

O DEPRESIJI VRANSKOG JEZERA NA OTOKU CRESU I GEOLOŠKIM ODNOSIMA NJEGOVOG UŽEG PODRUČJA

S 2 table u prilogu

Tektonski pokreti u gornjem tercijaru i kvartaru najvažniji su faktor postanka depresije Vranskog jezera. Istraživanjem ovog područja došlo se do nekih novih stratigrafskih i tektonskih zaključaka.

UVOD

Jezero Vrana na otoku Cresu nalazi se u prostranoj zavali južno od mjesta Valun između $44^{\circ} 49' 54''$ – $44^{\circ} 52' 30''$ ŠS i $14^{\circ} 22' 50''$ – $14^{\circ} 23' 54''$ JD po Greenwich-u. Izduženog je oblika, a dulja se os poklapa s pružanjem naslaga (SZ–JI). Dugačko je 5,5 km, a široko u najširem dijelu 1,5 km. Pokriva površinu 5,75 km². Sadrži cca 200.000.000 m³ vode. Jezero je kriptodepresija s najvećom dubinom od 75 m, čije je dno ispod površine mora za puna 62 m. Bogato je ribama. Pristup jezeru je dosta težak. Nekoliko manjih puteva i staza nije dovoljno za veći promet. Možda je ovo i dobro, jer je time izbjegnuto zagađivanje vode koja se odvodi vodovodom u udaljena mjesta Cres i Lošinj.

Otok Cres kao najveći otok kvarnerske otočne skupine istraživan je u više navrata.

Prema G. Stache-u (1859), ovaj se otok sastoji od vapnenaca i pješćanih dolomita srednje kredne zone i svijetlijih vapnenaca gornje rudistne zone. Osim toga, poznati su radovi R. Lorenza (1859) i F. Hauera (1868). Po Haueru vapnenci krednih naslaga cijeloga otoka pripadaju cenomanu i donjem turonu. U svom radu E. Mayer (1873) dolazi do značajnih zaključaka u vezi s akumulacijom vode u Vransko jezero.

U preglednoj geološkoj karti obalnog područja Austro-Ugarske monarhije 1 : 1008000, Stache (1877) naslagama područja otoka Cresa pripisuje uglavnom gornjokrednu starost, a ostaje i kasnije kod tog mišljenja (1889).

Vransko jezero obrađuju također A. Gavazzi (1904) i L. Waagen (1904, 1905, 1911), koji u listovima: Cres i Rab, te Krk i Novi pripisuje dolomitima cenomansku i donjoturonsku starost, a za rudistne vapnence pretpostavlja da su senonske starosti. Dolomiti se prema njemu nalaze u bazi gornje krede.

U preglednoj geološkoj karti Istre F. Sacco (1922-1929), naslage otoka Cresa smatra krednima, ne ulazeći u njihovo detaljnije raščlanjivanje.

U geološkoj karti C. Socina (1941), područje Vranskog jezera izgrađuju dolomiti gornjocenomanske do donjoturanske starosti. Uz dolomite dolazi horizont vapnenaca s *Chondrodonta joannae* iste starosti. Prema mišljenju autora najmlađe kredne naslage ovog područja su gornjoturanski do senonski vapnenci.

Istražujući područje jezera Vrana, J. Poljak (1947) misli da voda dotiče u jezerski bazen podzemnim putem iz udaljenih područja Istre i Primorja.

Geomorfološke prilike otoka Cresa i genezu Vranskog jezera istražuju J. Roglić (1949) i I. Rubić (1952). Geološku kartu otoka izradili su B. Raljević i M. Borić (1959). Prema njihovom mišljenju dolomiti su donjokredne starosti, a ostalim karbonatnim naslagama pridaju gornjokrednu starost.

Najnovija hidrološka i limnološka istraživanja Vranskog jezera izvršio je M. Petrik (1958, 1960). Autor je došao hidrološkim računom i drugim metodama do zaključka, da je jezero Vrana autohtono, te prima vodu samo od mjesnih padalina. Osim toga zaključuje, da jezero gubi vodu podzemnim putem.

Mikro i makropaleontološke analize, koje su poslužile za određivanje starosti svih naslaga na otoku Cresu izradili su: A. Ivanović i B. Sokač (1963), D. Šikić (1963), M. Grimani (1964), te A. Polšak (1964). Koristim priliku da im se zahvalim.

STRATIGRAFSKI PREGLED

Od krednih naslaga dolaze donjokredni vapnenci, dolomiti i gornjokredni vapnenci, a tercijar je zastupljen foraminiferskim vapnencima i flišom.

Donjokredni vapnenci K₁

Ove naslage nalazimo u više zona na otoku Cresu. To su vapnenci sive boje, dobro uslojeni, s generalnim nagibom slojeva prema sjeveroistoku i istoku. Tamo gdje su zone kompletno sačuvane, u krovini su im redovito tanko uslojeni do pločasti vapnenci. Mjestimično sadrže leće manjih ili većih dimenzija dolomita i sedimentnih breča. Ove naslage karakterizira pomanjkanje makrofaune. Rekvijenije su vrlo rijetke. Od mikrofosila dolaze vrste:

Nummuloculina cf. hejmi Bonet
Salpingoporella dinarica Radošević
Trocholina conica (Schlumberger)
Pseudocyclammina lituus Yokoyama
Orbitolina discoidea delicata (Grateloup)
Ovalveolina ovum (d'Orbigny)

Dolomiti K_{1,2}

Također se javljaju u više zona, dinarskog smjera pružanja. Sive, sivo-smeđe do smeđe su boje. Mjestimično su rezistentni a mjestimično se osipaju u fini pijesak. Uslojenost im je dobro izražena. Nisu rijetke leće vapnenaca, koje se morfološki ističu na terenu kao rezistentniji dijelovi naslaga. U njima dolaze taumatoporeli slične mikrostrukture, ostrakodi, miliolide, spikule spongija, gastropodi, te fragmenti globigerina i globotrunkana. Osim toga, dolaze i manje leće sedimentnih breča. Sedimentne breče kao i dolomite karakterizira potpuno pomanjkanje fosilne faune.

Gornjokredni vapnenci K₂^{1-2-(?)}

Ove karbonatne stijene dolaze u nizu odvojenih zona uzduž cijelog otoka Cresa. To su bijeli vapnenci u intenzivnoj ili slabijoj izmjeni sa sivim bolje uslojenim vapnencima.

Sporadično dolaze manje leće dolomita. Od makrofaune nadene su vrste:

Chondrodonta joannae Choffat
Nerinea requieni d'Orbigny
Nerinea nobilis Münster
Actaeonella cf. *laevis* d'Orbigny
Aptyxiella sp.

Od mikrofosila dolaze:

Thaumatoporella parvovesiculifera Raineri
Aeolisacus sp.
Cuneolina cf. *pavonia parva* Henson

Paleogenski vapnenci E₁₋₂

Paleogenski vapnenci dolaze u nekoliko izoliranih zona. Pružaju se uzduž rasjeda i upravo su se zbog toga sačuvali od utjecaja erozije. Za genezu depresije Vranskog jezera, a i za strukturnu građu ovog područja nemaju većeg značenja.

Fliš E₂₋₃

Isto što je rečeno za paleogenske vapnence vrijedi i za ove naslage, s napomenom da su još manje zastupljene na čitavom otoku.

TEKTONIKA

Prema najnovijim istraživanjima na otoku Cresu dokazano je da su sivi, lijepo uslojeni vapnenci s rijetkom makrofaunom, ali dosta zastupanom mikrofaunom, upravo najstarije naslage terena. Ova činjenica i utvrđeni anormalni kontakti pokazuju nakon rekonstrukcije jako izoklinalno boranje, s karakterističnim ponavljanjem redosljedna naslaga.

Ovakav tip boranja, koji je bio primaran za genezu terena, naknadno je zahvaćen disjunktivnom tektonikom. Kut nagiba paraklaza približno je jednak kutu nagiba slojeva 60° .

Obzirom, da je potisak djelovao u smjeru jugozapada, bore, koje su prostorno bile na sjeveroistočnoj strani terena, nalijegale su na bore jugozapadnog područja.

Ovo se svakako dogodilo nakon taloženja fliških naslaga paleogena. Indikaciju za ovu tvrdnju daju nam fragmentarni nalazi foraminiferskih vapnenaca i fliških lapora, koji redovito dolaze na uzdužnim rasjednim linijama anormalnog kontakta donje i gornje krede.

Daljnim utjecajem vrlo jakih pritisaka, deformiraju se sinklinalni dijelovi bora, koje neposredno nakon toga pucaju, istežu se i omogućavaju najahivanje starijih naslaga na mlađe. Ova faza tektonske redukcije primarna je u genezi depresije. Naime, mobilno tjeme antiklinale izoklinalnog položaja sjeveroistočne bore gubi svoju čvrstoću, što dovodi do stvaranja jakog pukotinskog sistema prvenstveno u mladim naslagama gornje krede. Faza tektonske redukcije potpomognuta je erozionom redukcijom jače izloženih dijelova tjemena antiklinale. Nadalje, starije naslage sjeveroistočne antiklinale dolaze u anormalan kontakt s mladim krednim naslagama jugozapadne bore.

Osim rasjeda koji prolazi jugozapadnom stranom jezera, nalazimo rasjed u vapnenačkom grebenu Hrib, jugoistočno od jezera. Donjokredni vapnenci ovoga grebena tektonski su izdignuti na dolomite. Paraklaza ima kut nagiba od 70° sa padom prema sjeveroistoku. Veličina skoka u pružanju polako opada u smjeru sjeverozapada. Rasjed ulazi u dolomite, otkuda se uvlači u jezero. Obzirom da se jezero pruža u smjeru pružanja spomenutog rasjeda, ne smije se odbaciti mogućnost, da je upravo ovaj rasjed isto toliko važan za genezu depresije, kao i onaj u jugozapadnoj strani jezera.

Za vrijeme relativnog tektonskog smirivanja eroziona redukcija dostiže svoj maksimum. Produbljivanju uvale svakako je pripomogla činjenica, da krila bora velikim dijelom izgrađuju dolomiti. Međutim, da bi odnošenje materijala bilo efikasno, potpuno je prihvatljivo mišljenje nekih istraživača (A. Gavazzi 1904, J. Roglić 1949) da je na mjestu današnjeg udubljenja u jezeru nekada egzistirao ponor prilično velikih dimenzija. Ovu mogućnost dopušta također M. Petrik (1960). Jaka erozija dolomitnih i vapnenih naslaga omogućila je postepeno zatrpavanje ponora, i konačno njegovo potpuno zatvaranje. Ove okolnosti uvjetuju akumulaciju vode kao završnu fazu postanka Vranskog jezera.

Prema tome zavala Vranskog jezera nastala je erozijom dolomita i vapnenaca. Njihovo intenzivno trošenje omogućili su tektonski pokreti terena. Svi ostali utjecaji imaju sekundaran karakter, jer da nije bilo tektonskih pokreta, ne bi bilo ni popratnih pojava ovakvog oblika koje su sudjelovale u stvaranju depresije Vranskog jezera.

Ako se pretpostavi, da je depresija nastala kad je dno jezera bilo iznad razine mora, onda nam se nameće pomisao da je današnji položaj kriptodepresije možda rezultat epirogenetskih pokreta terena.

ZAKLJUČAK

Jezero Vrana smjestilo se je u središnjem dijelu otoka Cresa. To je najveći otok Kvarnerskog zaljeva. Jezero je izduženog oblika, čija se dulja os poklapa sa pružanjem naslaga, sjeverozapad-jugoistok.

Geološkim kartiranjem utvrđeno je postojanje kredno-tercijarnih naslaga. Izdvojeni su donjokredni vapnenci - K_1 , kao najstarije naslage sa karakterističnom mikrofaunom: *Salpingoporella dinarica* Radoičić, *Pseudocyclamina lituus* Yocoyama, *Nummuloculina cf. heimi* Bonet itd.

Kontinuirano na donjokrednim vapnencima leže dolomiti sa lećama breča, i vapnenaca - $K_{1,2}$. Leće vapnenaca sadrže ostrakode, spikule spongija, miliolide. Ove naslage karakterizira pomanjkanje fosilne faune.

Najmlade kredne naslage su bijeli do sivi vapnenci cenomansko-turonske starosti, koji možda svojim vršnim dijelovima ulaze i u senon K^{1-2} -(23). Od fosilne faune dolaze vrste: *Chondrodonta joannae* Choffat, *Nerinea requieni* d'Orbigny, *Actaeonella cf. laevis* d'Orbigny i dr. Paleogenske naslage neznatno su zastupane foraminiferskim vapnencima i flišom, te za strukturnu građu ovog područja nemaju većeg značenja.

Jeze izoklinalnih bora izgrađuju donjokredni vapnenci, a dolomiti su interpolirani između donjokrednih i gornjokrednih vapnenaca.

Do izoklinalnog boranja kredno-tercijarnih naslaga došlo je nakon taloženja eocenskog fliša. Bore su kasnije zahvaćene reversnim rasjedima. Ovo je uvjetovalo stvaranje tipične ljuskave strukture. U području Vranskog jezera rasjedne plohe imaju kut nagiba od 50° - 70° , sa padom prema sjeveroistoku.

Iza relativnog tektonskog smirivanja, eroziona redukcija dostiže svoj maksimum. Ovaj je proces osobito jak u tjemenu antiklinala. Prema tome, najveći udio u stvaranju depresije Vranskog jezera mora se pripisati tektonskim pokretima.

Kod stvaranja depresije, erozioni utjecaji bili su najsnažniji u vrijeme dok je još dno jezera bilo iznad razine mora. Zbog toga je možda današnji položaj kriptodepresije rezultat epirogenetskih pokreta.

Primljeno 21. 11. 1964.

Institut za geološka istraživanja,
Zagreb, Kupska 2.

LITERATURA

- Gavazzi, A. (1904): Die Seen des Karstes Abh. Geogr. Ges., 2, Wien.
 Grimani, M. (1964): Mikropaleontološke analize otoka Cresa. Arhiv Inst. geol. istraž., Zagreb.
 Hauer, F. (1868): Geologische Übersichtskarte der Oesterreichische Monarchie. Blatt 10. Dalmatien. Erläuterungen Jb. Geol. Reichsanst., 17, Wien.
 Ivanović, A. & Sokač, B. (1963): Izvještaj o mikropaleontološkoj analizi krednih naslaga s područja list Cres. Arhiv Inst. geol. istraž., 28, Zagreb.

- Lorenz, R. (1859): Der Vrana See. Petermans Geogr. Mitt., 1, Gotha.
- Mayer, E. (1873): Der Vrana See auf der Insel Cherso. Mitt. Geogr. Ges., 16, Wien.
- Petrik, M. (1958): Hidrološki režim jezera Vrana. Krš Jugoslavije, 1, Zagreb.
- Petrik, M. (1960): Prilozi limnologiji jezera Vrane. Krš Jugoslavije 2, Zagreb.
- Polšak, A. (1964): Izvještaj o makropaleontološkoj analizi uzoraka s otoka Cresa. Arhiv Inst. geol. istraž., Zagreb.
- Poljak, J. (1947): Izvještaj o geološkim istraživanjima područja jezera Vrana na otoku Creso. Arhiv Inst. geol. istraž., 701, Zagreb.
- Raljević, B. & Borić, M. (1959): Izvještaj o geološkom kartiranju otoka Cresa. Arhiv Inst. geol. istraž., 78, Zagreb.
- Roglić, J. (1949): Geomorfološka istraživanja na Kvarnerskim otocima i zadarskom primorju. Ljetopis JAZU, 55, Zagreb.
- Rubić, I. (1952): Naši otoci na Jadranu. Izdanje odbora za proslavu desetogodišnjice mornarice (1942-1952), Split.
- Sacco, F. (1920-1922): Shema geologica dell'Istria con carta geologica alla scala di 1:200000 e sei tavole. Rivista «L'universo» Firenze.
- Socin, C. (1941): Carta geologica delle tre Venezie. Foglio 77 b della Isola di Cherso. Istituto Firenze.
- Stache, G. (1859): Übersicht der Quarnerischen Inseln. Jb. Geol. Reichsanst., 10, Wien.
- Stache, G. (1877): Geologische Übersichtskarte der Küstenländer von Österreich-Ungarn. Verh. Geol. Reichsanst., 15, Wien.
- Stache, G. (1889): Die Liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte. Abh. Geol. Reichsanst., 13, Wien.
- Šikić, D. (1963): Mikropaleontološka analiza preparata stijena sjevernog područja Cresa. Arhiv Inst. geol. istraž., 60, Zagreb.
- Šikić, D. (1963): Paleontološka analiza mikrofaune i mikroflore s područja otoka Cresa. Arhiv Inst. geol. istraž., 70, Zagreb.
- Waagen, L. (1904): Die Aufnahmen auf der Insel Cherso im Kartenblatte Zone 26, Kol. X und XI. Verh. Geol. Reichsanst., 10-11, Wien.
- Waagen, L. (1905): Erläuterungen zur geologischen Karte Veglia und Novi. Geol. Reichsanst., Wien.
- Waagen, L. (1911): Erläuterungen zur geologischen Karte Cherso und Arbe. Geol. Reichsanst., Wien.

N. MAGAŠ

ABOUT THE LAKE VRANA DEPRESSION ON THE ISLAND OF CRES AND THE GEOLOGICAL RELATIONS OF ITS NARROWER AREA

Lake Vrana lies in the central part of the island of Cres. Cres is the largest island of the Kvarner Bay. The lake is of an oblong shape; its longer axis falls in with the northwest-southeast trend of the layers.

By geological surveying the existence of Cretaceous-Tertiary layers was established. Lower-Cretaceous limestones - K_1 were separated as the oldest layers, with the characteristic microfauna: *Salpingoporella dinarica* Radoičić, *Pseudocyclammina lituus* Yocoyama, *Nummoloculina* cf. *heimi* Bonet, etc.

On the Lower-Cretaceous limestones lie continuously dolomites with lenses of breccias and limestones - $K_{1,2}$. The limestone lenses contain ostracods, spiculas of sponges, and miliolids. Dolomites are characterized by the lack of fossil fauna.

The youngest Cretaceous layers are white-to-grey limestones of the Cenomanian-Turonian age, which, maybe by their top parts, also enter the Senonian K_2^{1-2} -(?³). The fossil fauna includes the species: *Chondrodonta joannae* Choffat, *Nerinea requieni* d'Orbigny, *Actaeonella* cf. *laevis* d'Orbigny, etc. Since foraminiferal limestones and flysch representing Paleogene layers are scant, they have no major significance for the structure of the area.

Upper-Cretaceous limestones built the cores of the isoclinal folds, and dolomites were interpolated between the Lower-Cretaceous and Upper-Cretaceous limestones.

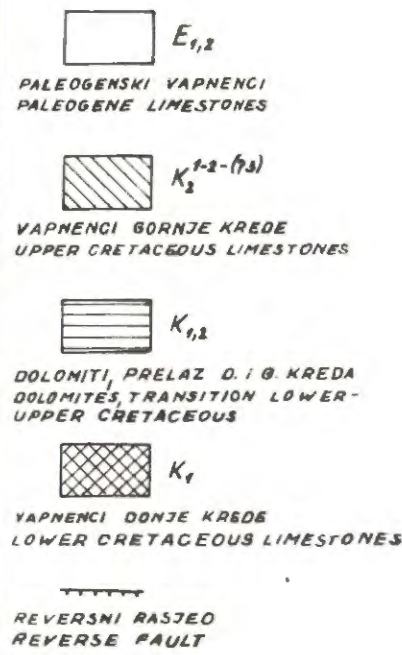
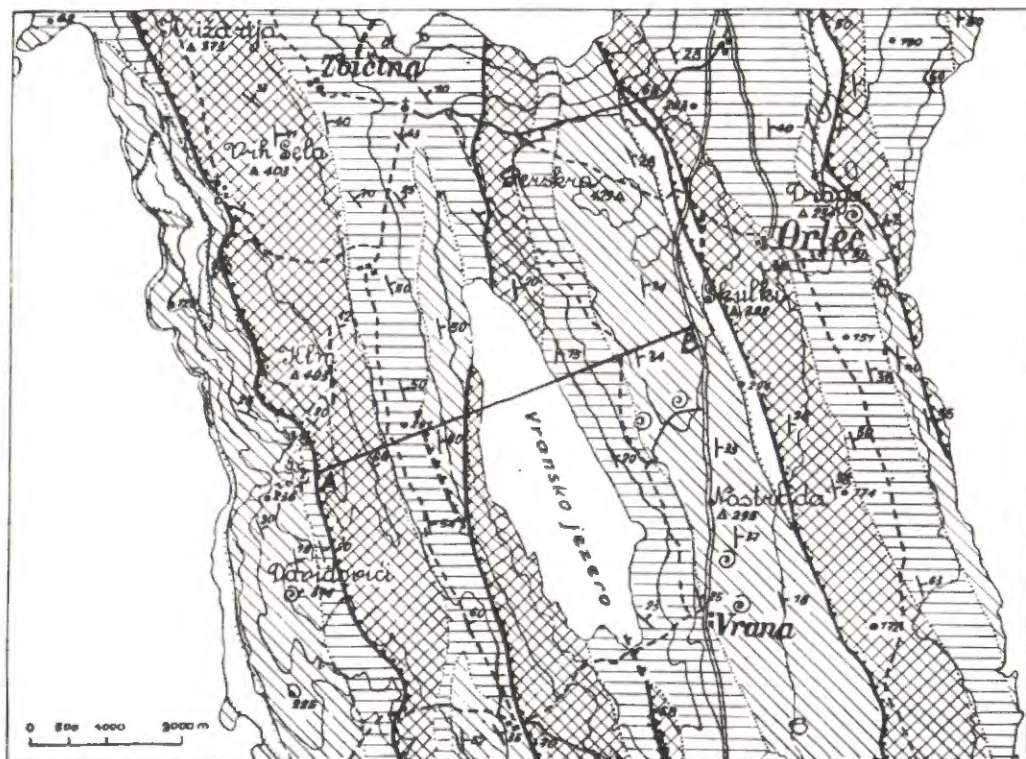
The isoclinal folding of the Cretaceous-Tertiary layers occurred after the sedimentation of Eocene flysch. Subsequent reverse faults that affected the folds resulted in the typical »shelly« structure (»Schuppenstruktur«). In the area of Lake Vrana faultplanes are tilted 50° - 70° , falling towards northeast.

After relative tectonic tranquillization, erosional reduction reached its maximum. The process was particularly strong at the top of the anticlinal. Thus the greatest part in the creation of the Lake Vrana depression should be attributed to tectonic movements.

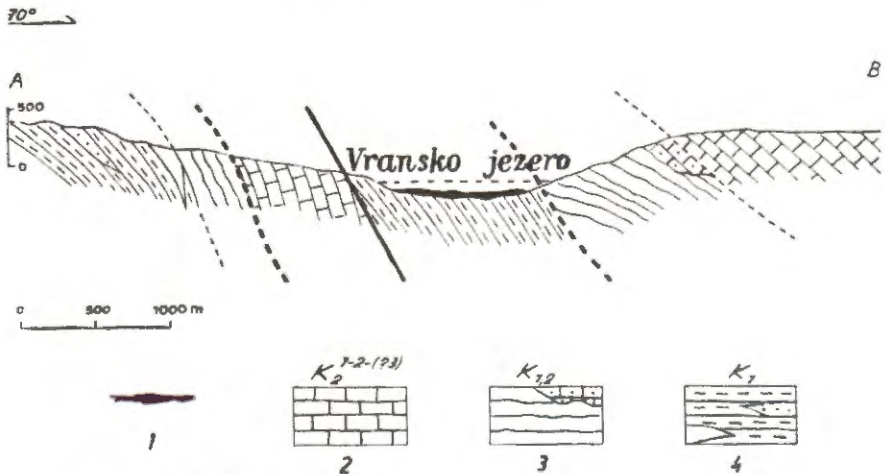
In the creation of the depression, erosional influences were strongest while the bottom of the lake was still above the sea level.

Received 21th Novembre 1964.

Institute of Geological Research,
Zagreb, Kućska 2

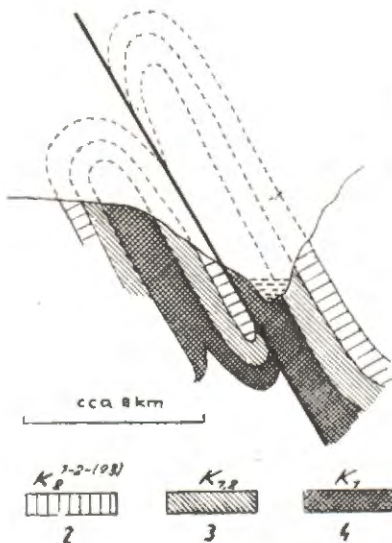


PROFIL
CROSS-SECTION



SKICA TEKTONSKIH ODNOSA

DIAGRAMATIC SECTION OF
TECTONIC RELATIONS



- 1 Mulj na dnu jezera
Mud on the bottom of the lake
- 2 Gromadasti malo uslojeni vapnenci
Cenoman-turon - možda senon
Massive and partially stratified limestones
Cenomanian-Turonian - maybe Senonian
- 3 Uslojeni dolomiti s lećama vapnenaca
Prelaz donje i gornje krede
Stratified dolomites with limestones
Transition Lower - Upper Cretaceous
- 4 Uslojeni sivi i sivosmedni vapnenci sa uložnim tanko uslojenim vapnencima (a) i lećama dolomita (b). Donja krede
Stratified greyish brown limestones with inserted thinly stratified limestones (a) and dolomite lenses (b). Lower Cretaceous