

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	59	2	45-59	Београд, децембар 1995 Belgrade, Decembre 1995
--	----	---	-------	---

УДК 55:551.76/.781(497.16)

Оригинални научни рад

ГЕОЛОШКИ САСТАВ ТЕРЕНА ДУЖ ИСКОПА ВОДОВОДНОГ ТУНЕЛА "СОЗИНА"

од

Мирка Мирковића *

У раду су изложени резултати биостратиграфских и тереиских испитивања седимената пресечених израдом водоводног тунела "Созина". Овим испитивањима је доказано да у грађи терена дуж тунела учествују седименти анизијског ката, вулканогено-седиментна формација ладинског ката, седименти горњег тријаса, доње, средње и горње јуре, креде и палеогена. Припадају двема структурно-фацијалним јединицама: Високи крш и зона Будве, које су у тектонском односу Пробијање овог тунела започето је 1987. год., а завршено априла 1993. године.

Кључне речи: Црна Гора, Созина, тунели, Будва зона, Високи крш, пелашки мезозоик.

УВОД

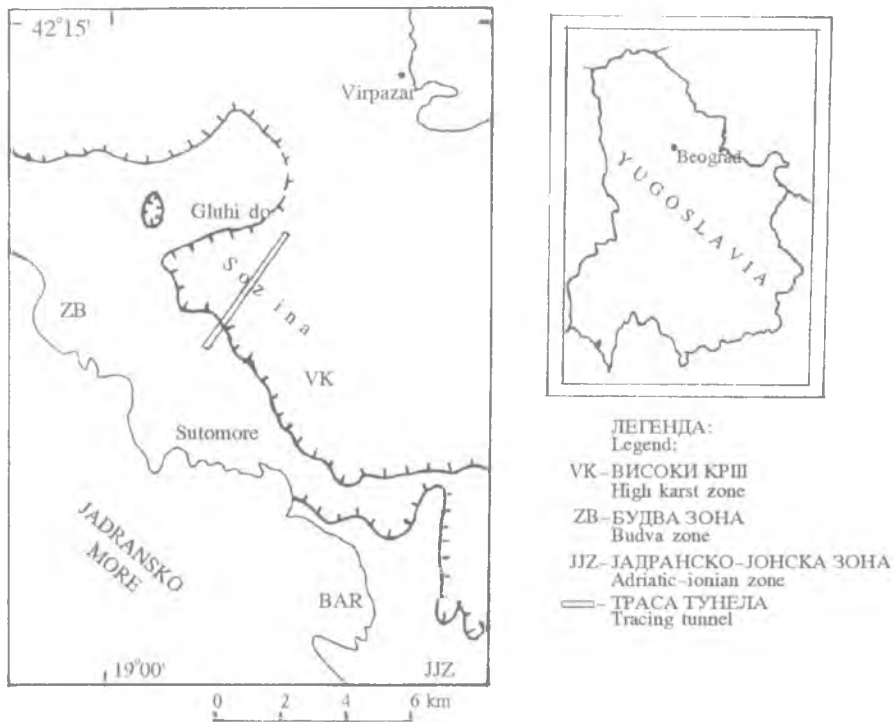
Од почетка извођења радова на пробијању тунела повремено сам одлазио у тунел, првих година са инж. Д. Јокићем, а последњих са инж. М. Чепићем, ради узимања узорака седимената за биостратиграфска испитивања. На основу података добијених микроскопским испитивањима око 100 узорака стена, као и података добијених осматрањима у тунелу, утврдили смо да у грађи терена, који пресеца тунел, учествују седиментне и вулканске стене средњег тријаса и седиментне стене горњег тријаса, доње, средње и горње јуре, креде и палеогена. Наведене стене припадају двема структурно-фацијалним јединицама: Високи крш и зона Будве, које се налазе у тектонском односу. Тектонски контакт се манифестује навлачењем ладинских туфита, рожнаца и кречњака зоне Високог крша преко седимената палеогеног флиша зоне Будва (сл. 1). Тектонски контакт се манифестује у тунелу на стационачи 2+767 m (Прилог бр. 1).

СРЕДЊИ ТРИЈАС

Овај одељак тријаса је заступљен седиментним и вулканским стенама. Заступљене су стене оба ката, анизијског и ладинског.

* Завод за геолошка истраживања РЦГ Подгорица, Насеље Крушенец бб.

Анизијски кат изграђују седименти флиша и банковити до масивни кречњаки. У састав флиша улазе плочасти и слојевити (0,05 до 0,30 м) ситнозрни тамносиви пешчари, тамносиви песковити и лапоровити кречњаци, плочасти алевролити и листаста сиви, сивозелени и љубичасти глинци и лапорци у наизменичној смеи. Поред наведених литолошких чланова у флину тунела констатовано је и око 9 м црвених крупнозрних конгломерата. Изграђени су од интракласта гравака, кречњака, пешчара и рожица. Седименти флиша се испољавају од стационаже 0+010 м до 0+690 м. У слојевитим кречњацима (биомикритима) на стационажама 0+400 м, 0+620 м и 0+670 м констатовани су остаци беитоских фораминифера: *Meandrosira dinarica* Kochansky–Devide & Pantić, *Glomospira densa* (Pantić), *Trochammina jaunensis* Bron & Page, *Trochammina almtalensis* Koehn–Zaninetti, *Ammobaculites* sp., алге *Physoporella praealpina* Pica, остракоди, сникуле спонгија и биокласти бодљи и скелета ехинида, којима се доказује анизијска старост.



Сл. 1. Тектонска скица приобалног дела Црне Горе.

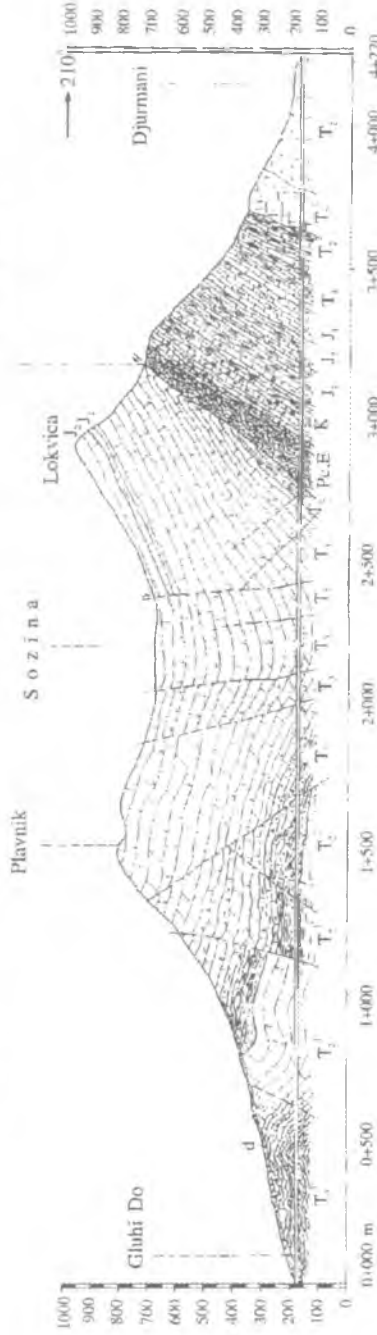
Fig. 1. Tectonic sketch of the Montenegrin littoral.

Банковити и масивни кречњаци (биоспарити, биопелспарити и биомикрити) местимично доломитисани испољавају се од стационаже 0+690 м до 1+111 м и од 1+240 м до 1+370 м. Ови кречњаци су светлосиве и беличасте боје. Често садрже

ГЕОЛОШКИ ПРОФИЛ ДУЖ ВОДОВОДНОГ ТУНЕЛА "СОЗИНА"
 GEOLOGICAL CROSS SECTION WATERWORKS TUNNEL "SOZINA"

Структурно-фашијална јединица Високи Карш
 Structural-facies unit High Karst

С.ф.ј зона Будве
 S.f.j. Budva zone



уредио: М. Мирковић
 prepared by: M. Mirković

Легенда:
 Legend:

	d	делувијум deluvium	крењалци са прослојцима и муглама ројана limestones with intercalations and nodules cherts
	Pc.E	фаши (калкаринити, алевролити, марли) flysch (calcareinites, siltstones and marls)	крењалци са муглама ројана, доломитским крењалици и доломити flysch (calcareinites, siltstones and marls) and dolomitic limestones and dolomites
	K	брече и крењача breccias and limestones	туфрити ројана, крењачи и доломитни крењачи tuffites, cherts, limestones and dolomitic limestones
	J3	слојевити крењачи и брече са прослојцима ројана bedded limestones and breccias with intercalations of cherts	фаши (крењачи, алевролити и марли) и блоквити крењачи flysch (calcareinites, siltstones and marls) and thick layered limestones
	J2	крењалци са прослојцима и муглама ројана limestones with intercalations and nodules cherts	андезити andesites

сочива светло до загасито црвених кречњака (биомикрити и микрити) и црвенкастог силта (песковито–глиновити матерпјал). Светлосиви биопелспарити и биопел-микроспарити на стациопажама 0+755 m, 0+980 m, 1+100 m и 1+350 m садрже честе остатке бентоских фораминифера: *Meandrospira dinarica* Kochansky–Devide & Pantić, *Meandrospira pusilla* (Ho), *Endothyranella wirzi* (Koehn–Zaninetti), *Trochammina alpina* Kristan–Tollmann, *Earlandinita elongata* Salaj, *Glomospira gordialis* (Jones & Parker), *Trochammina jaunensis* Broniman & Page, *Duostomina* sp., *Ednothyranella* sp. и ретке *Lagenidae* и ређе биокласте скелета ехиња и танких љуштура бивалвиа.

Банковити до масивни доломитисани кречњази (биопелмикроспарити) и доломити светлосиве и сиве боје анизијског ката су испољени и на излазном делу тунела од стациопаже 3+645 m до 3+787 m. У узорцима кречњака са стациопажа 3+710 m и 3+716 m су констатовани остаци ретких беитоских фораминифера: *Meandrospira dinarica* Kochansky–Devide & Pantić, *Trochammina* sp. и *Duostomina* sp., ретки остракоди и ситни биокласти тлаких љуштура бивалвиа и плочица дршки криноида.

Вулканске стене – изграђују терен на излазном делу тунела од стациопаже 3+787 m до 4+220 m. То су тамнозелени и сивозелени андезити. Испресецани су системом пукотина и раседа различите оријентације.

Ладишки кат је у тунелу заступљен вулканогено–седиментим творевинама, а то су туфити, туфови и вулканске брече зелене и сивозелене боје, плочасти разнобојни рожнаци, плочасти и слојевити сиви, смеђи и црвени кречњази и тањи (до 2 dm) прослојци лапораца. Испољавају се на стациопажама од 1+111 m до 1+240 m, од 1+370 m до 1+800 m и од 2+730 m до 2+767 m у зони Високог крша и од 3+377 m до 3+645 m у зони Будве.

Од стациопаже 1+111 m до 1+240 m су заступљени претежно туфити и вулканске брече са ређим сочивима и прослојцима рожнаца и кречњака. Од стациопаже 1+370 m до 1+800 m испољавају се танкослојевити и слојевити (0,10 m до 0,30 m) сиви, сивоцрвени и зеленкастосиви кречњази (биомикрити) са прослојцима кречњака, бреча, танких (до 2 cm) прослојака сивозелених лапораца и муглама и прослојцима сивих, зелених и црвенкастих рожнаца. Кречњази (биомикрити) садрже остатке бивалвиа *Posidonia wengensis* Wiss. и *Daonella* sp., честе радиоларње, спикеле спонгија и ретке формаминифере–*Lagenidae*.

У излазном делу тунела стене ладишког ката су констатоване од стациопаже 3+377 m до 3+645 m. На стациопажи 3+645 m стене ладишког ката леже преко неравне површине доломитисаних кречњака анизијског ката. У доњем делу ладишког профила су заступљени црвени плочасти рожнаци у смени са туфитима, туфозним лапорцима и зеленим бентонитским глинама дебљине око 2 m, а у горњем плочасти и слојевити (0,02 до 0,50 m) смеђи, затвореносиви и црвени кречњази (биомикрити, биопелмикроспарити и песковити биомикрити) са прослојцима и муглама рожнаца и радиоларита и танких и ређих прослојака листастих зелених глинаца.

Биостратиграфским испитивањима провидних препарата седимената ладишког ката на више стациопажа (3+379 m, 3+443 m, 3+478 m, 3+483 m и 3+598 m) кои-

статовали смо да кречњаџи садрже честе љуштуре бивалвиа (*Posidonia* и *Daonella*), честе радиоларије, ретке фораминифере: *Ammodiscus* aff. *paraprisus* Но и *Lagenidae* (*Nodosaria* sp.), ретке остракоде и ситне биокласте скелета ехинида.

Горњи тријас – Седименти горњег тријаса су развијени у зони Високог крша од стационаже 1+800 m до 2+730 m и зони Будве од стационаже 3+272 m до 3+377 m.

У зони Високог крша горњи тријас је заступљен банковитим сивим, сивозеленим и светлосивим доломитисаним кречњаџима (биомикрити и биоинтраспарити), кречњачким бречама и ситнокристаластим доломитима. Међу овим банџима разноврсних кречњака и доломита се налазе и тањи (до 2 cm) прослојџи сивозелених лапораџа. Ови седименти леже у језгру синклинале.

Од стационаже 1+800 m до 2+010 m су заступљени сиви и сивозелени доломитисани кречњаџи, кречњачке брече и стинокристални доломити. На стационажи 2+010 m осматране су кречњачке брече (калкрудити) у којима се запажају интракласти кречњака величине 1 до 20 cm. Основа брече је микритска и светлосмеђе је боје. Ово су највероватније лоферске брече Лофер–фаџије. У провидном препарату ових бреча се уочава да су изграђене од интракласта биоинтраспарита, биомикрита, доломикрита и ситнокристаластог доломита величине 2 до 6 mm. Основа стее је микритска и делом доломитисана. У интракластима кречњака су констатовани ретки остаци бентоских фораминифера: *Agathammina austroalpina* Kristan–Tollmann и *Ophthalmidium* sp., фрагменти алги *Dasycladacea*, биокласти скелета и бодљи ехинида и танких љуштуре бивалвиа, ретке остракоде и облици групе "incertae sedis" *Didemnoidea moreti* (Durand Delga) који указују на припадност карнијском кату.

После раседа од стационаже 2+010 m до 2+100 m су заступљени светлосиви доломитисани кречњаџи (биомикрити и биоинтраспарити) и доломити. На стационажама 2+011 m, 2+050 m и 2+090 m доломитисани кречњаџи садрже остатке бентоских фораминифера: *Involutina sinuosa* Weynaschenk, *Involutina eomezozoica* (Oberchauser), *Agathammina austroalpina* Kristan–Tollmann, *Glomospira kuthani* (Salaj), *Glomospirella friedli* Kristan–Tollmann, *Galeanella ? brönimanni* Altineret Zaninetti, алге *Baccanella floriformis* Pantić, спонџија–*Reticulo-coelia arborescens* Cuif, облика групе "incertae sedis" *Tubiphytes obscurus* Maslov, *Murinella sphaerica* Borza, *Hydrania dulloi* Senowbari–Daryan, ситне гастроподе, ситне биокласте скелета ехинида и танких љуштуре бивалвиа и ретке остракоде. Наведена фосилна асоџијаџија указује да седименти овог интервала припадају карнијском кату.

Од стационаже 2+100 m до 2+730 m горњем тријасу припадају банковити до масивни и ређе слојевити (0,15 до 0,20 m) ситнокристаласте доломити и доломитисани кречњаџи. Између ових слојева и баиака се налазе танки прослојџи зелених и сивозелених глинаџа и ланораџа.

У зони Будве седименти горњег тријаса су заступљени од стационаже 3+272 m до 3+377 m. Од литолошких чланова су заступљени слојевити (0,10 m до 0,40 m) сиви и руменкасти кречњаџи (биомикрити) са муглама и прослојџима сивозелених, смеђих и црвених рожнаџа и танким прослојџима сивозелених, смеђих и црвених рожнаџа и танких прослојџака листастих лапораџа и ређи банџи (0,60 до 1 m) светло-

сивих кречњака (биомикроспарити) и доломитисаних кречњака. Међу овим слојевима запажени су и ређи слојеви кречњачких бреча (калкрудити). Изграђене су од интракласта сивих и црвених кречњака (биомикрита) и сочива зеленкастих лапораца.

Седименти горњег тријаса овог интервала су опробовани на више стаціонажа (3+314 m, 3+344 m, 3+356 m, 3+358 m, 3+360 m, 3+366 m, 3+373 m). и у провидним препаратима су детерминисани биомикрити до биомикроспарити са честим остацима калцинираних радиоларија, љуштурама бивалвија (даопела, посидошиа и халобиа), биокластима скелета ехинида, ретким фораминиферама (*Lagenidae-Nodosaria* sp.) и зооспора алге *Globochaete alpina* Lombard. Ови седименти горњег тријаса су издвојени на основу суперпозиције. Налазе се између ладинских седимената у подини и доказаних доњојурских седимената у повлати.

ЈУРА

Седименти јурске периоде су пресечени тунелом само у зони Будве. Представљени су разноврсним кречњацима (биомикрити, биоинтраспарити и ооспарити) у смени са рожнацима, радиоларитима и лапорцима. Доказани су и издвојени сва три одељка.

Доња јура – Седименти доње јуре пресечени су у тунелу од стаціонаже 3+180 m до 3+272 m. Од литолошких чланова су заступљени плочасти и слојевити (0,05 до 0,40 m) сиви, сивозелени и црвенкасти кречњаци (биомикрити) са прослојцима сивих рожнаца и зелених листастих лапораца. На стаціонажи од 3+230 m до 3+232 m се испољавају мркоцрвени до смеђи радиоларити у којима је са стац. 3+231 m С. Горичан констатовала остатке лијаских радиоларија.

Испитивањем провидних препарата узорака кречњака са стаціонажа 3+186 m, 3+198 m, 3+242 m и 3+270 m констатовали смо да се ради о биомикритима. Садрже честе остатке радиоларија, зооспоре алге *Globochaete alpina* Lombard, ретке бен-тоске фораминифере: *Involutina cf. liassica* Jones, *Praeophthalmidium* sp., *Fondicularia* sp, фрагменте алге *Sestrosphaera cf. liassina* Pia и ређе биокласте скелета ехинида.

Средња јура – Седименти средње јуре су пресечени тунелом од стаціонаже 3+060 m до 3+180 m. Од стаціонаже 3+112 m до 3+180 m се испољавају слојевити светлосмеђи и сиви кречњаци (биомикрити, радиоларијски биомикрити, биоинтраспарити) са муглама рожнаца у смени са плочастим и таикослојевитим (0,05 до 0,20 m) средње и затвореносивим лапоровитим кречњацима (биомикритима и микритима) и ређе сивим плочастим (0,05 m) рожнацима и ретким прослојцима (до 1 cm) листастих затвореносивих лапораца. Биомикрити и биоинтраспарити са стаціонажа 3+116, 3+126 и 3+141 m садрже остатке беитоских формаинифера: *Vidalina martana* Farinacci, *Glomospira* sp., *Mesoendothyra* sp., *Dentalina* sp., облике групе "incertae sedis" *Aeolisaccus dunningtoni* Elliott. Наведени микрофосили указују на припадност седимената додњем делу средње јуре.

Од стаціонаже 3+060 m до 3+112 m су заступљени слојевити (0,40 m до 0,60 m) смеђи кречњаци (биопелспарити, ооспарити), плочасти и таикослојевити (0,05 до

0,15 m) кречњаци (биомикрити), лапоровити кречњаци сиве и смеђесиве боје, сиви листастии глиници и лапорци и плочасти (до 0,15 m) рожнаци у наизменичној смени. На неколико места је запажено да сиви лапорци садрже интракласте (величине до 2 cm) кречњака (биопелспарити и биомикрити) смеђе боје. У слојевима кречњака је запажено да су заступљена два до три литотииа (интраспарит, ооспарит и биомикрит). Слојеви ових седимената су слабо поремећени и имају пад у правцу североистока под углом од 30 до 45°.

Са стационача 3+079 m, 3+091 m, 3+092 m и 3+111 m у ооспаритима су констатовани остаци бентоских фораминифера: *Coskinolina (Myendorffina) minoricensis* Bourrouilh & Moulade, *Pseudocyclammina* sp., *Vidalina martana* Farinacci и биокласти скелета ехинида, а у биомикритима (стац. 3+091 m) остаци планктонских фораминифера *Globigerina helveto-jurassica* Haeusler, радиоларија и ретких остракода.

Горња јура – Седименти горње јуре су издвојени од стационаче 2+922 m до 3+060 m. То су слојевити (0,50 m до 0,80 m) кречњаци (смена ооспарита, биопелспарита и биомикрита) смеђесиве и сиве боје са прослојцима плочастих (0,02 m до 0,05 m) сивих и смеђих рожнаца и листастих лапораца и силициозних лапораца. Ооспарити и биопелспарити са стационача 2+924 m, 2+955 m, 3+022 m и 3+060 m садрже ретке остатке бентоских формаинифера: *Protopenneroplis striata* Weunschenk, *Trocholina elongata* (Leupold), *Nautiloculina oolithica* Mohler и честе биокласте скелета ехинида. Наведени микрофосили указују на припадност старнјем малму (оксфорду).

КРЕДА

Кредни седименти су издвојени од стационаче 2+886 m до 2+922 m. Представљени су банковитим кречњацима и кречњачким бречама. Брече су изграђене од интракласта разноврсних кречњака (биомикрити, микрити и биопелмикроспарити). У њима ипсмо иашли остатке микрофосила коју документују ову стратиграфску припадност.

ПАЛЕОГЕН

Палеогени седименти су заступљени од стационаче 2+767 m до 2+886 m. То су седменти флиша у чији састав улазе тамносиви песковити кречњаци (калкарепити), сиви алевролити, лапоровити кречњаци (биомикрити) и сиви и црвенкасти лапорци и глинци. Калкаренити су изграђени од интракласта кречњака, зрна кварца и калцита и лиски биотита и хлорита. У флишу се запажају и блокови кречњачких бреча. Са стационача 2+838 m и 2+880 m у калкареинитима су констатовани остаци алги *Lithophyllum* cf. *mangaudi* Lemoine и *Broeckella* sp., а у биомикритима планктоиске фораминифере: *Globigerina* sp. и *Globorotalia* sp. које указују на припадност палеоцену.

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	59	2	45-59	Београд, децембар 1995 Belgrade, Decembre 1995
--	----	---	-------	---

UDC 55:551.76/.781(497.16)

Original scientific paper

LOCAL GEOLOGY ALONG THE SOZINA WATERSUPPLY TUNNEL

by

Mirko Mirković*

This work presents results of the biostratigraphical field investigations of deposits exposed in the Sozina watersupply tunnel. The deposits through the length of the tunnel are Anisian sediments, Ladinian volcanogenic-sedimentary formation, Upper Triassic, Lower, Middle and Upper Jurassic, Cretaceous, and Paleogene sediments. All deposits form parts of two structural-facial units: High Karst and Budva Zone, in a tectonic relationship. The tunnel construction began in 1987 and was completed in April 1993.

Key words: Montenegro, Sozina, tunnels, Budva Zone, High Karst, pelagical Mesozoic.

INTRODUCTION

From the beginning of the tunnel construction, I made occasional visits to the tunnel site, at first with engineer D. Jokić and in the last few years with engineer M. Ćepić, to sample rocks for biostratigraphical analysis. On the basis of the data obtained from microscopy of about hundred rock samples and observations in the tunnel, the ground traversed by the tunnel is composed of sedimentary and volcanic rocks of the Middle Triassic and sedimentary rocks of the Upper Triassic, Lower, Middle and Upper Jurassic, Cretaceous?, and Paleogene. These rocks are parts of two structural-facial units: High Karst and Budva Zone, which are in tectonic relationship. The tectonic contact is manifested in the thrust of Ladinian tuffites, chert and limestones of High Karst over the Paleogene flysch of Budva Zone (Fig. 1). This contact was observed in the tunnel at the progressive distance 2+767 m.

MIDDLE TRIASSIC

This Triassic division is represented by sedimentary and volcanic rocks of both stages, Anisian and Ladinian.

* Institute of Geological Investigations of the Republic of Montenegro, Krušnac bb, Podgorica.

Ladinian rocks are flysch and thick-bedded to massive limestones. Flysch deposits are composed of platy and bedded (0.05 to 0.30 m) finegrained dark grey sandstones, dark grey sandy and marly limestones, platy siltstones, and laminated grey, grey-green or violet shales and marlstones, in an alternating succession. Also contained in the flysch is some 90 m of red coarse-grained conglomerates, composed of greywacke, limestone, sandstone, and chert intraclasts. Flysch sediments are uncovered from 0+010 m to 0+690 m. In stratified limestones (biomicrites) at 0+400 m, 0+620 m and 0+670 m, remains were found of benthic foraminifers: *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devide & Pantić, *Glomospira densa* (Pantić), *Trochammina jaunensis* Brönniman & Page, *Trochammina almtalensis* Koehn-Zaninetti, *Ammobaculites* sp., algae *Physoporella praealpina* Pia, ostracods, sponge spicules, and bioclasts of echinoid spines and skeletons – the evidence of Anisian age.

Thick-bedded and massive limestones (biosparites, biopelsparites and biomicrites) locally dolomitised were uncovered from progressive distance 0+690 m to 1+111 m and from 1+240 m to 1+370 m. These limestones are light grey or whitish in colour and often contain lenses of light dark to red limestones (biomicrites and micrites) and reddish silt (sand-clayey material). The light grey biopelsparites and biopelicrosparites at 0+755 m, 1+100 m and 1+350 m contain frequent remains of benthic foraminifers: *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devide & Pantić, *Meandrospira pusilla* (Ho), *Endrothyranella wirzi* (Koehn-Zaninetti), *Trochammina alpina* Kristan-Tollmann, *Earlandinita elongata* Salaj, *Glomospira gordialis* (Jones & Parker), *Trochammina jaunensis* Brönniman & Page, *Duostamina* sp., *Endrothyranella* sp., infrequent Lagenidae, and few echinoid skeleton and thin bivalvian shells.

Anisian thick-bedded to massive dolomitised limestones (biopelmicrosparites) and dolomites, light grey or grey in colour, are also exposed at the tunnel exit from 3+634 m to 3+787 m. Samples of limestones from 3+710 m and 3+716 m contained remains of sparse benthic foraminifers: *Meandrospira* sp. and *Duostomina* sp., few ostracods, and small bioclasts of thin bivalvian shells and echinoid stem plates.

Volcanic rocks were recognized at the end of the tunnel, from 3+787 m to 4+220 m. These are dark grey or grey-green andesites, intersected by a system of fractures and faults of different trends.

Ladinian stage is represented in the tunnel by volcanogenic-sedimentary rocks: tuffites, tuffs and volcanic breccias of green red flaglike and bedded limestones, and thin (to 2 cm) marlstone interbeds. These rocks are recognised at progressive distances from 1+111 m to 1+240 m, from 1+370 m to 1+800 m and from 2+730 m to 2+767 m in the High Karst, and from 3+377 m to 3+645 m in the Budva Zone.

Exposed from 1+111 m to 1+240 m are dominantly tuffites and volcanic breccias with occasional lenses and interbeds of chert and limestone. Rocks from 1+370 m to 1+800 m are grey, grey-red or greenish grey thin-bedded limestones (biomicrites) interstratified with limestone breccia, thin (to 2 cm) interbeds of grey-green marlstone and nodes and interbeds of grey, green or reddish chert. Limestones (biomicrites) contain re-

mains of the bivalves *Posidonia* Wiss. and *Daonella* sp., frequent radiolarians, sponge spicules, and few foraminifers – Lagenidae.

At the tunnel exit, Ladinian rocks are recognised from 3+377 m to 3+645 m, Ladinian rocks lie over the uneven surface of Anisian dolomitised limestones. The lower part of Ladinian section consists of red platy chert alternating with tuffite, tuffaceous marlstone and green benthic clays about 2 m thick. The upper part is composed of brown, dark grey or red flaglike and bedded (0.02 m to 0.50 m) limestones (biomicrites, biopelmicrosparites, and sandy biomicrites) with interbeds and nodes of chert and radiolarites and few thin interbeds of laminated green shale.

The examined transparent thin section of Ladinian rocks from several sampling places (3+379 m, 3+443 m, 3+478 m, 3+483 m, 3+598 m) revealed in limestones frequent bivalvian (*Posidonia* and *Daonella*) shells, radiolarians, occasional foraminifers: *Ammodiscus* aff. *parapriscus* Ho and lagenids (*Nodosaria* sp.), few ostracods and small bioclasts of echinoid skeletons.

Upper Triassic sediments are developed in the High Karst from 1+800 m to 2+730 m and the Budva Zone from 3+272 m to 3+377 m.

Upper Triassic rocks in the High Karst are grey, grey–green and light grey thick bedded dolomitised limestones (biomicrites and biointrasparites), limestone breccias, and fine–crystalline dolomites. The thick beds of varied limestones and dolomites are interstratified (to 20 cm) with grey–green marlstones. These sediments lie in the core of an anticline.

Exposed in the tunnel from 1+800 m to 2+010 m are grey and grey–green dolomitic limestones, limestone breccias and fine–crystalline dolomites. Limestone breccia (calcirudite) at 2+010 m shows limestone intraclasts 1–20 cm in size. The breccia groundmass is micrite, light brown in colour. This is probably breccia of the Lofer facies. Thin sections of the breccia show intraclasts of biointrasparite, biomicrite, dolomicrite and fine–crystalline dolomite (2–6 mm). The matrix is micrite, partly dolomitised. Among limestone intraclasts, sparse remains were found of benthic foraminifers: *Agathammina austroalpina* Kristan–Tollmann and *Ophthalmidium* sp., algal fragments of Dasycladaceae, bioclasts of echinoid skeletons and spines and thin bivalvian shells, few ostracods and forms of the group incertae sedis *Didemnoides moreti* (Durand Delga), which indicate Carnian stage.

Light grey dolomitised limestones (biomicrites and biointrasparites) and dolomites are the progressive distance from 2+010 m, after the fault. Dolomitised limestones at 2+010 m, 2+050 m and 2+090 m contain remains of benthic foraminifers: *Involutina sinuosa sinuosa* Weyschenk, *Involutina eomezozoica* (Oberchauser), *Agathammina austroalpina* Kristan–Tollmann, *Glomospira kuthani* (Salaj), *Glomospirella friedli* Kristan–Tollmann, *Galeanella ?bronimanni* Altiner et Zaninetti, algae *Baccanella floriformis* Pantić, sponges *Reticuloceelia* Cuif, forms of the group incertae sedis *Tubiphytes obscurus* Maslov, *Murinella sphaerica* Borza, *Kydrania dulloi* Senowbari–Daryan, small gastropods, small bioclasts of echinoid skeletons and thin bivalvian

shells and few ostracods. The mentioned fossil biocenosis suggests Carnian age of the sediments.

From 2+100 m to 2+730 m, Upper Triassic rocks are thick-bedded to massive or rarer bedded (0.15 m to 0.20 m) small-crystalline dolomites and dolomitised limestones. Limestone beds are interstratified with thin green or grey-green shales and marlstones.

Upper Triassic sediments in the Budva Zone are located between 3+272 m and 3+377 m, composed of bedded (0.10 m to 0.40 m) grey and pinkish limestones (biomicrites) with nodes and interbeds of grey-green, brown, or red chert, thin laminated marlstones, few beds (0.60 m to 1 m) of light grey limestones (biomicrosparites), and dolomitised limestones. These beds are infrequently interstratified with limestones breccia (calcirudite). The breccia is composed of grey and red limestone (biomicrite) intraclasts and greenish marlstone lenses.

Upper Triassic sediments of this distance interval were sampled in several places (3+314 m, 3+344 m, 3+356 m, 3+358 m, 3+360 m, 3+366 m, 3+373 m). Transparent thin sections revealed biomicrite to biomicrosparite with frequent remains of calcitised radiolarians, bivalvian shells (*Daonella*, *Posidonia* and *Halobia*), bioclasts of echinoid skeletons, few foraminifers (lagenid *Nodosaria* sp.), and zoospores of the alga *Globochaeta alpina* Lombard. These Upper Triassic sediments have been separated on the superposition principle, lying over Ladinian and under Lower Jurassic sediments.

JURASSIC

Jurassic deposits were intersected by the tunnel only in the Budva Zone. These are a succession of varied limestones (biomicrite, biointrasparite and oosparite) and cherts, radiolarites and marlstones. All three divisions of the Jurassic are developed and proved.

Upper Jurassic sediments were encountered in the tunnel from 3+180 m to 3+272 m. The present lithologic members are grey, grey-green or reddish flaglike bedded (0.05 m to 0.40 m) limestones (biomicrites) interstratified with grey chert and green laminated marlstone. Dark red to brown radiolarites are exposed from 3+230 m to 3+232 m, in which Š. Goričan found, at 3+231 m, remains of Liassic radiolarians.

Transparent thin sections of limestone samples from 3+186 m, 3+198 m, 3+242 m and 3+270 m indicated biomicrites with frequent remains of radiolarians, zoospores of the alga *Globochaeta alpina* Lombard, infrequent benthic foraminifers: *Involutina* cf. *liassica* Jones, *Praeophthalmidium* sp., *Fronicularia* sp., algal fragments of *Sestrosphaera* cf. *liassina* Pia, and occasional echinoid skeleton bioclast.

The tunnel penetrated Middle Jurassic sediments from 3+060 m to 3+180 m. Rocks uncovered from 3+112 m to 3+180 m are light brown and grey bedded limestones (biomicrites, radiolarian biomicrites, biointrasparites) with chert nodes in succession with medium- and dark-grey flaglike or thin-bedded (0.05 m to 0.20 m) marly limestones (biomicrites and micrites) occasional grey platy (0.05 m) chert, and few intercalations (to 1 cm) of laminated dark grey marlstones. Biomicrites and biointrasparites from 3+116 m,

3+126 m and 3+141 m contain remains of benthic foraminifers: *Vidalina martana* Farinacci, *Glomospira* sp., *Mesoendothyra* sp., *Dentalina* sp., forms of the group incertae sedis *Aeolisaccus dunningtoni* Elliott. The mentioned microfossils indicate lower Middle Jurassic deposits.

Rocks recognised from 3+060 m to 3+112 m are stratified (0.4 m to 0.6 m) brown limestones (biopelsparites, oosparites), flaglike and thin-bedded (0.05 m to 0.15 m) limestones (biomicrites), marly limestones grey or brown-grey in colour, grey laminated shales and marlstones and platy (to 0.15 m) cherts, alternating in the succession. Grey marlstones were noted in several places to contain intraclasts (size to 2 cm) of limestones (biopelsparite and biomicrite) brown in colour. Limestone beds were noted to consist of two or three lithotypes (intrasparite, oosparite and biomicrite). These beds are slightly deformed, dipping to north-east at angles between 30° and 45°.

Oosparites from 3+079 m, 3+091 m, 3+092 m and 3+111 m contain remains of benthic foraminifers: *Coskinolina (Myendorffina) minoricensis* Bourrouilh & Monlade, *Pseudocyclamina* sp., *Vidalina martana* Farinacci and bioclasts of echinoid skeletons; biomicrites (3+091 m) contain planktonic foraminifers *Globigerina helvetojurassica* Haeusler, radiolarians and few ostracods.

Sediments of the Upper Jurassic were recognised from 2+922 m to 3+060 m. These are bedded (0.50 m to 0.80 m) limestones (succession of oosparite, biopelsparite and biomicrite) brown-gray and brown cherts and laminated marlstones and siliceous marlstones. Oosparites and biopelsparites from 2+924 m, 2+955 m, 3+022 m, and 3+060 m contain sparse remains of benthic foraminifers: *Protopeneroplis striata* Weynschenk, *Trocholina elongata* (Leupold), *Nautiloculina oolithica* Mohler, and frequent bioclasts of echinoid skeletons. The mentioned microfossils indicate lower Malm (Oxfordian).

CRETACEOUS

Cretaceous sediments were observed from 2+886 m to 2+922 m, represented by thick bedded limestones and limestone breccias. The breccias consist of intraclasts of varied limestones (biomicrites, micrites and biopelmicrites). Microfossil remains were not found in these deposits to evince their stratigraphic division.

PALEOGENE

Paleogene sediments were observed from 2+767 m to 2+886 m. These are flysch sediments including dark grey sandy limestones (calcarenites), grey siltstones, marly limestones (biomicrites), and grey reddish marlstones and shales. Calcarenites are composed of limestone intraclasts, quartz and calcite grains, and biotite and chlorite flakes. Flysch includes blocks of limestone breccia. Calcarenites from 2+838 m and 2+880 m contain remains of the algae *Lithophyllum* cf. *mengandi* Lemoine and *Broeckella* sp., and biomicrites contain planktonic foraminifers: *Globigerina* sp. and *Globorotalia* sp. which indicate the Paleocene age.

CONCLUSION

The Sozina tunnel was driven through Middle Triassic volcanic and sedimentary rocks of Anisian, Ladinian, Upper Triassic, Lower, Middle and Upper Jurassic, Cretaceous and Paleogene ages. All these formations are parts of two structural-facial units: High Karst and Budva Zone.

The Anisian is represented by flysch sediments of thick-bedded and massive limestones, dolomitic limestones and dolomites. Limestones contain foraminiferal and algal remains.

Volcanic rocks are represented by andesites, volcanic breccias and tuffs. In the lower part of the section, Ladinian sediments are represented by green tuffites, cherts, marlstones and limestones; in the upper, by platy and bedded limestones (biomicrites) with nodes and interbeds of varied cherts. Limestones contain frequent remains of bivalves and radiolarians and sponge spicules.

Upper Triassic sediments are composed of bedded limestones (biomicrites) and infrequent beds of breccia with nodes and interbeds of cherts in the Budva Zone and of thick-bedded limestones (biomicrosparites), dolomitic limestones and dolomites of Carnian age in the High Karst. Limestones contain foraminiferal and algal remains.

Jurassic sediments are developed in Budva Zone in all three stages.

Lower Jurassic sediments are bedded limestones (biomicrites) with interbeds of chert and green-grey laminated marlstones and thick (up to 2 m) radiolarites. Limestones contain foraminiferal and frequent radiolarian remains.

Middle Jurassic sediments are represented by bedded limestones (biopelsparites, oosparites and biomicrites), flaglike marly limestones, laminated marlstones, and platy cherts. Limestones contain frequent remains of benthic and planktonic foraminifers.

Upper Jurassic sediments are varied bedded limestones (oosparites, intrasparites, pelbiosparites) interbedded with platy cherts and laminated marlstones. Limestones contain remains of benthic foraminifers.

Cretaceous sediments are represented by thick-bedded limestones (biomicrites) and limestone breccias (calcirudites).

Palaeocene flysch sediments are present in Budva Zone. They are located between Cretaceous limestone breccias and the overthrust Ladinian limestones, cherts and tuffites of the High Karst. These sediments are represented by marlstones, siltstones and sandy limestones, which are much deformed. Limestones (biomicrites) contain remains of the planktonic foraminifers *Globigerina* and *Globorotalia*.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Bystrický J., 1964: Slovensky kras. Stratigrafia a Dasycladaceae mezozoika Slovenskeho krasu – Ustr. us geol. red., Bratislava.
- Velić I., 1977: Jurassic and Lower Cretaceous assemblage – zones in Mt. Velika Kapela, central Croatia, Cenozoone u juri i donjoj kredi Velike Kapele Središnja Hrvatska. – Acta geologica IX, Zagreb.

- Zaninetti L., 1976: Les Foraminifères du Trias.– Essai de synthèse et corrélation entre les domaines mésogènes européens et asiatiques, *RI di Paleontologia e Stratigrafia*, vol. 82, N°1, Milano.
- Мирковић М. (=Mirković), 1993: Извештај о биостратиграфском испитивању седимената у водоводном тунелу "Созина". – Фонд струч. докум. Завода за геол. истраживања РЦГ, Подгорица.
- Пантић–Продановић С. (=Pantić–Prodanović), 1975: Тријаске микрофације Динарида.– Посебна издања, књ. IV, Друштво за науку и умјетност Црне Горе, Титоград.
- Radoičić R., 1966: Microfacies du Jurassique des Dinarides externes de la Yougoslavie.– *Geologija* 9, Ljubljana.
- Turculet I., 1968: Observations sur l'Algue *Globochaete alpina* Lombard des dépôts liasiques de la cuvette de Rarau (Carpathes Orientales Roumanies).– *RI di Paleontologia e Stratigrafia*, vol. 74, N°4, Milano.