
BAJ-7 (770-771)	0,123	10,872	4,918	0,965158	9,906952
BAJ-7 (774-775)	0,134	10,223	3,966	0,974526	9,248237
BAJ-7 (780-781)	0,118	10,871	5,266	0,998802	9,872167
BAJ-7 (790-791)	0,107	10,946	5,029	0,874845	10,07066
BAJ-7 (796-797)	0,117	10,261	4,114	0,952021	9,308732
BAJ-7 (800-801)	0,111	10,251	4,205	0,968159	9,282788
BAJ-7 (804-805)	0,113	10,139	4,080	0,985728	9,153329
BAJ-7 (810-811)	0,107	11,083	4,837	0,859196	10,22419
BAJ-7 (820-821)	0,107	12,355	5,327	0,733848	11,62157
BAJ-7 (830-831)	0,101	12,826	8,339	0,662951	12,16344
BAJ-7 (835-836)	0,096	12,433	10,357	0,679833	11,75342
BAJ-7 (836-843)	0,096	12,161	10,770	0,643938	11,51706

### 8.3. Rezultati analize organskog ugljika i dušika za kratke jezgre

#### 8.3.1. BJ-1 (Podgora)

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-1(0-1)	0,29874	11,18147	9,33982	2,51521	8,66625
BJ-1(5-6)	0,21528	10,25777	6,27439	1,80389	8,45388
BJ-1(10-12)	0,10038	10,28248	3,36263	0,73978	9,54270
BJ-1(15-16)	0,14564	10,02022	5,07565	1,30038	8,71984
BJ-1(20-22)	0,07830	10,76166	3,59824	0,57068	10,19098

#### 8.3.2. BJ-2 (Podgora)

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-2(0-1)	0,24363	10,69326	8,00667	2,10335	8,58991
BJ-2(5-6)	0,22581	10,97315	8,61134	2,18986	8,78328
BJ-2(10-11)	0,18695	9,90814	5,17636	1,54152	8,36662
BJ-2(15-16)	0,14881	10,21703	5,50730	1,42199	8,79504
BJ-2(20-21)	0,07788	9,93482	1,86315	0,39909	9,53574
BJ-2(23-27)	0,11051	10,22969	2,89746	0,57196	9,65774

#### 8.3.3. BJ-3 (Podgora)

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-3(0-1)	0,28329	10,87924	8,99444	2,48247	8,39678
BJ-3(5-6)	0,25564	10,64140	8,59396	2,33842	8,30299
BJ-3(10-11)	0,24305	10,62910	7,70319	2,17461	8,45448
BJ-3(15-16)	0,19076	10,05571		1,51767	8,53804
BJ-3(20-21)	0,16813	9,77511	5,09286	2,55537	7,21974

#### 8.3.4. BJ-4 (Podgora)

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-4(0-1)	0,26610	10,65213	8,44473	2,41490	8,23723
BJ-4(5-6)	0,25000	10,63234	8,83284	1,87734	8,75500
BJ-4(10-11)	0,19486	10,14766	6,64545	1,29765	8,85001
BJ-4(15-16)	0,14246	9,41618	4,34434	2,08098	7,33519

**8.3.5. BJ-6 (Očuša)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-6(7-8)	0,19730	10,28108	6,65063	1,72321	8,55787
BJ-6(10-11)	0,18805	10,39836	6,65588	0,91586	9,48250
BJ-6(15-19)	0,13630	9,72004	3,58176	7,27982	2,44022

**8.3.6. BJ-7 (Očuša)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-7(0-1)	0,43180	13,98646	26,37617	1,55510	12,43136
BJ-7(5-6)	0,25366	12,97366	10,13757	1,41499	11,55867
BJ-7(10-11)	0,26412	12,35939	15,18233	2,49597	9,86342
BJ-7(15-16)	0,13573	12,40854	15,82960	1,24896	11,15958

**8.3.7. BJ-9A (Crniševo)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-9A(0-1)	0,41527	13,92370	25,03177	3,49944	10,42425
BJ-9A(5-6)	0,33661	12,96401	19,80787	3,87244	9,09157
BJ-9A(10-14)	0,15916	12,48452	17,14812	1,49875	10,98578

**8.3.8. BJ-9B (Crniševo)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-9B(0-1)	0,40108	13,63529	24,12917	3,34672	10,28857
BJ-9B(5-6)	0,10840	12,60451	21,71650	1,12057	11,48394
BJ-9B(8-12)	0,09278	12,37345	19,67332	0,80857	11,56488

**8.3.9. BJ-11 (Crniševo)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-11(0-1)	0,37622	13,64007	25,45877	3,72971	9,91036
BJ-11(5-6)	0,26360	12,10992	14,13924	2,29763	9,81229
BJ-11(10-11)	0,17923	12,14379	13,18349	1,50951	10,63428
BJ-11(15-16)	0,13790	12,17784	12,14869	1,07273	11,10511
BJ-11(20-21)	0,11941	12,10745	10,99873	0,86120	11,24625

**8.3.10. BJ-12 (Sladinac)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-12(0-1)	0,39034	11,08955	10,47335	3,42897	7,66058
BJ-12(5-6)	0,31686	11,01306	10,30968	3,00012	8,01295
BJ-12(10-11)	0,26039	10,11806	7,58953	2,50075	7,61731
BJ-12(15-16)	0,26840	10,36933	7,76092	2,49591	7,87342
BJ-12(20-21)	0,20404	10,29931	6,44201	1,82309	8,47622
BJ-12(25-26)	0,16471	10,04060	4,61316	1,21372	8,82687
BJ-12(28-33)	0,15870	10,39161	5,53193	1,32600	9,06561

**8.3.11. BJ-14 (Sladinac)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-14(0-1)	0,35833	10,89379	10,20432	2,95313	7,94066
BJ-14(4-5)	0,30769	11,00933	10,56321	2,84150	8,16783
BJ-14(10-14)	0,25116	11,11771	9,62890	2,42937	8,68834

**8.3.12. BJ-15 (Sladinac)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-15(0-1)	0,32411	11,09760	11,09192	2,31435	8,78325
BJ-15(5-6)	0,29717	10,92503	10,49677	2,12997	8,79507
BJ-15(10-11)	0,25219	10,34078	8,33288	2,29154	8,04924
BJ-15(15-16)	0,25835	10,58335	8,18090	2,31683	8,26652
BJ-15(20-21)	0,19335	9,87591	5,65665	1,55614	8,31977
BJ-15(25-29)	0,19291	9,34743	4,29872	1,38462	7,96281

**8.3.13. BJ-16 (Očuša)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-16(0-1)	0,29945	10,64428	8,90476	2,83527	7,80900
BJ-16(5-6)	0,26217	10,42173	7,97143	2,41853	8,00320
BJ-16(10-11)	0,20263	9,70160	5,99100	1,90693	7,79466
BJ-16(15-16)	0,20823	9,94547	6,37213	1,96453	7,98094
BJ-16(16-19)	0,23451	10,12865	6,68861	1,98986	8,13879

**8.3.14. BJ-17 (Očuša)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-17(0-1)	0,29245	10,88168	9,83710	2,62946	8,25223
BJ-17(5-6)	0,27226	10,87256	9,45163	2,45081	8,42175
BJ-17(10-11)	0,23369	10,41562	7,67709	2,04902	8,36660
BJ-17(15-16)	0,22690	10,47573	7,49321	2,02317	8,45256

**8.3.15. BJ-19 (Očuša)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-19(0-1)	0,27726	10,72357	8,93021	2,48706	8,23650
BJ-19(5-6)	0,26370	10,67188	8,93923	2,50298	8,16890
BJ-19(10-11)	0,20438	10,08406	7,08367	2,00397	8,08008
BJ-19(15-16)	0,21575	10,10874	6,72018	1,82655	8,28220
BJ-19(20-21)	0,13745	9,28022	3,54670	0,99237	8,28785
BJ-19(25-26)	0,18491	9,21376	4,85358	1,50412	7,70964

**8.3.16. BJ-20 (Očuša)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-20(0-1)	0,28242	10,83538	9,89827	2,59335	8,24203
BJ-20(5-6)	0,25728	10,65936	9,36682	2,30143	8,35793
BJ-20(10-11)	0,20889	10,38667	7,91636	1,98938	8,39729
BJ-20(15-16)	0,18061	9,72228	5,60034	1,54849	8,17379
BJ-20(25-26)	0,15980	8,94020	6,39735	2,07530	6,86490

**8.3.17. BJ-51 (Šipak)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-51(0-1)	0,78264	12,66714	17,26225	2,67192	9,99523
BJ-51(5-6)	0,72714	12,93051	17,58369	4,75815	8,17236
BJ-51(10-11)	0,45238	11,84558	13,95072	3,50582	8,33977
BJ-51(15-16)	0,44044	11,93106	14,07971	3,74802	8,18305
BJ-51(20-21)	0,33702	11,78176	12,61265	2,46325	9,31851
BJ-51(25-26)	0,22019	10,56819	6,99777	1,56470	9,00348
BJ-51(30-31)	0,17520	10,21244	5,21772	1,25590	8,95653
BJ-51(35-36)	0,20464	10,38809	6,73853	1,63948	8,74861

**8.3.18. BJ-52 (Crniševo, rupa)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-52	0,43211	12,30296	17,38222	4,77316	7,52980

**8.3.19. BJ-54 (Crniševo)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ-54(0-1)	0,53406	14,05622	27,01507	4,53313	9,52309
BJ-54(4-5)	0,38322	13,41853	24,40707	3,89049	9,52805
BJ-54(10-11)	0,33725	11,13257	12,32398	1,65634	9,47622
BJ-54(15-19)	0,23147	11,37695	11,04433	2,28949	9,08746

**8.3.20. BJ-Klokun (Plitko)**

Ime	Ukupni dušik (N%)	Ukupni ugljik (TC%)	Otopljen C%	Organski ugljik (OC%)	Netopivi ostatak (INC%)
BJ_KLOKUN(0-1)	0,20326	10,56379	7,05164	1,72906	8,83473
BJ_KLOKUN(5-6)	0,22165	10,63052	7,52210	1,79176	8,83875
BJ_KLOKUN(10-11)	0,18660	10,49971	6,77202	1,62664	8,87307
BJ_KLOKUN(15-16)	0,18980	10,45340	7,20925	1,68264	8,77076
BJ_KLOKUN(17-21)	0,19121	10,58492	7,31806	1,69852	8,88640



## 8.4. Rezultati geokemijskih analiza (duge jezgre)

## 8.4.1. BAJ-1 (Podgora)

Ime	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg
	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	%	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	%	%	mg/k g	mg/k g	%
BAJ-1 0-1	0,8	19,2	16,6	44	<0,1	34,1	6,3	265	1,2 6	4	1	6,4	319	0,6	0,3	0,2	51	27,49	0,04 1	17,8	51	0,3 2
BAJ-1 10-11	0,4	15,5	13,1	39	<0,1	32,1	5,2	143	1,0 2	5	0,9	5	290	0,7	0,3	0,2	45	31,44	0,02 6	14,4	45	0,2 9
BAJ-1 15-16	1	20,1	16	45	<0,1	37,1	7,5	171	1,3 7	6	1,3	6,3	290	0,6	0,3	0,2	56	27,45	0,03	17,5	55	0,3 5
BAJ-1 20-21	0,7	16,9	15,2	43	<0,1	37,7	6,5	160	1,2	5	1,1	6	301	0,8	0,3	0,2	54	27,4	0,03 1	16,9	55	0,3 4
BAJ-1 25-26	0,3	9	9,2	23	<0,1	17,1	3,7	124	0,7	5	0,7	4,7	357	0,7	0,1	0,1	29	35,08	0,02 2	13,5	25	0,2 2
BAJ-1 30-31	0,2	11,4	11,3	31	<0,1	19,9	3,7	140	0,7 9	<1	0,8	5,7	329	0,8	0,1	0,2	31	33,37	0,02 6	17	31	0,2 2
BAJ-1 35-36	0,3	11,6	12,6	32	<0,1	22	4,6	185	0,9 4	6	0,9	5,9	300	0,8	0,2	0,2	35	33,7	0,03 1	17,3	34	0,2 6
BAJ-1 40-41	0,3	10,8	11,8	32	<0,1	21,5	4,1	167	0,8 9	3	0,9	5,7	307	0,7	0,2	0,2	33	34,73	0,02 9	15,6	32	0,2 5
BAJ-1 45-46	0,5	11,3	13,1	34	<0,1	23	5,1	198	1,0 1	1	0,9	5,6	282	0,7	0,2	0,2	36	33,43	0,03 2	15,8	35	0,2 6
BAJ-1 50-51	0,4	10,4	11,9	33	<0,1	21,2	5	184	0,9 7	8	0,9	5,6	289	0,7	0,2	0,2	34	30,97	0,03 3	15,8	39	0,2 6
BAJ-1 55-56	0,5	12,1	13,6	36	<0,1	25,3	5,3	215	1,0 6	4	0,9	6,2	286	0,7	0,3	0,2	40	30,07	0,03 6	17,3	45	0,2 6
BAJ-1 60-61	0,4	10,6	12,2	34	<0,1	23,5	4,8	202	1,0 4	3	0,9	5,9	299	0,6	0,2	0,2	36	29,21	0,03 4	15,9	39	0,2 5
BAJ-1 65-66	0,5	10,9	12	31	<0,1	21,6	4,9	187	1,0 2	5	1	5,6	298	0,6	0,1	0,2	33	28,87	0,03 4	15,8	40	0,2 5
BAJ-1 70-71	0,6	12,5	13,2	38	<0,1	24,9	5	189	1,1 5	4	1,3	6,4	294	0,6	0,2	0,2	41	28,5	0,03 7	18,3	45	0,2 7
BAJ-1 75-76	0,6	13,9	14,8	41	<0,1	26,8	5,8	210	1,2 6	4	1,3	7,1	284	0,7	0,2	0,2	46	28,57	0,04 1	20	41	0,2 8
BAJ-1 80-81	0,5	11,2	12	31	<0,1	19,7	4,8	164	1,0 6	4	1,2	5,4	300	0,7	0,2	0,2	37	29,68	0,03 6	15	38	0,2 4
BAJ-1	0,5	9,8	9,8	28	<0,1	17,2	4	181	0,9	5	1,1	4,4	318	0,6	0,1	0,2	31	30,68	0,03	12,8	32	0,2

85-86									7												3	
Ime	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg
BAJ-1 90-91	0,8	8,7	8,6	25	<0,1	15,5	3,8	268	0,9	4	1,2	4	334	0,5	<0,1	0,1	28	31,4	0,03 2	11,4	31	0,2 2
BAJ-1 95-96	0,6	14,8	12	32	<0,1	20,9	4,9	256	1,1 8	4	1,6	5,6	357	0,6	<0,1	0,2	36	28,08	0,04 7	15,9	34	0,3 3
BAJ-1 100-101	0,7	10,6	10,8	31	<0,1	21,2	4,6	256	1,0 3	5	1,3	4,9	308	0,6	0,1	0,2	33	28,84	0,03 4	14,6	36	0,2 4
BAJ-1 115-116	0,5	11,1	11,6	32	<0,1	21,8	5,1	258	1,1	3	1,2	5	314	0,9	<0,1	0,2	33	31,56	0,03 4	14,5	37	0,2 4
BAJ-1 130-131	0,6	9,2	9,6	26	<0,1	17,6	3,8	258	0,9	3	1,1	4,4	311	0,6	<0,1	0,1	30	30,74	0,03 4	12,1	31	0,2 1
BAJ-1 145-146	0,5	9,5	8,2	28	<0,1	17,1	3,9	335	0,9	3	1,2	4,2	293	0,6	<0,1	0,1	25	35,59	0,03 3	12,5	32	0,2 2
BAJ-1 160-161	0,9	11,6	9,6	32	<0,1	22,5	4,5	318	1,0 7	2	1,3	4,9	238	0,7	0,1	0,2	34	29,67	0,03 5	14,2	37	0,2 3
BAJ-1 175-176	0,6	9,2	7,2	25	<0,1	16,9	3,3	429	0,9	3	1,4	3,5	212	0,4	<0,1	0,2	25	32,15	0,03 9	10,6	27	0,1 8
BAJ-1 190-191	0,4	8,5	8,2	27	<0,1	18,7	3,7	301	0,8 6	4	1,2	4,3	272	0,6	0,1	0,1	29	31,91	0,03	11,9	31	0,2 1
BAJ-1 205-206	0,6	7,9	8	24	<0,1	16,8	4	307	0,8 8	2	1,2	3,7	303	0,5	<0,1	0,1	24	34,49	0,02 5	10,7	27	0,2
BAJ-1 220-221	0,4	3,2	2,1	7	<0,1	4,3	1,2	274	0,3 4	2	0,7	1	557	0,2	<0,1	<0,1	11	>40,0 0	0,01 3	3,8	8	0,1 6
BAJ-1 235-236	0,8	4,1	3	9	<0,1	5,9	1,5	265	0,3 6	2	0,7	1,5	441	0,3	<0,1	<0,1	15	38,04	0,01 4	4,7	13	0,1 5
BAJ-1 250-251	0,7	8,7	8,8	26	<0,1	15,4	5,3	474	1,1 7	2	1,4	4,7	334	0,6	0,2	0,3	<1	29,19	0,03 1	14	31	0,2 7
BAJ-1 270-271	0,6	9,4	10,7	33	<0,1	20,1	4,5	291	1,1 5	<1	1,1	5,4	273	0,7	0,2	0,2	14	29,75	0,02 7	17,2	33	0,3
BAJ-1 285-286	0,7	10,2	11,5	32	<0,1	23,7	4,9	225	1,0 1	<1	1,2	6,4	227	0,5	0,3	0,3	29	27,51	0,02 8	18,5	40	0,2 9
BAJ-1 300-301	0,6	8,8	9,5	27	<0,1	16,6	3,9	291	0,8 5	4	1	5,5	266	0,5	0,1	0,2	22	30,74	0,02 8	15,7	32	0,2 7
BAJ-1 314-315	0,4	4,5	4,1	11	<0,1	7,6	1,4	246	0,4 9	<1	0,6	2,1	326	0,4	<0,1	<0,1	9	31,3	0,02	6,9	15	0,1 9
BAJ-1 330-331	0,5	7,4	8,2	22	<0,1	13,1	3,9	300	1,1 2	<1	1,2	4,6	279	0,6	0,1	0,1	11	28,72	0,02 9	12,9	25	0,2 7
BAJ-1 345-346	0,6	6,1	6,7	20	<0,1	12,3	2,6	304	0,9 4	1	1,2	4,2	287	0,7	0,1	0,1	22	30,6	0,02	12,5	25	0,2 1
Ime	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg

BAJ-1 360-361	0,5	8,1	8,4	25	<0,1	15,5	3,6	252	1,0 2	<1	1	4,8	290	0,5	0,1	0,1	21	29,5	0,02 3	13,5	30	0,2 4
BAJ-1 375-376	0,6	6,5	6,1	17	<0,1	10,5	2,1	295	0,7 8	1	1	3,9	332	0,5	0,1	<0,1	15	31,29	0,02 2	11,4	22	0,2
BAJ-1 390-391	0,4	6,4	6,3	19	<0,1	11,8	2,9	277	0,8 5	2	1	4,1	264	0,6	0,1	<0,1	15	29	0,01 7	11,1	22	0,2 1
BAJ-1 405-406	0,6	7,1	8,2	24	<0,1	13,9	3,3	291	1,2 2	<1	0,9	4,5	277	0,7	0,1	0,1	30	29,31	0,02 1	13,8	28	0,2 2
BAJ-1 420-421	0,5	9	10,4	29	<0,1	16,8	4,8	317	1,0 1	2	1,1	6,1	275	0,6	0,2	0,2	49	27,59	0,02 5	17,7	32	0,2 4
BAJ-1 435-436	0,8	15	18,9	50	<0,1	29,1	8,6	309	1,5 8	4	1,6	10,5	239	1	0,4	0,5	62	23,31	0,03 7	29,8	59	0,2 9
BAJ-1 440-441	1	16,8	21,3	59	<0,1	34,9	11,1	356	1,7 2	5	1,8	12	246	1,2	0,4	0,4	73	23,4	0,04 2	33,7	67	0,3 3
BAJ-1 455-456	0,9	16,9	24,7	65	<0,1	37,7	11,3	358	2,1	8	1,9	14,4	224	1,2	0,5	0,4	73	21,15	0,04 5	39,5	71	0,4 3
BAJ-1 470-471	0,7	10,5	14,2	38	<0,1	24,5	5,6	339	1,2 1	3	1,4	7,8	265	1	0,3	0,2	40	26,83	0,02 9	23,3	43	0,3 1
BAJ-1 485-486	1,1	20,6	30,5	77	<0,1	45	14,5	413	2,4 3	8	2	17,8	225	1,3	0,7	0,6	93	17,53	0,05 4	48	85	0,5
BAJ-1 500-501	0,8	24	32,5	83	<0,1	48,1	14,5	389	2,4 5	10	2,1	20	216	1,3	0,8	0,7	109	18,24	0,05 7	58,1	89	0,5 4
BAJ-1 515-516	1,2	9,2	9,8	32	<0,1	17,8	4,6	389	1,2 8	<1	1,9	5,5	347	1	0,3	0,2	32	28,55	0,03 3	16,4	32	0,2 5
BAJ-1 530-531	1,1	10,8	11,6	38	<0,1	22,8	5,2	394	1,4 4	3	2,6	6,6	494	0,8	0,4	0,2	37	27,3	0,03 1	17,9	38	0,2 9
BAJ-1B 545-546	0,5	10,6	11,6	33	<0,1	22,6	5,9	359	1,1 6	1	2,1	6,2	523	0,9	0,3	0,2	46	27,38	0,03 3	17,2	38	0,2 6
BAJ-1B 560-561	0,5	12,9	13,6	41	<0,1	26,8	6,3	312	1,2 4	<1	2,7	7,6	429	1,2	0,3	0,2	46	24,47	0,03 4	21,6	44	0,3 3
BAJ-1B 575-576	0,4	9,8	11,1	31	<0,1	19	3,3	219	0,9 2	<1	2,1	6,4	492	0,4	0,2	0,1	9	29,98	0,02 7	16,9	35	0,3
BAJ-1B 590-591	0,6	9,7	13,7	36	<0,1	20,6	4,3	203	1,2 3	2	1,9	7,5	405	0,8	0,3	0,2	38	25,91	0,04 2	22,3	38	0,3 2
BAJ-1B 605-606	0,5	10,4	12,6	36	<0,1	25,1	4,1	186	1,3 2	1	1,3	6,7	414	0,5	0,3	0,2	36	25,97	0,03	19	43	0,3 2
BAJ-1B 620-621	0,2	9,8	13	36	<0,1	25,4	5,3	240	1,4 4	4	1,2	6,9	376	0,7	0,3	0,2	40	27,13	0,03 5	20,5	44	0,3 2

Ime	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf	In	Re	Se	Te	Tl
-----	----	----	----	----	---	---	----	----	----	---	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----

	mg/k g	%	%	%	%	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	%	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g
BAJ-1 0-1	96	0,13	2,7 3	0,05 4	0,3 9	0,6	46,7	35	1,7	9,6	6,8	0,4	1	4	30,2	0,1	41,7	1,1	<0,0 5	<0,00 5	1	0,9	0,7	
BAJ-1 10-11	77	0,11 3	2,3 4	0,03 2	0,3 3	0,6	39,6	28	1,1	7,6	5,5	0,3	1	4	29,4	<0, 1	36,7	0,9	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,5	0,6	
BAJ-1 15-16	94	0,13 5	2,9 1	0,04	0,4 3	0,7	47,8	33	1,4	9,2	7,1	0,4	2	5	33	0,2	46,9	1,1	<0,0 5	<0,00 5	1	1,6	0,8	
BAJ-1 20-21	100	0,12 6	2,8	0,04	0,4 1	0,7	47	31	47,4	8,9	6,5	0,4	1	4	30,5	<0, 1	46,4	1,1	0,07	<0,00 5	<1	2,9	0,8	
BAJ-1 25-26	67	0,08 8	1,7 1	0,02 7	0,2 4	0,5	33,9	25	0,8	6,8	4,9	0,3	<1	3	19,9	<0, 1	26,3	0,8	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,9	<0,5	
BAJ-1 30-31	78	0,10 8	2,1	0,03 4	0,2 9	0,6	43,1	32	1	8,5	6	0,4	1	3	23,8	<0, 1	34,1	1,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	<0,5	0,5	
BAJ-1 35-36	84	0,10 8	2,2 7	0,03 7	0,3 1	0,7	43,2	33	1,1	8,3	5,9	0,4	1	4	25,7	<0, 1	36,9	1,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,4	0,6	
BAJ-1 40-41	79	0,10 5	2,2 8	0,03 5	0,3	0,6	40,9	29	1	8	5,7	0,3	1	3	24,4	<0, 1	34,2	1	0,05	<0,00 5	1	1,1	0,6	
BAJ-1 45-46	85	0,10 7	2,4	0,03 3	0,3 3	0,6	43,8	29	3,7	8,1	6	0,4	1	4	25,6	<0, 1	37,3	1,1	<0,0 5	<0,00 5	2	1,4	0,6	
BAJ-1 50-51	81	0,10 5	2,2 7	0,03 1	0,3 1	0,6	42,4	29	1,4	7,8	6,1	0,3	1	3	25	<0, 1	36	1,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,1	0,6	
BAJ-1 55-56	89	0,11 5	2,5 9	0,03 5	0,3 4	0,8	48,2	32	1,2	8,6	6,9	0,4	1	4	27,7	<0, 1	41,7	1,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,7	0,7	
BAJ-1 60-61	82	0,10 6	2,4 3	0,03 3	0,3 2	0,6	41,7	29	0,9	8	6	0,3	2	4	26	0,2	37,7	1	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,1	0,6	
BAJ-1 65-66	81	0,10 3	2,2 5	0,03 3	0,3 1	0,5	41,6	28	1	7,6	6	0,3	1	3	26,6	0,2	36,6	1,1	<0,0 5	<0,00 5	1	1,8	0,6	
BAJ-1 70-71	89	0,11 9	2,6 1	0,03 7	0,3 5	0,8	47,8	33	1,1	8,7	6,6	0,4	1	4	30,6	0,5	41	1,2	<0,0 5	<0,00 5	2	1	0,6	
BAJ-1 75-76	93	0,12 8	2,8 8	0,03 9	0,3 8	0,7	51,5	35	1,3	9,2	7,1	0,4	1	5	34,3	0,5	43,5	1,2	0,05	<0,00 5	<1	0,8	0,8	
BAJ-1 80-81	80	0,10 1	2,2 4	0,03 1	0,3 2	0,5	42,3	27	0,9	7,4	5,8	0,3	1	3	24,4	0,7	36,8	1,1	<0,0 5	<0,00 5	1	0,5	0,6	
BAJ-1 85-86	76	0,08 4	1,8 5	0,02 9	0,2 7	0,5	35,5	23	0,8	6,1	4,9	0,3	<1	3	21,1	0,8	30,4	0,8	0,05	0,006	1	3,3	0,5	
BAJ-1 90-91	80	0,08 3	1,6 2	0,03	0,2 8	0,5	31,1	21	0,8	5,7	4,4	0,3	<1	3	19,5	0,6	29,1	0,8	<0,0 5	<0,00 5	<1	0,7	<0,5	
BAJ-1 95-96	177	0,10 7	2,2 2	0,06 8	0,5 8	0,7	43,6	29	0,9	7	6,2	0,3	1	3	22,3	0,8	46,6	1	<0,0 5	<0,00 5	<1	2	0,7	
<b>Ime</b>	<b>Ba</b>	<b>Ti</b>	<b>Al</b>	<b>Na</b>	<b>K</b>	<b>W</b>	<b>Zr</b>	<b>Ce</b>	<b>Sn</b>	<b>Y</b>	<b>Nb</b>	<b>Ta</b>	<b>Be</b>	<b>Sc</b>	<b>Li</b>	<b>S</b>	<b>Rb</b>	<b>Hf</b>	<b>In</b>	<b>Re</b>	<b>Se</b>	<b>Te</b>	<b>Tl</b>	

BAJ-1 100-101	71	0,093	2,15	0,03	0,29	0,6	38,1	26	0,8	6,9	5,1	0,3	<1	3	25,2	0,8	32,9	0,9	<0,05	<0,005	1	1,8	0,6
BAJ-1 115-116	72	0,094	2,12	0,033	0,29	0,6	37,5	26	0,8	6,6	5,2	0,3	1	4	25,8	1	33	0,9	<0,05	<0,005	1	1,3	0,5
BAJ-1 130-131	63	0,082	1,88	0,028	0,24	0,5	32,9	22	0,8	5,9	4,6	0,3	<1	3	22,3	0,7	29,3	0,8	<0,05	<0,005	<1	<0,5	0,5
BAJ-1 145-146	60	0,083	1,83	0,029	0,24	0,5	32	22	2,6	5,8	4,3	0,3	<1	3	22,9	0,8	28,1	0,8	<0,05	<0,005	2	0,9	<0,5
BAJ-1 160-161	68	0,096	2,15	0,032	0,29	0,5	39,2	26	1,1	7,1	5,2	0,3	<1	3	24,1	0,9	34,3	0,9	<0,05	<0,005	1	2	0,6
BAJ-1 175-176	52	0,077	1,47	0,024	0,21	0,4	26,3	19	6,1	4,8	3,7	0,2	<1	2	17,7	0,8	23,1	0,7	<0,05	<0,005	2	0,8	<0,5
BAJ-1 190-191	68	0,082	1,79	0,028	0,26	0,4	34,1	22	0,9	6,1	4,9	0,3	<1	3	21,8	0,7	29,6	0,8	<0,05	<0,005	<1	2,8	<0,5
BAJ-1 205-206	56	0,073	1,58	0,024	0,21	0,4	29,4	20	9,3	5,4	4	0,2	<1	2	19,9	0,8	25	0,7	<0,05	<0,005	2	3,4	<0,5
BAJ-1 220-221	27	0,025	0,45	0,011	0,06	0,2	9,2	6	0,2	1,9	1,3	<0,1	<1	<1	5,6	0,5	6,8	0,2	<0,05	<0,005	<1	1,3	<0,5
BAJ-1 235-236	31	0,031	0,6	0,012	0,08	0,2	12,7	8	0,5	2,6	1,9	<0,1	<1	1	7,9	0,4	10	0,3	<0,05	<0,005	1	0,9	<0,5
BAJ-1 250-251	63	0,103	1,8	0,038	0,24	0,5	34,3	23	12	7	4,7	0,3	2	3	25,3	1,1	29,5	1,2	<0,05	0,007	1	1,9	<0,5
BAJ-1 270-271	79	0,112	2,09	0,042	0,27	0,5	41,5	27	3	8,3	5,5	0,3	<1	3	28	0,5	33,5	0,9	<0,05	0,005	<1	2,1	0,6
BAJ-1 285-286	77	0,142	2,32	0,045	0,3	0,6	46,5	30	1	9,1	6,6	0,4	2	4	27	0,2	39,3	1,2	<0,05	<0,005	2	6,1	0,7
BAJ-1 300-301	76	0,111	1,91	0,049	0,27	0,6	40,6	26	5,7	7,9	5,2	0,3	1	3	23,5	0,2	31,8	0,9	<0,05	<0,005	1	1,2	0,5
BAJ-1 314-315	38	0,047	0,79	0,024	0,1	0,2	18	11	0,4	3,5	2,5	0,1	<1	1	9,3	0,5	13,4	0,4	<0,05	<0,005	<1	7,4	<0,5
BAJ-1 330-331	80	0,089	1,54	0,061	0,26	0,4	35,5	22	12,3	6,4	5,2	0,3	1	2	18,4	0,8	27,5	0,8	<0,05	<0,005	1	2,1	<0,5
BAJ-1 345-346	51	0,084	1,34	0,027	0,17	0,4	31,2	21	0,7	6,6	3,9	0,2	<1	2	18,4	0,9	22,2	0,7	<0,05	<0,005	<1	1,5	<0,5
BAJ-1 360-361	60	0,103	1,71	0,035	0,22	0,5	34,2	25	0,9	6,8	4,5	0,3	<1	2	22,2	0,7	27,7	0,9	<0,05	<0,005	1	4,7	<0,5
BAJ-1 375-376	59	0,071	1,18	0,029	0,16	0,3	27,2	18	0,6	5,6	3,5	0,2	1	1	15,6	0,8	19	0,6	<0,05	0,005	2	6	<0,5
BAJ-1 390-391	47	0,073	1,3	0,026	0,16	0,3	26,6	20	0,6	5,9	3,5	0,2	<1	2	15,3	0,8	20,8	0,6	<0,05	<0,005	<1	4,7	<0,5
<b>Ime</b>	<b>Ba</b>	<b>Ti</b>	<b>Al</b>	<b>Na</b>	<b>K</b>	<b>W</b>	<b>Zr</b>	<b>Ce</b>	<b>Sn</b>	<b>Y</b>	<b>Nb</b>	<b>Ta</b>	<b>Be</b>	<b>Sc</b>	<b>Li</b>	<b>S</b>	<b>Rb</b>	<b>Hf</b>	<b>In</b>	<b>Re</b>	<b>Se</b>	<b>Te</b>	<b>Tl</b>

BAJ-1 405-406	56	0,09 3	1,6 4	0,03 2	0,2	0,4	34	24	0,9	7,3	4,6	0,3	<1	2	20,6	1	28,2	0,9	<0,0 5	<0,00 5	1	<0,5	<0,5
BAJ-1 420-421	70	0,11 6	2,0 3	0,03 7	0,2 6	0,6	41,9	30	1	8,7	5,5	0,3	2	3	22,9	0,4	34,1	1	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,8	0,6
BAJ-1 435-436	114	0,20 6	3,6 7	0,04 8	0,5	1	70,4	51	1,7	14,1	11	0,6	1	6	37,6	0,5	57	1,8	0,08	<0,00 5	<1	0,7	0,8
BAJ-1 440-441	128	0,23 6	4,1 7	0,05 6	0,5 4	1,4	84,6	59	2	15,9	11,2	0,6	2	7	42,2	0,4	64,4	2	<0,0 5	<0,00 5	1	1,5	0,9
BAJ-1 455-456	158	0,28 2	4,6	0,08 7	0,6 4	1,6	100	68	2,2	18,5	13,9	0,8	3	7	54,9	0,5	80	2,6	0,05	<0,00 5	1	1,5	1,3
BAJ-1 470-471	102	0,16 8	2,7 6	0,05 4	0,3 6	0,7	56,9	40	1,2	11,4	7,5	0,5	2	4	31,3	0,2	46,8	1,5	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,9	0,7
BAJ-1 485-486	195	0,37 2	5,8 4	0,10 4	0,7 7	1,9	119, 5	81	2,8	24,4	16,9	1	3	9	62,4	0,2	92,9	2,9	0,05	<0,00 5	<1	1	1,5
BAJ-1 500-501	222	0,40 7	6,6 7	0,11 6	0,9 3	2,1	123	91	2,9	27	18,4	1,1	4	11	64,2	0,2	110, 2	3,3	0,07	<0,00 5	<1	2	1,6
BAJ-1 515-516	74	0,11 7	2,0 2	0,04 5	0,2 7	0,5	40,9	27	0,9	8	5,5	0,3	2	3	25	0,8	34,6	1	<0,0 5	<0,00 5	2	2,8	0,6
Ime	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf	In	Re	Se	Te	Tl
BAJ-1 530-531	91	0,13 2	2,3 4	0,05	0,3 1	0,7	47,4	31	1,1	9,4	6,2	0,4	1	3	34,1	0,9	40,8	1,1	<0,0 5	<0,00 5	2	2	0,7
BAJ-1B 545-546	86	0,11 7	2,2 3	0,04	0,3	0,6	45,5	30	10,5	9,2	6,3	0,3	2	4	26,7	0,7	36,8	1	<0,0 5	<0,00 5	2	1,6	0,6
BAJ-1B 560-561	104	0,16 3	2,6 9	0,06 2	0,3 6	0,6	55,2	36	11,5	10,7	7,5	0,4	1	4	43,2	0,6	48,1	1,3	<0,0 5	0,006	2	2,6	0,9
BAJ-1B 575-576	88	0,12 3	2,0 8	0,05 8	0,3 1	0,5	46,2	28	1,3	8,9	6,3	0,3	<1	3	33,3	0,5	36,8	1,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,1	0,6
BAJ-1B 590-591	105	0,14 2	2,6 8	0,08 7	0,3 5	0,7	79,1	36	1,2	10,7	12,4	0,4	2	3	41,1	0,6	41,8	1,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,5	0,7
BAJ-1B 605-606	88	0,15 1	2,5 1	0,05	0,3 4	0,8	54,4	33	1,2	10,4	7,7	0,4	2	4	41,1	0,4	43,2	1,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,8	0,7
BAJ-1B 620-621	93	0,16 5	2,5	0,05 2	0,3 6	1	52,6	35	4,3	11	7,7	0,4	1	4	39,5	0,2	47,6	1,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	3	0,7



## 8.4.2. BAJ-5 (Sladinac)

Ime	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg
	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	%	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	%	%	mg/k g	mg/k g	%
BAJ-5 0-2	0,6	10,9	8,9	28	<0,1	16,6	3,1	225	0,6 9	<1	1	3,1	263	0,6	0,2	0,2	3	27,5 4	0,02 4	9,8	26	0,2 3
BAJ-5 5-6	0,5	11	9,2	26	<0,1	16,5	3,2	235	0,7	<1	0,9	3,1	300	0,7	0,2	0,2	12	29,6 9	0,02 8	9,3	28	0,2 7
BAJ-5 10-11	0,8	24,1	18,2	49	<0,1	33,9	6,5	240	1,3 4	3	1,3	5,2	265	0,7	0,4	0,3	48	26,3 5	0,03 6	16,3	50	0,4
BAJ-5 15-16	0,9	31,3	21,8	67	<0,1	48,5	8,3	247	1,8 5	5	1,4	7	244	0,8	0,6	0,4	61	22,4 8	0,03 6	19,4	67	0,5 2
BAJ-5 20-21	1	32,9	23	67	0,1	59,7	8,7	287	2,0 2	2	1,4	7,5	222	0,6	0,6	0,3	77	21,0 6	0,04 3	20,4	77	0,6 2
BAJ-5 25-26	1	22,5	19,3	60	<0,1	49,3	7,7	278	1,8 8	5	1,2	7	231	0,9	0,5	0,3	63	23,0 4	0,04 2	19,2	68	0,5 4
BAJ-5 30-31	0,3	9,4	10,9	26	<0,1	15,8	3,3	188	0,7 7	<1	0,8	3,8	261	0,5	0,2	0,2	16	29,6 1	0,02 6	12	31	0,2 8
BAJ-5 35-36	0,2	4,7	5,6	13	<0,1	8	1,7	138	0,3 7	<1	0,5	1,9	265	0,4	<0,1	0,1	2	30,8 9	0,01 6	6,2	15	0,2
BAJ-5 40-41	0,3	4,5	5,5	12	<0,1	6,6	1,2	127	0,3 4	<1	0,5	1,7	274	0,3	<0,1	<0,1	<1	32,6 2	0,01 5	5,5	15	0,2
BAJ-5 45-46	0,2	5,3	7,2	14	0,1	9,9	2	140	0,4 6	2	0,7	2,7	266	0,5	0,2	<0,1	7	29,7 9	0,02	7,5	19	0,2 3
BAJ-5 50-51	0,3	6,3	8	18	<0,1	11,4	2,3	184	0,5	<1	0,7	3,1	280	0,4	0,3	<0,1	9	30,0 9	0,02 4	8,2	21	0,2 3
BAJ-5 55-56	0,5	6,6	8,1	19	<0,1	12,2	2,4	198	0,7	5	0,9	3,6	300	0,7	0,3	<0,1	21	28,1 1	0,02 5	10,1	24	0,2 4
BAJ-5 60-61	0,3	6,2	7	18	<0,1	9,7	2,7	142	0,6 6	<1	0,9	3,1	267	0,8	0,3	0,1	3	27,9 1	0,02 3	8,7	20	0,2 2
BAJ-5 65-66	0,4	4,8	5,4	13	<0,1	6,3	1,9	195	0,4 9	<1	0,8	2,3	287	0,4	0,3	<0,1	7	30,4 5	0,01 9	6,7	17	0,2 1
BAJ-5 70-71	0,5	6,1	6,2	15	<0,1	8	2,5	259	0,6	<1	1	2,6	287	0,5	0,3	<0,1	12	28,4 8	0,02 8	7,6	18	0,2 3
BAJ-5 75-76	0,6	5,8	6,9	16	<0,1	10,8	2,4	223	0,6 2	<1	1,1	2,9	286	0,5	0,3	<0,1	11	28,2 3	0,02 2	8,4	19	0,2 1
BAJ-5 80-81	0,4	4,8	6,7	14	<0,1	7,7	1,7	229	0,4 4	2	0,9	2,2	291	0,4	0,4	<0,1	1	31,2 6	0,01 9	6,5	13	0,2
BAJ-5 85-86	0,4	5,4	6,8	14	<0,1	8,1	2	209	0,5	<1	0,9	2,4	301	0,4	0,2	<0,1	10	29,5	0,01	6,7	16	0,1

Ime	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	8	9			9
BAJ-5 90-91	0,4	5	7,3	15	<0,1	8,2	2,1	224	0,4 9	2	1,1	2,6	307	0,5	0,2	<0,1	8	30,4 4	0,02 2	7,1	19	0,2 1
BAJ-5 95-96	0,5	4,7	5,5	14	<0,1	8,4	2	216	0,4 8	<1	0,9	2,1	307	0,5	0,2	<0,1	10	29,7 5	0,02 1	6,2	17	0,2
BAJ-5 100-101	0,4	4,8	5,9	15	<0,1	9,7	2,4	258	0,4 5	8	0,9	2,1	292	0,5	0,3	<0,1	19	29,9 6	0,02 4	6,6	13	0,1 9
BAJ-5 115-116	0,4	4,6	4,3	12	<0,1	7,3	1,7	250	0,3 8	1	0,9	1,8	270	0,4	0,3	<0,1	7	29,4 6	0,02 2	5,7	12	0,1 9
BAJ-5 130-131	0,5	6,4	5,7	16	<0,1	8,8	2,1	200	0,5 4	4	1	2,5	230	0,6	0,3	<0,1	15	29,2 8	0,02 1	7,4	19	0,1 9
BAJ-5 145-146	0,3	4,5	3,4	11	<0,1	6,1	1,4	221	0,3 2	<1	0,6	1,6	225	0,4	0,1	<0,1	9	30,7 3	0,01 7	4,9	10	0,1 6
BAJ-5 160-161	0,3	4,5	4,5	14	<0,1	7,3	1,7	222	0,3 3	<1	0,8	2	214	0,5	<0,1	<0,1	21	30,7 5	0,02	6,8	12	0,1 7
BAJ-5 175-176	0,3	4,2	4,7	10	<0,1	5,5	1,3	210	0,2 8	<1	0,8	1,6	294	0,4	<0,1	<0,1	<1	32,2 9	0,01 5	5,7	12	0,1 9
BAJ-5 190-191	0,2	4,7	6,2	13	<0,1	7,7	1,8	240	0,4 1	3	0,8	2,3	319	0,4	0,1	<0,1	13	28,4 8	0,02 1	7,4	15	0,1 9
BAJ-5 205-206	0,3	5,3	5,4	15	<0,1	9,3	3	322	0,7 2	5	1,1	2,6	332	0,5	0,1	<0,1	24	30,6 7	0,02 2	8,1	18	0,2 4
BAJ-5 220-221	0,2	5,9	5,5	17	<0,1	10,8	2,5	193	0,4	<1	0,9	3,2	214	0,5	0,1	<0,1	19	29,7 6	0,01 8	8,3	15	0,2
BAJ-5 235-236	0,3	5,1	5,1	15	<0,1	9,3	2,2	244	0,4 2	6	0,9	2,8	231	0,5	0,1	<0,1	22	30,2 3	0,01 9	8,6	13	0,2
BAJ-5B 250-251	0,4	4	4,2	12	<0,1	7,6	1,4	256	0,3 3	5	0,8	2,2	252	0,5	<0,1	<0,1	10	31,7	0,01 6	5,7	11	0,1 8
BAJ-5B 265-266	0,4	5	4,1	14	<0,1	6,8	1,8	284	0,5 4	3	0,9	2,1	266	0,4	0,1	<0,1	18	31,2 8	0,01 7	6,9	13	0,2
BAJ-5B 280-281	0,3	3,7	3,7	11	<0,1	6,5	1,5	249	0,4 4	4	0,7	1,9	267	0,4	<0,1	<0,1	3	29,7 7	0,01 3	6,9	11	0,1 7
BAJ-5B 295-296	0,4	3,8	3,3	11	<0,1	5,2	1,1	237	0,3 8	3	0,7	1,6	286	0,5	<0,1	<0,1	8	32,6 7	0,01 4	5,2	12	0,1 6
BAJ-5B 310-311	0,4	3	2,8	9	<0,1	5,6	1,1	237	0,3 3	<1	0,6	1,3	259	0,4	<0,1	<0,1	4	30,4 1	0,01 2	4,6	8	0,1 4
BAJ-5B 325-326	0,2	3,7	3	10	<0,1	6,2	1,2	172	0,3 1	<1	0,7	1,6	263	0,4	<0,1	<0,1	<1	29,9 3	0,00 9	5	12	0,1 5
BAJ-5B 340-341	0,3	5	4,9	15	<0,1	8,2	2,2	185	0,5 1	7	0,9	2,8	285	0,6	<0,1	0,1	10	35,0 9	0,01 6	8,2	12	0,1 3
<b>Ime</b>	<b>Mo</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Ag</b>	<b>Ni</b>	<b>Co</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>As</b>	<b>U</b>	<b>Th</b>	<b>Sr</b>	<b>Cd</b>	<b>Sb</b>	<b>Bi</b>	<b>V</b>	<b>Ca</b>	<b>P</b>	<b>La</b>	<b>Cr</b>	<b>Mg</b>

BAJ-5B 355-356	0,5	4,9	5,2	15	<0,1	7,4	2,6	216	0,4 7	5	0,7	2,8	259	0,6	0,1	0,1	17	36,1 8	0,01 6	9	14	0,1 4
BAJ-5B 370-371	0,4	6,5	7,2	20	<0,1	11	3,3	196	0,7 2	6	0,8	4,2	259	0,7	0,1	0,1	20	33,9 7	0,01 5	12,8	21	0,1 6
BAJ-5B 385-386	0,3	4,7	4,6	14	<0,1	6,8	2,1	169	0,4 9	4	0,8	2,6	249	0,5	<0,1	<0,1	14	36,0 1	0,01 4	7,7	13	0,1 2
BAJ-5B 400-401	0,4	7,9	10,6	27	0,1	15,1	4,3	180	0,8 1	9	1	6,2	254	0,6	0,2	0,2	33	34,1	0,01 7	18	27	0,2
BAJ-5B 415-416	0,4	5,5	4,9	16	<0,1	9,1	2,3	133	0,6 5	4	0,9	2,8	309	0,3	0,1	<0,1	16	37,1 1	0,01 5	7,9	14	0,1 5
BAJ-5B 430-431	0,5	4,7	4,2	15	<0,1	7,2	2,1	214	0,5 1	6	1,1	2,4	333	0,6	<0,1	<0,1	15	35,8 9	0,01 6	8,1	14	0,1 4

Ime	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf	In	Re	Se	Te	Tl
	mg/k g	%	%	%	%	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	%	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g
BAJ-5 0-2	56	0,07 5	1,2 8	0,03 4	0,1 9	0,3	21,9	15	1,1	5	3,2	0,2	<1	2	14,6	0, 4	21,8	0,6	<0,0 5	<0,00 5	<1	4,4	<0,5
BAJ-5 5-6	52	0,07 4	1,3 7	0,03 8	0,2	0,4	23	16	0,8	5,1	3,1	0,2	<1	2	16,3	0, 5	22,6	0,6	<0,0 5	<0,00 5	<1	8	<0,5
BAJ-5 10-11	84	0,14	2,4	0,05 9	0,3 6	0,6	41,1	27	1,4	8,5	5,6	0,3	<1	4	32,1	0, 4	40,4	1,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	4,1	0,8
BAJ-5 15-16	100	0,19 8	3,2 6	0,07 2	0,5 3	0,7	55,2	33	1,6	10,8	8,1	0,5	2	5	44,8	0, 4	56,7	1,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,8	1
BAJ-5 20-21	121	0,22 5	4	0,07 1	0,6	1	62,7	36	3,2	11,6	8,6	0,6	2	7	47,8	0, 4	69,5	1,5	<0,0 5	<0,00 5	2	1,1	1,1
BAJ-5 25-26	112	0,19 1	3,5 4	0,06	0,5 2	0,8	54,1	34	1,5	10,9	7,5	0,5	1	6	39,1	0, 4	58,2	1,6	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,4	1
BAJ-5 30-31	64	0,09 4	1,7 1	0,03 5	0,2 4	0,4	31,4	21	0,9	6,3	4,3	0,2	1	2	18,8	0, 2	27,3	0,7	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,3	<0,5
BAJ-5 35-36	33	0,04 5	0,8 1	0,02 2	0,1 1	0,2	14,4	9	0,4	3,5	2,2	0,1	<1	<1	9,2	0, 2	13,3	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,7	<0,5
BAJ-5 40-41	35	0,04 1	0,7 6	0,02 4	0,1 1	0,2	14,2	9	0,4	3,2	1,9	0,1	<1	<1	9,3	0, 3	12,4	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	6,2	<0,5
BAJ-5 45-46	43	0,06 1	1,0 9	0,03	0,1 3	0,3	19,1	12	0,5	4,3	2,6	0,2	<1	1	12,7	0, 3	16,4	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,6	<0,5
BAJ-5 50-51	48	0,06 6	1,2 5	0,03 2	0,1 6	0,3	21,1	14	0,6	4,8	2,9	0,2	<1	2	14,2	0, 3	18,1	0,6	<0,0 5	<0,00 5	<1	4	<0,5
BAJ-5 55-56	52	0,07 5	1,3 4	0,03 4	0,1 8	0,4	24,3	17	5,8	5,6	3,4	0,2	<1	2	18	0, 4	21,9	0,6	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,5	<0,5
BAJ-5 60-61	46	0,06 6	1,2 2	0,03 3	0,1 6	0,3	20,9	14	0,6	4,9	2,9	0,2	1	2	15,8	0, 6	18,7	0,5	<0,0 5	0,005	<1	2,7	<0,5
BAJ-5 65-66	46	0,05 5	0,9 5	0,03 2	0,1 4	0,2	16	12	0,3	3,8	2,4	0,1	<1	1	10,7	0, 6	15,3	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	7,4	<0,5
BAJ-5 70-71	73	0,05 4	1,0 4	0,04 9	0,2	0,3	22,2	13	0,4	3,8	2,9	0,2	<1	1	12,1	0, 5	18	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,1	<0,5
BAJ-5 75-76	50	0,05 8	1,0 8	0,04	0,1 7	0,3	19,8	13	1	4,3	3,1	0,2	<1	1	12,7	0, 5	16,7	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,2	<0,5
BAJ-5 80-81	36	0,04 6	0,8 8	0,03 6	0,1 2	0,2	15,4	11	0,4	3,7	2,1	0,1	<1	1	10,7	0, 4	13,6	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,2	<0,5
BAJ-5 85-86	35	0,04 9	0,9 4	0,03 4	0,1 3	0,5	15,8	11	0,4	3,6	2,1	0,1	<1	1	12,7	0, 5	14,3	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,1	<0,5
BAJ-5 90-91	38	0,05 4	1,0 4	0,04 1	0,1 4	0,3	17,8	12	0,4	4,2	2,5	0,2	<1	1	12,4	0, 4	16,6	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,4	<0,5

Ime	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf	In	Re	Se	Te	Tl
BAJ-5 95-96	36	0,04 9	0,9 2	0,03 6	0,1 2	0,3	15,5	11	0,4	3,4	2	0,1	<1	1	11,3	0, 4	13,9	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,7	<0,5
BAJ-5 100-101	36	0,04 8	0,9	0,03 8	0,1 2	0,2	17	10	0,5	3,6	2,1	0,1	<1	1	11,3	0, 7	13,6	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,4	<0,5
BAJ-5 115-116	31	0,04 4	0,7 7	0,04 6	0,1	0,2	12,9	9	0,4	3,3	1,9	0,1	<1	<1	9,3	0, 5	11,8	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,9	<0,5
BAJ-5 130-131	38	0,05 5	1,0 4	0,04 6	0,1 4	0,3	17,1	12	0,6	4,2	2,5	0,1	1	1	13,9	0, 3	15,8	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,6	<0,5
BAJ-5 145-146	31	0,03 6	0,6 6	0,04 2	0,0 9	0,2	12,7	8	0,3	2,8	1,7	<0,1	<1	<1	7,8	0, 5	9,9	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,4	<0,5
BAJ-5 160-161	32	0,04 8	0,8 2	0,04	0,1 1	0,2	15,4	10	1,1	3,8	2,1	0,1	<1	<1	10,7	0, 4	13,5	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	4,4	<0,5
BAJ-5 175-176	33	0,04 3	0,7 4	0,03 9	0,1	0,1	13,5	11	0,3	3,1	1,8	0,1	<1	<1	9,5	0, 3	10,8	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	3,1	<0,5
BAJ-5 190-191	37	0,05 5	0,8 6	0,04 6	0,1 2	0,2	16	11	0,6	3,6	2,3	0,1	<1	1	10,5	0, 5	13,2	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	3,9	<0,5
BAJ-5 205-206	44	0,05 6	1,0 5	0,04 4	0,1 5	0,2	18,2	13	0,4	4,4	2,6	0,2	1	1	14,6	0, 6	15,4	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	5,6	<0,5
BAJ-5 220-221	44	0,06 1	1,1 6	0,03 7	0,1 5	0,3	20,7	14	0,5	4,5	2,9	0,2	<1	2	16,3	0, 2	18,3	0,6	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,4	<0,5
BAJ-5 235-236	59	0,05 8	1,0 5	0,05 3	0,1 7	0,3	20,2	14	0,6	4,5	3	0,2	2	1	11,8	0, 2	18,9	0,5	<0,0 5	<0,00 5	1	4,7	<0,5
BAJ-5B 250-251	39	0,04 5	0,7 9	0,03 2	0,1 2	0,2	15,6	10	12,7	3,5	2,3	0,1	<1	1	9,5	0, 3	12,5	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,2	<0,5
BAJ-5B 265-266	36	0,04 4	0,8 5	0,02 6	0,1 2	0,2	16,6	11	0,4	4	2,6	0,1	<1	<1	10,6	0, 5	13	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	2,1	<0,5
BAJ-5B 280-281	33	0,04	0,7 4	0,01 9	0,1	0,2	16,8	10	0,3	3,7	2,1	0,1	<1	<1	9,4	0, 5	11,9	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	4	<0,5
BAJ-5B 295-296	32	0,03 3	0,6 3	0,01 8	0,0 8	0,1	12,9	8	0,3	3,1	1,8	<0,1	<1	<1	8,5	0, 5	9,4	0,3	<0,0 5	<0,00 5	2	7,8	<0,5
BAJ-5B 310-311	25	0,03	0,5 3	0,01 4	0,0 7	0,1	10,6	7	6,2	2,8	1,5	<0,1	<1	<1	7,4	0, 5	9,1	0,3	<0,0 5	<0,00 5	1	1,5	<0,5
BAJ-5B 325-326	24	0,03 2	0,6 1	0,01 6	0,0 8	0,1	11,8	8	0,5	3,1	1,7	<0,1	<1	<1	9,2	0, 5	10,1	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,4	<0,5
BAJ-5B 340-341	38	0,04 2	0,9 4	0,02 5	0,1 4	0,2	21	14	0,5	4,6	2,7	0,2	<1	1	10,4	0, 1	15,2	0,5	<0,0 5	<0,00 5	1	2,6	<0,5
BAJ-5B 355-356	41	0,04 8	1,1 1	0,01 6	0,1 4	0,2	22,5	16	0,5	5,3	3,1	0,2	<1	2	11,7	0, 2	17,8	0,5	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,3	<0,5
BAJ-5B 370-371	56	0,06 8	1,5 1	0,01 9	0,2	0,3	32,8	24	0,7	7,8	4,3	0,2	<1	2	16,3	0, 4	25,7	0,6	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,1	<0,5

Ime	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf	In	Re	Se	Te	Tl
BAJ-5B 385-386	38	0,04 1	0,8 9	0,01 4	0,1 2	0,2	19,2	14	0,4	4,4	2,6	0,1	<1	2	9,5	0, 2	15	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	2,5	<0,5
BAJ-5B 400-401	75	0,1	2,2 1	0,02 5	0,3	0,5	43,3	32	1	10,1	6	0,3	1	3	22,6	0, 5	36,3	1	<0,0 5	<0,00 5	1	<0,5	0,6
BAJ-5B 415-416	39	0,04 8	1,0 6	0,01 6	0,1 4	0,2	22	14	0,5	4,7	3	0,2	<1	2	10,7	0, 3	17,8	0,5	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,1	<0,5
BAJ-5B 430-431	38	0,04 2	0,9 6	0,01 7	0,1 3	0,2	19,5	13	89,2	3,9	2,7	0,1	<1	1	10,6	0, 3	16,1	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	3,2	<0,5



## 8.4.3. BAJ-7 (Crniševo)

Ime	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg
	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	%	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	%	%	mg/k g	mg/k g	%
BAJ-7 (0-1)	0,6	14,5	11,1	24	<0,1	17	2,9	103	0,59	<1	0,8	<0,1	2,7	202	0,6	0,2	0,2	26	28,1	0,02 7	7,7	31	0,2 8
BAJ-7 (5-6)	0,3	6,8	7,1	13	<0,1	7,7	2	91	0,29	2	0,5	<0,1	2,1	254	0,4	0,2	<0,1	13	38,5 2	0,02	6,6	20	0,2 1
BAJ-7 (10-11)	0,3	7,3	7,3	14	<0,1	9,4	2,1	88	0,36	4	0,6	<0,1	2,2	253	0,5	<0,1	<0,1	15	32,6 9	0,02 2	7,4	21	0,2
BAJ-7 (15-16)	0,2	6,8	6,1	12	<0,1	7,8	1,9	108	0,37	2	0,6	<0,1	2	268	0,4	<0,1	<0,1	14	35,3	0,02 4	6,2	20	0,1 9
BAJ-7 (20-21)	0,3	7,7	6,4	16	<0,1	11,3	2,7	110	0,45	<1	0,7	<0,1	2,5	269	0,3	0,2	<0,1	19	32,2	0,02 7	7,5	19	0,2
BAJ-7 (25-26)	0,3	6,2	5,4	13	<0,1	7,4	1,8	107	0,33	3	0,7	<0,1	2,1	283	0,3	<0,1	<0,1	16	35,8 3	0,02 5	6,1	15	0,1 8
BAJ-7 (30-31)	0,2	6,3	5,2	13	<0,1	6,9	1,9	121	0,34	3	0,7	<0,1	1,8	281	0,4	<0,1	<0,1	14	32,4 9	0,02 7	5,3	17	0,1 9
BAJ-7 (36-37)	0,6	11,5	8,1	15	0,1	9,4	3,3	182	0,55	3	1,2	<0,1	3,3	333	0,3	0,1	<0,1	26	29,8 2	0,04 6	9	21	0,3 2
BAJ-7 (40-41)	0,3	5	5	11	<0,1	5,3	1,7	118	0,3	4	0,6	<0,1	1,4	274	0,4	<0,1	<0,1	13	35,7 1	0,02	4,3	16	0,1 7
BAJ-7 (45-46)	0,1	3,7	3,9	7	<0,1	3,8	1,1	118	0,2	<1	0,4	<0,1	1	327	0,2	<0,1	<0,1	8	>40	0,01 8	3,3	12	0,1 5
BAJ-7 (50-51)	0,3	5,3	6,7	12	<0,1	7	1,8	129	0,33	2	0,6	<0,1	1,8	312	0,4	0,1	<0,1	18	>40	0,02 6	5,7	18	0,1 9
BAJ-7 (55-56)	0,4	5,8	6,9	14	<0,1	8,2	2,4	153	0,34	<1	0,6	<0,1	1,9	293	0,3	0,2	<0,1	18	35,2 9	0,02 9	6,1	19	0,1 9
BAJ-7 (60-61)	0,3	6	5,6	14	<0,1	7	1,8	105	0,31	1	0,7	<0,1	1,9	301	0,5	0,3	<0,1	19	39,8 4	0,02 7	5,3	15	0,1 8
BAJ-7 (65-66)	0,3	5	4,9	11	<0,1	5,8	1,6	117	0,29	1	0,7	<0,1	1,4	278	0,4	0,2	<0,1	14	38,7 5	0,02 3	4,8	14	0,1 6
BAJ-7 (70-71)	0,2	4,6	3,7	8	<0,1	4,6	1	102	0,21	<1	0,5	<0,1	1	271	0,2	<0,1	<0,1	16	>40	0,01 9	3,2	12	0,1 5
BAJ-7 (75-76)	0,2	6,1	3,8	12	<0,1	6,4	1,6	110	0,21	3	0,7	<0,1	1,4	234	0,4	<0,1	<0,1	14	39,2 3	0,02 5	4,4	15	0,1 6
BAJ-7 (80-81)	0,2	5,9	3,7	12	<0,1	5,1	1,5	90	0,25	3	0,7	<0,1	1,4	234	0,4	0,1	<0,1	16	>40	0,02 4	4,6	15	0,1 6
BAJ-7 (85-86)	0,4	5,9	4,9	14	<0,1	7,8	1,7	111	0,38	<1	0,8	<0,1	1,3	245	0,6	0,1	0,3	13	33,0 4	0,02 7	4,6	16	0,1 9

Ime	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg
BAJ-7 (90-91)	0,3	5,6	3,8	12	<0,1	5,6	1,4	91	0,23	8	0,7	<0,1	1,3	198	0,4	<0,1	<0,1	16	>40	0,026	4,5	14	0,16
BAJ-7 (95-96)	0,3	4,3	3,9	7	<0,1	2,9	0,5	113	0,1	1	0,5	<0,1	0,5	280	0,4	<0,1	<0,1	9	>40	0,015	1,7	11	0,14
BAJ-7 (100-101)	0,4	5,4	3,2	11	<0,1	5,9	1,3	107	0,26	2	0,6	<0,1	1,1	193	0,4	<0,1	<0,1	16	>40	0,029	4,2	14	0,15
BAJ-7 (105-106)	0,4	5,3	3,1	10	<0,1	4,4	1,3	121	0,26	<1	0,6	<0,1	1,1	189	0,3	0,1	<0,1	13	38,64	0,024	3,9	13	0,15
BAJ-7 (110-111)	0,2	5,5	3,6	11	<0,1	5,1	1,1	90	0,2	<1	0,6	<0,1	1,4	205	0,4	0,1	<0,1	12	37,85	0,024	4,6	13	0,16
BAJ-7 (115-116)	0,3	4,9	3,7	10	<0,1	3	1	91	0,25	<1	0,6	<0,1	1,3	199	0,4	<0,1	<0,1	14	39,59	0,025	4,4	14	0,16
BAJ-7 (120-121)	0,1	4,6	3,2	8	<0,1	4,6	1	116	0,17	2	0,6	<0,1	1,1	187	0,3	<0,1	<0,1	14	>40	0,022	3,6	13	0,15
BAJ-7 (125-126)	0,2	4,6	4,8	9	<0,1	4,2	1,4	126	0,15	<1	0,6	<0,1	1,2	256	0,3	<0,1	<0,1	13	>40	0,022	3,6	13	0,16
BAJ-7 (130-131)	0,2	4,3	4,1	9	<0,1	4,1	1,2	126	0,22	<1	0,6	<0,1	0,3	295	0,4	<0,1	<0,1	13	>40	0,022	3,3	13	0,17
BAJ-7 (135-136)	0,3	4,4	4	10	<0,1	4,4	1,6	111	0,26	<1	0,6	<0,1	1,3	307	0,3	<0,1	<0,1	12	39,25	0,021	4,3	14	0,17
BAJ-7 (140-141)	<0,1	3,5	0,9	4	<0,1	<0,1	<0,2	60	<0,01	<1	0,2	<0,1	0,3	333	<0,1	0,1	<0,1	4	>40	0,006	1,1	6	0,14
BAJ-7 (145-146)	0,2	5,5	6	11	<0,1	4,7	1,5	177	0,21	2	0,7	<0,1	1,5	361	0,5	0,1	<0,1	15	>40	0,025	4,7	15	0,19
BAJ-7 (150-151)	0,5	6,1	3,4	12	<0,1	5,5	1,8	191	0,45	4	0,8	<0,1	1,4	363	0,5	<0,1	<0,1	21	>40	0,043	4,8	15	0,19
BAJ-7 (155-156)	0,5	5,3	3,5	10	<0,1	3,9	1,6	179	0,38	5	0,7	<0,1	1,2	339	0,4	<0,1	<0,1	18	>40	0,023	4,6	14	0,18
BAJ-7 (161-162)	0,7	3,4	1,7	6	<0,1	1,3	0,8	168	0,11	<1	0,7	<0,1	0,7	347	0,4	<0,1	<0,1	12	>40	0,014	3,1	10	0,15
BAJ-7 (165-166)	0,4	4,3	1,7	6	<0,1	1,5	0,6	138	0,1	<1	0,6	<0,1	0,7	350	0,2	<0,1	<0,1	14	>40	0,013	2,3	10	0,15
BAJ-7 (170-171)	0,4	4,8	1,8	4	<0,1	1	0,6	187	0,1	<1	0,6	<0,1	0,7	348	0,2	<0,1	<0,1	11	>40	0,015	2,8	9	0,15
BAJ-7 (175-176)	0,6	3,5	1,7	6	<0,1	0,8	0,6	167	0,09	3	0,6	<0,1	0,6	337	0,2	<0,1	<0,1	7	>40	0,014	2,2	9	0,14
BAJ-7 (180-181)	0,4	3,4	1,9	5	0,2	1,8	0,7	153	0,11	<1	0,6	<0,1	0,7	336	0,2	<0,1	<0,1	8	>40	0,015	2,9	9	0,14
BAJ-7 (185-186)	0,4	3,1	1,6	5	<0,1	0,9	0,7	148	0,08	<1	0,6	<0,1	0,6	351	0,1	<0,1	<0,1	5	>40	0,013	2,4	12	0,14

Ime	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg
BAJ-7 (190-191)	0,5	3	1,4	4	0,2	2,9	0,4	141	0,07	<1	0,5	<0,1	0,6	377	0,1	<0,1	<0,1	5	>40	0,012	2,1	9	0,14
BAJ-7 (195-196)	0,2	2,4	1,9	5	<0,1	1,2	<0,2	113	0,03	2	0,5	<0,1	0,4	392	<0,1	<0,1	<0,1	3	>40	0,011	1,6	7	0,14
BAJ-7 (200-201)	0,1	1,9	0,7	3	<0,1	0,4	<0,2	112	<0,01	2	0,4	<0,1	0,2	400	0,1	<0,1	<0,1	3	>40	0,009	1,3	6	0,13
BAJ-7 (205-206)	0,1	1,8	0,7	3	<0,1	0,3	<0,2	130	<0,01	<1	0,4	<0,1	0,3	421	0,1	<0,1	<0,1	6	>40	0,009	1,1	6	0,14
BAJ-7 (210-211)	0,2	1,8	0,6	2	<0,1	0,1	<0,2	130	<0,01	<1	0,4	<0,1	0,2	422	<0,1	<0,1	<0,1	4	>40	0,009	1	6	0,13
BAJ-7 (215-216)	0,2	2,9	1,5	9	<0,1	1,3	0,4	121	0,07	6	0,5	<0,1	0,5	364	0,1	<0,1	<0,1	8	>40	0,01	1,8	9	0,14
BAJ-7 (220-221)	0,3	6,5	3,8	13	<0,1	7,5	2,5	289	0,38	<1	0,8	<0,1	1,6	360	0,4	<0,1	<0,1	16	33,22	0,039	5,3	16	0,18
BAJ-7 (225-226)	0,3	5,2	3,5	12	<0,1	5,6	2,2	285	0,32	3	0,7	<0,1	1,5	353	0,5	<0,1	<0,1	14	38,59	0,024	4,7	15	0,17
BAJ-7 (230-231)	0,4	5,6	3,9	12	<0,1	6,7	2,4	322	0,35	4	0,8	<0,1	1,6	355	0,5	<0,1	<0,1	18	37,72	0,026	5,3	16	0,18
BAJ-7 (235-236)	0,3	5,1	3,6	12	<0,1	4,9	2,2	290	0,33	2	0,8	<0,1	1,5	353	0,5	<0,1	<0,1	16	39	0,036	5,3	15	0,18
BAJ-7 (240-241)	0,6	5,4	3,2	9	<0,1	3,8	1,6	314	0,26	3	0,7	<0,1	1,4	357	0,4	<0,1	<0,1	14	>40	0,024	4,1	14	0,16
BAJ-7 (245-246)	0,8	2,9	1	6	<0,1	0,5	0,3	119	<0,01	<1	0,6	<0,1	0,3	361	0,2	<0,1	<0,1	6	>40	0,011	1,4	7	0,12
BAJ-7 (251-252)	0,5	4,1	2,6	8	<0,1	4,2	1,5	237	0,21	4	0,7	<0,1	1,1	344	0,3	<0,1	<0,1	12	39,41	0,019	3,7	12	0,16
BAJ-7 (255-256)	0,6	4,4	2,7	10	<0,1	5,4	1,8	253	0,23	6	0,7	<0,1	1,1	356	0,4	<0,1	<0,1	14	>40	0,028	4	13	0,16
BAJ-7 (295-296)	0,4	2,2	0,6	2	<0,1	0,8	<0,2	55	<0,01	3	0,6	<0,1	0,2	359	<0,1	<0,1	<0,1	4	>40	0,006	1,1	6	0,13
BAJ-7 (300-301)	0,5	1,8	0,5	1	<0,1	0,4	<0,2	55	<0,01	<1	0,6	<0,1	0,2	365	0,1	<0,1	<0,1	3	>40	0,006	0,7	6	0,13
BAJ-7 (310-311)	0,7	1,6	0,7	1	<0,1	0,1	<0,2	68	<0,01	<1	0,4	<0,1	0,2	375	<0,1	<0,1	<0,1	<1	>40	0,006	1,4	6	0,12
BAJ-7 (320-321)	1	1,8	0,4	1	<0,1	0,6	<0,2	78	<0,01	5	0,4	<0,1	0,2	391	<0,1	<0,1	<0,1	3	>40	0,007	1,2	6	0,13
BAJ-7 (330-331)	0,5	1,9	0,6	3	<0,1	0,3	<0,2	55	<0,01	<1	0,4	<0,1	0,1	374	<0,1	<0,1	<0,1	3	>40	0,005	0,8	5	0,14
BAJ-7 (340-341)	0,3	2,1	0,4	2	<0,1	1,4	<0,2	58	<0,01	3	0,4	<0,1	0,2	345	<0,1	<0,1	<0,1	2	>40	0,007	1	4	0,12

Ime	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg
BAJ-7 (350-351)	0,3	1,9	0,6	2	<0,1	1,9	<0,2	68	<0,01	2	0,3	<0,1	0,2	330	0,1	<0,1	<0,1	3	>40	0,007	1,2	6	0,13
BAJ-7 (360-361)	0,1	1,4	1,2	2	<0,1	1,6	<0,2	62	<0,01	2	0,3	<0,1	0,3	316	<0,1	<0,1	<0,1	<1	>40	0,007	1,2	6	0,1
BAJ-7 (370-371)	0,5	2,3	1	4	<0,1	1,8	<0,2	64	<0,01	<1	0,5	<0,1	0,5	340	<0,1	<0,1	<0,1	8	>40	0,009	2,4	7	0,1
BAJ-7 (380-381)	0,5	6,2	3,8	13	<0,1	7,3	3	298	0,41	5	0,8	<0,1	1,7	368	0,5	<0,1	<0,1	21	>40	0,028	5,5	17	0,18
BAJ-7 (390-391)	0,3	4,9	3,4	10	<0,1	6,2	1,9	245	0,3	<1	0,7	<0,1	1,4	370	0,3	<0,1	<0,1	15	39,82	0,023	5	14	0,16
BAJ-7 (400-401)	0,5	3,7	1,7	5	<0,1	3,5	1,3	242	0,22	5	0,6	<0,1	0,8	393	0,2	<0,1	<0,1	16	>40	0,019	2,8	12	0,14
BAJ-7 (410-411)	0,3	6,2	4	15	<0,1	9,5	2,9	209	0,45	4	0,8	<0,1	2	316	0,4	0,2	<0,1	21	32,26	0,031	6	20	0,19
BAJ-7 (420-421)	0,6	6,4	3,9	14	<0,1	9,6	2,6	163	0,47	5	0,7	<0,1	1,9	205	0,4	0,1	<0,1	20	38,79	0,037	5,5	20	0,17
BAJ-7 (430-431)	0,2	5,9	3,8	14	<0,1	7,2	2	131	0,21	3	0,6	<0,1	1,9	180	0,4	<0,1	<0,1	14	39,69	0,024	5,5	18	0,15
BAJ-7 (440-441)	0,3	5,5	3,3	10	<0,1	7,7	1,5	105	0,2	2	0,5	<0,1	1,7	163	0,4	<0,1	<0,1	14	37,31	0,021	5,4	14	0,14
BAJ-7 (450-451)	0,2	4,6	2,7	8	0,1	6	1,1	93	0,12	<1	0,5	<0,1	1,3	174	0,3	<0,1	<0,1	9	>40	0,018	5,2	13	0,13
BAJ-7 (455-456)	0,2	4,9	3,1	8	<0,1	5,1	1,4	106	0,15	2	0,7	<0,1	1,6	203	0,2	<0,1	<0,1	11	>40	0,021	4,9	13	0,15
BAJ-7 (456-457)	0,1	4,5	2,9	9	<0,1	6,4	1,1	94	0,14	5	0,6	<0,1	1,5	197	0,4	<0,1	<0,1	9	39,81	0,021	5,1	12	0,14
BAJ-7 (460-461)	0,2	3,6	1,8	6	<0,1	4,3	0,7	93	0,06	2	0,5	<0,1	0,9	193	0,2	<0,1	<0,1	3	39,24	0,015	2,9	11	0,12
BAJ-7 (464-465)	0,4	3	1,4	6	<0,1	2,7	1,1	112	0,2	<1	0,6	<0,1	0,6	242	0,3	<0,1	<0,1	<1	37,84	0,012	2,5	9	0,13
BAJ-7 (470-471)	0,2	2,5	1,2	5	<0,1	3,1	0,8	105	0,17	<1	0,4	<0,1	0,5	268	0,2	<0,1	<0,1	<1	38,89	0,012	2	9	0,14
BAJ-7 (480-481)	0,4	3,4	2	8	<0,1	4	1,2	109	0,29	<1	0,6	<0,1	0,9	227	0,3	<0,1	<0,1	2	37,86	0,016	2,9	12	0,14
BAJ-7 (490-491)	0,4	2,6	1,6	6	<0,1	3	0,9	122	0,21	<1	0,5	<0,1	0,7	280	0,2	<0,1	<0,1	4	36,98	0,014	2,4	10	0,15
BAJ-7 (500-501)	0,5	4,7	4,4	11	<0,1	5,4	1,9	166	0,31	2	0,8	<0,1	2	212	0,4	0,1	<0,1	8	33,29	0,024	5,4	15	0,19
BAJ-7 (504-505)	2,1	11,7	17,8	29	<0,1	9	5,5	282	0,89	2	3,5	<0,1	9,5	307	0,4	0,3	0,2	27	25,53	0,043	17,4	21	0,6

Ime	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg
BAJ-7 (505-506)	1,3	8,4	9,9	19	<0,1	7	3,2	208	0,64	<1	2,2	<0,1	5,3	276	0,4	0,2	0,1	15	29,8 3	0,03 2	11,2	17	0,3 9
BAJ-7 (510-511)	0,4	2,9	1,9	7	<0,1	2,7	1,3	114	0,29	<1	0,6	<0,1	0,7	265	0,3	<0,1	<0,1	6	38,0 1	0,01 6	2,6	10	0,1 5
BAJ-7 (520-521)	0,3	2,4	1,6	5	<0,1	1,4	1,1	121	0,25	<1	0,5	<0,1	0,7	214	0,3	<0,1	<0,1	<1	35,3 1	0,01 5	2,3	9	0,1 2
BAJ-7 (530-531)	0,3	3,4	2	7	<0,1	2,4	1,3	102	0,27	<1	0,6	<0,1	1	220	0,3	<0,1	<0,1	2	35,5 7	0,01 1	3,3	11	0,1 2
BAJ-7 (540-541)	0,3	3,3	2,1	8	<0,1	4,1	1,3	116	0,29	<1	0,5	<0,1	1	253	0,3	<0,1	<0,1	3	34,5 6	0,01 4	3	11	0,1 3
BAJ-7 (550-551)	0,3	4	3,9	13	<0,1	4,4	2,1	119	0,4	<1	0,5	<0,1	1,9	253	0,4	0,1	<0,1	9	33,4 2	0,01 7	5,4	14	0,1 4
BAJ-7 (554-555)	0,3	3,5	2,7	9	<0,1	3,5	1,7	121	0,34	<1	0,6	<0,1	1,2	255	0,4	<0,1	<0,1	6	35,2 4	0,01 4	3,9	13	0,1 3
BAJ-7 (560-561)	0,2	2,7	2,7	6	<0,1	2,4	1,4	107	0,27	<1	0,6	<0,1	1	271	0,3	<0,1	<0,1	6	34,8 6	0,01 4	3,4	12	0,1 3
BAJ-7 (570-571)	0,3	3,4	2,5	8	<0,1	4,6	1,5	127	0,28	<1	0,6	<0,1	1,1	285	0,4	<0,1	<0,1	7	36,1	0,01 6	3,3	11	0,1 3
BAJ-7 (574-575)	0,3	2,7	1,9	7	<0,1	2,7	1,3	114	0,26	3	0,5	<0,1	0,8	259	0,4	<0,1	<0,1	4	35,5 1	0,01 4	2,7	10	0,1 2
BAJ-7 (595-596)	0,2	3	1,8	7	0,1	2,9	1	87	0,24	<1	0,6	<0,1	0,7	251	0,3	<0,1	<0,1	3	36,2 5	0,01 1	2,4	10	0,1 2
BAJ-7 (600-601)	0,4	2,7	1,5	4	<0,1	1,4	0,7	128	0,18	<1	0,6	<0,1	1	287	0,1	<0,1	0,2	2	37,0 9	0,01 1	1,9	9	0,1 2
BAJ-7 (610-611)	0,3	2,8	2,1	7	<0,1	2,8	1,2	92	0,26	<1	0,6	<0,1	1,4	264	0,3	<0,1	<0,1	6	36,8 1	0,01 3	2,9	11	0,1 2
BAJ-7 (620-621)	0,2	3,1	1,6	5	<0,1	2,9	1	90	0,22	1	0,5	<0,1	0,8	258	0,5	<0,1	<0,1	5	36,9 3	0,01 3	2	9	0,1 1
BAJ-7 (630-631)	0,3	2,2	1,5	7	<0,1	2,4	1	114	0,23	<1	0,5	<0,1	0,7	259	0,3	<0,1	<0,1	2	35,7 7	0,01 2	2,3	10	0,1 2
BAJ-7 (640-641)	0,1	2,9	2	7	<0,1	2,6	1,2	105	0,25	<1	0,5	<0,1	1,1	246	0,2	<0,1	<0,1	4	36,9 4	0,01 3	3	11	0,1 2
BAJ-7 (649-650)	0,2	2,9	1,8	6	<0,1	2	1,2	91	0,3	3	0,5	<0,1	0,9	266	0,3	<0,1	<0,1	5	38,1 1	0,01 4	2,9	11	0,1 2
BAJ-7 (660-661)	0,1	2,9	2,3	7	<0,1	2,9	1,4	99	0,27	6	0,6	<0,1	1,2	259	0,4	<0,1	<0,1	3	36,3 8	0,01 8	3,8	11	0,1 3
BAJ-7 (670-671)	0,3	3,8	3	10	<0,1	4,4	1,6	113	0,35	4	0,6	<0,1	2	242	0,3	<0,1	<0,1	6	36,8 1	0,01 6	5	14	0,1 3
BAJ-7 (680-681)	0,4	4,5	3,9	12	<0,1	4,5	2,3	136	0,42	<1	0,6	<0,1	2,1	227	0,5	<0,1	<0,1	1	35,4 6	0,01 9	6,1	14	0,1 3

Ime	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg
BAJ-7 (690-691)	0,3	4,7	4,8	15	<0,1	5,8	2,3	128	0,41	<1	0,6	<0,1	2,6	209	0,4	0,1	<0,1	5	33,4 9	0,02 2	6,9	18	0,1 4
BAJ-7 (700-701)	0,3	7	7,8	21	<0,1	10,6	3,9	140	0,6	<1	0,8	<0,1	4,7	209	0,5	0,1	0,2	12	30,9 8	0,03	12,3	24	0,1 8
BAJ-7 (710-711)	0,3	6,2	6,3	19	<0,1	11,2	3,3	154	0,53	<1	0,7	<0,1	3,5	208	0,5	0,1	0,1	11	31,6 4	0,02 8	9,9	20	0,1 6
BAJ-7 (720-721)	0,3	4,8	4,3	15	<0,1	6,3	2,6	151	0,42	2	0,7	<0,1	2,4	209	0,4	0,1	<0,1	6	33,7 7	0,03	6,6	17	0,1 3
BAJ-7 (730-731)	0,4	5,3	5,7	16	<0,1	8,4	2,7	138	0,47	<1	0,7	<0,1	3,2	203	0,5	0,1	0,1	13	32,8 7	0,02 4	9	16	0,1 5
BAJ-7 (740-741)	0,5	6,4	6,4	20	<0,1	8,5	3,2	130	0,58	<1	0,8	<0,1	3,5	213	0,5	0,2	0,1	18	33,3 6	0,02 5	10,2	19	0,1 6
BAJ-7 (750-751)	0,2	2,9	2,4	8	<0,1	3,8	1,6	113	0,33	<1	0,5	<0,1	1,1	212	0,3	<0,1	<0,1	3	37,1	0,01 7	3,5	13	0,1 1
BAJ-7 (760-761)	0,2	5,8	4,3	12	<0,1	5,5	2,1	130	0,43	4	0,6	<0,1	2	233	0,4	<0,1	<0,1	9	36,4 9	0,02	6,2	16	0,1 4
BAJ-7 (770-771)	0,3	9	10,2	30	<0,1	13,2	4,2	163	0,79	3	0,9	<0,1	6	222	0,9	0,3	0,2	27	29,1 4	0,03 7	16,9	34	0,2 1
BAJ-7 (774-775)	0,4	10,7	12	36	<0,1	18,3	5,1	181	0,98	2	1	<0,1	7,1	218	0,8	0,2	0,3	36	28,5 4	0,04 2	19,6	44	0,2 4
BAJ-7 (780-781)	0,4	7,4	10,3	29	<0,1	16,1	4,8	146	0,85	4	0,9	<0,1	5,5	210	0,8	0,1	0,2	35	32,4 3	0,03 3	15,9	34	0,2
BAJ-7 (790-791)	0,2	7,8	9,4	26	<0,1	14,9	4,1	164	0,83	<1	0,8	<0,1	5,3	217	0,6	0,1	0,2	31	32,9 5	0,03 5	15,5	33	0,1 9
BAJ-7 (796-797)	0,6	9,7	13,1	33	<0,1	19,5	6,8	245	1,12	6	0,8	<0,1	7,8	222	0,7	0,4	0,3	43	29,9 8	0,04 6	20,2	45	0,2 4
BAJ-7 (800-801)	0,6	8,3	12,2	31	<0,1	17,6	5,9	190	1,03	5	0,9	<0,1	7,2	209	1	0,1	0,2	42	29,1 2	0,04 2	19,4	42	0,2 3
BAJ-7 (804-805)	0,7	9,2	13,1	37	0,1	22,7	5,3	185	1,12	7	1,1	<0,1	7,8	216	0,8	0,2	0,2	49	29,6	0,04 3	21,2	47	0,2 4
BAJ-7 (810-811)	0,3	4,9	9	22	<0,1	14,4	4,3	189	0,82	4	0,8	<0,1	5,7	224	0,7	0,2	0,2	30	31,0 9	0,04	14,7	32	0,1 9
BAJ-7 (820-821)	0,5	6,6	6,7	20	<0,1	10,2	3,1	152	0,62	<1	0,7	<0,1	3,6	242	0,3	0,2	0,1	25	31,6 4	0,02 9	10,6	24	0,1 6
BAJ-7 (830-831)	0,4	3,8	4,4	11	<0,1	7,4	2,1	154	0,46	2	0,7	<0,1	1,9	268	0,2	0,2	<0,1	17	35,7 8	0,02 5	6,5	16	0,1 3
BAJ-7 (835-836)	0,3	4,2	3,5	12	<0,1	8,3	2	160	0,41	3	0,6	<0,1	1,7	293	0,2	<0,1	<0,1	15	38,4 9	0,02 5	5	15	0,1 3



Ime	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf	In	Re	Se	Te	Tl
	mg/k g	%	%	%	%	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	%	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g
BAJ-7 (0-1)	45	0,06 5	1,5 6	0,25	0,26	0,3	25,9	15	10,3	4,4	3,6	0,2	<1	2	19,4	0, 8	25,8	0,6	<0,0 5	<0,00 5	2	2,6	<0,5
BAJ-7 (5-6)	36	0,04 5	1,0 5	0,20 6	0,17	0,2	18,2	11	0,5	3,7	2,6	0,2	<1	1	12,2	0, 3	16,5	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	3,6	<0,5
BAJ-7 (10-11)	42	0,04 9	1,1 2	0,19 5	0,18	0,2	20,7	12	0,5	3,9	2,8	0,1	<1	2	12,7	0, 3	17,5	0,5	<0,0 5	<0,00 5	1	4,9	<0,5
BAJ-7 (15-16)	39	0,04 6	1,0 3	0,18 4	0,17	0,3	17,9	11	0,4	3,5	2,6	0,1	<1	2	11,1	0, 3	15,7	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	3,3	<0,5
BAJ-7 (20-21)	46	0,05 3	1,2 2	0,19 2	0,2	0,3	21,7	14	0,4	4	3	0,2	<1	2	13,7	0, 5	18,6	0,5	<0,0 5	<0,00 5	2	8,8	<0,5
BAJ-7 (25-26)	43	0,04 2	0,9 2	0,17 9	0,16	0,2	17,6	11	0,4	3,3	2,5	0,1	<1	1	10,3	0, 3	14,9	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	3	<0,5
BAJ-7 (30-31)	58	0,03 7	0,8 9	0,19 9	0,19	0,2	15,8	10	0,3	2,9	2,4	0,1	<1	1	9,4	0, 4	14,6	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	7,5	<0,5
BAJ-7 (36-37)	192	0,06 7	1,4 7	0,31 4	0,55	0,5	28,9	17	0,5	4,2	4,7	0,2	2	2	10,1	0, 4	35,1	0,6	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,8	<0,5
BAJ-7 (40-41)	33	0,02 9	0,7 5	0,15	0,13	0,2	12,5	8	0,3	2,6	1,8	<0,1	<1	<1	7,6	0, 3	11,4	0,3	<0,0 5	<0,00 5	1	6,6	<0,5
BAJ-7 (45-46)	26	0,02 2	0,5 3	0,13 2	0,09	0,1	9,1	6	0,3	1,8	1,4	<0,1	<1	<1	5,1	0, 6	8,2	0,2	<0,0 5	<0,00 5	1	6,3	<0,5
BAJ-7 (50-51)	36	0,03 7	0,9 1	0,2	0,15	0,2	15,5	10	0,3	3	2,1	0,1	<1	1	9,6	0, 5	13,4	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	9,2	<0,5
BAJ-7 (55-56)	37	0,04 1	1,0 1	0,18	0,15	0,2	17,4	11	0,4	3,3	2,5	0,1	<1	1	10,7	0, 6	15	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	7	<0,5
BAJ-7 (60-61)	38	0,03 9	0,9 3	0,18 2	0,15	0,2	17,4	10	0,5	3,2	2,3	0,1	<1	1	9,8	0, 7	14,5	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	3,3	<0,5
BAJ-7 (65-66)	31	0,02 8	0,7 1	0,21	0,12	0,2	12,1	8	0,3	2,4	1,7	<0,1	<1	1	7,2	0, 5	10,3	0,3	<0,0 5	0,005	1	3,5	<0,5
BAJ-7 (70-71)	28	0,02 2	0,5 1	0,15 5	0,09	0,1	8,7	6	0,3	1,8	1,5	<0,1	<1	<1	5,8	0, 4	7,9	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	8,3	<0,5
BAJ-7 (75-76)	31	0,02 9	0,7 4	0,16 2	0,13	0,2	12,1	8	0,3	2,4	1,8	<0,1	<1	1	7	0, 3	10,6	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,7	<0,5
BAJ-7 (80-81)	37	0,03 5	0,7 5	0,16 3	0,13	0,2	13,4	8	0,3	2,5	1,8	<0,1	<1	1	8,3	0, 4	11,4	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,1	<0,5
BAJ-7 (85-86)	33	0,04 3	0,7 3	0,18 1	0,12	0,2	11,9	9	0,4	2,8	1,6	0,1	<1	<1	7,9	0, 4	10,8	0,3	<0,0 5	<0,00 5	2	<0,5	<0,5
BAJ-7 (90-91)	34	0,03 1	0,7 5	0,16 3	0,13	0,1	12,2	8	0,4	2,5	1,7	<0,1	<1	1	7,1	0, 3	10,6	0,3	<0,0 5	<0,00 5	1	5,4	<0,5

Ime	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf	In	Re	Se	Te	Tl
BAJ-7 (95-96)	22	0,01 2	0,3	0,12 2	0,05	0,1	5,4	10	0,1	1,1	0,7	<0,1	<1	<1	2,8	0, 4	4,4	0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	7,2	<0,5
BAJ-7 (100-101)	35	0,02 5	0,7	0,15 8	0,11	0,1	11,6	7	0,3	2,3	1,5	<0,1	<1	<1	6,1	0, 5	8,8	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	7,8	<0,5
BAJ-7 (105-106)	33	0,02 5	0,6 4	0,14 3	0,11	0,1	10,7	7	0,2	2,2	1,6	<0,1	<1	<1	5,9	0, 3	9,1	0,2	<0,0 5	<0,00 5	1	3,7	<0,5
BAJ-7 (110-111)	43	0,02 9	0,7 1	0,16 16	0,14	0,1	13,1	8	0,3	2,3	2,1	0,1	<1	1	6,3	0, 2	11,2	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	5	<0,5
BAJ-7 (115-116)	33	0,02 8	0,6 7	0,13 3	0,11	0,2	12	7	0,2	2,2	1,8	<0,1	<1	<1	6,8	0, 6	9,9	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	3	<0,5
BAJ-7 (120-121)	29	0,02 5	0,6 1	0,16 8	0,1	<0,1	10,4	7	0,4	2,1	1,5	<0,1	<1	<1	6,4	0, 3	8,8	0,2	<0,0 5	<0,00 5	1	3,1	<0,5
BAJ-7 (125-126)	30	0,02 7	0,6 4	0,14 2	0,11	0,1	12,1	7	0,3	2,3	1,7	<0,1	<1	<1	7,2	0, 3	9,1	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	4,5	<0,5
BAJ-7 (130-131)	30	0,02 5	0,5 9	0,15 8	0,1	0,1	3,6	6	0,4	2	1,6	<0,1	<1	<1	6,7	0, 4	8,6	0,1	<0,0 5	0,005	<1	12,2	<0,5
BAJ-7 (135-136)	32	0,03	0,7 3	0,12	0,12	0,1	12,6	8	0,3	2,5	1,8	0,1	<1	1	8,5	0, 4	10,3	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	4,6	<0,5
BAJ-7 (140-141)	16	0,00 6	0,1 6	0,05 7	0,02	<0,1	3,3	2	<0,1	0,6	0,6	<0,1	<1	<1	1,8	0, 3	2	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,7	<0,5
BAJ-7 (145-146)	35	0,03 4	0,7 7	0,14 9	0,13	0,2	13,5	9	0,3	2,8	1,9	0,1	<1	1	8,7	0, 3	11,2	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,4	<0,5
BAJ-7 (150-151)	37	0,03 3	0,7 8	0,16 6	0,13	0,2	13,5	9	0,3	2,8	1,9	0,1	<1	1	8,1	0, 8	11,2	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,1	<0,5
BAJ-7 (155-156)	34	0,02 9	0,6 8	0,12 3	0,12	0,1	11,9	8	0,2	2,4	1,7	<0,1	<1	<1	7,5	0, 5	9,8	0,6	<0,0 5	<0,00 5	1	3,4	<0,5
BAJ-7 (161-162)	23	0,01 7	0,3 8	0,09 9	0,06	<0,1	7,6	4	0,2	1,4	1,1	<0,1	<1	<1	4,5	0, 3	5,4	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,5	<0,5
BAJ-7 (165-166)	22	0,01 5	0,3 7	0,07	0,06	<0,1	7,2	4	0,2	1,5	1	<0,1	<1	<1	4,4	0, 3	5,2	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	5	<0,5
BAJ-7 (170-171)	24	0,01 6	0,3 7	0,07 9	0,06	0,1	7,8	4	0,3	1,4	1,2	<0,1	<1	<1	4,6	0, 4	5,7	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	12,5	<0,5
BAJ-7 (175-176)	22	0,01 5	0,3 6	0,08 3	0,06	0,1	7,2	4	0,2	1,3	0,9	<0,1	<1	<1	4,5	0, 4	5,1	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	7,1	<0,5
BAJ-7 (180-181)	24	0,01 5	0,3 7	0,11 2	0,06	<0,1	7	4	0,3	1,3	1	<0,1	<1	<1	4,4	0, 4	5,3	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	8,7	<0,5
BAJ-7 (185-186)	23	0,01 3	0,3 3	0,06 4	0,06	0,1	6,4	4	0,3	1,3	0,9	<0,1	<1	<1	3,9	0, 3	4,7	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,2	<0,5
BAJ-7 (190-191)	20	0,01 2	0,2 9	0,06 7	0,04	<0,1	5,7	3	0,4	1,2	0,8	<0,1	<1	<1	3,6	0, 5	4,4	0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	2	<0,5

Ime	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf	In	Re	Se	Te	Tl
BAJ-7 (200-201)	16	0,00 6	0,1 3	0,08 2	0,02	<0,1	3,5	2	0,8	0,7	0,4	<0,1	<1	<1	1,8	0, 3	2,1	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	5	<0,5
BAJ-7 (205-206)	16	0,00 5	0,1 2	0,05 6	0,02	<0,1	2,7	2	0,1	0,7	0,4	<0,1	<1	<1	1,5	0, 3	2	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,1	<0,5
BAJ-7 (210-211)	15	0,00 6	0,1 2	0,06 3	0,02	<0,1	2,8	2	0,1	0,6	0,5	<0,1	<1	<1	1,4	0, 3	2	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	4,2	<0,5
BAJ-7 (215-216)	19	0,01 2	0,2 8	0,06 3	0,04	<0,1	5,8	3	0,2	1,2	0,8	<0,1	<1	<1	3,4	0, 2	4,6	0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,7	<0,5
BAJ-7 (220-221)	38	0,03 5	0,8 4	0,07 4	0,13	0,2	15,2	10	0,4	2,9	2,2	0,1	<1	1	9,8	0, 5	12,2	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,9	<0,5
BAJ-7 (225-226)	37	0,03 2	0,8	0,08 6	0,12	0,2	14,1	9	0,3	2,6	2,1	0,1	<1	1	9,3	0, 4	11,3	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	4,5	<0,5
BAJ-7 (230-231)	40	0,03 5	0,8 5	0,08 2	0,13	0,2	16	10	0,4	3	2	0,1	<1	1	9,4	0, 4	12	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	7	<0,5
BAJ-7 (235-236)	39	0,03 4	0,8 1	0,06 8	0,12	0,2	15,6	9	1,1	2,8	2,1	0,1	<1	1	9,5	0, 4	11,9	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	7,4	<0,5
BAJ-7 (240-241)	35	0,02 8	0,7	0,06 5	0,11	0,2	12,9	8	0,3	2,5	1,8	<0,1	<1	<1	8	0, 3	10,3	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,5	<0,5
BAJ-7 (245-246)	16	0,00 8	0,1 9	0,04 4	0,02	<0,1	4	2	0,1	0,9	0,6	<0,1	<1	<1	2,1	0, 2	3,1	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,8	<0,5
BAJ-7 (251-252)	30	0,02 4	0,5 7	0,04 8	0,09	0,1	10,1	7	0,2	2	1,4	<0,1	<1	<1	6,6	0, 4	8,5	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	6,3	<0,5
BAJ-7 (255-256)	31	0,02 6	0,6 2	0,06 2	0,09	0,1	10,8	7	0,2	2,1	1,6	<0,1	<1	<1	6,8	0, 4	8,8	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	9,1	<0,5
BAJ-7 (295-296)	13	0,00 5	0,1 1	0,00 9	0,01	<0,1	2,5	1	0,1	0,6	0,5	<0,1	<1	<1	1,2	0, 2	1,7	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,1	<0,5
BAJ-7 (300-301)	14	0,00 4	0,1	0,00 9	0,01	<0,1	2,2	1	0,1	0,5	0,3	<0,1	<1	<1	1,4	0, 2	1,6	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	7,6	<0,5
BAJ-7 (310-311)	13	0,00 3	0,0 9	0,01	0,01	<0,1	2,2	1	0,2	0,5	0,3	<0,1	<1	<1	1,4	0, 2	1,5	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	9,6	<0,5
BAJ-7 (320-321)	13	0,00 4	0,0 8	0,01	0,01	<0,1	2,1	1	0,3	0,5	0,2	<0,1	<1	<1	1,1	0, 3	1,3	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,4	<0,5
BAJ-7 (330-331)	13	0,00 3	0,0 8	0,01 1	<0,0 1	<0,1	1,8	1	1,8	0,4	0,2	<0,1	<1	<1	1,1	0, 3	1,2	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	11,1	<0,5
BAJ-7 (340-341)	12	0,00 4	0,0 9	0,01	0,01	<0,1	2,1	1	<0,1	0,5	0,4	<0,1	<1	<1	1,2	0, 2	1,4	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,5	<0,5
BAJ-7 (350-351)	13	0,00 5	0,1 3	0,01	0,02	<0,1	2,7	2	<0,1	0,7	0,4	<0,1	<1	<1	2	0, 3	2,2	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	8	<0,5
BAJ-7 (360-361)	14	0,00 6	0,1 3	0,01	0,02	<0,1	2,7	2	0,2	0,7	0,4	<0,1	<1	<1	1,9	0, 3	2,2	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,6	<0,5

Ime	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf	In	Re	Se	Te	Tl
BAJ-7 (370-371)	16	0,009	0,2	0,011	0,02	<0,1	4,9	3	<0,1	1	0,9	<0,1	<1	<1	2,5	0,2	3,3	<0,1	<0,05	<0,005	<1	6,3	<0,5
BAJ-7 (380-381)	41	0,039	0,9	0,024	0,14	0,2	15,5	10	0,4	3,1	2,3	0,1	<1	1	9,2	0,5	12,7	0,3	<0,05	<0,005	<1	9,6	<0,5
BAJ-7 (390-391)	35	0,033	0,75	0,02	0,11	0,2	14,6	9	0,3	3	1,9	0,1	<1	<1	8,8	0,4	11,1	0,3	<0,05	<0,005	<1	4,5	<0,5
BAJ-7 (400-401)	25	0,018	0,41	0,014	0,06	<0,1	8,8	5	0,7	1,7	1,1	<0,1	<1	<1	5,1	0,5	5,9	0,2	<0,05	<0,005	<1	3,7	<0,5
BAJ-7 (410-411)	46	0,045	1,03	0,03	0,16	0,3	18,8	12	0,9	3,3	2,8	0,2	<1	1	10,9	0,4	14,5	0,5	<0,05	<0,005	<1	7,1	<0,5
BAJ-7 (420-421)	41	0,042	0,99	0,021	0,15	0,2	17,5	11	0,4	3,3	2,5	0,1	<1	1	10,7	0,4	14,5	0,4	<0,05	<0,005	<1	4,2	<0,5
BAJ-7 (430-431)	39	0,041	0,94	0,019	0,14	0,2	17	11	0,4	3,3	2,4	0,1	<1	1	10,3	0,1	14,8	0,4	<0,05	<0,005	<1	2,3	<0,5
BAJ-7 (440-441)	36	0,037	0,87	0,018	0,12	0,2	15,6	9	8,7	3	2,3	0,1	<1	1	9,4	0,2	13,4	0,4	<0,05	<0,005	<1	2,9	<0,5
BAJ-7 (450-451)	34	0,027	0,67	0,018	0,11	0,1	12,7	8	0,2	2,4	1,9	<0,1	<1	<1	5,9	0,2	10,2	0,3	<0,05	<0,005	<1	8,4	<0,5
BAJ-7 (455-456)	50	0,031	0,76	0,03	0,16	0,2	14,7	9	0,3	2,5	2,1	0,1	<1	<1	6,7	0,2	12,5	0,4	<0,05	<0,005	<1	5,2	<0,5
BAJ-7 (456-457)	49	0,03	0,7	0,027	0,15	0,2	13,6	9	0,3	2,5	2	<0,1	<1	<1	5,4	0,1	11,8	0,3	<0,05	<0,005	<1	6,5	<0,5
BAJ-7 (460-461)	24	0,02	0,44	0,011	0,07	0,1	8,2	5	0,2	1,6	1,3	<0,1	<1	<1	4,2	0,2	6,6	0,2	<0,05	<0,005	<1	5,7	<0,5
BAJ-7 (464-465)	22	0,014	0,29	0,014	0,05	<0,1	5,5	4	0,2	1,3	0,8	<0,1	<1	<1	3	0,3	4,4	0,1	<0,05	<0,005	<1	2,3	<0,5
BAJ-7 (470-471)	21	0,012	0,26	0,014	0,05	<0,1	4,9	3	0,2	1,1	0,7	<0,1	<1	<1	2,8	0,3	3,6	0,1	<0,05	<0,005	<1	3	<0,5
BAJ-7 (480-481)	26	0,021	0,44	0,017	0,07	0,1	7,8	5	0,3	1,9	1,3	<0,1	<1	<1	4,8	0,4	6,5	0,2	<0,05	<0,005	<1	1,2	<0,5
BAJ-7 (490-491)	26	0,014	0,31	0,02	0,06	<0,1	6,4	4	4	1,3	0,9	<0,1	<1	<1	2,5	0,3	5,2	0,2	<0,05	<0,005	<1	1,6	<0,5
BAJ-7 (500-501)	47	0,035	0,86	0,036	0,14	0,2	15,6	10	0,4	3	2,4	0,1	<1	1	7,3	0,3	11,8	0,4	<0,05	<0,005	<1	<0,5	<0,5
BAJ-7 (504-505)	261	0,093	2,56	0,536	1,05	0,8	71,6	33	0,8	5,3	12,2	0,5	2	3	15,5	0,3	72,8	1,4	<0,05	<0,005	<1	1	0,7
BAJ-7 (505-506)	156	0,062	1,62	0,292	0,6	0,5	42,8	20	0,5	4,2	7,4	0,3	2	2	11,8	0,3	42,6	0,9	<0,05	<0,005	<1	1,6	<0,5
BAJ-7 (510-511)	24	0,018	0,38	0,015	0,06	0,1	6,6	5	0,2	1,7	1,1	<0,1	<1	<1	3,9	0,4	5,3	0,2	<0,05	<0,005	<1	1,4	<0,5

Ime	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf	In	Re	Se	Te	Tl
BAJ-7 (520-521)	22	0,01 5	0,3 6	0,01 3	0,04	<0,1	5,1	4	0,1	1,5	0,7	<0,1	<1	<1	3,7	0, 4	4,2	0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,7	<0,5
BAJ-7 (530-531)	23	0,01 7	0,4 4	0,01 3	0,05	<0,1	6,5	5	7,5	1,9	0,9	<0,1	<1	1	4,2	0, 4	5,5	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	2	<0,5
BAJ-7 (540-541)	22	0,01 9	0,4 3	0,01 2	0,06	0,1	7,3	5	0,5	2	1,1	<0,1	<1	<1	5	0, 4	5,9	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,8	<0,5
BAJ-7 (550-551)	34	0,03 7	0,7 7	0,01 7	0,1	0,2	13,4	10	10,7	3,2	2	0,1	<1	1	8,5	0, 4	11,1	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,6	<0,5
BAJ-7 (554-555)	26	0,02 4	0,5 5	0,01 2	0,07	0,2	9,1	7	0,3	2,6	1,4	<0,1	<1	1	6,1	0, 4	7,7	0,2	<0,0 5	<0,00 5	1	2	<0,5
BAJ-7 (560-561)	26	0,02 1	0,4 8	0,01 2	0,06	0,1	8	6	0,3	2,1	1,1	<0,1	<1	<1	4,9	0, 4	6,7	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,4	<0,5
BAJ-7 (570-571)	29	0,02	0,4 8	0,01 3	0,06	0,1	10,7	6	0,2	2,2	1,2	<0,1	<1	<1	4,4	0, 4	6,8	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	0,8	<0,5
BAJ-7 (574-575)	21	0,01 6	0,3 5	0,01 1	0,05	<0,1	6,4	4	0,2	1,8	1	<0,1	<1	<1	3,8	0, 4	5,3	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	2	<0,5
BAJ-7 (595-596)	20	0,01 4	0,3 4	0,00 8	0,04	0,1	5,5	4	0,6	1,6	0,8	<0,1	<1	<1	3,6	0, 3	4,7	0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	6,6	<0,5
BAJ-7 (600-601)	18	0,01	0,2 8	0,00 6	0,03	15,7	4,4	3	0,1	1,3	1,1	<0,1	<1	<1	2,7	0, 3	3,5	<0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,2	<0,5
BAJ-7 (610-611)	23	0,01 6	0,4 3	0,01	0,04	0,2	6,6	5	0,2	2	1	<0,1	<1	<1	4,5	0, 3	5,4	0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	<0,5	<0,5
BAJ-7 (620-621)	18	0,01 2	0,2 9	0,00 8	0,03	<0,1	5,1	4	0,2	1,5	0,7	<0,1	<1	<1	3,4	0, 4	3,9	0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,5	<0,5
BAJ-7 (630-631)	19	0,01 4	0,3 2	0,00 8	0,04	0,1	5,7	4	0,2	1,6	1	<0,1	<1	<1	3,2	0, 4	4,6	0,1	<0,0 5	<0,00 5	<1	0,7	<0,5
BAJ-7 (640-641)	20	0,01 8	0,3 9	0,00 9	0,05	<0,1	8,3	5	0,2	2,1	1,3	0,1	<1	<1	3,8	0, 5	5,7	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	<0,5	<0,5
BAJ-7 (649-650)	23	0,01 6	0,4 3	0,00 8	0,04	<0,1	6,2	5	0,2	1,9	0,9	<0,1	<1	<1	4,1	0, 5	5,3	0,2	<0,0 5	<0,00 5	1	<0,5	<0,5
BAJ-7 (660-661)	26	0,02 2	0,4 9	0,02	0,07	0,1	9,5	7	0,3	2,4	1,3	0,1	<1	<1	5	0, 4	7,3	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,1	<0,5
BAJ-7 (670-671)	31	0,02 9	0,7	0,01 2	0,08	0,2	11,8	9	0,3	3,2	3,2	0,3	<1	1	6	0, 3	9,5	0,3	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,8	<0,5
BAJ-7 (680-681)	35	0,03 8	0,7 9	0,01 2	0,1	0,3	15,3	11	1,6	3,7	2,4	0,2	<1	1	9,2	0, 2	12,6	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	3,7	<0,5
BAJ-7 (690-691)	39	0,04 7	0,9 6	0,01 5	0,13	0,3	17,8	13	0,5	4,2	2,6	0,2	<1	2	10,4	0, 2	15,1	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	5,8	<0,5
BAJ-7 (700-701)	61	0,08 5	1,6 5	0,02 6	0,23	0,9	34,6	22	3,9	7,2	4,7	0,3	1	3	17,7	0, 2	27,4	0,9	<0,0 5	<0,00 5	<1	6,7	<0,5

Ime	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf	In	Re	Se	Te	Tl
BAJ-7 (710-711)	50	0,06 6	1,3 3	0,02	0,18	0,4	26,1	18	5,2	5,6	3,8	0,2	<1	2	13,8	0, 2	21,7	0,7	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,6	<0,5
BAJ-7 (720-721)	38	0,04 2	0,9	0,01 4	0,11	0,6	17,4	12	0,7	4,4	3,8	0,2	<1	1	9,9	0, 3	14,4	0,4	<0,0 5	<0,00 5	1	0,9	<0,5
BAJ-7 (730-731)	48	0,05 9	1,2 3	0,01 8	0,16	0,4	23,9	16	0,6	5,4	3,7	0,2	<1	2	12,8	0, 2	19,7	0,6	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,5	<0,5
BAJ-7 (740-741)	55	0,06 8	1,4 3	0,02 1	0,18	0,4	33,7	18	0,7	6	3,8	0,2	<1	2	14,6	0, 3	22,4	0,6	<0,0 5	<0,00 5	1	3,3	<0,5
BAJ-7 (750-751)	26	0,02 2	0,4 9	0,01	0,06	0,1	8,8	6	0,3	2,5	1,3	<0,1	<1	<1	5,8	0, 3	7,5	0,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,7	<0,5
BAJ-7 (760-761)	36	0,04 1	0,8 4	0,01 4	0,11	0,2	15,9	11	0,7	4	2,3	0,1	<1	1	9	0, 3	13,3	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	4	<0,5
BAJ-7 (770-771)	84	0,11 3	2,3 1	0,03 7	0,3	0,6	43,1	30	1,1	9,2	6	0,4	1	3	21,7	0, 2	35,5	1,2	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,7	0,5
BAJ-7 (774-775)	99	0,14	2,7 7	0,04 2	0,39	0,7	54,2	36	1,3	11,4	7,6	0,5	<1	4	25,9	0, 2	45,9	1,4	<0,0 5	<0,00 5	1	0,9	0,7
BAJ-7 (780-781)	78	0,11	2,2 7	0,03	0,32	0,7	47,4	30	1,4	9,4	5,9	0,4	<1	3	21,4	0, 2	36,9	1	<0,0 5	<0,00 5	2	1,6	<0,5
BAJ-7 (790-791)	72	0,10 3	2,2	0,02 7	0,31	0,6	41,5	28	2,7	9,4	5,7	0,3	2	3	21,3	0, 2	35,2	1	<0,0 5	<0,00 5	<1	1	<0,5
BAJ-7 (796-797)	103	0,14 3	3,0 5	0,03 7	0,42	0,9	58,7	39	1,2	11,8	7,8	0,5	1	4	28,1	0, 2	46,7	1,5	<0,0 5	<0,00 5	1	5,5	0,7
BAJ-7 (800-801)	94	0,13	2,7 3	0,03 6	0,39	0,6	54,3	36	3,2	11,5	8,4	0,4	3	4	27	0, 2	45,1	1,6	<0,0 5	<0,00 5	<1	1,9	0,6
BAJ-7 (804-805)	103	0,14 6	3,0 4	0,03 7	0,42	0,8	61,5	38	1	12,6	8,3	0,4	2	5	30,5	0, 1	47,3	1,5	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,6	0,7
BAJ-7 (810-811)	74	0,09 9	2,1	0,02 9	0,3	0,7	42,4	27	5	8,6	5,4	0,3	<1	3	18,9	0, 2	32,2	0,9	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,2	<0,5
BAJ-7 (820-821)	55	0,07 4	1,5 9	0,02 1	0,22	0,4	32	21	0,6	6,6	3,9	0,2	1	2	17,8	0, 2	25,2	0,6	<0,0 5	<0,00 5	<1	4	<0,5
BAJ-7 (830-831)	36	0,03 9	0,8 6	0,01 3	0,12	0,2	15,9	11	0,3	3,7	2,3	0,1	1	1	7,9	0, 2	14	0,4	<0,0 5	0,009	<1	0,7	<0,5
BAJ-7 (835-836)	35	0,03 3	0,7 9	0,01 1	0,11	0,2	13,8	10	0,3	3,4	1,9	<0,1	<1	1	7,6	0, 3	12,2	0,4	<0,0 5	<0,00 5	<1	2,9	<0,5



## 8.5. Rezultati geokemijskih analiza zlatotopkom i izotopa olova prvog metra (duge jezgre)

### 8.5.1. BAJ-1 (Podgora)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%
BAJ-1 0-1	0,55	17,55	34,8	32	20,5	4,8	260	0,98	2,8	0,56	0,8	2,2	308,4	0,68	0,1	0,23	31	28,22	0,029
BAJ-1 10-11	0,35	11,25	23,6	28	16,3	3,3	122	0,69	1,7	0,4	1,3	1,7	254,6	0,41	0,09	0,18	29	28,7	0,019
BAJ-1 15-16	0,94	18,75	32,1	47	26,8	6,1	169	1,08	4,5	0,8	1,5	2,4	288,1	0,65	0,12	0,27	38	28,4	0,025
BAJ-1 20-21	0,53	13,33	31	42	25,2	5,3	160	0,88	1,9	0,59	0,9	2	288,8	0,6	0,12	0,25	35	29,08	0,026
BAJ-1 25-26	0,27	6,19	13,5	12	9,4	2,5	108	0,44	1	0,3	0,7	1,5	299,7	0,48	0,04	0,11	17	30	0,014
BAJ-1 30-31	0,18	9,23	18,5	20	11,4	2,8	137	0,58	1	0,36	0,9	2,3	311	0,71	0,05	0,19	22	33,06	0,02
BAJ-1 35-36	0,15	8,86	20,8	30	12,8	2,8	181	0,7	1,5	0,42	0,6	1,7	281,1	0,6	0,07	0,2	27	32,38	0,024
BAJ-1 40-41	0,19	8,14	20,1	30	12,6	3,1	162	0,61	1,3	0,41	2	1,8	272,4	0,56	0,06	0,16	23	31,55	0,021
BAJ-1 45-46	0,36	7,77	19,7	20	12,2	3,4	184	0,69	2,3	0,5	0,3	1,5	264,7	0,46	0,06	0,19	24	31,31	0,023
BAJ-1 50-51	0,31	7,63	17,9	20	11,3	3,4	176	0,69	1	0,46	<0,2	1,5	262,7	0,52	0,06	0,18	23	31,38	0,024
BAJ-1 55-56	0,39	9,37	21,5	30	13,3	4,2	210	0,76	2,1	0,52	0,4	2	280	0,62	0,07	0,21	26	30,91	0,03
BAJ-1 60-61	0,39	8,3	20,3	22	12,1	3,3	202	0,81	2,3	0,54	0,9	1,6	285,1	0,53	0,07	0,2	24	30,72	0,027
BAJ-1 65-66	0,36	8,87	20,4	20	13	3,2	191	0,81	2,1	0,61	0,9	1,6	281,9	0,53	0,07	0,18	26	30,27	0,026
BAJ-1 70-71	0,55	10,74	24,2	28	14,3	4,4	195	0,94	2,1	0,86	<0,2	1,8	294,4	0,63	0,09	0,24	30	29,83	0,032
BAJ-1 75-76	0,46	11,14	26,3	38	15,5	4,9	214	1	2,7	0,78	0,5	2,1	288	0,74	0,08	0,23	33	29,33	0,035
BAJ-1 80-81	0,39	9,12	21	26	13	3,8	166	0,88	1,8	0,76	0,7	1,5	286,5	0,58	0,05	0,18	28	30,12	0,028
BAJ-1 85-86	0,44	6,97	16,3	16	9,9	3	175	0,77	0,9	0,73	<0,2	1,2	289,8	0,5	0,06	0,14	22	30,51	0,022
BAJ-1 90-91	0,58	7,03	16,5	19	9,7	2,6	257	0,72	1,2	0,78	<0,2	1	313,9	0,47	0,06	0,13	22	31,31	0,028
BAJ-1 95-96	0,58	12,19	21,3	21	13,2	3,9	242	0,9	2,1	1,11	0,3	1,8	314	0,47	0,07	0,16	28	29,04	0,04
BAJ-1 100-101	0,61	8,47	18,7	27	12,4	3,4	246	0,85	1,6	0,84	0,2	1,2	303,7	0,61	0,06	0,16	27	30,66	0,026

Ime	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BAJ-1 0-1	11,5	25,9	0,19	41,1	0,007	<20	0,94	0,01	0,06	0,07	1,7	0,26	0,18	9	0,7	0,11	2,2
BAJ-1 10-11	7,5	21,3	0,17	32,3	0,005	<20	0,78	0,01	0,05	0,05	1,6	0,2	0,1	20	<0,1	0,07	1,9
BAJ-1 15-16	11	31,6	0,23	42,5	0,007	<20	1,13	0,012	0,07	0,07	2	0,31	0,3	43	0,7	0,03	2,8
BAJ-1 20-21	10,8	29,1	0,23	43,5	0,008	<20	1,09	0,011	0,07	0,05	2	0,31	0,12	41	0,4	0,1	2,8
BAJ-1 25-26	7	15	0,14	27,4	0,005	<20	0,57	0,008	0,04	<0,05	1,2	0,15	0,08	34	0,2	0,03	1,4
BAJ-1 30-31	11,1	20	0,15	36,7	0,008	<20	0,88	0,009	0,06	0,06	1,7	0,22	0,07	118	<0,1	0,05	2
BAJ-1 35-36	10,5	20,2	0,16	37,7	0,007	<20	0,89	0,011	0,06	0,06	1,5	0,22	0,08	11	0,7	0,06	2,1
BAJ-1 40-41	9,6	19,3	0,16	34,1	0,007	<20	0,82	0,009	0,05	0,1	1,4	0,22	0,08	8	0,8	0,04	2
BAJ-1 45-46	9,3	20,1	0,16	38	0,007	<20	0,87	0,01	0,06	0,08	1,5	0,22	0,15	25	0,3	0,08	1,9
BAJ-1 50-51	9,4	18,9	0,15	36,5	0,007	<20	0,82	0,01	0,05	0,06	1,4	0,21	0,18	22	<0,1	<0,02	2
BAJ-1 55-56	11,9	24,1	0,18	41,9	0,009	<20	1,04	0,011	0,06	0,11	1,8	0,27	0,16	10	0,9	0,08	2,5
BAJ-1 60-61	9,5	20,5	0,17	37,8	0,008	<20	0,89	0,011	0,06	0,08	1,6	0,24	0,33	21	0,7	0,02	2,1
BAJ-1 65-66	9,3	21,4	0,16	36,3	0,008	<20	0,94	0,01	0,06	0,07	1,5	0,24	0,39	8	0,6	<0,02	2,2
BAJ-1 70-71	12,1	25,2	0,19	43,8	0,009	<20	1,06	0,011	0,07	0,08	1,8	0,3	0,57	37	0,7	0,1	2,5
BAJ-1 75-76	12,8	26,8	0,19	45,9	0,01	<20	1,13	0,011	0,08	0,08	1,8	0,32	0,57	24	1,3	0,05	2,8
BAJ-1 80-81	9,1	20,9	0,17	34,1	0,008	<20	0,92	0,011	0,07	0,1	1,5	0,28	0,69	5	0,7	0,02	2,2
BAJ-1 85-86	7,2	16,4	0,15	32,2	0,008	<20	0,73	0,011	0,06	0,12	1,2	0,2	0,74	18	0,5	0,02	1,7
BAJ-1 90-91	7	16,2	0,16	33,9	0,008	<20	0,71	0,011	0,08	0,09	1,2	0,19	0,58	5	1	0,07	1,6
BAJ-1 95-96	9,7	19,1	0,2	58,8	0,015	<20	1,09	0,026	0,28	0,08	1,4	0,35	0,76	12	0,8	0,09	2,3
BAJ-1 100-101	8,4	19	0,16	32,9	0,007	<20	0,77	0,009	0,05	0,09	1,4	0,23	0,79	10	0,9	0,02	1,9

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	206Pb	207Pb	208PB	206/207	208/206
BAJ-1 0-1	0,18	3,45	2,82	7,1	19,167	15,667	39,444	1,223	2,058
BAJ-1 10-11	0,13	2,5	2,08	5,14	19,231	16,000	39,538	1,202	2,056
BAJ-1 15-16	0,19	3,53	2,94	7,28	18,579	15,474	38,316	1,201	2,062
BAJ-1 20-21	0,18	3,34	2,77	7,05	18,556	15,389	39,167	1,206	2,111
BAJ-1 25-26	0,08	1,6	1,32	3,34	20,000	16,500	41,750	1,212	2,088
BAJ-1 30-31	0,12	2,34	1,9	4,77	19,500	15,833	39,750	1,232	2,038
BAJ-1 35-36	0,13	2,49	2,07	5,13	19,154	15,923	39,462	1,203	2,060
BAJ-1 40-41	0,11	2,36	1,93	4,83	21,455	17,545	43,909	1,223	2,047
BAJ-1 45-46	0,14	2,6	2,11	5,12	18,571	15,071	36,571	1,232	1,969
BAJ-1 50-51	0,13	2,53	2,05	5,11	19,462	15,769	39,308	1,234	2,020
BAJ-1 55-56	0,17	3,1	2,53	6,27	18,235	14,882	36,882	1,225	2,023
BAJ-1 60-61	0,13	2,53	2,05	5,16	19,462	15,769	39,692	1,234	2,040
BAJ-1 65-66	0,13	2,44	2,04	4,94	18,769	15,692	38,000	1,196	2,025
BAJ-1 70-71	0,16	2,97	2,44	5,91	18,563	15,250	36,938	1,217	1,990
BAJ-1 75-76	0,16	3,17	2,6	6,62	19,813	16,250	41,375	1,219	2,088
BAJ-1 80-81	0,12	2,33	1,93	4,87	19,417	16,083	40,583	1,207	2,090
BAJ-1 85-86	0,09	1,8	1,48	3,62	20,000	16,444	40,222	1,216	2,011
BAJ-1 90-91	0,09	1,7	1,38	3,43	18,889	15,333	38,111	1,232	2,018
BAJ-1 95-96	0,12	2,32	1,91	4,74	19,333	15,917	39,500	1,215	2,043
BAJ-1 100-101	0,12	2,18	1,8	4,49	18,167	15,000	37,417	1,211	2,060

## 8.5.2. BAJ-5 (Sladinac)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%
BAJ-5 0-2	0,5	8,56	19	19	10,7	2,3	211	0,53	1,4	0,68	<0,2	0,8	267,5	0,43	0,08	0,11	20	32,54	0,021
BAJ-5 5-6	0,4	8,77	18,9	21	10,7	2,2	203	0,52	1,2	0,59	<0,2	0,8	267,1	0,43	0,07	0,11	20	31,78	0,022
BAJ-5 10-11	0,67	20,52	40,6	43	24,1	5,2	226	0,96	1,1	0,83	1,1	1,6	263	0,58	0,15	0,19	37	29,38	0,032
BAJ-5 15-16	0,75	28,39	53,7	57	35,9	6,7	230	1,31	2,6	0,81	0,7	2,1	227,8	0,63	0,13	0,27	46	26,21	0,032
BAJ-5 20-21	0,78	29,71	53,6	68	44,4	7,9	277	1,57	3,2	0,66	1	2,3	210,3	0,64	0,13	0,33	53	24,77	0,037
BAJ-5 25-26	0,77	20,37	43	49	37,5	6,7	263	1,41	3,9	0,61	0,8	2,1	217,6	0,59	0,11	0,3	45	26,16	0,035
BAJ-5 30-31	0,27	7,88	16,9	16	10,9	2,6	162	0,55	0,4	0,48	0,3	1	245,4	0,43	0,07	0,15	20	32,69	0,02
BAJ-5 35-36	0,24	3,82	7,7	9	5,2	1,4	129	0,29	0,8	0,37	<0,2	0,6	259,9	0,29	0,04	0,07	10	34,14	0,013
BAJ-5 40-41	0,17	3,2	5,4	8	3,6	0,9	90	0,2	<0,1	0,31	<0,2	0,4	209,6	0,25	0,03	0,05	7	27,42	0,009
BAJ-5 45-46	0,22	4,08	9,7	11	5,5	1,6	124	0,33	0,8	0,4	<0,2	0,6	264,9	0,32	0,02	0,09	11	33,59	0,014
BAJ-5 50-51	0,19	4,88	10,9	12	6,8	2	158	0,36	<0,1	0,4	<0,2	0,7	277,8	0,34	0,05	0,1	13	32,5	0,018
BAJ-5 55-56	0,38	5,89	12,8	16	7,7	2,3	183	0,59	0,3	0,58	<0,2	1	297,5	0,42	0,06	0,11	17	33,17	0,019
BAJ-5 60-61	0,33	5,85	12,3	13	7,4	2,4	148	0,57	1,1	0,63	1	0,9	288,5	0,44	0,06	0,1	17	33,11	0,02
BAJ-5 65-66	0,37	4,51	8,9	8	5,4	1,6	188	0,44	0,2	0,61	1,3	0,7	304,6	0,35	0,05	0,08	14	34	0,018
BAJ-5 70-71	0,48	5,93	10,3	8	7	2,3	249	0,48	<0,1	0,8	<0,2	0,6	315,3	0,44	0,05	0,09	17	34,12	0,026
BAJ-5 75-76	0,57	6,29	12,5	13	7,8	2,4	214	0,55	<0,1	0,98	1,1	0,9	301,4	0,56	0,07	0,13	19	32,81	0,022
BAJ-5 80-81	0,43	4,57	10,2	10	6	1,8	219	0,41	0,4	0,7	1,3	0,7	320,2	0,44	0,06	0,1	15	33,46	0,019
BAJ-5 85-86	0,44	4,79	11,4	7	6,4	1,9	211	0,43	<0,1	0,75	0,3	0,7	321,8	0,45	0,05	0,1	17	32,51	0,02
BAJ-5 90-91	0,41	5,22	10,9	13	6,9	2,3	222	0,45	0,2	0,86	0,8	0,8	318,8	0,5	0,06	0,11	18	33,59	0,022
BAJ-5 95-96	0,48	4,57	10	10	6,1	1,7	198	0,4	<0,1	0,82	0,4	0,6	310,3	0,44	0,04	0,09	15	33,16	0,019
BAJ-5 100-101	0,46	4,84	10,7	10	6,6	2	248	0,41	0,2	0,78	0,7	0,6	312,3	0,51	0,05	0,09	17	33,07	0,024

Ime	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BAJ-5 0-2	4,8	15	0,16	24,6	0,005	<20	0,59	0,018	0,05	<0,05	1	0,16	0,26	25	0,5	<0,02	1,4
BAJ-5 5-6	4,5	14,3	0,17	23,3	0,005	<20	0,56	0,017	0,05	0,06	1,1	0,14	0,38	13	0,3	0,1	1,3
BAJ-5 10-11	8,1	27,7	0,26	35,8	0,007	<20	1,03	0,022	0,08	0,1	1,9	0,29	0,35	32	0,9	<0,02	2,5
BAJ-5 15-16	10,9	37,4	0,31	40,7	0,007	<20	1,4	0,022	0,11	0,06	2,7	0,37	0,42	43	0,6	<0,02	3,5
BAJ-5 20-21	11,9	43,1	0,36	56	0,008	<20	1,65	0,021	0,13	0,07	3,1	0,42	0,34	29	0,2	0,03	4,3
BAJ-5 25-26	10,6	37,4	0,32	59,1	0,007	<20	1,44	0,021	0,11	0,08	2,6	0,36	0,35	53	0,4	<0,02	3,9
BAJ-5 30-31	6,2	16,3	0,17	30,5	0,006	<20	0,73	0,015	0,06	0,05	1,1	0,18	0,17	23	0,5	0,05	1,7
BAJ-5 35-36	3,2	8,2	0,14	20,2	0,004	<20	0,38	0,012	0,03	<0,05	0,7	0,1	0,09	<5	0,4	0,06	0,8
BAJ-5 40-41	2,5	6,3	0,11	14,9	0,003	<20	0,27	0,01	0,02	<0,05	0,5	0,07	0,09	<5	0,5	<0,02	0,5
BAJ-5 45-46	4,3	9,8	0,14	23	0,004	<20	0,46	0,015	0,04	<0,05	0,8	0,11	0,13	19	0,7	0,07	1
BAJ-5 50-51	4,7	11,5	0,15	26,8	0,006	<20	0,53	0,016	0,05	<0,05	0,9	0,13	0,12	<5	1,1	0,05	1,3
BAJ-5 55-56	5,9	13,6	0,16	29	0,007	<20	0,62	0,019	0,05	0,06	1,1	0,16	0,24	9	0,5	0,1	1,4
BAJ-5 60-61	5,1	12,3	0,15	24,6	0,007	<20	0,57	0,018	0,05	0,06	1,1	0,16	0,51	12	1,1	0,05	1,5
BAJ-5 65-66	4	9,8	0,14	24,4	0,006	<20	0,47	0,019	0,05	0,05	0,7	0,11	0,39	9	0,1	0,1	0,9
BAJ-5 70-71	4,8	11,2	0,16	32,8	0,008	<20	0,57	0,029	0,1	0,07	0,9	0,15	0,35	<5	0,7	0,03	1,3
BAJ-5 75-76	5,3	13,2	0,16	27,1	0,007	<20	0,6	0,027	0,07	0,05	1	0,15	0,45	9	0,8	0,08	1,4
BAJ-5 80-81	4,3	10,8	0,15	22,5	0,006	<20	0,4	0,024	0,04	<0,05	0,9	0,12	0,29	12	0,4	0,06	1
BAJ-5 85-86	4,4	11,2	0,15	21,8	0,006	<20	0,43	0,022	0,04	0,06	0,9	0,13	0,37	11	0,7	0,05	1,1
BAJ-5 90-91	4,9	12,3	0,16	22,1	0,006	<20	0,47	0,03	0,05	<0,05	1	0,14	0,28	<5	0,7	0,1	1,3
BAJ-5 95-96	4	10,8	0,14	19,8	0,005	<20	0,4	0,026	0,04	<0,05	0,8	0,12	0,21	6	0,9	0,04	1,1
BAJ-5 100-101	4	11	0,14	21,4	0,006	<20	0,42	0,029	0,04	<0,05	0,8	0,13	0,45	<5	0,9	0,04	1,1

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	206Pb	207Pb	208PB	206/207	208/206
BAJ-5 0-2	0,09	1,73	1,46	3,63	19,222	16,222	40,333	1,185	2,098
BAJ-5 5-6	0,09	1,75	1,44	3,57	19,444	16,000	39,667	1,215	2,040
BAJ-5 10-11	0,2	3,81	3,22	7,93	19,050	16,100	39,650	1,183	2,081
BAJ-5 15-16	0,27	4,89	4,11	9,96	18,111	15,222	36,889	1,190	2,037
BAJ-5 20-21	0,27	5,04	4,14	10,26	18,667	15,333	38,000	1,217	2,036
BAJ-5 25-26	0,22	4,26	3,52	8,67	19,364	16,000	39,409	1,210	2,035
BAJ-5 30-31	0,11	2,17	1,83	4,46	19,727	16,636	40,545	1,186	2,055
BAJ-5 35-36	0,06	1,18	0,95	2,37	19,667	15,833	39,500	1,242	2,008
BAJ-5 40-41	0,05	0,87	0,73	1,87	17,400	14,600	37,400	1,192	2,149
BAJ-5 45-46	0,07	1,36	1,15	2,79	19,429	16,429	39,857	1,183	2,051
BAJ-5 50-51	0,08	1,48	1,24	3,03	18,500	15,500	37,875	1,194	2,047
BAJ-5 55-56	0,1	1,64	1,39	3,38	16,400	13,900	33,800	1,180	2,061
BAJ-5 60-61	0,08	1,5	1,23	3,18	18,750	15,375	39,750	1,220	2,120
BAJ-5 65-66	0,06	1,1	0,93	2,32	18,333	15,500	38,667	1,183	2,109
BAJ-5 70-71	0,07	1,27	1,07	2,64	18,143	15,286	37,714	1,187	2,079
BAJ-5 75-76	0,08	1,52	1,27	3,12	19,000	15,875	39,000	1,197	2,053
BAJ-5 80-81	0,07	1,38	1,13	2,83	19,714	16,143	40,429	1,221	2,051
BAJ-5 85-86	0,08	1,5	1,22	2,99	18,750	15,250	37,375	1,230	1,993
BAJ-5 90-91	0,08	1,64	1,36	3,35	20,500	17,000	41,875	1,206	2,043
BAJ-5 95-96	0,06	1,13	0,93	2,3	18,833	15,500	38,333	1,215	2,035
BAJ-5 100-101	0,07	1,28	1,06	2,64	18,286	15,143	37,714	1,208	2,063



## 8.6. Rezultati geokemijskih analiza zlatotopkom i izotopa olova prvog metra (kratke jezgre)

### 8.6.1. BJ-1 (Podgora)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-1 0-1	0,39	20,06	35,2	31	21,9	5,8	287	1,22	2,1	0,54	2,4	2,9	352,7	0,87	0,18	0,25	32	30,47
BJ-1 5-6	0,57	20,14	36	28	22,7	6	248	1,32	2,3	0,75	1,6	3,1	335,7	0,83	0,15	0,23	37	30,21
BJ-1 10-12	0,43	16,45	24,4	39	18,8	4,7	191	1,08	2,2	0,55	1,6	2,6	315,4	0,55	0,1	0,18	31	31,7
BJ-1 15-16	0,52	20,17	32,1	39	25,4	6,6	222	1,57	4,7	0,59	1,1	2,9	329	0,62	0,12	0,25	39	31,85
BJ-1 20-22	0,18	7,2	15,6	22	10,9	3	122	0,61	1,2	0,38	1,4	2,4	333,5	0,59	0,07	0,13	22	35,48

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-1 0-1	0,044	12,1	31,7	0,25	41,6	0,006	<20	1,21	0,011	0,08	<0,05	2,2	0,37	0,33	38	0,6	0,06	2,9
BJ-1 5-6	0,033	12,9	34	0,26	41,8	0,007	<20	1,33	0,01	0,09	0,06	2,6	0,38	0,57	10	1,1	0,05	3,1
BJ-1 10-12	0,02	9,3	26,1	0,23	37	0,007	<20	1,08	0,009	0,08	<0,05	2,1	0,29	0,42	21	<0,1	<0,02	2,5
BJ-1 15-16	0,029	11	33,4	0,28	47,4	0,007	<20	1,34	0,01	0,1	0,07	2,8	0,38	0,68	47	<0,1	0,02	3,2
BJ-1 20-22	0,016	9,2	19	0,17	33,3	0,006	<20	0,82	0,007	0,07	0,06	1,9	0,23	0,1	58	<0,1	0,04	1,8

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-1 0-1	0,22	4,17	3,47	8,37	16,23	18,95454545	15,77272727	38,04545455	1,201729107	2,412103746
BJ-1 5-6	0,26	4,73	3,92	9,44	18,35	18,19230769	15,07692308	36,30769231	1,206632653	2,408163265
BJ-1 10-12	0,15	2,99	2,41	6,02	11,57	19,93333333	16,06666667	40,13333333	1,2406639	2,497925311
BJ-1 15-16	0,22	4,04	3,34	8,1	15,7	18,36363636	15,18181818	36,81818182	1,209580838	2,425149701
BJ-1 20-22	0,11	2,16	1,75	4,35	8,37	19,63636364	15,90909091	39,54545455	1,234285714	2,485714286

## 5.1.1. BJ-2 (Podgora)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-2 0-1	0,44	18,96	36,8	37	22,5	5,8	244	1,24	1,7	0,58	2,6	2,9	362,1	0,79	0,12	0,22	35	30,78
BJ-2 5-6	0,68	19,7	32,7	35	20,9	5,4	211	1,28	2,8	0,65	1,8	3,1	347,3	0,69	0,11	0,21	35	30,71
BJ-2 10-11	0,63	17,48	30,4	23	19,5	3,7	150	0,92	1,9	0,51	<0,2	2,5	228,6	0,67	0,11	0,17	29	20,86
BJ-2 15-16	0,73	21,08	32,6	41	22,3	5,6	217	1,14	3,3	0,59	2,2	3,3	328,5	0,79	0,12	0,23	38	30,95
BJ-2 20-21	0,26	14,08	23,5	24	19,8	4,7	184	0,97	1,8	0,42	3,5	3,2	310,8	0,44	0,07	0,18	33	31,92
BJ-2 23-27	0,47	15,97	24,9	27	19,1	4,7	180	0,94	1,7	0,49	1,4	2,8	307,8	0,53	0,11	0,19	34	32,49

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-2 0-1	0,036	13	33,3	0,26	45,4	0,008	<20	1,27	0,011	0,09	0,12	2,5	0,39	0,34	27	0,5	0,06	2,9
BJ-2 5-6	0,03	11,5	31,7	0,25	40,5	0,009	<20	1,22	0,01	0,09	0,1	2,4	0,35	0,61	62	0,5	<0,02	2,9
BJ-2 10-11	0,021	9,3	24,8	0,18	32,1	0,008	<20	1,01	0,006	0,07	0,06	2,2	0,3	0,3	44	<0,1	0,06	2,3
BJ-2 15-16	0,028	11,8	29,2	0,22	39,2	0,007	<20	1,14	0,01	0,08	0,09	2,3	0,35	0,24	32	0,6	0,04	2,7
BJ-2 20-21	0,018	10	24,5	0,22	36,7	0,006	<20	1,06	0,007	0,07	<0,05	2,5	0,3	0,09	28	<0,1	<0,02	2,4
BJ-2 23-27	0,022	10,1	26,1	0,22	36,3	0,006	<20	1,05	0,008	0,08	<0,05	2,2	0,29	0,1	28	<0,1	<0,02	2,5

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-2 0-1	0,22	4,06	3,33	8,24	15,85	18,45455	15,13636	37,45455	1,219219	2,474474
BJ-2 5-6	0,2	3,74	3,1	7,4	14,44	18,7	15,5	37	1,206452	2,387097
BJ-2 10-11	0,16	2,81	2,32	5,73	11,02	17,5625	14,5	35,8125	1,211207	2,469828
BJ-2 15-16	0,19	3,51	2,9	7,24	13,84	18,47368	15,26316	38,10526	1,210345	2,496552
BJ-2 20-21	0,14	2,61	2,12	5,21	10,08	18,64286	15,14286	37,21429	1,231132	2,457547
BJ-2 23-27	0,16	3,03	2,6	6,38	12,17	18,9375	16,25	39,875	1,165385	2,453846

## 8.6.2. BJ-3 (Podgora)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-3 0-1	0,45	19,55	38,1	40	24,7	5,7	271	1,31	2,7	0,59	<0,2	2,8	354,2	0,93	0,12	0,24	38	30,13	
BJ-3 5-6	0,67	21,26	40,3	43	22,9	5,7	188	1,28	2,6	0,71	1,2	3,2	352,1	1,01	0,08	0,24	39	31,26	
BJ-3 10-11	0,63	21,59	36,6	34	25,3	6,1	203	1,33	2,6	0,69	1,5	3,4	348,6	0,84	0,12	0,24	39	31,21	
BJ-3 15-16	0,65	19,77	34,4	35	23,6	5,7	192	1,29	2,3	0,62	1,3	3,3	316,5	0,89	0,13	0,22	39	27,93	
BJ-3 20-21	0,57	21,72	37	46	25,3	6,1	196	1,34	2,5	0,63	1,4	3,8	341	0,84	0,16	0,25	43	29,69	

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-3 0-1	0,047	13,3	33,4	0,26	44,1	0,008	<20	1,32	0,01	0,09	0,12	2,5	0,39	0,19	36	0,5	<0,02	3
BJ-3 5-6	0,037	13,4	35,3	0,26	41,9	0,008	<20	1,35	0,011	0,09	0,08	2,9	0,41	0,39	33	0,8	0,03	3,1
BJ-3 10-11	0,038	13,7	34,9	0,27	43,1	0,007	21	1,36	0,011	0,09	0,07	2,6	0,43	0,42	53	0,4	<0,02	3,3
BJ-3 15-16	0,032	13,4	32,8	0,24	41,1	0,009	<20	1,33	0,009	0,09	0,1	2,6	0,39	0,33	36	0,8	<0,02	3
BJ-3 20-21	0,034	15	34,2	0,26	46,9	0,008	<20	1,43	0,009	0,09	0,08	3,1	0,43	0,27	55	<0,1	<0,02	3,5

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-3 0-1	0,23	4,41	3,64	8,97	17,25	19,17391	15,82609	39	1,211538	2,464286
BJ-3 5-6	0,25	4,63	3,88	9,71	18,47	18,52	15,52	38,84	1,193299	2,502577
BJ-3 10-11	0,26	5,04	4,15	10,28	19,73	19,38462	15,96154	39,53846	1,214458	2,477108
BJ-3 15-16	0,27	5,06	4,19	10,37	19,89	18,74074	15,51852	38,40741	1,207637	2,47494
BJ-3 20-21	0,28	5,19	4,23	10,62	20,32	18,53571	15,10714	37,92857	1,22695	2,510638

## 8.6.3. BJ-4 (Podgora)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-4 0-1	0,48	20,01	40,9	38	24,2	5,5	262	1,26	1,8	0,6	8,1	2,5	342,8	0,79	0,12	0,22	37	29,67
BJ-4 5-6	0,69	20,37	36,6	46	23,8	5,8	194	1,23	2,2	0,75	0,8	2,9	332,6	0,69	0,14	0,22	36	29,1
BJ-4 10-11	0,63	22,3	38	33	24,3	6,5	193	1,31	2,1	0,68	1,5	3,3	340,3	0,85	0,11	0,24	39	29,89
BJ-4 14-15	0,73	20,96	37,3	44	25,7	6,6	200	1,49	3	0,68	2,2	3,9	334,6	0,89	0,13	0,24	43	29,41
BJ-4 15-16	0,72	22,27	38,2	43	26,7	7,2	202	1,54	3,5	0,65	0,7	4	342,1	0,87	0,15	0,25	44	29,92

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-4 0-1	0,045	12,6	32,6	0,26	41,6	0,008	<20	1,28	0,01	0,09	0,08	2,7	0,38	0,21	36	0,4	0,11	3,2
BJ-4 5-6	0,036	12,6	31,7	0,24	42,3	0,007	<20	1,22	0,009	0,08	0,1	2,4	0,36	0,39	58	0,5	<0,02	2,8
BJ-4 10-11	0,035	14	33,9	0,25	43	0,007	<20	1,33	0,009	0,09	<0,05	2,6	0,41	0,36	40	0,3	<0,02	3
BJ-4 14-15	0,034	14,9	35,2	0,27	48,4	0,007	<20	1,41	0,01	0,09	0,1	2,9	0,41	0,47	31	0,6	<0,02	3,3
BJ-4 15-16	0,034	15,3	35,3	0,27	47	0,007	<20	1,45	0,009	0,09	0,07	3,2	0,41	0,47	41	0,2	<0,02	3,4

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-4 0-1	0,22	4,29	3,54	8,67	16,72	19,5	16,09091	39,40909	1,211864	2,449153
BJ-4 5-6	0,23	4,45	3,62	8,96	17,26	19,34783	15,73913	38,95652	1,229282	2,475138
BJ-4 10-11	0,28	5,36	4,5	10,93	21,07	19,14286	16,07143	39,03571	1,191111	2,428889
BJ-4 14-15	0,29	5,32	4,51	10,91	21,03	18,34483	15,55172	37,62069	1,179601	2,419069
BJ-4 15-16	0,27	5,28	4,38	10,75	20,68	19,55556	16,22222	39,81481	1,205479	2,454338

## 8.6.4. BJ-6 (Očuša)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-6 7-8	0,6	22,75	38,2	34	25,8	5,8	216	1,29	1,9	0,83	1,1	2,7	308,2	0,77	0,15	0,23	41	31,08
BJ-6 10-11	0,76	20,66	35,7	33	22,9	6,6	200	1,18	1,8	0,86	0,8	2,4	311,3	0,59	0,16	0,2	39	31,33
BJ-6 15-19	0,4	17,59	31,2	42	25,2	5,5	181	1,09	1,7	0,51	0,5	2,2	238,9	0,51	0,04	0,2	36	25,57

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-6 7-8	0,037	11,3	33,6	0,27	42,2	0,007	<20	1,32	0,013	0,1	0,09	2,6	0,42	0,34	35	0,3	<0,02	3,1
BJ-6 10-11	0,03	10,1	30,2	0,26	38,7	0,007	<20	1,21	0,011	0,09	0,08	2,4	0,36	0,34	28	0,7	0,04	2,5
BJ-6 15-19	0,026	8,9	29	0,24	35,7	0,006	<20	1,17	0,009	0,09	0,06	2,4	0,32	0,11	40	0,7	<0,02	2,7

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-6 7-8	0,23	4,31	3,57	8,9	17,01	18,73913	15,52174	38,69565	1,207283	2,492997
BJ-6 10-11	0,21	4,06	3,37	8,35	15,99	19,33333	16,04762	39,7619	1,204748	2,477745
BJ-6 15-19	0,19	3,66	3,06	7,37	14,28	19,26316	16,10526	38,78947	1,196078	2,408497

## 8.6.5. BJ-7 (Očuša)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-7 0-1	1,64	15,27	19	25	6,2	1,7	57	0,35	<0,1	0,68	1,6	0,4	244,8	0,49	0,17	0,06	18	32,42	
BJ-7 5-6	2,42	9,39	13,7	16	4,3	1	48	0,24	<0,1	0,78	0,4	0,3	295,2	0,29	0,12	0,05	11	33,32	
BJ-7 10-11	0,89	15,28	20,9	21	10,9	2,2	79	0,54	<0,1	0,92	1,9	0,9	270,3	0,46	0,13	0,14	20	34,11	
BJ-7 15-16	0,46	5,8	7,3	9	4,3	1	51	0,3	0,7	0,47	<0,2	0,5	252,1	0,21	0,05	0,05	10	33,93	

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-7 0-1	0,04	2,9	9,8	0,43	16,4	0,004	21	0,3	0,244	0,07	0,07	0,6	0,16	0,23	26	0,4	<0,02	0,7
BJ-7 5-6	0,011	1,8	6,6	0,34	16,1	0,003	<20	0,19	0,174	0,05	<0,05	0,4	0,11	0,26	19	0,2	0,05	0,4
BJ-7 10-11	0,02	5	16,5	0,28	20,9	0,005	<20	0,65	0,117	0,09	0,08	1,2	0,21	0,37	31	0,4	<0,02	1,2
BJ-7 15-16	0,009	2,4	7	0,17	13,9	0,003	<20	0,24	0,061	0,05	<0,05	0,8	0,08	0,26	13	<0,1	<0,02	0,4

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-7 0-1	0,09	1,64	1,41	3,43	6,57	18,22222	15,66667	38,11111	1,163121	2,432624
BJ-7 5-6	0,13	2,43	2,08	5,23	9,87	18,69231	16	40,23077	1,168269	2,514423
BJ-7 10-11	0,21	4,02	3,36	8,37	15,96	19,14286	16	39,85714	1,196429	2,491071
BJ-7 15-16	0,07	1,13	0,97	2,37	4,54	16,14286	13,85714	33,85714	1,164948	2,443299



## 8.6.6. BJ-9B (Crniševo)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-9B 0-1	2,34	11,35	13,6	17	5,3	1,3	45	0,27	0,4	0,85	<0,2	0,2	168,4	0,41	0,11	0,04	14	23,22
BJ-9B 5-6	0,39	2,74	4	<2	2	0,7	44	0,18	0,2	0,48	<0,2	0,3	292,8	0,11	<0,02	0,02	6	37,21
BJ-9B 8-12	1,23	2,76	3	<2	2	0,7	49	0,17	0,1	0,4	1,8	0,3	289,2	0,13	0,02	0,02	6	37,8

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-9B 0-1	0,021	1,8	6,9	0,33	11,4	0,003	<20	0,22	0,087	0,05	<0,05	0,6	0,13	0,19	31	0,8	<0,02	0,6
BJ-9B 5-6	0,007	1,4	4,2	0,14	12,3	0,002	<20	0,16	0,041	0,04	<0,05	0,5	0,06	0,2	9	0,2	<0,02	0,4
BJ-9B 8-12	0,009	1,6	4,2	0,17	12,6	0,002	<20	0,16	0,24	0,05	<0,05	0,5	0,06	0,3	22	0,2	<0,02	0,4

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-9B 0-1	0,07	1,34	1,16	2,87	5,44	19,14286	16,57143	41	1,155172	2,474138
BJ-9B 5-6	0,04	0,74	0,62	1,57	2,97	18,5	15,5	39,25	1,193548	2,532258
BJ-9B 8-12	0,04	0,7	0,56	1,39	2,69	17,5	14	34,75	1,25	2,482143

## 5.1.1. BJ-11 (Crniševo)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-11 0-1	1,7	16,99	18,5	19	7,8	1,7	70	0,42	0,3	0,93	2,5	0,5	251,6	0,56	0,16	0,07	20	32,47
BJ-11 5-6	0,91	15,14	24,1	35	12,2	2,7	95	0,62	0,7	0,89	1,4	0,9	249,4	0,47	0,2	0,14	20	32,92
BJ-11 10-11	0,51	8,31	10,3	12	7,5	1,9	84	0,44	0,5	0,61	1,1	0,7	242,9	0,3	0,08	0,09	14	34,04
BJ-11 15-16	0,24	4,74	8,7	<2	4,7	1,4	82	0,34	<0,1	0,4	1,2	0,6	234,3	0,28	0,05	0,06	10	35,99
BJ-11 20-21	0,23	3,25	5,9	5	3,3	1,1	73	0,27	0,1	0,38	0,7	0,6	249,7	0,26	0,06	0,07	7	33,3

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-11 0-1	0,028	2,8	10,7	0,45	17,1	0,004	<20	0,36	0,108	0,07	0,06	0,8	0,19	0,3	42	0,5	0,07	0,9
BJ-11 5-6	0,021	5	18,2	0,26	21,4	0,006	<20	0,71	0,106	0,1	<0,05	1,3	0,22	0,36	39	0,6	0,08	1,5
BJ-11 10-11	0,015	3,8	12,2	0,2	17,4	0,004	<20	0,42	0,076	0,08	0,05	0,9	0,14	0,32	40	0,2	0,06	1
BJ-11 15-16	0,014	3,4	8,8	0,16	14,8	0,004	<20	0,33	0,071	0,07	<0,05	0,9	0,11	0,24	34	0,2	0,04	0,9
BJ-11 20-21	0,011	2,9	6,5	0,14	14,8	0,004	<20	0,25	0,05	0,04	<0,05	0,6	0,09	0,11	20	<0,1	0,07	0,6

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-11 0-1	0,11	2,1	1,8	4,31	8,32	19,09091	16,36364	39,18182	1,166667	2,394444
BJ-11 5-6	0,21	3,82	3,33	8,27	15,63	18,19048	15,85714	39,38095	1,147147	2,483483
BJ-11 10-11	0,1	1,91	1,63	4,03	7,67	19,1	16,3	40,3	1,171779	2,472393
BJ-11 15-16	0,08	1,5	1,26	3,1	5,94	18,75	15,75	38,75	1,190476	2,460317
BJ-11 20-21	0,06	1,11	0,93	2,34	4,44	18,5	15,5	39	1,193548	2,516129

## 5.1.2. BJ-12 (Sladinac)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-12 0-1	1,05	22,31	45,3	42	24	5,5	352	1,25	2,3	0,79	1,1	1,7	240,5	0,71	0,16	0,26	37	25,46
BJ-12 5-6	1,5	22,54	42,2	51	22,8	5,3	218	1,19	2,2	1,02	0,8	1,9	259,1	0,72	0,18	0,26	33	27,03
BJ-12 10-11	1,35	25,24	48,2	54	27,6	6,4	222	1,44	3,3	0,93	0,3	2,6	242,3	0,7	0,17	0,28	41	25,46
BJ-12 15-16	2	28,29	50,9	56	24,8	6,1	237	1,34	2,6	1,02	0,2	2,3	242,4	0,85	0,16	0,27	36	26,12
BJ-12 20-21	2,07	21,71	39,7	34	22,6	5,2	299	1,27	2,2	0,89	0,8	2	250,6	0,61	0,13	0,22	32	27,63
BJ-12 25-26	0,67	21,48	38,3	44	22,8	4,8	264	1,07	2,7	0,61	0,5	2,1	259,2	0,54	0,13	0,22	34	27,73
BJ-12 28-33	0,6	18,52	35,1	40	20,2	4,2	233	0,97	1,9	0,56	0,7	1,7	250,8	0,49	0,11	0,19	31	28,13

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-12 0-1	0,059	10,4	31,8	0,25	50,9	0,008	<20	1,06	0,056	0,08	0,1	1,9	0,32	0,09	24	1	0,03	3
BJ-12 5-6	0,037	9,8	29,8	0,26	43,3	0,008	<20	1,02	0,065	0,08	0,09	1,9	0,31	0,62	31	0,8	0,03	2,9
BJ-12 10-11	0,04	11,1	36	0,33	45,7	0,009	<20	1,27	0,067	0,1	0,08	2,5	0,36	0,75	29	0,4	0,07	3,5
BJ-12 15-16	0,037	10,7	33,2	0,32	42,4	0,008	<20	1,2	0,072	0,1	0,12	2,2	0,35	0,78	39	0,4	0,04	3,1
BJ-12 20-21	0,034	8,4	27,7	0,3	34,7	0,007	<20	1,03	0,07	0,1	0,08	2,1	0,27	0,78	40	0,3	<0,02	2,8
BJ-12 25-26	0,028	9,3	28,5	0,29	37,1	0,008	<20	1,07	0,066	0,1	<0,05	2,3	0,28	0,5	19	0,8	<0,02	2,8
BJ-12 28-33	0,026	7,7	24,9	0,26	31,1	0,006	<20	0,85	0,068	0,09	<0,05	1,8	0,25	0,43	30	0,5	<0,02	2,5

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-12 0-1	0,21	4,04	3,28	8	15,53	19,2381	15,61905	38,09524	1,231707	2,439024
BJ-12 5-6	0,22	4,28	3,5	8,77	16,77	19,45455	15,90909	39,86364	1,222857	2,505714
BJ-12 10-11	0,28	5,22	4,27	10,37	20,14	18,64286	15,25	37,03571	1,222482	2,428571
BJ-12 15-16	0,26	4,79	3,93	9,68	18,66	18,42308	15,11538	37,23077	1,21883	2,463104
BJ-12 20-21	0,2	3,78	3,05	7,61	14,64	18,9	15,25	38,05	1,239344	2,495082
BJ-12 25-26	0,19	3,55	2,89	6,99	13,62	18,68421	15,21053	36,78947	1,228374	2,418685
BJ-12 28-33	0,16	3,14	2,6	6,37	12,27	19,625	16,25	39,8125	1,207692	2,45

## 5.1.3. BJ-14 (Sladinac)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-14 0-1	1,18	20,64	43	44	21,6	4,8	294	1,18	2,1	0,85	0,7	1,6	229,7	0,64	0,15	0,23	33	24,85
BJ-14 4-5	1,4	18,13	35,3	42	18,6	4,6	177	1,01	2,2	0,93	1,2	1,6	217,4	0,58	0,16	0,18	29	24,48
BJ-14 10-14	0,81	18,86	35,9	38	18	4,3	188	0,99	2,2	0,71	0,6	1,5	245,5	0,6	0,13	0,2	28	27,49

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-14 0-1	0,047	9,3	28,6	0,25	42,7	0,008	<20	1	0,022	0,07	0,08	1,8	0,3	0,21	29	0,7	<0,02	2,7
BJ-14 4-5	0,032	7,9	25,1	0,21	34	0,007	<20	0,85	0,016	0,07	0,08	1,7	0,26	0,53	19	0,5	0,05	2,3
BJ-14 10-14	0,034	8,2	25	0,24	36,2	0,007	<20	0,88	0,02	0,07	0,06	1,8	0,26	0,54	28	0,7	0,06	2,4

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-14 0-1	0,19	3,69	2,97	7,3	14,15	19,42105	15,63158	38,42105	1,242424	2,457912
BJ-14 4-5	0,18	3,41	2,78	6,91	13,28	18,94444	15,44444	38,38889	1,226619	2,485612
BJ-14 10-14	0,2	3,72	3,09	7,5	14,51	18,6	15,45	37,5	1,203883	2,427184

## 5.1.4. BJ-15 (Sladinac)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-15 0-1	0,58	21,39	41	46	22,4	5,2	210	1,01	1,5	0,68	1,2	1,8	228,8	0,67	0,16	0,21	33	26,65
BJ-15 5-6	0,86	23,17	43,2	53	23,1	5,3	183	1,09	2,4	0,84	0,4	1,9	242,6	0,69	0,14	0,23	33	26,83
BJ-15 10-11	0,8	24,64	46,4	57	25,8	6	197	1,17	2,3	0,86	0,8	2,3	236,2	0,72	0,16	0,25	38	25,94
BJ-15 15-16	1,35	25,76	46,4	52	24,9	6	242	1,15	2,2	1,06	1,2	2	239,6	0,69	0,16	0,22	37	26,35
BJ-15 20-21	1,39	25,33	47,7	47	27,3	6,1	334	1,4	2,5	0,97	1,1	2,4	238,7	0,66	0,15	0,25	38	27,05
BJ-15 25-29	0,65	28,71	51	65	33	6,5	292	1,46	2,7	0,72	0,8	2,4	216,8	0,69	0,26	0,29	42	25,14

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-15 0-1	0,046	9,3	30,1	0,23	37	0,008	<20	1,01	0,018	0,07	0,09	1,9	0,32	0,09	30	0,5	0,03	2,9
BJ-15 5-6	0,04	9,6	31,4	0,23	37,3	0,007	<20	1,06	0,016	0,07	0,08	2	0,33	0,2	42	0,7	0,02	2,9
BJ-15 10-11	0,037	10,4	32,9	0,27	39,9	0,008	<20	1,15	0,018	0,08	0,08	2,2	0,35	0,21	35	0,3	<0,02	3,1
BJ-15 15-16	0,034	9,5	31,7	0,27	36,1	0,008	<20	1,1	0,024	0,09	0,08	2,1	0,33	0,4	42	0,5	0,04	3,1
BJ-15 20-21	0,032	10,1	33,6	0,3	38,8	0,008	<20	1,17	0,025	0,1	0,09	2,4	0,34	0,64	29	0,6	0,05	3,3
BJ-15 25-29	0,029	11,1	37,6	0,32	40,8	0,008	<20	1,29	0,03	0,11	<0,05	2,6	0,36	0,49	39	0,6	0,05	3,4

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-15 0-1	0,2	3,67	3,03	7,36	14,26	18,35	15,15	36,8	1,211221	2,429043
BJ-15 5-6	0,21	4,05	3,37	8,31	15,94	19,28571	16,04762	39,57143	1,20178	2,465875
BJ-15 10-11	0,24	4,58	3,81	9,22	17,85	19,08333	15,875	38,41667	1,2021	2,419948
BJ-15 15-16	0,24	4,63	3,8	9,57	18,24	19,29167	15,83333	39,875	1,218421	2,518421
BJ-15 20-21	0,23	4,32	3,58	8,78	16,91	18,78261	15,56522	38,17391	1,206704	2,452514
BJ-15 25-29	0,42	7,79	6,59	16,41	31,21	18,54762	15,69048	39,07143	1,182094	2,490137

## 5.1.5. BJ-16 (Očuša)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-16 0-1	0,59	21,99	43,7	51	23,6	5,7	287	1,4	2,1	0,57	0,4	2,1	244,9	0,84	0,13	0,23	36	25,17
BJ-16 5-6	0,84	25,51	47,3	53	23,2	5,9	185	1,27	1,9	0,74	1,6	2,6	260,4	0,82	0,16	0,24	37	26,82
BJ-16 10-11	0,73	26,33	44,7	50	25,3	6,2	194	1,36	2,3	0,69	<0,2	3,1	245,1	0,8	0,18	0,26	42	25,12
BJ-16 15-16	0,73	28,43	48,3	64	26,4	6,4	207	1,32	2,6	0,7	<0,2	3	253,6	0,86	0,16	0,27	40	25,96
BJ-16 16-19	0,76	28,78	52,7	65	26,5	6,5	207	1,32	2,7	0,73	0,3	2,8	255,8	0,85	0,16	0,26	40	26,67

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-16 0-1	0,055	11,3	33,6	0,24	39,5	0,008	<20	1,1	0,008	0,07	0,1	2,2	0,38	0,03	38	0,7	0,08	3
BJ-16 5-6	0,044	11,6	34,4	0,24	40,2	0,008	<20	1,15	0,008	0,07	0,12	2,2	0,39	0,15	35	0,8	0,08	3,1
BJ-16 10-11	0,041	12,8	36,2	0,25	41,5	0,008	<20	1,27	0,008	0,08	0,1	2,7	0,39	0,13	27	0,4	0,04	3,4
BJ-16 15-16	0,039	13,2	36,1	0,25	45,1	0,008	<20	1,24	0,008	0,08	0,08	2,5	0,42	0,11	32	0,4	0,09	3,5
BJ-16 16-19	0,041	12	35,7	0,26	39,7	0,008	<20	1,2	0,009	0,08	0,1	2,4	0,41	0,14	42	1	0,1	3,4

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-16 0-1	0,21	3,96	3,25	8	15,42	18,85714	15,47619	38,09524	1,218462	2,461538
BJ-16 5-6	0,24	4,61	3,79	9,25	17,89	19,20833	15,79167	38,54167	1,216359	2,440633
BJ-16 10-11	0,27	5,12	4,25	10,45	20,09	18,96296	15,74074	38,7037	1,204706	2,458824
BJ-16 15-16	0,24	4,62	3,86	9,39	18,11	19,25	16,08333	39,125	1,196891	2,432642
BJ-16 16-19	0,23	4,45	3,67	8,83	17,18	19,34783	15,95652	38,3913	1,212534	2,405995



## 5.1.6. BJ-17 (Očuša)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-17 0-1	0,46	21,96	43,1	48	23,9	5,4	375	1,32	2,4	0,58	<0,2	2	251,7	0,73	0,14	0,22	32	26,92
BJ-17 5-6	0,63	25,35	44	54	24	5,3	199	1,12	1,5	0,76	0,8	2,2	258,8	0,79	0,15	0,23	33	27,3
BJ-17 10-11	0,71	25,62	45,5	53	25,6	6	203	1,24	1,9	0,77	0,3	2,5	265,7	0,77	0,15	0,25	37	27,21
BJ-17 15-16	0,73	26,51	44,9	49	25,5	5,9	209	1,21	2	0,8	0,9	2,5	249,3	0,76	0,15	0,24	36	27,83

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-17 0-1	0,057	10,3	31,7	0,23	40,9	0,007	<20	1,02	0,008	0,07	0,1	2,1	0,35	0,004	33	0,3	0,07	2,9
BJ-17 5-6	0,043	11	31,9	0,24	39,1	0,008	<20	1,1	0,008	0,07	0,09	2,2	0,37	0,06	27	0,9	0,03	3,1
BJ-17 10-11	0,037	11,3	34,9	0,24	39,5	0,008	<20	1,18	0,009	0,08	0,09	2,3	0,39	0,11	39	0,8	<0,02	3,3
BJ-17 15-16	0,037	11,2	33,7	0,25	38,5	0,008	<20	1,14	0,01	0,08	0,07	2,2	0,4	0,12	37	0,6	0,07	3,4

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-17 0-1	0,21	4,04	3,28	8,03	15,56	19,2381	15,61905	38,2381	1,231707	2,448171
BJ-17 5-6	0,23	4,27	3,5	8,64	16,64	18,56522	15,21739	37,56522	1,22	2,468571
BJ-17 10-11	0,26	4,72	3,92	9,7	18,6	18,15385	15,07692	37,30769	1,204082	2,47449
BJ-17 15-16	0,24	4,49	3,68	8,93	17,34	18,70833	15,33333	37,20833	1,220109	2,42663

## 5.1.7. BJ-19 (Očuša)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-19 0-1	0,49	24,83	42,6	49	23,1	5,7	412	1,28	2,4	0,51	1,3	2,1	261,3	0,76	0,12	0,22	32	26,84
BJ-19 5-6	0,83	24,4	44,9	48	23,9	5,6	188	1,15	2	0,82	1,3	2,4	259,9	0,76	0,16	0,23	34	26,63
BJ-19 10-11	0,76	28,53	49,5	63	26,7	6,4	230	1,33	1,8	0,87	1,2	2,7	276,4	0,89	0,14	0,28	41	28,47
BJ-19 15-16	0,87	31,9	54,9	69	30,3	7	245	1,46	3,2	1,07	<0,2	2,7	276,5	0,8	0,18	0,29	42	29,09
BJ-19 20-21	0,89	31,47	53,7	67	31,1	7	245	1,47	3	1,12	1,1	2,8	287,7	0,83	0,18	0,29	44	28,87
BJ-19 25-26	0,74	31,38	58,1	54	36	7,5	251	1,56	3,1	0,87	1,2	2,7	238,3	0,75	0,11	0,32	47	27,1

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-19 0-1	0,052	11,2	32,2	0,22	39,2	0,008	<20	1,08	0,007	0,07	0,1	2	0,35	0,004	32	0,6	0,06	3
BJ-19 5-6	0,039	11,3	32,9	0,23	39,5	0,008	<20	1,1	0,008	0,07	0,08	2,2	0,35	0,12	40	0,6	0,03	2,9
BJ-19 10-11	0,041	13,4	36,5	0,26	46	0,009	<20	1,27	0,009	0,08	0,08	2,5	0,44	0,09	39	0,7	0,03	3,4
BJ-19 15-16	0,039	13	38,3	0,28	46,4	0,009	<20	1,25	0,01	0,08	0,08	2,4	0,41	0,26	44	0,4	0,03	3,9
BJ-19 20-21	0,041	13,1	38,7	0,29	47,2	0,009	<20	1,34	0,008	0,09	0,1	2,6	0,41	0,11	48	0,8	0,06	3,8
BJ-19 25-26	0,037	13	41,1	0,29	51,9	0,008	<20	1,43	0,01	0,1	0,09	2,8	0,43	0,13	53	0,6	0,02	4,1

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-19 0-1	0,21	4,11	3,29	8,05	15,66	19,57143	15,66667	38,33333	1,24924	2,446809
BJ-19 5-6	0,23	4,34	3,59	8,82	16,98	18,86957	15,6087	38,34783	1,208914	2,456825
BJ-19 10-11	0,26	5,15	4,22	10,48	20,11	19,80769	16,23077	40,30769	1,220379	2,483412
BJ-19 15-16	0,27	5,11	4,18	10,2	19,76	18,92593	15,48148	37,77778	1,222488	2,440191
BJ-19 20-21	0,27	5,11	4,28	10,44	20,1	18,92593	15,85185	38,66667	1,193925	2,439252
BJ-19 25-26	0,29	5,56	4,6	11,1	21,55	19,17241	15,86207	38,27586	1,208696	2,413043

## 5.1.8. BJ-20 (Očuša)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-20 0-1	0,5	23,06	45,2	53	23,6	5,2	444	1,25	2	0,76	0,5	1,8	285,2	0,83	0,14	0,25	32	29,84
BJ-20 5-6	0,76	24,67	43,2	48	25,3	5,9	228	1,13	1,9	0,96	0,2	2,1	284,1	0,78	0,12	0,24	33	29,87
BJ-20 10-11	0,59	26,88	46,2	55	27,4	5,7	261	1,21	1,8	0,93	0,3	2,2	289,3	0,83	0,14	0,25	36	29,63
BJ-20 15-16	0,66	26,52	48,1	46	28,8	6,1	252	1,28	2,2	0,91	2,4	2,2	251	0,75	0,22	0,3	40	27,79
BJ-20 25-26	0,78	27,47	48,8	70	37,3	7,2	283	1,53	2,7	0,73	1,9	2,6	222,6	0,76	0,2	0,37	47	26,49

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-20 0-1	0,054	11,7	33	0,24	43,8	0,009	<20	1,1	0,009	0,07	0,08	2,1	0,34	0,004	50	0,7	0,04	3,1
BJ-20 5-6	0,038	11,2	33,6	0,25	40,1	0,008	<20	1,12	0,01	0,07	0,08	2	0,37	0,2	40	0,7	0,06	3,1
BJ-20 10-11	0,037	11,5	34,4	0,26	41,5	0,008	<20	1,16	0,01	0,08	0,08	2,2	0,36	0,21	52	0,7	<0,02	3,1
BJ-20 15-16	0,033	11,4	32,7	0,26	43,1	0,008	<20	1,16	0,008	0,08	0,1	2,4	0,32	0,004	38	0,3	<0,02	3,2
BJ-20 25-26	0,037	12,6	39,4	0,31	61,7	0,009	<20	1,42	0,01	0,1	0,09	2,9	0,39	0,004	39	0,4	0,04	3,8

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-20 0-1	0,21	4,24	3,53	8,65	16,63	20,19048	16,80952	41,19048	1,201133	2,450425
BJ-20 5-6	0,25	4,6	3,85	9,46	18,16	18,4	15,4	37,84	1,194805	2,457143
BJ-20 10-11	0,24	4,71	3,82	9,17	17,94	19,625	15,91667	38,20833	1,232984	2,400524
BJ-20 15-16	0,23	4,5	3,77	9,23	17,73	19,56522	16,3913	40,13043	1,193634	2,448276
BJ-20 25-26	0,25	4,82	3,98	9,84	18,89	19,28	15,92	39,36	1,211055	2,472362

## 5.1.9. BJ-51 (Šipak)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-51 0-1	0,44	20,53	31,9	37	15,1	3,2	162	0,87	0,5	0,58	1,5	1,1	301,7	0,77	0,07	0,23	18	26,5
BJ-51 5-6	0,93	22	32,1	36	16,3	3,5	193	0,86	1,1	1,15	1,2	1,3	293,5	0,77	0,08	0,21	21	26,38
BJ-51 10-11	0,73	24,28	30,5	33	16,1	3,1	210	0,88	1,1	1,07	0,9	1,3	306,7	0,75	0,07	0,19	20	27,18
BJ-51 15-16	0,77	27,7	32,2	41	16,9	3,3	229	0,88	0,6	1,03	1,8	1,3	331,1	0,78	0,08	0,2	19	28,39
BJ-51 20-21	0,84	21,58	27,1	29	13,8	2,4	299	0,71	0,7	1,17	1,7	1,3	327,6	0,58	0,08	0,15	17	30,26
BJ-51 25-26	0,77	28,46	32,9	42	19,6	4,3	259	1	1,8	0,9	1,2	1,7	434,1	0,7	0,11	0,24	27	30,54
BJ-51 30-31	0,41	17,62	31,4	35	19,1	4,4	225	1,19	2,5	0,66	0,9	2,3	325,2	0,63	0,1	0,25	28	29,88
BJ-51 35-36	0,83	15,66	31,7	40	20	4,6	205	1,26	2,3	0,88	1,3	2,4	362,3	0,72	0,09	0,26	31	31,05

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-51 0-1	0,087	9,2	25,8	0,18	45,5	0,008	<20	0,76	0,009	0,08	0,14	1,2	0,28	0,19	20	1,1	<0,02	2,1
BJ-51 5-6	0,073	8,7	26,7	0,19	39,4	0,008	<20	0,75	0,007	0,07	0,09	1,3	0,29	0,45	17	1,7	<0,02	2,1
BJ-51 10-11	0,041	8,3	27,5	0,2	38,6	0,008	<20	0,77	0,007	0,06	0,06	1,4	0,3	0,51	35	1,4	<0,02	2,2
BJ-51 15-16	0,041	8,3	27,1	0,2	41,5	0,008	<20	0,76	0,009	0,06	0,11	1,4	0,33	0,43	26	1,5	0,03	2,2
BJ-51 20-21	0,029	6,8	22,8	0,16	37,2	0,007	<20	0,62	0,01	0,05	0,1	1,3	0,25	0,23	24	1,9	<0,02	1,7
BJ-51 25-26	0,03	9,5	28,4	0,22	49,4	0,008	<20	0,86	0,014	0,07	0,08	1,9	0,31	0,37	36	1,6	<0,02	2,5
BJ-51 30-31	0,025	11,4	28,3	0,22	48	0,008	<20	1,02	0,007	0,07	0,06	2,1	0,31	0,44	20	0,7	<0,02	2,8
BJ-51 35-36	0,03	11,7	30	0,22	50,4	0,009	<20	1,09	0,014	0,07	0,12	2,1	0,35	0,42	26	1,3	0,03	2,9

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-51 0-1	0,15	2,7	2,3	5,78	10,93	18	15,33333	38,53333	1,173913	2,513043
BJ-51 5-6	0,15	2,85	2,4	6,01	11,41	19	16	40,06667	1,1875	2,504167
BJ-51 10-11	0,15	2,92	2,48	6,06	11,61	19,46667	16,53333	40,4	1,177419	2,443548
BJ-51 15-16	0,16	3,05	2,57	6,46	12,24	19,0625	16,0625	40,375	1,18677	2,513619
BJ-51 20-21	0,13	2,49	2,1	5,27	9,99	19,15385	16,15385	40,53846	1,185714	2,509524
BJ-51 25-26	0,18	3,45	2,91	7,28	13,82	19,16667	16,16667	40,44444	1,185567	2,501718
BJ-51 30-31	0,18	3,41	2,84	7,08	13,51	18,94444	15,77778	39,33333	1,200704	2,492958
BJ-51 35-36	0,2	3,75	3,1	7,8	14,85	18,75	15,5	39	1,209677	2,516129

## 5.1.10. BJ-54 (Crniševo)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-54 0-1	8,55	29,08	29,7	46	9,8	2,3	91	0,42	0,3	1,88	1,2	0,6	271,7	1,02	0,21	0,12	18	30,15
BJ-54 5-6	12,93	21,11	38,2	67	11,6	2,3	149	0,52	0,9	2,74	0,7	0,8	331,7	1,08	0,39	0,14	24	32,5
BJ-54 10-11	2,24	30,65	53,9	73	23,4	4,6	182	0,9	0,9	1,36	1,4	1,3	247,3	1,09	0,21	0,31	36	27,67
BJ-54 15-19	0,86	18,45	26,5	39	15,3	3	135	0,65	0,4	0,84	1,2	1,1	272,7	0,64	0,12	0,21	22	31,9

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-54 0-1	0,051	3,5	13,9	0,48	19,7	0,006	<20	0,41	0,555	0,08	0,14	0,8	0,26	0,08	25	1,3	<0,02	1,3
BJ-54 5-6	0,034	4	14,9	0,55	22,5	0,006	<20	0,45	0,433	0,09	0,2	1	0,47	0,2	54	1,3	0,03	1,5
BJ-54 10-11	0,036	8,3	30,2	0,49	29,2	0,009	<20	1,04	0,5	0,15	0,05	1,7	0,39	0,37	62	1,1	<0,02	2,8
BJ-54 15-19	0,028	6,9	21,9	0,35	25,7	0,008	<20	0,67	0,434	0,12	0,07	1,3	0,24	0,17	34	1,4	<0,02	2,1

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-54 0-1	0,11	2,18	1,89	4,55	8,73	19,81818	17,18182	41,36364	1,153439	2,407407
BJ-54 5-6	0,26	4,91	4,24	10,48	19,89	18,88462	16,30769	40,30769	1,158019	2,471698
BJ-54 10-11	0,42	7,71	6,73	16,34	31,2	18,35714	16,02381	38,90476	1,145617	2,427935
BJ-54 15-19	0,2	3,69	3,13	7,63	14,65	18,45	15,65	38,15	1,178914	2,4377

## 5.1.11. BJ-94 (Podgora)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
BJ-94 0-1	3,02	24,38	28,7	40	9,5	2	79	0,39	0,8	1,01	1,8	0,5	305,5	0,86	0,24	0,11	17	32,08
BJ-94 5-6	6,78	20,77	44,1	53	12,1	2,2	108	0,5	0,4	1,85	1,2	0,7	322,6	0,9	0,44	0,16	22	33,82
BJ-94 10-14	1,98	9,99	17,3	18	7,6	1,2	84	0,3	0,7	0,89	<0,2	0,4	389,8	0,44	0,13	0,09	10	35,66

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BJ-94 0-1	0,052	3,4	13,9	0,44	22,2	0,005	<20	0,38	0,122	0,06	0,12	0,7	0,18	0,004	37	0,9	0,03	1,3
BJ-94 5-6	0,027	4,5	18,1	0,4	25,2	0,007	<20	0,49	0,21	0,08	0,1	0,9	0,27	0,19	56	1,7	0,02	1,7
BJ-94 10-14	0,016	3,1	10,7	0,25	18,6	0,005	<20	0,29	0,08	0,04	<0,05	0,6	0,13	0,06	30	0,6	<0,02	0,9

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
BJ-94 0-1	0,11	2,09	1,82	4,39	8,41	19	16,54545	39,90909	1,148352	2,412088
BJ-94 5-6	0,29	5,24	4,6	11,29	21,42	18,06897	15,86207	38,93103	1,13913	2,454348
BJ-94 10-14	0,13	2,56	2,2	5,29	10,18	19,69231	16,92308	40,69231	1,163636	2,404545



## 5.1.12. BJ-Klokun (Plitko)

Ime	Mo	Cu	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	%	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g
KLOKUN-BJ 0-1	0,36	19,14	36,7	37	19	4,7	241	1,1	2,2	0,54	1,1	2,2	314,7	0,84	0,1	0,24	27	30,4 4
KLOKUN-BJ 5-6	0,53	17,88	33,7	41	18	4,4	154	1,0 1	1,8	0,7	1,9	2,1	316,7	0,83	0,1	0,22	26	28,6 5
KLOKUN-BJ 10-11	0,44	19,51	35,4	32	19,4	4,6	178	1,0 1	1,7	0,71	1,6	2,2	321,7	0,79	0,11	0,23	26	29,3 2
KLOKUN-BJ 15-16	0,38	19,37	34,2	30	18,2	4,6	173	0,9 5	2	0,75	0,9	2,1	314,3	0,77	0,09	0,22	26	29,0 2
KLOKUN-BJ 17-21	0,44	18,7	34,5	35	17,8	4,3	171	0,9 3	1,6	0,68	0,8	2,1	312,6	0,79	0,08	0,2	25	28,1 4

Ime	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
	%	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
KLOKUN-BJ 0-1	0,041	13,6	29,8	0,2	40,1	0,009	<20	1,04	0,01	0,07	0,12	2	0,33	0,004	21	0,7	0,02	2,8
KLOKUN-BJ 5-6	0,034	12,1	27,5	0,19	39,3	0,009	<20	0,88	0,008	0,07	0,1	1,8	0,3	0,17	25	0,8	0,02	2,5
KLOKUN-BJ 10-11	0,035	12,4	29,1	0,21	37,2	0,009	<20	1,01	0,009	0,07	0,09	2	0,32	0,16	16	0,4	<0,02	2,8
KLOKUN-BJ 15-16	0,032	11,2	27,8	0,2	34,6	0,008	<20	0,9	0,015	0,07	0,08	1,9	0,31	0,24	26	0,8	<0,02	2,6
KLOKUN-BJ 17-21	0,032	11,1	27,5	0,21	36,3	0,008	<20	0,87	0,014	0,07	0,08	1,8	0,3	0,28	23	0,8	<0,02	2,6

Ime	Pb204	Pb206	Pb207	Pb208	Pb	Pb206/204	Pb207/204	Pb208/204	Pb206/207	Pb208/207
KLOKUN-BJ 0-1	0,19	3,64	3,08	7,45	14,36	19,15789	16,21053	39,21053	1,181818	2,418831
KLOKUN-BJ 5-6	0,18	3,39	2,84	6,93	13,34	18,83333	15,77778	38,5	1,193662	2,440141
KLOKUN-BJ 10-11	0,19	3,49	2,98	7,36	14,02	18,36842	15,68421	38,73684	1,171141	2,469799
KLOKUN-BJ 15-16	0,17	3,27	2,78	6,83	13,05	19,23529	16,35294	40,17647	1,176259	2,456835
KLOKUN-BJ 17-21	0,17	3,19	2,67	6,58	12,61	18,76471	15,70588	38,70588	1,194757	2,464419

## 5.2. Rezultati granulometrijskih analiza (duge jezgre)

### 5.2.1. BAJ-1 (Podgora)

Uzorak	Pijesak	Mulj	Glina	Silt	Vrlo krupni pijesak	Krupni pijesak	Srednji pijesak	Sitni pijesak	Vrlo sitni pijesak	Vrlo krupni silt	Krupni silt	Srednji silt	Sitni silt	Vrlo sitni silt
cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0-1	23,0	77,0	5,8	71,3	0,0	0,0	0,0	4,5	18,5	20,3	25,1	15,5	6,9	3,5
5-6	14,8	85,2	7,3	77,8	0,0	0,0	0,0	2,8	12,0	15,5	26,8	19,8	9,9	5,8
10-11	15,3	84,7	5,7	79,0	0,0	0,0	0,0	1,2	14,1	16,9	27,7	19,9	9,6	4,9
15-16	13,0	87,0	7,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,8	12,3	18,2	23,9	18,9	12,2	6,8
20-21	2,2	97,8	8,2	89,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	17,3	30,9	23,0	11,6	6,8
25-26	46,7	53,3	1,2	52,2	0,0	0,0	0,0	10,6	36,1	23,2	16,2	8,0	3,2	1,4
30-31	19,8	80,2	3,7	76,5	0,0	0,0	0,0	1,1	18,7	28,2	26,3	13,7	5,5	2,8
35-36	2,9	97,1	4,9	92,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	18,7	34,2	24,5	10,5	4,3
40-41	7,7	92,3	4,5	87,8	0,0	0,0	0,0	0,2	7,5	19,7	31,6	22,5	9,8	4,4
45-46	1,8	98,2	8,1	90,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	15,3	30,1	25,6	13,1	5,9
50-51	3,6	96,4	6,2	90,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	16,8	30,2	25,4	12,5	5,4
55-56	1,8	98,2	4,9	93,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	15,6	32,5	26,6	13,7	4,9
60-61	0,5	99,5	7,5	92,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	13,7	32,5	27,0	12,9	6,0
65-66	1,0	99,0	6,2	92,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	14,3	31,8	27,3	13,6	5,9
70-71	0,8	99,2	7,6	91,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	12,5	30,4	27,3	14,7	6,7
75-76	0,7	99,3	9,7	89,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	13,0	29,7	26,5	13,9	6,4
80-81	10,1	89,9	7,3	82,6	0,0	0,0	0,0	0,7	9,5	15,3	25,3	22,7	13,1	6,2
85-86	3,6	96,4	6,1	90,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	16,2	27,8	25,0	14,7	6,6
90-91	12,2	87,8	6,1	81,7	0,0	0,0	0,0	1,4	10,8	16,7	25,6	21,7	12,1	5,5
95-96	23,6	76,4	4,9	71,5	0,0	0,0	0,1	6,9	16,6	16,0	22,1	18,4	10,3	4,7
100-101	9,5	90,5	7,5	83,0	0,0	0,0	0,0	0,5	9,0	15,8	26,2	22,8	12,8	5,4
105-106	11,2	88,8	5,5	83,3	0,0	0,0	0,0	1,2	9,9	16,1	27,3	23,1	11,9	4,9

Uzorak	Pijesak	Mulj	Glina	Silt	Vrlo krupni pijesak	Krupni pijesak	Srednji pijesak	Sitni pijesak	Vrlo sitni pijesak	Vrlo krupni silt	Krupni silt	Srednji silt	Sitni silt	Vrlo sitni silt
110-111	10,1	89,9	4,8	85,0	0,0	0,0	0,0	0,7	9,5	17,1	28,4	23,2	11,6	4,7
115-116	2,9	97,1	7,6	89,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	16,2	30,7	24,7	12,3	5,6
120-121	3,3	96,7	6,0	90,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	17,8	31,1	24,2	12,3	5,2
125-126	6,2	93,8	5,0	88,8	0,0	0,0	0,0	0,1	6,2	18,9	30,6	23,5	10,8	4,9
130-131	2,5	97,5	5,7	91,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	17,0	30,8	25,2	13,0	5,8
135-136	11,1	88,9	4,8	84,1	0,0	0,0	0,0	0,6	10,5	17,5	25,9	23,0	12,6	5,0
140-141	8,1	91,9	4,6	87,4	0,0	0,0	0,0	0,2	7,9	17,1	26,5	24,8	13,8	5,3
145-146	1,3	98,7	6,2	92,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	13,7	28,4	27,8	16,1	6,4
150-151	1,4	98,6	7,8	90,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	12,7	28,3	27,3	15,9	6,7
155-156	5,4	94,6	6,1	88,5	0,0	0,0	0,0	0,1	5,3	13,7	27,1	26,8	14,8	6,1
160-161	1,3	98,7	6,1	92,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	12,3	30,1	29,0	15,0	6,2
165-166	1,2	98,8	6,7	92,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	13,2	28,7	27,8	15,6	6,7
170-171	1,8	98,2	5,6	92,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	12,3	29,4	29,3	15,5	6,1
175-176	14,4	85,6	4,4	81,3	0,0	0,0	0,0	0,9	13,4	19,6	25,9	21,2	10,4	4,2
180-181	0,9	99,1	7,0	92,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	13,8	30,9	27,2	14,5	5,7
185-186	7,6	92,4	4,6	87,9	0,0	0,0	0,0	0,1	7,5	17,8	28,4	24,2	12,6	4,9
190-191	5,5	94,5	7,0	87,6	0,0	0,0	0,0	0,1	5,4	17,3	29,2	23,2	12,6	5,3
195-196	5,1	94,9	6,4	88,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	17,6	29,2	23,6	12,5	5,6
200-201	8,8	91,2	6,4	84,8	0,0	0,0	0,0	0,4	8,5	17,3	26,9	22,6	12,4	5,5
205-206	8,2	91,8	6,0	85,8	0,0	0,0	0,0	0,3	7,9	18,0	28,6	22,3	11,7	5,2
210-211	61,3	38,7	0,7	37,9	0,0	0,0	1,2	27,7	32,4	17,1	10,7	6,2	2,9	1,0
215-216	67,3	32,7	0,1	32,6	0,0	0,0	1,6	32,5	33,3	16,0	9,1	5,1	2,1	0,3
220-221	86,0	14,0	0,0	14,0	0,0	1,1	15,8	42,6	26,5	8,1	3,8	1,7	0,4	0,0
225-226	59,0	41,0	1,3	39,7	0,0	0,3	6,5	24,3	27,8	16,6	11,0	6,9	3,6	1,6
230-231	63,6	36,4	0,7	35,7	0,0	0,0	5,3	28,6	29,7	16,2	9,5	5,8	3,0	1,2
235-236	71,3	28,7	0,0	28,7	0,0	0,0	3,8	36,3	31,2	13,3	7,9	4,8	2,2	0,5

Uzorak	Pijesak	Mulj	Glina	Silt	Vrlo krupni pijesak	Krupni pijesak	Srednji pijesak	Sitni pijesak	Vrlo sitni pijesak	Vrlo krupni silt	Krupni silt	Srednji silt	Sitni silt	Vrlo sitni silt
240-241	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
245-246	12,1	87,9	6,2	81,7	0,0	0,0	0,0	0,1	12,0	25,4	25,5	16,8	9,4	4,6
250-251	12,0	88,0	5,0	83,0	0,0	0,0	0,0	0,2	11,7	24,8	27,0	16,9	9,3	5,0
255-256	40,9	59,1	2,7	56,4	0,0	0,0	0,2	13,7	27,0	24,5	18,0	8,7	3,6	1,6
260-261	71,6	28,4	0,0	28,4	0,0	1,4	6,3	28,0	35,9	17,1	6,9	3,2	1,1	0,1
270-271	29,1	70,9	5,1	65,7	0,0	0,0	0,1	8,5	20,6	16,6	21,0	15,4	8,6	4,1
275-276	18,6	81,4	5,0	76,4	0,0	0,0	0,0	1,3	17,4	23,1	24,5	15,8	8,4	4,5
280-281	1,3	98,7	6,2	92,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	15,5	34,9	25,6	11,2	5,3
285-286	4,3	95,7	5,5	90,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	21,1	32,1	22,1	10,0	4,8
290-291	1,8	98,2	5,1	93,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	18,8	35,0	24,0	10,4	4,8
295-296	3,7	96,3	6,3	90,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	18,8	32,2	23,4	10,6	5,1
300-301	8,9	91,1	6,9	84,1	0,0	0,0	0,0	0,2	8,8	20,2	28,7	20,9	9,9	4,4
305-306	78,6	21,4	0,2	21,2	0,2	5,2	17,6	32,5	23,1	9,9	5,6	3,4	1,7	0,6
310-311	68,6	31,4	0,0	31,4	0,0	0,0	1,7	34,1	32,9	14,4	8,3	5,7	2,6	0,4
315-316	56,3	43,7	2,5	41,2	0,0	0,0	3,7	26,9	25,8	13,7	10,7	8,9	5,4	2,5
320-321	90,0	10,0	0,0	10,0	0,0	3,4	26,0	40,7	20,0	5,3	2,2	1,2	1,2	0,0
325-326	26,6	73,4	4,5	68,9	0,0	0,0	0,0	4,9	21,7	18,6	22,5	16,3	7,8	3,7
330-331	27,4	72,6	5,0	67,6	0,0	0,0	0,0	5,0	22,4	19,9	21,0	14,9	7,9	3,8
335-336	22,4	77,6	4,3	73,4	0,0	0,0	0,0	2,3	20,0	20,3	23,4	16,9	8,4	4,3
340-341	23,2	76,8	4,5	72,3	0,0	0,0	0,0	1,9	21,3	20,8	22,6	16,3	8,5	4,2
345-346	30,8	69,2	3,9	65,3	0,0	0,0	0,0	7,3	23,5	17,5	21,4	15,6	7,3	3,4
350-351	20,9	79,1	4,7	74,4	0,0	0,0	0,0	1,7	19,2	19,2	24,8	17,9	8,8	3,7
355-356	19,7	80,3	4,8	75,5	0,0	0,0	0,0	1,3	18,4	22,0	25,1	16,6	7,9	3,8
360-361	4,8	95,2	5,3	89,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	20,0	32,4	22,6	10,5	4,5
365-366	16,5	83,5	5,3	78,2	0,0	0,0	0,0	1,4	15,1	18,5	26,6	19,4	9,2	4,5
370-371	23,1	76,9	4,4	72,5	0,0	0,0	0,0	2,6	20,5	20,0	24,0	16,8	7,8	3,8

Uzorak	Pijesak	Mulj	Glina	Silt	Vrlo krupni pijesak	Krupni pijesak	Srednji pijesak	Sitni pijesak	Vrlo sitni pijesak	Vrlo krupni silt	Krupni silt	Srednji silt	Sitni silt	Vrlo sitni silt
375-376	25,6	74,4	3,8	70,6	0,0	0,0	0,0	4,1	21,5	19,2	23,7	16,7	7,4	3,5
380-381	19,5	80,5	3,8	76,8	0,0	0,0	0,0	1,5	18,0	18,5	27,1	19,1	8,4	3,7
385-386	21,6	78,4	4,2	74,1	0,0	0,0	0,0	4,0	17,6	16,8	26,0	19,3	8,4	3,6
390-391	15,8	84,2	4,7	79,5	0,0	0,0	0,0	1,1	14,7	16,6	28,8	21,4	8,9	3,9
395-396	8,8	91,2	3,8	87,4	0,0	0,0	0,0	0,1	8,7	17,0	34,7	23,6	8,5	3,6
400-401	7,2	92,8	3,4	89,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	17,2	35,9	23,9	8,8	3,6
405-406	8,8	91,2	3,8	87,4	0,0	0,0	0,0	0,1	8,6	18,3	34,8	21,9	8,4	3,9
410-411	18,6	81,4	3,5	77,9	0,0	0,0	0,0	4,0	14,6	17,2	31,2	19,0	7,1	3,5
415-416	18,7	81,3	3,2	78,2	0,0	0,0	0,0	2,7	16,0	19,8	31,7	16,8	6,5	3,3
420-421	8,0	92,0	3,4	88,6	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	21,3	38,0	19,1	7,1	3,1
425-426	7,0	93,0	4,9	88,2	0,0	0,0	0,0	0,1	6,9	19,3	38,7	19,1	7,3	3,8
430-431	8,5	91,5	4,8	86,7	0,0	0,0	0,0	0,1	8,4	20,3	36,8	18,4	7,0	4,3
435-436	3,0	97,0	7,1	89,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	16,0	39,3	21,0	8,5	5,2
440-441	5,3	94,7	7,0	87,7	0,0	0,0	0,0	0,1	5,2	15,8	36,2	20,7	9,1	5,8
445-446	5,7	94,3	5,0	89,3	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	16,0	39,2	21,2	8,0	4,9
450-451	0,6	99,4	5,8	93,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	15,0	40,8	23,3	8,9	5,5
455-456	0,0	100,0	7,4	92,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	40,6	24,7	10,9	7,3
460-461	0,7	99,3	7,7	91,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	14,3	38,6	23,4	9,4	5,9
465-466	8,6	91,4	3,0	88,4	0,0	0,0	0,0	0,1	8,5	16,4	39,1	22,0	7,4	3,4
470-471	2,4	97,6	3,8	93,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	16,0	43,0	23,5	7,7	3,7
475-476	0,4	99,6	7,7	91,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	12,9	39,1	22,9	10,2	6,8
480-481	4,5	95,5	10,7	84,8	0,0	0,0	0,0	0,1	4,4	12,0	32,9	20,2	10,9	8,9
485-486	0,0	100,0	10,7	89,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	37,5	23,1	12,2	9,8
490-491	0,0	100,0	12,1	87,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	34,9	22,3	12,1	9,7
495-496	0,0	100,0	10,9	89,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	37,7	22,4	11,2	8,9

Uzorak	Pijesak	Mulj	Glina	Silt	Vrlo krupni pijesak	Krupni pijesak	Srednji pijesak	Sitni pijesak	Vrlo sitni pijesak	Vrlo krupni silt	Krupni silt	Srednji silt	Sitni silt	Vrlo sitni silt
500-501	0,0	100,0	11,5	88,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	35,9	22,7	11,8	9,7
505-506	0,0	100,	14,6	85,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	34,5	22,2	11,5	9,4
510-511	55,1	44,9	3,3	41,6	0,0	2,7	17,4	19,6	15,3	10,6	12,4	10,9	5,1	2,6
515-516	25,9	74,1	5,8	68,3	0,0	0,0	0,0	5,2	20,6	18,7	22,8	15,3	7,3	4,3
520-521	61,6	38,4	1,8	36,7	0,0	0,0	1,7	30,0	29,8	12,7	9,8	8,1	4,1	2,1
525-526	53,4	46,6	4,4	42,3	0,0	0,0	0,5	24,5	28,4	16,1	12,9	7,3	3,8	2,2
530-531	46,2	53,8	5,0	48,8	0,0	0,0	3,4	22,3	20,4	14,5	14,5	10,1	5,9	4,0
535-536	65,4	34,6	0,6	33,9	0,0	0,0	1,1	30,5	33,8	14,6	9,3	5,9	2,8	1,3
540-541	35,0	65,0	3,7	61,3	0,0	0,0	0,0	7,6	27,4	20,6	19,1	12,1	5,9	3,6
545-546	46,4	53,6	4,8	48,8	0,0	0,0	0,3	17,5	28,6	18,0	14,7	8,6	4,7	2,8
550-551	36,7	63,3	3,1	60,2	0,0	0,0	0,0	8,3	28,4	20,7	19,1	11,2	6,1	3,1
555-556	72,9	27,1	0,3	26,7	0,0	0,0	2,3	37,9	32,8	13,8	7,5	4,0	1,3	0,2
560-561	32,3	67,7	4,9	62,8	0,0	0,0	0,0	6,6	25,7	21,9	18,2	11,6	6,6	4,5
565-566	72,3	27,7	0,0	27,6	0,0	0,0	1,7	35,6	35,0	14,4	7,5	3,9	1,4	0,5
570-571	66,7	33,3	0,1	33,2	0,0	0,0	1,5	32,0	33,2	14,9	9,5	5,7	2,3	0,7
575-576	73,4	26,6	0,0	26,6	0,0	0,0	1,8	36,9	34,6	13,3	7,8	4,1	1,2	0,2
580-581	57,9	42,1	0,4	41,7	0,0	0,0	0,0	21,4	36,4	17,4	12,6	7,7	2,9	1,2
585-586	52,6	47,4	2,6	44,8	0,0	0,0	0,6	26,3	25,7	13,7	13,5	8,7	5,5	3,4
590-591	50,3	49,7	2,3	47,4	0,0	0,0	0,1	17,3	32,8	16,7	15,4	9,4	4,0	1,9
595-596	62,1	37,9	2,1	35,8	0,0	0,0	1,3	28,1	32,7	14,3	9,8	7,1	3,2	1,4
600-601	62,1	37,9	1,6	36,4	0,0	0,0	3,8	27,7	30,6	14,5	9,6	7,0	3,5	1,8
605-606	56,0	44,0	1,9	42,2	0,0	0,0	0,9	23,5	31,5	16,0	11,5	8,6	4,1	2,0
610-611	67,0	33,0	0,0	33,0	0,0	0,0	1,1	31,1	34,7	14,8	9,5	5,9	2,2	0,5
615-616	56,2	43,8	0,6	43,2	0,0	0,0	0,0	19,6	36,6	18,4	12,3	8,0	3,2	1,3
620-621	44,2	55,8	4,9	50,9	0,0	0,0	0,1	14,1	30,0	18,1	15,3	9,4	5,0	3,1
625-626	53,7	46,3	3,5	42,8	0,0	0,0	0,4	23,4	29,9	16,0	13,1	7,6	3,9	2,3



## 5.2.2. BAJ-5 (Sladinac)

Uzorak	Pijesak	Mulj	Glina	Silt	Vrlo krupni pijesak	Krupni pijesak	Srednji pijesak	Sitni pijesak	Vrlo sitni pijesak	Vrlo krupni silt	Krupni silt	Srednji silt	Sitni silt	Vrlo sitni silt
cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0-2	7,9	92,1	8,6	83,6	0,0	0,0	0,0	0,8	7,1	13,7	26,3	24,5	13,0	6,0
5-6	55,2	44,8	2,6	42,2	0,0	0,6	9,5	23,7	21,5	10,7	10,9	11,3	6,5	2,7
10-11	3,3	96,7	7,7	89,1	0,0	0,0	0,0	0,1	3,2	8,9	31,7	28,0	13,4	6,9
15-16	0,1	99,9	11,2	88,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,6	24,3	27,7	18,8	11,1
20-21	0,4	99,6	15,1	84,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	5,8	19,5	25,5	20,2	13,6
25-26	0,0	100	12,0	87,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	25,7	25,2	18,6	11,0
30-31	5,9	94,1	5,9	88,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	20,0	29,0	22,2	11,5	5,5
35-36	9,0	91,0	4,5	86,5	0,0	0,0	0,0	0,1	9,0	23,9	29,0	20,4	9,3	3,8
40-41	3,0	97,0	5,3	91,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	19,2	30,6	25,8	11,6	4,4
45-46	3,1	96,9	6,6	90,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	18,4	29,3	25,3	12,3	5,0
50-51	8,4	91,6	5,1	86,5	0,0	0,0	0,0	0,2	8,2	16,7	26,9	25,1	12,8	5,0
55-56	4,2	95,8	5,7	90,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	15,9	26,7	26,4	15,1	6,0
60-61	6,7	93,3	6,5	86,9	0,0	0,0	0,0	0,1	6,6	15,7	24,0	25,2	15,5	6,5
65-66	3,4	96,6	5,5	91,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	15,3	27,8	28,1	14,4	5,5
70-71	4,3	95,7	5,2	90,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	15,9	27,8	27,1	14,2	5,5
75-76	2,6	97,4	5,1	92,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	13,2	26,9	29,9	16,2	6,0
80-81	7,5	92,5	4,2	88,3	0,0	0,0	0,0	0,2	7,3	15,3	27,2	27,4	13,6	4,8
85-86	20,4	79,6	4,1	75,5	0,0	0,0	0,0	4,2	16,1	13,9	23,8	22,7	11,0	4,2
90-91	27,2	72,8	5,5	67,3	0,0	0,0	0,0	7,9	19,3	12,9	21,1	19,8	9,7	3,9
95-96	13,1	86,9	4,7	82,2	0,0	0,0	0,0	1,3	11,8	16,1	26,1	24,0	11,5	4,5
100-101	24,8	75,2	3,7	71,5	0,0	0,0	0,0	5,6	19,2	18,9	23,8	17,4	8,6	2,8
105-106	43,0	57,0	1,1	55,9	0,0	0,0	0,0	14,0	29,0	11,5	17,3	17,2	7,9	2,0
110-111	25,9	74,1	4,5	69,6	0,0	0,0	0,0	7,7	18,2	12,1	20,2	21,5	11,3	4,4

Uzorak	Pijesak	Mulj	Glina	Silt	Vrlo krupni pijesak	Krupni pijesak	Srednji pijesak	Sitni pijesak	Vrlo sitni pijesak	Vrlo krupni silt	Krupni silt	Srednji silt	Sitni silt	Vrlo sitni silt
120-121	7,3	92,7	5,8	86,9	0,0	0,0	0,0	1,0	6,3	12,3	24,6	28,6	15,5	5,9
125-126	0,9	99,1	5,8	93,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	9,5	29,5	31,9	16,3	6,1
130-131	6,8	93,2	5,9	87,2	0,0	0,0	0,0	0,7	6,1	9,6	25,9	29,5	15,8	6,4
135-136	0,5	99,5	5,7	93,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	8,1	29,8	33,0	16,5	6,2
140-141	4,9	95,1	5,4	89,7	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	10,9	28,1	30,2	15,1	5,5
145-146	6,3	93,7	5,2	88,5	0,0	0,0	0,0	0,1	6,2	13,5	28,3	27,9	13,6	5,2
150-151	8,7	91,3	4,5	86,8	0,0	0,0	0,0	0,5	8,2	12,5	29,0	27,9	12,4	5,0
155-156	34,0	66,0	3,2	62,8	0,0	0,0	0,8	15,4	17,8	11,8	21,0	18,1	8,5	3,3
160-161	3,0	97,0	6,4	90,5	0,0	0,0	0,0	0,1	2,9	8,1	26,5	32,1	17,0	6,9
165-166	21,6	78,4	5,3	73,1	0,0	0,0	0,3	8,8	12,5	9,7	21,2	24,2	12,9	5,1
170-171	8,7	91,3	3,7	87,6	0,0	0,0	0,0	0,3	8,4	14,9	28,3	27,8	12,0	4,5
175-176	24,2	75,8	3,7	72,0	0,0	0,0	0,1	7,7	16,5	16,7	23,6	19,4	8,8	3,5
180-181	27,1	72,9	3,7	69,2	0,0	0,0	0,0	6,0	21,2	16,9	23,5	17,6	8,0	3,3
185-186	36,1	63,9	2,2	61,7	0,0	0,0	0,0	9,0	27,1	18,1	20,5	13,9	6,4	2,8
190-191	47,0	53,0	2,1	50,9	0,0	0,0	0,9	20,0	26,1	15,6	16,2	10,9	5,7	2,6
195-196	32,6	67,4	3,3	64,1	0,0	0,0	0,0	8,0	24,5	16,9	20,6	15,2	7,9	3,6
200-201	7,3	92,7	5,3	87,4	0,0	0,0	0,0	0,1	7,2	19,8	29,4	21,0	11,4	5,8
205-206	9,1	90,9	4,6	86,3	0,0	0,0	0,0	0,1	9,1	22,3	29,3	20,0	9,8	4,8
210-211	37,8	62,2	3,7	58,6	0,0	0,0	0,0	8,3	29,4	21,3	18,3	11,1	5,6	2,4
215-216	53,8	46,2	0,7	45,5	0,0	0,0	1,8	20,9	31,1	19,0	12,9	8,3	3,9	1,5
218-219	89,2	10,8	0,1	10,7	0,6	18,1	19,1	29,3	22,2	6,7	2,5	1,0	0,2	0,2
220-221	7,4	92,6	4,4	88,2	0,0	0,0	0,0	0,1	7,3	15,3	33,9	25,0	9,9	4,2
225-226	3,4	96,6	4,4	92,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	12,4	34,7	28,8	11,7	4,6
230-231	0,3	99,7	4,6	95,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	9,6	34,6	32,4	13,5	5,1
235-236	22,6	77,4	3,7	73,7	0,0	0,0	0,0	5,4	17,1	14,7	25,4	20,7	9,1	3,8
240-241	2,6	97,4	3,8	93,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	15,1	34,7	29,2	10,8	3,8

Uzorak	Pijesak	Mulj	Glina	Silt	Vrlo krupni pijesak	Krupni pijesak	Srednji pijesak	Sitni pijesak	Vrlo sitni pijesak	Vrlo krupni silt	Krupni silt	Srednji silt	Sitni silt	Vrlo sitni silt
250-251	12,6	87,4	4,5	82,9	0,0	0,0	0,0	1,2	11,4	15,5	29,6	23,9	10,1	3,8
255-256	23,5	76,5	5,2	71,2	0,0	0,0	0,0	4,7	18,8	16,0	24,0	19,1	8,7	3,5
260-261	27,4	72,6	4,1	68,5	0,0	0,0	0,0	7,1	20,3	14,1	24,5	18,6	7,7	3,6
265-266	0,0	100,0	3,3	96,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	39,2	36,2	12,2	4,2
270-271	2,6	97,4	2,3	95,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	12,5	40,1	30,5	9,3	2,7
275-276	1,1	98,9	2,7	96,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	12,6	40,3	29,9	9,9	3,5
280-281	0,1	99,9	1,3	98,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,6	46,5	33,1	8,4	2,0
285-286	1,9	98,1	3,5	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	9,7	38,7	30,9	10,9	4,3
290-291	0,1	99,9	2,5	97,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,9	40,6	33,5	11,7	3,7
295-296	3,4	96,6	1,7	94,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	11,0	40,7	32,8	8,5	1,9
300-301	0,0	100	0,2	99,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	46,8	40,4	8,3	0,8
305-306	0,1	99,9	1,3	98,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,6	47,0	37,5	7,0	0,5
310-311	0,2	99,8	0,2	99,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	5,2	46,5	39,0	8,1	0,6
315-316	0,3	99,7	0,0	99,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	5,1	49,3	38,1	6,9	0,4
320-321	0,1	99,9	0,0	99,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	5,1	53,7	35,8	5,3	0,0
325-326	0,0	100	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	57,2	31,9	4,0	0,2
330-331	2,9	97,1	1,4	95,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	11,9	50,9	27,2	5,3	0,3
335-336	3,5	96,5	0,0	96,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	8,8	55,5	28,7	3,5	0,0
340-341	1,2	98,8	0,0	98,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	15,4	56,5	23,2	3,5	0,2
345-346	0,0	100	0,0	99,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	60,3	27,1	2,8	0,0
350-351	4,7	95,3	0,0	95,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	17,5	55,2	19,3	3,1	0,1
355-356	16,6	83,4	1,3	82,1	0,0	0,0	0,0	1,3	15,4	21,2	41,7	15,1	3,4	0,7
360-361	23,9	76,1	1,2	74,8	0,0	0,0	0,2	8,9	14,8	15,0	36,7	17,3	4,4	1,4
365-366	10,8	89,2	0,9	88,3	0,0	0,0	0,0	0,5	10,2	18,0	45,5	19,6	4,0	1,1
370-371	5,0	95,0	0,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	16,5	53,9	19,8	4,0	0,6
375-376	0,2	99,8	0,6	99,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	11,2	55,6	27,6	4,3	0,5

Uzorak	Pijesak	Mulj	Glina	Silt	Vrlo krupni pijesak	Krupni pijesak	Srednji pijesak	Sitni pijesak	Vrlo sitni pijesak	Vrlo krupni silt	Krupni silt	Srednji silt	Sitni silt	Vrlo sitni silt
385-386	9,8	90,2	3,4	86,7	0,0	0,0	0,0	0,3	9,6	17,3	42,6	21,8	4,1	0,9
390-391	4,3	95,7	0,0	95,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	17,6	54,9	19,5	3,1	0,4
395-396	0,0	100	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,8	64,2	19,1	2,9	0,1
400-401	1,0	99,0	0,1	98,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	12,9	62,8	20,5	2,6	0,2
405-406	6,5	93,5	0,3	93,2	0,0	0,0	0,0	1,2	5,3	14,7	56,3	18,6	2,9	0,7
410-411	0,0	100	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	65,5	22,5	2,3	0,0
415-416	3,3	96,7	0,0	96,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	13,1	54,7	25,0	3,8	0,2
420-421	3,4	96,6	0,1	96,5	0,0	0,0	0,0	0,6	2,8	13,5	54,1	24,0	4,4	0,6
425-426	9,4	90,6	0,7	90,0	0,0	0,0	0,0	2,3	7,0	16,5	44,6	22,3	5,1	1,4
430-431	9,9	90,1	1,5	88,6	0,0	0,0	0,0	2,3	7,6	12,7	43,0	24,8	6,2	1,9
435-436	68,1	31,9	0,0	31,9	0,0	6,5	22,7	21,9	16,9	11,2	9,8	7,3	3,4	0,1

## 5.2.3. BAJ-7 (Crniševo)

Uzorak	PIJESAK	SILT	GLINA	Vrlo krupni pijesak	Krupni pijesak	Srednji pijesak	Sitni pijesak	Vrlo sitni pijesak	Vrlo krupni silt	Krupni silt	Srednji silt	Sitni silt	Vrlo sitni silt
cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0-1	4,13	88,70	7,17	0,00	0,00	0,00	0,13	3,99	11,94	26,52	27,08	16,03	7,14
5-6	13,69	82,34	3,97	0,00	0,00	0,07	3,96	9,67	13,18	27,27	25,81	11,91	4,16
10-11	7,22	88,66	4,12	0,00	0,00	0,00	0,31	6,91	11,91	30,69	29,19	12,57	4,29
15-16	10,08	86,04	3,88	0,00	0,00	0,05	1,97	8,06	11,88	29,45	28,12	12,42	4,17
20-21	11,29	84,19	4,52	0,00	0,00	0,04	3,31	7,94	11,17	26,88	28,10	13,43	4,63
25-26	10,84	85,64	3,52	0,00	0,00	0,00	1,87	8,96	14,40	28,82	26,59	12,00	3,84
30-31	6,18	89,59	4,23	0,00	0,00	0,00	0,06	6,12	12,61	28,46	30,11	13,89	4,52
36-37	6,92	87,93	5,15	0,00	0,00	0,00	0,12	6,80	13,99	26,74	28,15	14,01	5,03
40-41	12,41	83,49	4,10	0,00	0,00	0,00	2,33	10,07	12,44	26,06	28,11	12,84	4,04
45-46	38,24	59,04	2,71	0,00	0,00	2,26	17,85	18,14	12,93	18,96	17,31	7,41	2,44
50-51	15,30	81,89	2,81	0,00	0,00	0,05	4,74	10,51	14,01	30,16	25,11	9,54	3,06
55-56	16,23	80,07	3,70	0,00	0,00	0,22	5,80	10,21	13,09	28,03	24,84	10,35	3,75
60-61	6,55	88,94	4,51	0,00	0,00	0,00	0,15	6,40	13,42	30,16	28,44	12,50	4,42
65-66	7,83	87,32	4,84	0,00	0,00	0,00	0,54	7,30	10,44	27,30	31,19	13,75	4,64
70-71	30,84	65,59	3,57	0,00	0,00	0,20	11,53	19,10	13,88	21,12	19,14	8,46	2,99
75-76	12,00	82,01	6,00	0,00	0,00	0,11	3,90	7,99	9,32	22,81	29,34	15,05	5,48
80-81	12,89	82,37	4,74	0,00	0,00	0,06	4,12	8,71	10,73	25,70	28,24	13,19	4,51
85-86	3,53	90,74	5,73	0,00	0,00	0,00	0,51	3,02	11,05	27,53	31,65	15,16	5,35
90-91	2,36	91,95	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36	10,45	28,08	32,85	15,23	5,33
95-96	64,23	35,74	0,03	0,00	0,00	3,53	29,72	30,97	14,13	9,63	7,97	3,44	0,56
100-101	4,59	89,70	5,71	0,00	0,00	0,00	0,41	4,18	5,75	24,83	36,44	17,27	5,41
105-106	4,87	90,28	4,86	0,00	0,00	0,00	0,19	4,68	7,42	25,49	36,63	16,03	4,71
110-111	2,66	92,13	5,20	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66	11,38	27,54	33,05	15,23	4,93
115-116	1,39	92,94	5,67	0,00	0,00	0,00	0,00	1,39	6,69	26,91	37,24	16,71	5,39
120-121	5,00	89,70	5,30	0,00	0,00	0,00	0,23	4,76	7,61	25,07	35,65	16,32	5,05
125-126	11,51	83,92	4,57	0,00	0,00	0,25	3,76	7,50	9,91	26,31	30,60	12,97	4,13
130-131	12,07	83,19	4,74	0,00	0,00	0,04	3,42	8,61	10,00	25,32	30,09	13,40	4,39
135-136	19,95	77,29	2,76	0,00	0,00	0,40	6,32	13,23	17,80	28,78	20,62	7,45	2,64
140-141	28,45	70,09	1,46	0,00	0,00	0,01	6,23	22,22	24,87	27,80	12,65	3,63	1,14
145-146	6,48	93,52	0,00	0,00	0,00	0,03	0,80	5,64	13,94	31,64	42,23	5,70	0,00
150-151	20,33	77,63	2,04	0,00	0,00	2,16	7,12	11,05	14,95	29,88	22,26	8,00	2,54
Uzorak	PIJESAK	SILT	GLINA	Vrlo krupni pijesak	Krupni pijesak	Srednji pijesak	Sitni pijesak	Vrlo sitni pijesak	Vrlo krupni silt	Krupni silt	Srednji silt	Sitni silt	Vrlo sitni silt

155-156	26,62	70,83	2,55	0,00	0,00	0,67	9,48	16,48	17,65	25,32	17,95	7,23	2,67
161-162	36,27	61,21	2,52	0,00	0,00	1,03	13,87	21,37	18,07	20,40	14,60	5,96	2,17
165-166	30,84	66,70	2,45	0,00	0,00	0,12	9,31	21,41	19,97	23,42	15,30	5,89	2,11
170-171	44,26	53,54	2,20	0,00	0,17	7,00	17,06	20,02	17,02	18,42	11,76	4,63	1,73
175-176	40,19	57,34	2,47	0,00	0,07	4,92	14,82	20,38	18,84	17,56	13,21	5,64	2,08
180-181	40,76	57,03	2,21	0,00	0,06	4,28	15,17	21,26	18,59	17,63	13,27	5,58	1,96
185-186	42,93	56,04	1,03	0,00	0,00	0,25	16,14	26,54	20,42	20,03	10,88	3,63	1,07
190-191	47,80	51,26	0,95	0,00	0,00	1,04	18,50	28,26	19,70	15,65	10,56	4,07	1,28
195-196	64,46	35,54	0,00	0,00	0,00	1,87	28,85	33,74	16,73	10,73	6,15	1,78	0,15
200-201	84,00	15,97	0,02	0,69	19,88	19,26	22,41	21,77	8,49	4,36	2,45	0,63	0,04
205-206	47,67	49,97	2,37	0,00	0,00	0,01	15,48	32,18	19,29	15,31	10,74	3,77	0,85
210-211	83,35	16,65	0,00	1,45	16,13	17,72	27,43	20,61	8,18	4,80	2,79	0,80	0,08
215-216	45,42	52,71	1,86	0,00	0,00	3,95	18,93	22,54	17,83	18,40	10,97	4,07	1,45
220-221	32,19	65,15	2,66	0,00	0,00	1,57	13,88	16,74	15,58	24,64	16,13	6,20	2,61
225-226	32,30	64,61	3,09	0,00	0,00	1,42	14,13	16,75	15,57	24,22	15,51	6,34	2,96
230-231	31,90	65,26	2,85	0,00	0,00	1,94	13,78	16,17	15,23	24,69	16,28	6,35	2,71
235-236	34,72	62,62	2,66	0,00	0,00	2,85	15,43	16,44	14,75	23,57	15,61	6,13	2,56
240-241	36,86	60,52	2,62	0,00	0,00	1,44	16,51	18,92	15,59	21,91	14,52	6,02	2,48
245-246	58,42	40,60	0,97	0,00	1,47	10,47	21,93	24,55	15,30	11,71	8,62	3,75	1,22
251-252	37,42	59,95	2,63	0,00	0,00	0,23	13,96	23,22	18,14	22,13	13,06	4,61	2,02
255-256	35,75	60,20	4,05	0,00	0,00	0,65	15,67	19,43	16,22	22,50	13,86	5,21	2,40
295-296	41,06	58,27	0,67	0,00	0,00	0,00	8,85	32,21	24,78	20,30	9,51	2,92	0,75
300-301	55,22	44,43	0,35	0,00	0,00	2,69	22,88	29,65	19,06	13,33	8,11	3,08	0,83
310-311	55,95	43,69	0,36	0,00	0,50	5,61	22,74	27,10	17,94	13,75	8,41	2,92	0,68
320-321	48,57	50,60	0,83	0,00	0,00	2,35	19,06	27,15	20,56	16,12	9,69	3,34	0,89
330-331	38,00	61,23	0,78	0,00	0,00	0,09	12,93	24,97	25,88	23,53	9,31	2,04	0,47
340-341	57,34	42,62	0,03	0,00	0,00	4,07	25,64	27,63	17,40	14,33	8,34	2,26	0,30
350-351	27,28	71,93	0,79	0,00	0,00	0,10	8,67	18,51	24,77	31,31	12,48	2,78	0,59
360-361	64,15	35,85	0,00	0,00	0,00	1,07	26,51	36,57	18,75	11,10	5,00	0,96	0,04
370-371	41,42	57,06	1,52	0,00	0,00	1,74	15,04	24,64	21,58	19,26	11,23	3,73	1,26
380-381	24,63	72,35	3,02	0,00	0,00	0,00	4,51	20,12	19,09	26,54	16,76	6,90	3,06
390-391	37,73	59,44	2,82	0,00	0,00	2,64	17,10	18,00	15,26	22,03	14,18	5,54	2,43
400-401	38,31	58,55	3,13	0,00	0,00	0,02	10,48	27,81	19,33	19,68	12,15	5,42	1,98
410-411	7,19	90,01	2,80	0,00	0,00	0,00	0,04	7,15	17,07	36,06	24,21	9,08	3,59
420-421	16,40	80,37	3,22	0,00	0,00	0,52	6,42	9,47	13,40	31,53	23,32	8,66	3,47
<b>Uzorak</b>	<b>PIJESAK</b>	<b>SILT</b>	<b>GLINA</b>	<b>Vrlo krupni pijesak</b>	<b>Krupni pijesak</b>	<b>Srednji pijesak</b>	<b>Sitni pijesak</b>	<b>Vrlo sitni pijesak</b>	<b>Vrlo krupni silt</b>	<b>Krupni silt</b>	<b>Srednji silt</b>	<b>Sitni silt</b>	<b>Vrlo sitni silt</b>



440-441	8,09	88,92	3,00	0,00	0,00	0,00	1,46	6,63	10,77	35,96	29,45	9,64	3,09
450-451	0,60	96,45	2,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	9,04	39,54	33,24	11,18	3,45
455-456	0,82	96,58	2,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	9,14	37,77	34,80	11,77	3,10
456-457	8,96	87,49	3,55	0,00	0,00	0,78	3,13	5,04	10,44	32,67	30,31	10,83	3,24
460-461	2,00	95,65	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	10,72	39,33	33,77	9,71	2,11
464-465	9,11	89,08	1,81	0,00	0,00	0,00	0,15	8,96	17,07	35,06	27,28	7,90	1,78
470-471	47,66	50,40	1,94	0,00	0,01	5,68	21,65	20,31	12,73	15,02	14,39	6,32	1,95
480-481	3,64	94,59	1,77	0,00	0,00	0,00	0,05	3,59	9,74	38,58	34,22	10,00	2,05
490-491	45,81	53,30	0,89	0,00	0,00	0,92	19,08	25,82	17,59	16,85	12,79	4,81	1,26
500-501	1,45	94,85	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	7,91	33,72	36,35	13,16	3,70
504-505	6,99	88,06	4,95	0,00	0,00	0,00	0,06	6,93	13,02	32,89	27,50	10,09	4,56
505-506	1,91	94,95	3,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1,91	9,09	37,37	35,63	10,27	2,60
510-511	1,82	97,62	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82	7,69	41,98	37,61	9,28	1,06
520-521	0,03	99,56	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	6,15	44,83	39,75	8,39	0,44
530-531	1,49	98,26	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1,49	6,76	46,40	37,64	7,19	0,27
540-541	0,41	99,56	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	7,36	50,14	35,26	6,58	0,21
550-551	0,02	99,63	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	6,00	47,37	37,25	8,00	0,99
554-555	0,24	98,18	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	5,35	40,82	40,26	10,16	1,60
560-561	3,02	95,79	1,20	0,00	0,00	0,00	0,01	3,01	7,47	42,12	37,10	8,14	0,96
570-571	1,32	97,37	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	7,27	41,78	38,32	8,76	1,24
574-575	0,16	98,91	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	3,49	43,19	43,33	8,47	0,44
595-596	0,24	98,85	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	4,16	43,07	42,86	8,44	0,31
600-601	37,86	60,37	1,78	0,00	0,00	1,02	16,15	20,69	16,76	24,05	14,29	4,02	1,25
610-611	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33	50,03	40,62	6,02	0,00
620-621	0,12	99,80	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	2,76	51,06	40,46	5,51	0,00
630-631	0,16	99,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	4,46	54,53	36,10	4,75	0,00
640-641	0,21	99,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	3,85	55,78	35,51	4,65	0,00
649-650	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,62	58,31	35,72	3,35	0,00
655-656	0,80	99,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	6,13	57,19	31,78	4,10	0,00
660-661	0,03	99,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	3,46	61,10	32,64	2,78	0,00
670-671	0,61	99,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	8,18	56,91	29,79	4,51	0,00
680-681	1,37	98,60	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37	11,15	54,67	27,83	4,66	0,29
690-691	0,92	99,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	10,57	60,22	24,66	3,58	0,04
700-701	0,53	99,42	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	10,05	59,94	25,01	4,05	0,37
710-711	3,70	96,25	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	11,79	55,53	24,48	4,07	0,38
<b>Uzorak</b>	<b>PIJESAK</b>	<b>SILT</b>	<b>GLINA</b>	<b>Vrlo krupni pijesak</b>	<b>Krupni pijesak</b>	<b>Srednji pijesak</b>	<b>Sitni pijesak</b>	<b>Vrlo sitni pijesak</b>	<b>Vrlo krupni silt</b>	<b>Krupni silt</b>	<b>Srednji silt</b>	<b>Sitni silt</b>	<b>Vrlo sitni silt</b>

730-731	0,10	99,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	6,46	63,66	26,78	3,01	0,00
740-741	0,01	99,95	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	9,22	59,88	26,72	3,95	0,19
750-751	0,03	99,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	5,55	60,15	31,53	2,74	0,00
760-761	0,64	99,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	8,82	60,07	27,50	2,96	0,00
770-771	0,00	99,28	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,49	58,76	25,66	4,87	1,49
774-775	0,39	98,74	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	8,78	57,30	26,63	4,74	1,29
780-781	0,18	98,95	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	8,02	58,53	26,39	4,66	1,35
790-791	0,11	99,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	6,87	63,77	26,64	2,61	0,00
796-797	0,00	99,33	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	59,62	28,67	5,42	1,46
800-801	0,00	98,75	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,27	57,74	28,01	5,55	2,17
804-805	0,00	99,06	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,74	57,51	29,92	5,84	2,05
810-811	0,15	99,71	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	3,96	56,68	33,19	5,32	0,56
820-821	0,03	99,96	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	3,66	57,80	33,77	4,65	0,08
830-831	0,21	99,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	4,05	57,61	33,78	4,35	0,00
835-836	0,13	99,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	3,40	53,62	37,38	5,46	0,00
836-843	0,03	99,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	2,17	52,06	39,30	6,44	0,00